



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DESARROLLO DE UN MÓDULO REPRODUCTOR DE
SONIDOS PARA ATENCIÓN NEONATAL**

**Tesis para Optar el Título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Presentado por:
JIMMY FERNANDO TARRILLO OLANO**

**LIMA – PERÚ
2006**

RESUMEN DE TESIS

Durante los últimos 10 años el grupo GIDEMS ha venido desarrollando prototipos de equipos médicos, en especial, equipos de atención a neonatos. Luego del desarrollo del la incubadora modelo GABY, la cual fue usada en el Instituto Materno Perinatal de Lima, se comenzó el desarrollo de un nuevo equipo que partiera de las necesidades del neo nato, y no de buscar mejorar un equipo ya existente. Fue así que se comienza el desarrollo de un prototipo experimental de un nuevo concepto en equipos de atención neonatal: la Burbuja Artificial Neonatal. En ese contexto se piensa cuál sería el mejor medio acústico para atender a un recién nacido prematuro, ya que la tendencia de los fabricantes de incubadoras era reducir el ruido generado y el nuevo equipo lo reducía en gran proporción. Luego de un estudio y análisis se llega a proponer el diseño e implementación del primer prototipo de un Reproductor de Sonidos, con la intención de brindarle al especialista una herramienta que le permita emitir sonidos apropiados para la recuperación del Recién Nacido. El equipo fue mostrado a diversos especialistas quienes se mostraron entusiastas y dieron sus opiniones y recomendaciones.

El presente trabajo consta de seis capítulos principales: en el primero, la Introducción, se detalla los antecedentes y los objetivos del trabajo. En el segundo capítulo, el Marco Conceptual, se dan los datos bibliográficos principales en el área médico (fisiología, ambiente sonoro intrauterino, ambiente acústico en las unidades de cuidados intensivos neonatales, y sonidos adecuados para el recién nacido), electrónico (parámetros eléctricos en reproductores de sonido, ruido en sistemas eléctricos), acústico (conceptos acústicos y parlantes) y lo referente a la Burbuja Artificial Neonatal. El tercer capítulo, luego de saber el contexto y la bibliografía, trata del Planteamiento del Problema, es decir, se indica cuáles son los problemas relacionados y cuál es el problema puntual a resolver. El cuarto capítulo muestra el esquema en etapas del diseño propuesto para el desarrollo del Reproductor, el diseño de cada etapa y la

integración de las etapas en el Reproductor; se detalla la selección de componentes, la metodología usada en cada etapa y sus principales pruebas. El quinto capítulo muestra las Pruebas y Resultados del desarrollo e implementación del Reproductor de Sonidos; se indica la metodología usada para cada prueba (respuesta en frecuencia, relación señal a ruido y THD) y sus resultados. En el sexto capítulo se indican las Conclusiones y Recomendaciones finales del trabajo.





Dedicatoria:

A mis padres María Flor y Atilano

El autor.



Agradecimientos:

A mis padres y hermana, por el amor y apoyo de siempre

A Bruno y todos los amigos del GIDEMS, por el aliento y ayuda

A Celso Llimpe y Richard Rivera, por el apoyo en el laboratorio de acústica

A todos los amigos y amigas que me acompañaron durante este proceso

El autor.



“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”

Albert Einstein

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	2
1.2	JUSTIFICACIÓN	3
1.3	OBJETIVOS	3
	1.3.1 GENERAL.....	3
	1.3.2 ESPECÍFICOS.....	4
2	MARCO CONCEPTUAL	5
2.1	CONCEPTOS MÉDICOS	5
	2.1.1. DESARROLLO FISIOLÓGICO.....	5
	2.1.2. AMBIENTE SONORO INTRAUTERINO.....	8
	2.1.3. AMBIENTE ACÚSTICO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL (UCIN).....	9
	2.1.4. AFECCIÓN DE LA UCIN PARA LOS PREMATUROS.....	10
	2.1.5. ENTORNO SONORO ADECUADO PARA EL RECIÉN NACIDO PRE TÉRMINO (RNPT).....	11
2.2.	CONCEPTOS ACÚSTICOS	14
	2.2.1. EI SONIDO	14
	2.2.2. NIVELES SONOROS Y DECIBELIO.....	15
	2.2.3. NIVEL DE PRESIÓN SONORA (L_p)	15
	2.2.4. EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS DE SONIDO.....	15
2.3.	ALTAVOCES	17
	2.3.1 ALTAVOZ ELECTRODINÁMICO O DE BOBINA MÓVIL	17

2.3.2 CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO DE CONOS PARA ALTAVOCES	18
2.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AUDIO	18
2.4.1. THD – DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL	18
2.4.2. RELACIÓN SEÑAL A RUIDO (S/N O SNR)	19
2.4.3. OTROS PARÁMETROS	19
2.5. FUENTES DE RUIDO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS	19
2.5.1 RUIDOS EN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS	19
2.5.2 RUIDO CONDUCTIDO	20
2.6. BURBUJA ARTIFICIAL NEONATAL	21
2.6.1. ESQUEMA ELECTRÓNICO DE LA BAN	21
2.6.2. VISTA FRONTAL DE LA BAN	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO REPRODUCTOR DE SONIDOS	27
4.1. DISEÑO DE HARDWARE	28
4.1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES	28
4.1.2. DISEÑO POR ETAPAS	30
4.1.3. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CIRCUITO REPRODUCTOR DE SONIDOS	55
4.2. DESARROLLO DE SOFTWARE	55
4.2.1. DESCRIPCIÓN DE TAREAS	55
4.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO	60
4.3. ALMACENAMIENTO DE LOS SONIDOS	64

5. PRUEBAS Y RESULTADOS	65
5.1. PRUEBAS	65
5.1.1. PRUEBAS DE LA COMUNICACIÓN ENTRE LA ETAPA DE CONTROL Y LA ETAPA DE CONTROL DE VOLUMEN.....	65
5.1.2 SEÑALES TOMADAS EN PUNTOS DE PRUEBA AL EMITIR UNA SEÑAL DE PRUEBA	66
5.1.3 PRUEBAS Y METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS.....	70
5.1.4 METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS MEDICIONES ACÚSTICAS	74
5.2. RESULTADOS	75
5.2.1. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE ESPECIALISTAS.....	75
5.2.2. SONIDOS ALMACENADOS Y REPRODUCIBLES.....	75
5.2.3. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS MEDIDOS .	76
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1. CONCLUSIONES	79
6.2. RECOMENDACIONES	81
7. BIBLIOGRAFÍA	84

INDICE DE TABLAS

TABLA 4-1. CUADRO COMPARATIVO DE ALGUNAS MEMORIAS OFRECIDAS EN DIGIKEY Y JAMECO	30
TABLA 4-2. CUADRO COMPARATIVO DE ALGUNOS CONVERSORES DIGITAL-ANALÓGICOS OFRECIDOS EN DIGIKEY Y JAMECO	33
TABLA 4-3. RESUMEN DE LOS FORMATOS COOL EDIT Y DAC PCM54	35
TABLA 4-4. ALGUNOS PARÁMETROS DEL OPA2134P	39
TABLA 4-5. ALGUNOS PARÁMETROS DE LOS AMPLIFICADORES TDA2003, LM380, TPA0211. [24], [25], [26]	42
TABLA 4-6. VALORES CALCULADOS DE AV Y FO USANDO LOS VALORES DE CONDENSADORES Y RESISTENCIAS SELECCIONADAS	47
TABLA 4-7. CÓDIGO DE CONTROLADORES DE 34,33 Y 32 PINES PRODUCIDOS POR MICROCHIP [27]	49
TABLA 4-8. VOLTAJES Y CORRIENTES UTILIZADOS POR LOS COMPONENTES SELECCIONADOS	51
TABLA 4-9. CUADRO COMPARATIVO DE ALGUNOS PARLANTES OFRECIDOS EN DIGIKEY. [28], [29], [30]	53
TABLA 4-10. ACCIONES DEL REPRODUCTOR SEGÚN LA PALABRA DE CONTROL RECIBIDA.	58
TABLA 4-11. FRECUENCIA Y EL TIEMPO DE MUESTREO CON QUE SE DIGITALIZÓ CADA TIPO DE SONIDO	59
TABLA 4-12. FRECUENCIAS, DIRECCIONES Y NÚMEROS DE MUESTRAS UTILIZADOS EN CADA TIPO DE SONIDO	64

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 2-1. SISTEMA AUDITIVO	6
FIGURA 2-2. TRANSMISIÓN DE UN RUIDO BLANCO DE 110DB A TRAVÉS DE LA PARED ABDOMINAL [2]	8
FIGURA 2-3. RUIDO INTRAUTERINO [2]	9
FIGURA 2-4. COMPARACIÓN ENTRE LOS AMBIENTES ACÚSTICOS DE UNA UCIN Y DEL ÚTERO [1]	10
FIGURA 2-5. PONDERACIÓN TEMPORAL DE UN SONÓMETRO [9]	16
FIGURA 2-6. CORTE ESQUEMÁTICO DE UN ALTAVOZ ELECTRODINÁMICO [17] 17 PARA UNA REPRODUCCIÓN LIMPIA EN LA ZONA DE BAJAS FRECUENCIAS, HABRÁ QUE PREVER UNA BOBINA MÓVIL SUFICIENTEMENTE LARGA PARA QUE SIEMPRE HAYA EN LOS MAYORES DESPLAZAMIENTOS EL MISMO NÚMERO DE ESPIRAS DENTRO DEL ENTREHIERRO.	17
FIGURA 2-7. INFLUENCIA DEL DIÁMETRO DEL CONO EN LA DISPERSIÓN DEL ALTAVOZ (λ =LONGITUD DE ONDA A REPRODUCIR); D = DIÁMETRO [17]	18
FIGURA 2-8. A) PICOS TRANSITORIOS DE TENSIÓN LLAMADOS 'SPIKES'. B) RUIDO ELÉCTRICO [16]	20
FIGURA 2-9. A) SOBRE UNA ONDA SENOIDAL CORRECTA DE 50 HZ SE HAN SUPERPUESTO DOS TIPOS DE PERTURBACIONES: LOS 'SURGES' Y LOS 'SAGS' B) LA LÍNEA ROJA SUPERPUESTA SOBRE LA ONDA SENOIDAL DEMUESTRA UNA PERTURBACIÓN 'BLACKOUT' O FALTA DE TENSIÓN. [16]	21

FIGURA 2-10. DIAGRAMA DE BLOQUES ELECTRÓNICO DE LA BAN	22
FIGURA 2-11. ESQUEMA DE FRONTAL DE LA BAN	24
FIGURA 4-1. DIAGRAMA DE BLOQUES PROPUESTO DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS	28
FIGURA 4-2. ARREGLO DE MEMORIAS	31
FIGURA 4-3. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO	32
FIGURA 4-4. FUNCIÓN TRANSFERENCIA DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN	34
FIGURA 4-5. FUNCIÓN TRANSFERENCIA DEL DAC PCM54 [22]	35
FIGURA 4-6. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONVERSIÓN DIGITAL - ANALÓGICA	36
FIGURA 4-7. ESQUEMA PROPUESTO PARA EL CONTROL DE VOLUMEN USANDO UN DEMULTIPLEXOR	37
FIGURA 4-8. ESQUEMA DE CONEXIONES PARA LAS PRUEBAS DEL ATENUADOR LM1971	38
FIGURA 4-9. CONFIGURACIÓN ESCOGIDA DEL ATENUADOR LM1971 [23]	39
FIGURA 4-10. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONTROL DE VOLUMEN	40
FIGURA 4-11. POSICIÓN DEL PARLANTE PARA LAS PRUEBAS DE POTENCIA	41
FIGURA 4-12. ESQUEMA INTERNO DEL TPA0211 [26]	43
FIGURA 4-13. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE AMPLIFICACIÓN Y FILTRADO	46
FIGURA 4-14. FUNCIÓN TRANSFERENCIA DEL FILTRO PASA ALTOS [26]	46
FIGURA 4-15. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONTROL	50

FIGURA 4-16. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE REGULACIÓN	51
FIGURA 4-17. DIAGRAMA DE CAJA DEL PARLANTE	54
FIGURA 4-18. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS	56
FIGURA 4-19. DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL REGISTRO DE COMUNICACIÓN	57
FIGURA 4-20. REGISTRO DE CONTROL DEL ATENUADOR	59
FIGURA 4-21. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL	61
FIGURA 4-22. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA EMITE	62
FIGURA 4-23. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA DE SERVICIO DE INTERRUPTIÓN	63
FIGURA 5-1. DIAGRAMA DE TIEMPOS IMPLEMENTADO PARA EL CONTROL DEL ATENUADOR DE AUDIO. EL MICROCONTROLADOR ENVÍA 3CH AL ATENUADOR65	
FIGURA 5-2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS	67
FIGURA 5-3. SEÑAL DE SALIDA DE LA ETAPA DE CONVERSIÓN DIGITAL ANALÓGICO, Y SU FFT EN TP506	68
FIGURA 5-4. SEÑAL DE LA ENTRADA DE LA ETAPA DE CONTROL DE VOLUMEN, Y SU FFT EN TP503	69
FIGURA 5-5. SEÑAL DE LA SALIDA DEL ATENUADOR EN TP505	69
FIGURA 5-6. SEÑAL EN UNA DE LAS ENTRADAS DEL PARLANTE.	70
FIGURA 5-7. PRIMER ESQUEMA DE CONECCIONES USADO EN LAS MEDICIONES DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS.	71
FIGURA 5-8. CIRCUITO ADAPTADOR DE <i>OFFSET</i>	72
FIGURA 5-9. ESQUEMA DE CONEXIÓN PARA LAS MEDICIONES DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS	73

FIGURA 5-10. ESQUEMA DE CONEXIÓN PARA LAS MEDICIONES ACÚSTICAS	74
FIGURA 5-11. RESPUESTA EN FRECUENCIA. A) SEÑAL DE ENTRADA VIN 1VRMS Y AMPLIFICADOR A MÍNIMA POTENCIA. B) SEÑAL DE ENTRADA VIN 25 VRMS Y AMPLIFICADOR A MÁXIMA POTENCIA.	76
FIGURA 5-12 ANÁLISIS THD CON AMPLIFICADOR A MÁXIMA POTENCIA. A) ESPECTRO DEL THD. B) DISTORSIÓN ARMÓNICA POR NÚMERO DE ARMÓNICO.	77
FIGURA 5-13 ANÁLISIS THD CON AMPLIFICADOR A MÍNIMA POTENCIA. A) ESPECTRO DEL THD. B) DISTORSIÓN ARMÓNICA POR NÚMERO DE ARMÓNICO	77
FIGURA 5-14. RESPUESTA EN FRECUENCIA. SEÑAL DE ENTRADA: RUIDO BLANCO ACÚSTICO	78
FIGURA 5-15. AUTOESPECTRO. SEÑAL DE ENTRADA: RUIDO BLANCO ACÚSTICO	78

1 INTRODUCCIÓN

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), a través del Grupo de Investigación de Desarrollo y Sistemas (GIDEMS), desarrolló en 1994 el primer prototipo de Incubadora Neonatal. Entre 1996 y 1997 se desarrolló el segundo prototipo de Incubadora Neonatal, el cual logró ser usado con éxito en la Unidad de Cuidados Intensivos del Área de Neonatología del Instituto Materno Perinatal de Lima. A partir de éstas experiencias se concluyó que se podía atender mejor al recién nacido (RN) de alto riesgo, por lo cual se planteó el desarrollo de un nuevo equipo de atención neonatal; de esta manera el 2003 Castellón y Ajito, con apoyo de la PUCP, registran la patente de un aparato denominado “Burbuja Artificial Neonatal” (BAN) [19], el cual une los conceptos de ventilación mecánica e incubación. La BAN permite la mezcla de aire y oxígeno temperado y humedecido, introduce una nueva concepción en la manera de controlar la temperatura, reduce el nivel de ruido y mantiene estéril el ambiente donde se encuentra el RN. Por ello, se puede considerar a la BAN como un equipo de atención neonatal diferente a las incubadoras.

Durante el desarrollo del primer prototipo experimental de la BAN se verificó que el equipo generaba menos niveles de ruido que los equipos convencionales (menores a 50 dBA) sin usar ningún sistema especial de reducción de ruidos. La pregunta que surgió fue: idealmente, ¿hasta dónde se debe reducir el nivel de ruido en el lugar donde se encuentra el recién nacido?, ¿se debería aislar completamente al recién nacido de sonidos? Con ello, el objetivo en el diseño del prototipo no se centró en sólo reducir los niveles de ruido, si no que además en como brindarle al recién nacido los sonidos adecuados para esta etapa de su vida.

Las experiencias de la influencia de sonidos en RN atendidos en equipos de atención neonatal como las Incubadoras aún son mínimas. El trabajo con los sonidos en éstos equipos se centran en la reducción del ruido generado en el ambiente donde se encuentra el bebé, más no en brindarle sonidos que mejoren su atención. A pesar que en 1999 se presentó una patente correspondiente a un sistema de reproducción de sonidos para el interior de una incubadora, el cual se denominó “Generador de sonidos para incubadora Atom Medica” (U.S. Patent No 5,865,771), en la actualidad no existe ningún equipo de atención neonatal que permita reproducir sonidos al RN en un equipo de atención neonatal.

1.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Los sonidos existentes en el interior de las incubadoras están constituidos principalmente por los ruidos originados por el mismo equipo y por los que se introducen del ambiente UCIN: motores de otros equipos (compresoras), ventiladores, equipos de aire acondicionado, personal, teléfonos, alarmas, intercomunicadores y otros, sonidos que no son indicados para recién nacidos [1], [4]. La tendencia de los fabricantes de incubadoras respecto al sonido, es la de reducir los niveles de ruido generado por el propio equipo, estando en la actualidad

en el orden de los 50 dB* [20], [21].

Pero el tema del entorno sonoro adecuado para los RN no se centra sólo en los niveles de ruido, sino también en las características de los sonidos considerados como preferentes. Entre estos sonidos se mencionan los intrauterinos (como los latidos del corazón), música y voces suaves (en particular la voz de la misma madre) y el sonido de cajas musicales. Los sonidos descritos no se encuentran en ningún equipo de atención neonatal.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Debido a que el tema del nivel de ruido está siendo trabajado con relativo éxito por los fabricantes de incubadoras y que en la actualidad no existe ningún equipo comercial de atención a neonatos de alto riesgo que permita brindarle sonidos que mejoren su atención, el presente trabajo de tesis se centra en el diseño e implementación de una herramienta denominada Módulo Reproductor de Sonidos que funcione como parte de un equipo de atención neonatal (debido a las facilidades, se trabajará en una BAN) y permita al especialista brindar al recién nacido sonidos que impliquen una mejor calidad de vida durante su permanencia en el equipo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Desarrollar un módulo reproductor de sonidos, que permita al especialista brindar al recién nacido, sonidos que mejoren su cuidado en un equipo de atención neonatal.

* En el presente trabajo, los decibelios (dB) referidos a niveles de ruido indican dBSPL

1.3.2 ESPECÍFICOS

- El módulo a desarrollar funcionará en un prototipo de Burbuja Artificial Neonatal
- El máximo nivel de presión sonora generado en el lugar donde se aloja el recién nacido, deberá respetar la norma técnica internacional.
- No se debe contaminar con agentes patógenos el ambiente del recién nacido
- El módulo a desarrollar debe funcionar con los demás módulos que constituyen, sin interferir con ninguna de sus funciones.
- Se deberá tener la posibilidad de determinar el momento y la intensidad con que se reproduzca un tipo de sonido
- En caso de emergencia, se podrá contar con una opción que permita eliminar el sonido emitido.
- El uso y mantenimiento del módulo reproductor deberá ser simple.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 CONCEPTOS MÉDICOS

2.1.1. DESARROLLO FISIOLÓGICO

2.1.1.1. DESARROLLO DEL SISTEMA AUDITIVO

El desarrollo del sistema auditivo es un proceso relativamente largo, que comienza entre la tercera y sexta semana de gestación y se extiende hasta pasado el primer año de vida, en el que el canal auditivo externo, membrana del tímpano y cavidad del oído medio alcanzan dimensiones en el adulto (Figura 2-1). Sin embargo, a partir del quinto mes de gestación la mayor parte de las estructuras del oído interno están perfectamente diferenciadas [2]. Es necesario aclarar que el hecho que al séptimo mes los oídos medio y externo sean anatómicamente funcionales, no implica obligatoriamente que la función auditiva del feto sea comparable a la del adulto por múltiples razones, la más importante de las cuales parece ser la no maduración de determinadas estructuras del sistema nervioso central y de la integración sensorial en los niveles cortical y subcortical. [2]

La maduración del sistema auditivo fetal está marcada por un aumento en la sensibilidad espectral. El rango de sensibilidad auditiva en un comienzo está muy restringido: de 500 a 1000 Hz en el tercer trimestre, comparado con alrededor de 500 a 4000 Hz en el término, y un rango adulto de 30 a 20000Hz. Los cambios en el umbral de la audición se relacionan con la maduración de los componentes periféricos y centrales. Se han obtenido umbrales auditivos en un recién nacido pretérmino a las 25 semanas de gestación con un estímulo de 65 dB comparado con los 25 dB al término [1].

Hay fuertes evidencias de la presencia de un sistema auditivo funcional en el feto. Se reconocen sitios anatómicos específicos en la corteza, los cuales procesan los sonidos complejos, como el idioma. En los neonatos de término está presente una predisposición biológica para responder a los patrones acústicos del habla. Hay incluso diferencias hemisféricas en los potenciales evocados de la audición que apoya esta sensibilidad al lenguaje [1].

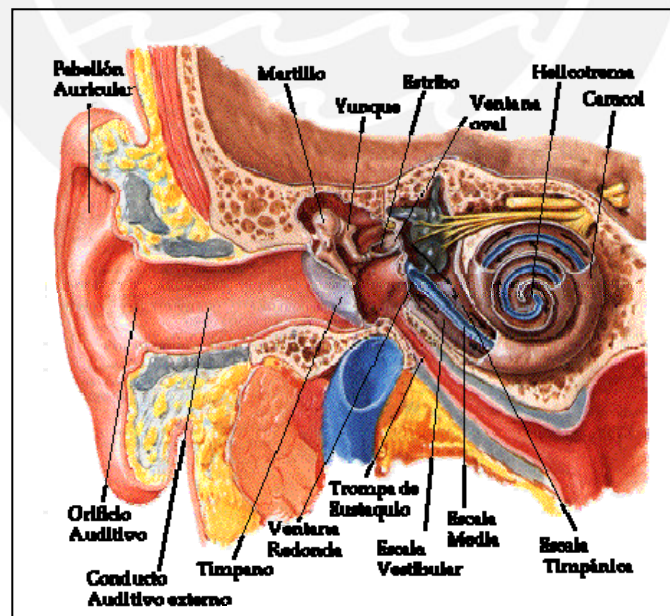


Figura 2-1. Sistema auditivo

2.1.1.2. FASES DEL DESARROLLO CEREBRAL

El desarrollo cerebral puede ser dividido en cuatro períodos principales, algunos de los cuales se superponen temporalmente:

Entre las semanas gestacionales 15 y 25, se generan las células nerviosas (neuronas) y se reproducen.

Entre la semana 28 del embarazo y fines del primer año de vida del niño, se generan las células gliales. Estas células constituyen el entorno de las neuronas.

Aproximadamente al mismo tiempo en que comienza la formación de las células gliales se inicia el proceso de la diferenciación de las neuronas. Este hecho es posiblemente el decisivo para la posterior capacidad de rendimiento del cerebro. Comienza alrededor de la fecha de parto y finaliza en lo esencial a principios del cuarto año de vida. Las neuronas forman sinapsis; es decir, crean la posibilidad de establecer contacto. Una enorme cantidad de sinapsis neuronales permite al sistema nervioso poder cumplir con su cometido: incorporar información, elaborarla, almacenarla de modo tal de tenerla disponible y liberarla ante su demanda.

La cuarta fase hace funcionales a las fibras nerviosas: son recubiertas por vainas aislantes, proceso que se denomina mielinización. A partir de este momento, los impulsos excitatorios pueden ser transportados a través del nervio sin peligro de corto circuito. La mielinización se inicia con el nacimiento y se mantiene con intensidad hasta el 6° año de vida, para extinguirse aproximadamente a la edad de 15 años.

Según este esquema, tres de las cuatro fases principales se extienden durante el primer año de vida. La gran actividad del desarrollo cerebral descansa en una muy elevada actividad de los procesos metabólicos predeterminados genéticamente. En estos períodos de actividad metabólica máxima, hay muchas

circunstancias externas -desde la nutrición hasta la oferta de estímulos- que pueden modificar dichos procesos metabólicos, favoreciéndolos o perjudicándolos [3].

2.1.2. AMBIENTE SONORO INTRAUTERINO

El desarrollo del sistema auditivo durante la vida fetal ocurre dentro de un ambiente uterino que es líquido y que contiene sonidos rítmicos, monótonos, estructurados, y con patrones que provienen de manera fundamental de la madre.

Los sonidos interiores incluyen respiraciones de la madre, borborismos¹, ritmos de la placenta y del corazón, y de otros. El habla de la madre se transmite de manera externa e interna. La prosodia² es quizás el aspecto más notable del habla disponible para el feto. El sonido externo también se transmite al feto, pero se atenúa (por la piel, las paredes uterinas y por la interfase entre medio aéreo y medio líquido) cuando alcanza la cavidad intrauterina, según se puede observar en la figura 2-2 [2]

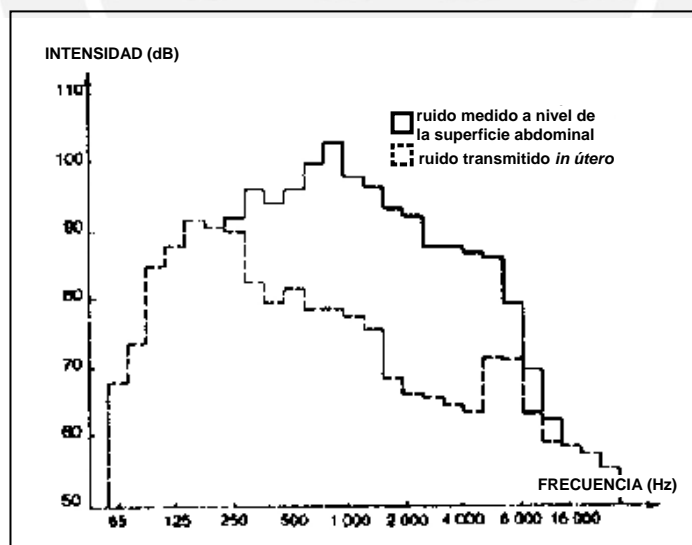


Figura 2-2. Transmisión de un ruido blanco de 110dB a través de la pared abdominal [2]

¹ Ruido de tripas producido por el movimiento de los gases en la cavidad intestinal

² Parte de la fonología dedicada al estudio de los rasgos fónicos que afectan a unidades inferiores al fonema, como las moras, o superiores a él, como las sílabas u otras secuencias de la palabra u oración

La intensidad del sonido registrado internamente dentro del líquido amniótico es de alrededor de 70 a 85 dB, según se puede observar en la figura 2-3 [2].

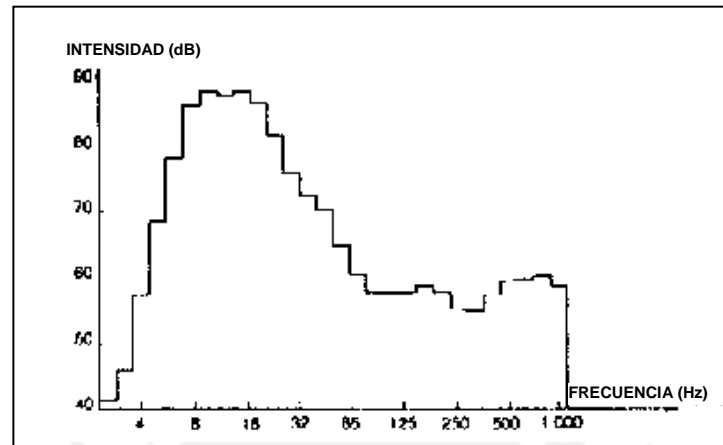


Figura 2-3. Ruido intrauterino [2]

Pese a toda esta información, aún es problemático definir las propiedades acústicas reales del sonido transmitido al oído interno del feto intrauterino. El útero lleno de líquido podría alterar la propiedad conductiva del oído medio; estos datos no están disponibles. La mejor suposición por lo general es que la audición fetal está limitada a la de la conducción ósea [1].

2.1.3. AMBIENTE ACÚSTICO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL (UCIN)

Las Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal (UCIN) son diseñadas (cuando lo son, pues en algunos casos son áreas adaptadas para funcionar como UCIN) pensando sólo en procedimientos intensivos de atención del recién nacido, por lo que están inmersas en un ambiente altamente tecnificado con niveles elevados de iluminación y ruido [6]. El ambiente acústico en la UCIN difiere del ambiente intrauterino en: intensidad máxima, características del espectro y patrón (figura 2-4).

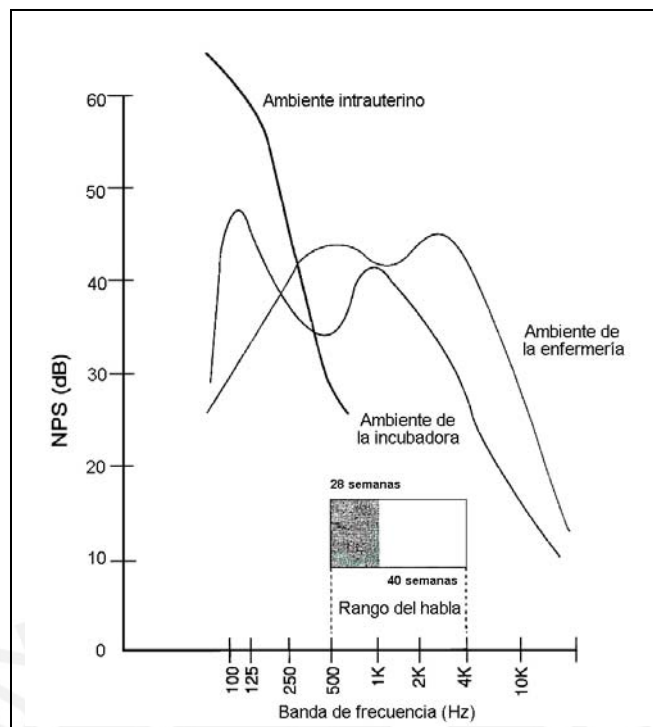


Figura 2-4. Comparación entre los ambientes acústicos de una UCIN y del útero [1]

En la UCIN el frágil prematuro experimenta sonidos de mucha mayor intensidad y agudeza no rítmica. Dichos ruidos son generados principalmente por los motores, ventiladores, equipos de aire acondicionado, personal, teléfonos, alarmas, áreas de lavados de manos, tapas de la basura, ordenanzas, llamadores electrónicos, intercomunicadores y carros, y en algunas latitudes con el uso de compresoras de aire en el mismo ámbito de la UCIN, pudiendo generar niveles de sonido por arriba de 80 dB [3], [1].

El motor de la incubadora genera entre 55 y 60 dB, y al funcionar las alarmas el nivel de ruido puede llegar hasta 87dB [2]. El caso más crítico se da al cerrar la portezuela de la incubadora, alcanzando niveles de sonido de 120-135 dB [6].

2.1.4. AFECCIÓN DE LA UCIN PARA LOS PREMATUROS

En los últimos 20 años, la sobrevivencia del recién nacido de muy bajo peso (menos de 1500 g), si bien es cierto se ha incrementado de un 30% a un 80% y en los recién nacidos prematuros de 501 a 800 g a 57%, no ocurre lo mismo, en cuanto

al pronóstico de función y del neurodesarrollo de estos niños especialmente en los menores de 1 Kg. Dentro de los aspectos multifactoriales que intervienen, puede estar influyendo el ambiente que los recibe, ya que el recién nacido pretérmino es exquisitamente sensible al medio que lo rodea [6]. En la UCIN, los neonatos prematuros están expuestos a estímulos externos muy diferentes de los experimentados por el feto en el interior del útero: ambiente ruidoso, muy luminoso, con continuas interrupciones del sueño e intervenciones dolorosas, las superficies de apoyo son duras y la fuerza de gravedad hace que el niño tienda a una postura en extensión y dolor [1], [4]. La inmadurez anatómica y fisiológica del prematuro extremadamente pequeño, y del recién nacido a término enfermo, lo hace incapaz de una respuesta organizada efectiva frente a un ambiente extrauterino que no le brinda reciprocidad para facilitar tal organización. Esta sobrecarga sensorial podría afectar las vías cerebrales que normalmente se desarrollan sólo después de completadas la migración neuronal y la muerte celular programada. A su vez, estos cambios podrían conducir a alteraciones del desarrollo adaptativo y afectar la maduración y la organización nerviosa [1], [6], [4]. Respecto al ambiente sonoro, la exposición a niveles de ruido aberrantes en la UCIN puede causar daño sensitivoneural, induce estrés y contribuye con trastornos de procesamiento del lenguaje o auditivo en el nonato pretérmino; además de interferir con el sueño del recién nacido. La frecuencia y la elevada intensidad del ruido en la UCIN son consideradas como factores que alteran la respuesta conductual y fisiológica del niño [6], [1].

2.1.5. ENTORNO SONORO ADECUADO PARA EL RECIÉN NACIDO PRE TÉRMINO (RNPT)

Debido a la fragilidad del RNPT, el ambiente que lo rodee, si bien es cierto, tendría que ser el adecuado para la curación de las patologías, también debería

permitir el desarrollo emocional del niño, la organización de su sistema nervioso y, por supuesto, la aparición de un vínculo con sus padres [4]. Por ello, entre las recomendaciones para un mejor ambiente de recuperación de los RNPT se involucra el nivel de sonido [6]. Según Sparshott, entre los elementos que todo “cambio ambiental” debe contemplar están la seguridad (el niño no debe sentirse agredido por el medio que le rodea), el descanso y sueño [4].

2.1.5.1. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO

La Academia Americana de Pediatría y de Obstetricia y Ginecología recomienda niveles de 70 a 80 dB y que preferiblemente estén muy por debajo de 58 dB [6]. Otros autores recomiendan que las incubadoras deben ser seleccionadas con un criterio de escala de ruido (sonido no deseado) inferior a 40 decibeles, y que los niveles de ruido de fondo total en UCIN deben mantenerse por debajo de 55 decibeles, en una escala de respuesta lenta ponderada A con niveles máximos que no excedan los 70 dB [1]. Finalmente la norma técnica internacional IEC 601-2-19 en el punto 102.1 establece que el nivel máximo de presión sonora en el interior de la incubadora es 60 dBA. [18]

2.1.5.2. INFLUENCIA DEL SONIDO EN EL SUEÑO

La tendencia mundial respecto a la atención del recién nacido en una UCIN indica una búsqueda por mejorar la cantidad y calidad de tiempo de sueño [6]. Para ello el personal en la UCIN por lo general ha centrado los esfuerzos en disminuir el nivel de ruido en el ambiente. Se podría sugerir cuidar a los recién nacidos pretérminos más pequeños y más enfermos dentro de una incubadora, como un escudo contra el ruido ambiental; sin embargo, los sonidos del habla podrían estar también amortiguados, convirtiendo a esta estrategia en potencialmente dañina. Además, pese a que el ruido de la incubadora puede inducir el sueño en el neonato pretérmino, en algún punto el ruido puro continuo en la incubadora enmascara los

estímulos auditivos más relevantes desde el punto de vista social, convirtiendo el alojamiento prolongado en este ambiente de alguna manera desventajoso [1]. Otro enfoque promueve la oclusión de los oídos del recién nacido, ya que existen experiencias que indican un aumento del sueño tranquilo, menos cambios en el estado conductual, mejor saturación de O₂ y menos fluctuaciones en la misma [1], [6]. Sin embargo, algunos autores recomiendan no aislar de estímulos sonoros al recién nacido. Es necesario realizar investigaciones adicionales en las cuales se evalúen de manera cuidadosa las consecuencias en el corto y en largo plazo, que incluyan estímulos del habla y umbrales auditivos como medidas de los resultados [1], [2].

Por otro lado, se han desarrollado investigaciones en las que se informaron que la estimulación auditiva, en la forma de un latido cardíaco, prolongó la duración del primer período de sueño tranquilo, que refleja la madurez del sistema nervioso central [2].

2.1.5.3. OTROS SONIDOS RECOMENDADOS

Investigaciones realizadas indican que las cajas musicales, chinchines, voz humana y ruidos producidos en el ambiente ayudan al desarrollo del sistema auditivo [7], y que en general, el bebé prefiere los tonos de voz femeninos, suaves y cálidos, a las voces roncas y secas [5].

Finalmente, algunos autores recomiendan enriquecer las primeras impresiones sonoras del recién nacido difundiendo, en determinados momentos, música suave o la voz de la madre, pues esta última proporciona un sentimiento de calma y bienestar [5], [2].

2.1.5.4. VENTAJAS EN LA ESTIMULACIÓN

En un estudio Katz comunicó el uso de una estimulación auditiva en la forma de discurso maternal grabado, el cual se hizo oír a los recién nacidos pretérmino saludables de 28 a 32 semanas de gestación, hasta que cada uno alcanzó las 36 semanas. Comparados con los controles, el grupo de intervención mostró un mejor desarrollo neuromotor y mejores respuestas auditivas y visuales [2].

Estudios liderados por investigadores como Thomas R. Verny y Rene Van de Carr han revelado que los bebés estimulados muestran, al nacer, mayores desarrollos en el área visual, auditiva, lingüística y motora. En general, duermen mejor, son más alertas, seguros y afables que aquellos que no han sido estimulados. También muestran mayor capacidad de aprendizaje y se calman más fácilmente al oír las voces y la música que escuchaban mientras estaban en el útero [8].

2.1.5.5. RIESGOS EN LA ESTIMULACIÓN

El estímulo auditivo podría ser particularmente crítico para los recién nacidos con audición dañada. Así, si se practica la atenuación, el dispositivo más seguro podría ser una réplica del proporcionado por el útero, donde las frecuencias más altas se atenúan de modo selectivo [2]. Por otro lado, Wathe demostró que el exceso de estímulos (en variedad e intensidad), es tan pernicioso como la falta de ellos [7].

2.2. CONCEPTOS ACÚSTICOS

2.2.1. EL SONIDO

El sonido es la alteración física de un medio (con masa y elasticidad) que puede ser detectada por el oído humano [9]. Las ondas acústicas que producen la sensación de sonido son parte de una variedad de perturbaciones de presión que se pueden propagar a través de un fluido compresible. [10].

2.2.2. NIVELES SONOROS Y DECIBELIO

El nivel es el logaritmo de la razón de una cantidad dada respecto de una cantidad de referencia del mismo tipo. El decibelio (dB) es una unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia. El número de decibelios que corresponde a ésta relación es 10 veces el logaritmo (de base 10) de la razón de las dos cantidades [9].

2.2.3. NIVEL DE PRESIÓN SONORA (L_p)

Sabiendo que la intensidad acústica para una onda progresiva libre es: $I = p^2 / \rho c$, con p = presión eficaz, ρ = densidad del medio, y c = velocidad del sonido; y reemplazando en la ecuación de nivel de intensidad, el nivel de presión sonora en decibelios correspondiente a una presión sonora p se define por:

$$L_p = 10 \text{ Log } (p^2/p_0^2) = 20 \text{ Log } p / p_0 \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde p_0 es la presión de referencia 20 μPa .

A diferencia de la potencia sonora, el nivel de presión sonora depende no sólo de la potencia de la fuente, sino también de la distancia a ésta y de las características acústicas del espacio que la rodea [9], [11]

2.2.4. EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS DE SONIDO

2.2.4.1. SONÓMETRO

Este equipo sirve para medir el nivel de presión sonora en un punto dado. Para ello, se debe especificar el tipo de ponderación en frecuencia y temporal con que se realiza la medición [9].

2.2.4.1.1. Ponderación en frecuencia

Los sonómetros incorporan la *ponderación en frecuencia* para alterar la sensibilidad del aparato respecto a la frecuencia, de manera que sea menos

sensible a aquellas frecuencias a las que el oído es menos sensible. Así, se han incorporado tres características de respuesta en frecuencia en los sonómetros, a las que se denominan ponderaciones A, B y C, y son ilustradas en la figura 2-5.

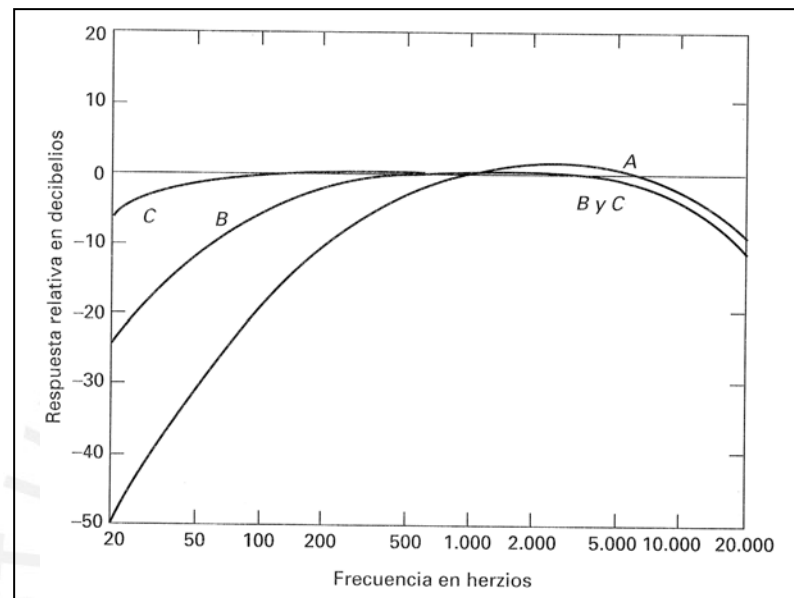


Figura 2-5. Ponderación temporal de un sonómetro [9]

2.2.4.1.2. Ponderaciones temporales exponenciales

En un sonómetro existen dos tipos de ponderaciones temporales exponenciales: *rápida* y *lenta*. La respuesta *rápida* utiliza un tiempo constante temporal de aproximadamente 1/8 de segundo, y la respuesta *lenta* una constante temporal de aproximadamente 1 segundo.

2.2.4.2. ANALIZADOR DE ESPECTRO DE AUDIO

Estos instrumentos miden la distribución del sonido a lo largo del rango de frecuencias audible. El analizador de espectro que es más habitual divide el rango de frecuencia audible en bandas de una octava de anchura. Una octava es un intervalo de frecuencia entre dos sonidos cuya razón de frecuencia es 2. Este instrumento se denomina *analizador de bandas de octava*. Cuando hace falta

información más detallada que la que aporta el análisis de bandas de octava, se puede utilizar un análisis de bandas de tercias de octava las cuales están estandarizadas.

2.3. ALTAVOCES

El altavoz o parlante, es el elemento que transforma en señal acústica la señal eléctrica. La finalidad de un altavoz es impartir movimiento al aire que lo rodea. Este movimiento, en un caso ideal de reproducción, deberá corresponder exactamente a la señal aplicada al altavoz. Los oídos convertirán en sonido el movimiento de aire.

2.3.1 ALTAVOZ ELECTRODINÁMICO O DE BOBINA MÓVIL

Está formado por dos elementos: uno de excitación, conectado al amplificador y otro acústico que incorpora un radiador de sonido que excita el aire que le rodea, reproduciendo así el sonido. El esquema simplificado de un altavoz se muestra en la figura 2-6.

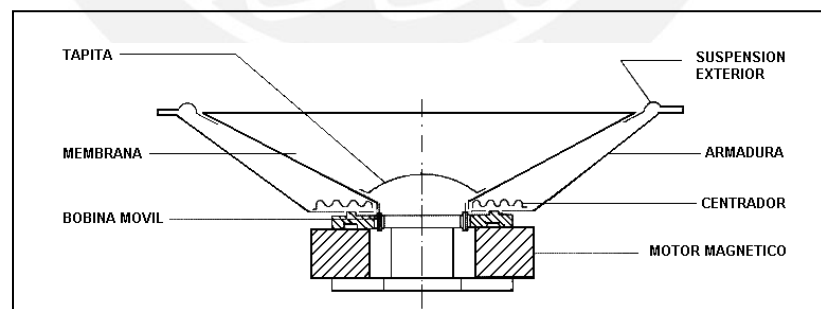


Figura 2-6. Corte esquemático de un altavoz electrodinámico [17]

Para una reproducción limpia en la zona de bajas frecuencias, habrá que prever una bobina móvil suficientemente larga para que siempre haya en los mayores desplazamientos el mismo número de espiras dentro del entrehierro.

2.3.2 CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO DE CONOS PARA ALTAVOCES

En los conos hay que considerar varios parámetros que afectan grandemente el resultado del altavoz. El más importante quizás es el relacionado con las dimensiones del mismo y que afecta a la dispersión del altavoz. En la figura 2.7 podemos ver de qué manera está relacionado el diámetro del cono con la dispersión y puede verse claramente que cuanto mayor es el diámetro del altavoz en relación con la longitud de la onda (λ) del sonido que ha de producir, más direccional es el sonido emitido por el altavoz [17].

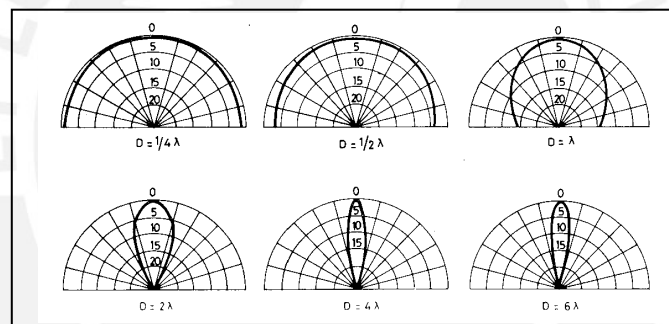


Figura 2-7. Influencia del diámetro del cono en la dispersión del altavoz (λ =longitud de onda a reproducir); D = diámetro [17]

2.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AUDIO

2.4.1. THD – DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL

La THD se produce por la aparición de armónicos de la señal original y es definida como el porcentaje del voltaje rms de los armónicos respecto de la componente fundamental. Para expresar el valor THD se debe indicar la frecuencia de la señal de prueba, su nivel, y las condiciones de ganancia inducidas en la prueba de la unidad, además del número de medidas de armónicos. [13], [12].

2.4.2. RELACIÓN SEÑAL A RUIDO (S/N O SNR)

La S/N es la diferencia (expresada en dB) entre el nivel de la señal y el nivel de ruido. Se entiende como ruido cualquier señal no deseada. Al momento de expresar la S/R se debe incluir el ancho de banda de la medida (incluyendo cualquier filtro si es usado) y el nivel de la señal de la referencia [13], [12].

2.4.3. OTROS PARÁMETROS

Entre otros parámetros podemos mencionar: ancho de banda, rango dinámico, impedancia de entrada y salida, nivel de entrada máxima, crosstalk, diafonía o separación de canal, ruido equivalente de entrada, distorsión lineal de fase o distorsión de fase, distorsión de intermodulación, rechazo a modo común; que no se detallarán debido a que no son usados en este trabajo. [12], [13], [14]

2.5. FUENTES DE RUIDO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

El ruido es un elemento siempre presente en los amplificadores; sin embargo, no es necesario tomar medidas contra la degradación que produce, bien porque no es apreciable, o bien porque su presencia no es problemática.

2.5.1 RUIDOS EN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

Entre los principales podemos mencionar al ruido térmico o de Johnson, presentado en resistencias y asociado al movimiento aleatorio de cargas de su interior; el ruido Schottky o Ruido “Shot”, asociado al flujo de corriente a través de una unión p-n y debido a las fluctuaciones de corriente; ruido de baja frecuencia o Flicker, en bajas frecuencias siguiendo una relación $1/f$; y ruido “Popcorn” el cual suena como “golpecitos” que se dan en un micrófono y puede durar desde milisegundos hasta segundos. [15]

2.5.2 RUIDO CONDUcido

El ruido conducido es el ruido que llega al circuito en forma de tensiones extrañas a través de las líneas de alimentación de alterna o continua, o a través de entradas mal protegidas. Existen varias clases de perturbaciones en la línea de red. Los *spikes* (picos transitorios de tensión) (figura 2-8a) son impulsos de una duración muy corta (menor a 1 μ s, llegando incluso al orden de los ns) y una tensión elevada (hasta varios kV) con muy poca energía. Por *ruido eléctrico* (figura 2-8b) se define a una forma de onda con un elevado número de transitorios. Los *surges* (fluctuaciones de tensión) son incrementos temporales de la tensión de red por encima de su valor nominal (figura 2-9a), y los *sags* (fluctuaciones con caídas de tensión) son descensos momentáneos de la tensión de red (figura 2-9a). Los cortes de tensión llamados *blackouts* (figura 2-9b) corresponden a pérdidas de tensión por espacio de unos ms a varios días. Cuando la pérdida de tensión es durante un tiempo entre 1 ms y un segundo se suelen llamar también *dropouts*. [16]

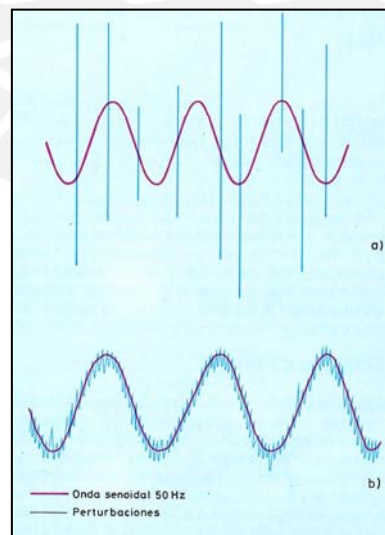


Figura 2-8. a) Picos transitorios de tensión llamados '*spikes*'. b) Ruido eléctrico [16]

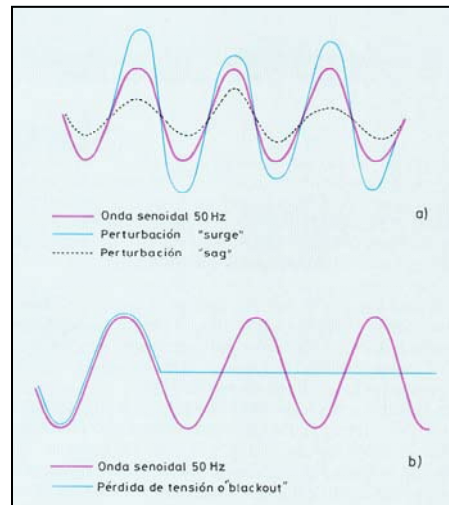


Figura 2-9. a) Sobre una onda senoidal correcta de 50 Hz se han superpuesto dos tipos de perturbaciones: los 'surges' y los 'sags' b) La línea roja superpuesta sobre la onda senoidal demuestra una perturbación 'blackout' o falta de tensión. [16]

2.6. BURBUJA ARTIFICIAL NEONATAL

La Burbuja Artificial Neonatal es un equipo médico que viene siendo desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, y es definida en su patente como un equipo médico para mejorar la calidad de atención intensiva de neonatos de alto riesgo en las Unidades de cuidados Intensivos del área de Neonatología de los hospitales. Este equipo brinda al neonato aire y oxígeno mezclado, filtrado, temperado y humedecido; en un ambiente estéril (Cápsula Neonatal, figura 2-11), de bajo nivel de ruido sonoro y con temperatura uniforme.

2.6.1. ESQUEMA ELECTRÓNICO DE LA BAN

La figura 2-10 muestra el diagrama de bloques electrónico de la BAN:

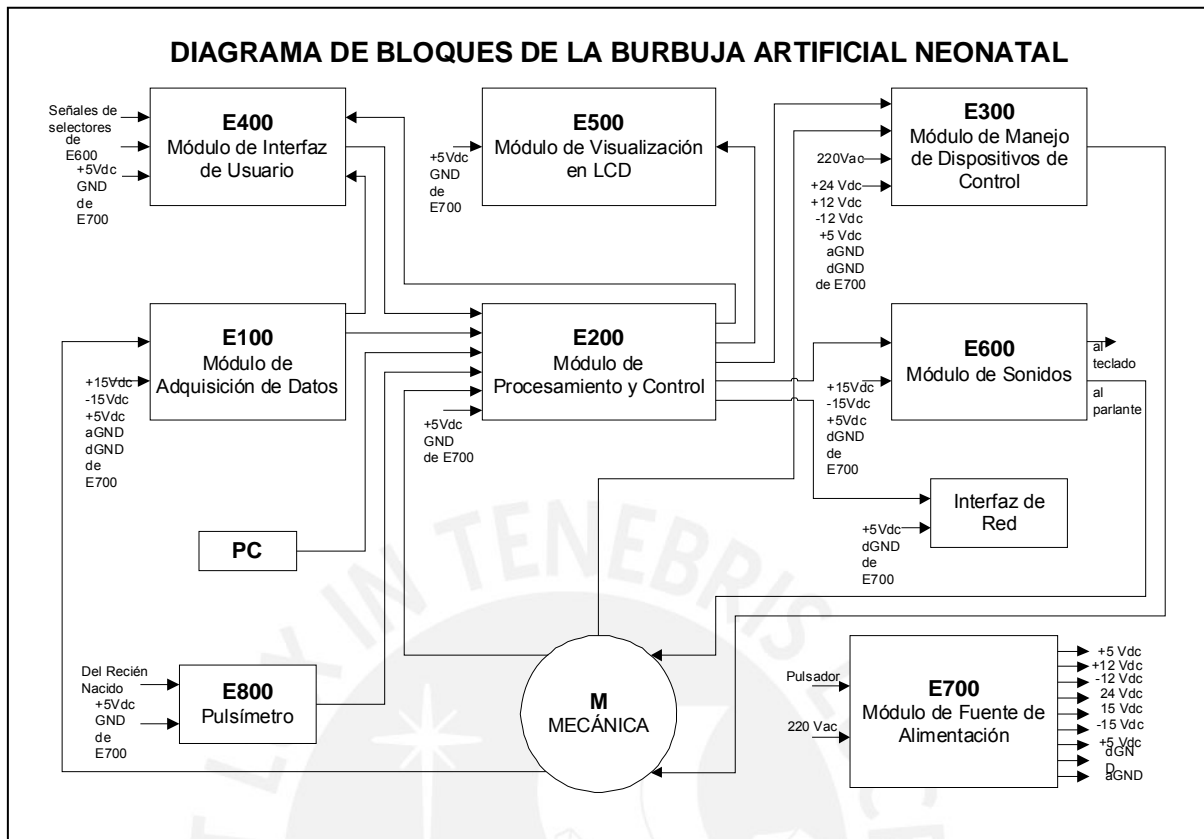


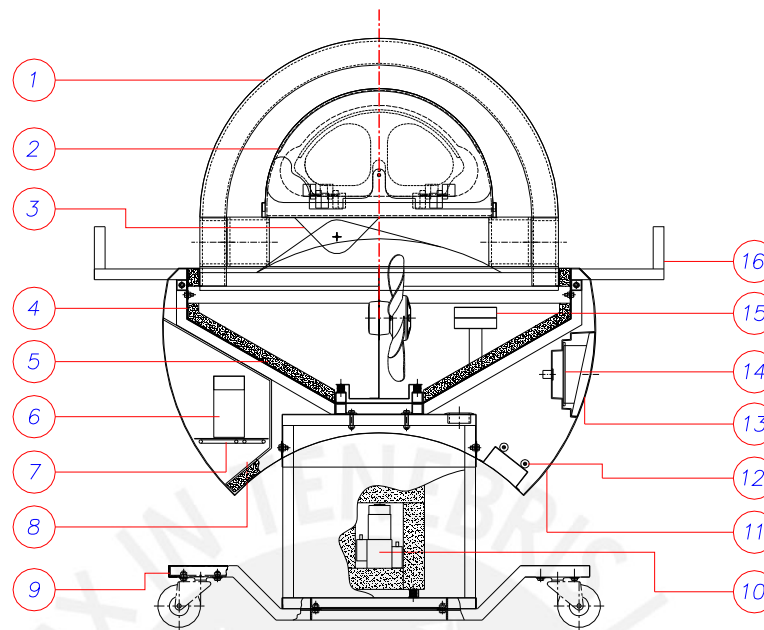
Figura 2-10. Diagrama de bloques electrónico de la BAN

- Módulo de adquisición de datos E100**
Encargado de adquirir los datos de los sensores usados en la BAN
- Módulo de procesamiento y control E200**
Es el encargado de procesar los datos generados por los módulos E100, E400, E800, la parte mecánica de la BAN y una PC, para el control de la BAN.
- Módulo de manejo de dispositivos de control E300**
Es el encargado de controlar los dispositivos electro mecánicos a partir de las señales generadas por E200.
- Módulo de interfaz de usuario E400**
Este módulo se encarga de la comunicación entre el operador del equipo y el módulo de procesamiento y control.

- **Módulo de visualización en LCD E500**
Encargado del manejo del LCD de la BAN
- **Módulo de sonidos E600**
Encargado de reproducir el sonido indicado por el operador del equipo, además de modificar el volumen del sonido emitido.
- **Módulo de fuente de alimentación E700**
Emite la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los diferentes módulos de la BAN
- **Módulo pulsímetro E800**
Encargado de enviar las señales del pulsímetro al módulo E200

2.6.2. VISTA FRONTAL DE LA BAN

La siguiente figura muestra la vista frontal del prototipo BAN, indicando los nombres de sus principales partes. La figura no se muestra en escala.



16	1	TARJETA DE ADOUSIÓN		
15	1	CALEFACTOR ELÉCTRICO	PL. MICASIN - NICRÓN	
14	1	FILTRO DE AIRE		MSP-246
13	1	TAPA DE FILTRO		
12	2	SENSOR DE FLUJO		
11	1	UNIDAD CIRCUITO VENTILATORIO	PL. Fe LAF 0,8 mm	
10	1	GENERADOR DE AIRE		
9	1	BASE RODANTE	PL. Fe LAF 0,8 mm	
8	1	SOPORTE	ACRÍLICO 4 mm	
7	1	CALEFACTOR ELÉCTRICO	METAL	
6	1	HUMIDIFICADOR		
5	1	AISLANTE TÉRMICO	FIBRA DE BASALTO 25 mm	
4	1	UNIDAD TÉRMICA	PL. Fe LAF 0,8 mm	
3	1	BASE DE CÁPSULA	PL. Fe LAF 1,2 mm	
2	1	CÁPSULA NEONATAL	ACRÍLICO 3,17 mm	
1	1	DOMO	ACRÍLICO CRISTAL 6,35 mm - 4 mm	
POS	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE EQUIPOS MÉDICOS Y SISTEMAS- GIDEMS				
MÉTODO DE PROYECCIÓN		BURBUJA ARTIFICIAL NEONATAL ENSAMBLE GENERAL		ESCALA: 1:5
		B. CASTILLÓN - E. AJITO		FECHA: 30/06/04
				LÁMINA: No 2 - A1

Figura 2-11. Esquema de frontal de la BAN

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo expuesto en el marco conceptual, podemos concluir que el medio en el que el recién nacido es atendido en las UCIN no es el más adecuado. Si bien éstas han reducido el índice de mortalidad, existen características del ambiente en el que se encuentra el RN, que, sumado a su incipiente desarrollo fisiológico, se convierten en una influencia negativa en la recuperación y desarrollo del recién nacido. Entre dichas características del ambiente del RN podemos mencionar los sonidos inadecuados (no rítmicos y de mucha intensidad), la dureza de las superficies de apoyo, la excesiva luminosidad del ambiente, las continuas interrupciones de sueño y las intervenciones dolorosas. Entre las consecuencias de las características mencionadas están: el estrés, la generación del riesgo de trastornos del procesamiento de lenguaje, de daño sensitivoneural y de afección de vías cerebrales.

De todos los puntos descritos como características agresivas del medio, el presente trabajo se centra en la posibilidad de mejorar las condiciones de sonido en la atención del recién nacido en UCIN, y más específicamente los atendidos en una Burbuja Artificial Neonatal.

Las principales dificultades previstas al trabajar con la BAN son las condiciones físicas (dimensiones del equipo, sobre todo para instalar algún transductor de sonido), la esterilidad que se debe mantener en la cápsula neonatal y la interacción con los demás módulos de la BAN.



4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO REPRODUCTOR DE SONIDOS

En el diagrama de bloques eléctrico de la BAN (figura 2-10) se observa que el Módulo Reproductor de Sonidos (E600) estará en comunicación con E200, quien será el encargado de dar los códigos necesarios a E600 para su funcionamiento, según lo que el usuario especifique a través de la interfase con el usuario. Es importante observar que la vía de comunicación entre ambos módulos es unidireccional (exigencia del sistema), siendo E200 el único que le puede enviar información a la tarjeta del módulo de reproductor de sonidos. Por esta razón se usará el módulo E400 como medio para que E600 envíe información al E200. Esto es necesario porque el E200 debe de saber cuándo el reproductor emite sonido, y cuándo deja de hacerlo. El módulo E700 entregará al módulo reproductor los siguientes voltajes para su alimentación: 5V, +15V, -15V y la referencia.

El diseño e implementación del reproductor considera tres niveles de desarrollo: el hardware, el software, y la manera de almacenar los sonidos.

4.1. DISEÑO DE HARDWARE

4.1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES

El siguiente es el diagrama de bloques propuesto en el que se muestran las diversas etapas del circuito reproductor así como la forma que se relacionan.

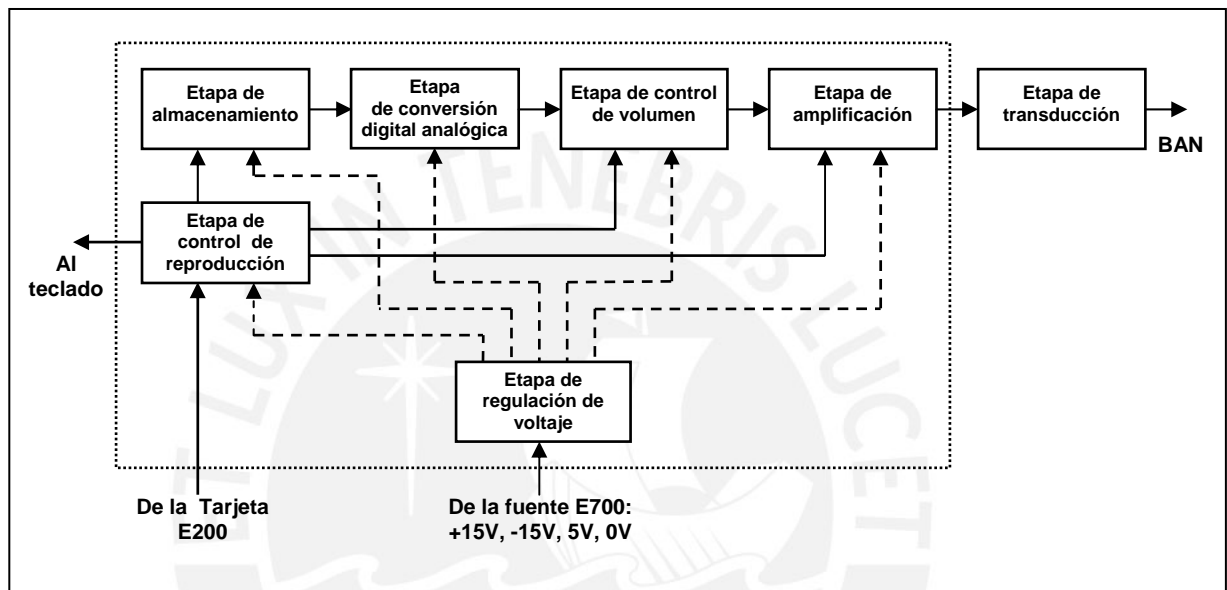


Figura 4-1. Diagrama de bloques propuesto del Reproductor de Sonidos

- **Etapa de almacenamiento**

Es el lugar donde se almacena el sonido a reproducir. Los sonidos serán almacenados en formato digital ya que, respecto al formato analógico, los primeros poseen menor sensibilidad al ruido, los componentes para su reproducción ocupan menos espacio y porque su control es más preciso y sencillo.

- **Etapa de conversión Digital Análoga**

Es la encargada de convertir el sonido almacenado digitalmente a una señal analógica. El diseño de esta etapa está basado en un solo

componente denominado Conversor Análogo–Digital (DAC), cuyo parámetro principal es el número de bits de resolución.

- **Etapa de control de volumen**

En el diagrama de bloques se incluye una etapa de control de volumen con la finalidad de dar, al operario del equipo, la posibilidad de controlar la intensidad del sonido que se le desee dar al neonato.

- **Etapa de amplificación**

Encargada de dar la potencia suficiente al sonido para poder ser reproducida en el interior de la BAN. Es necesario conocer la potencia máxima requerida para reproducir el sonido según las normas técnicas, y el nivel de señal de entrada y salida de esta etapa.

- **Etapa de control de reproducción**

Esta etapa controla a las etapas de almacenamiento, de control de volumen, y a la de amplificación, para reproducir el sonido según lo desee el operario del equipo.

- **Etapa de regulación de voltaje**

Debido a que la alimentación de todos los módulos de la BAN están determinados por una tarjeta especial llamada E800, la etapa de regulación de voltaje tiene como objetivo generar los niveles de tensión adecuados para el funcionamiento de los diferentes dispositivos electrónicos del reproductor, a partir de los niveles de voltaje que reciba del E800.

- **Etapa de transducción**

Se encarga de convertir la señal eléctrica a sonido.

4.1.2. DISEÑO POR ETAPAS

4.1.2.1. ETAPA DE ALMACENAMIENTO

4.1.2.1.1. Selección de componentes de la etapa de almacenamiento

Siendo el reproductor un sistema digital, el medio de almacenamiento también debe ser digital; además se debe de trabajar con memorias no volátiles, ya que el sonido almacenado no se debe perder al dejar de energizar el reproductor.

De la gran variedad de unidades de almacenamiento que cumplen estas características, se prefiere las memorias de estado sólido a aquellas memorias que utilicen, para su acceso, medios mecánicos, pues estas últimas se deterioran con mayor rapidez y ocupan mayor espacio que las memorias de estado sólido. Las memorias de estado sólido más tradicionales son las del tipo EEPROM, y EPROM. En los últimos años ha aparecido un nuevo tipo de memoria de estado sólido denominada "flash", de gran capacidad de almacenamiento, y velocidad en el acceso de datos, sin embargo para el presente trabajo se optó por no trabajar con ellas, ya que se disponía del programador de memorias EEPROM y EPROM, lo que facilitaría el desarrollo. La tabla 4-1 muestra algunas de las memorias de mayor capacidad vendidas por dos conocidos distribuidores de componentes electrónicos.

VENDEDOR	TIPO DE MEMORIA			
	EEPROM		EPROM	
	Paralelo	Serial	Paralelo	1 cable
Digikey	512Kx8. AT28C040	131072x8 AT24C1024	512x8 NM27C040	16kx1 DS2505P
Jameco	128Kx8. AT28C010	128Kx8 24C1024	2M x 8 27C160	-----

Tabla 4-1. Cuadro comparativo de algunas memorias ofrecidas en Digikey y Jameco

Debido a que se requiere almacenar una gran cantidad de información, se seleccionó la memoria 27C160 de la compañía STMicroelectronics (Tabla 4-1): memoria UV EPROM de 16Mbits que puede funcionar como una memoria de 1Mx16bits o como 2Mx8bits. Algunos de los parámetros eléctricos más importantes son los siguientes:

- Voltaje de alimentación en el modo de lectura: 5V \pm 10%
- Corriente activa de alimentación: 70mA a 8MHz
- Tiempo de acceso: 70 ns
- Encapsulado DIP

4.1.2.1.2. Pruebas y consideraciones de diseño de la etapa de almacenamiento

Se optó usar dos memorias M27C160 en el modo de 2Mx8bits, con lo que en una memoria se almacenaba la parte alta de la muestra del sonido, y en la otra la parte baja, según se muestra en la figura 4-2:

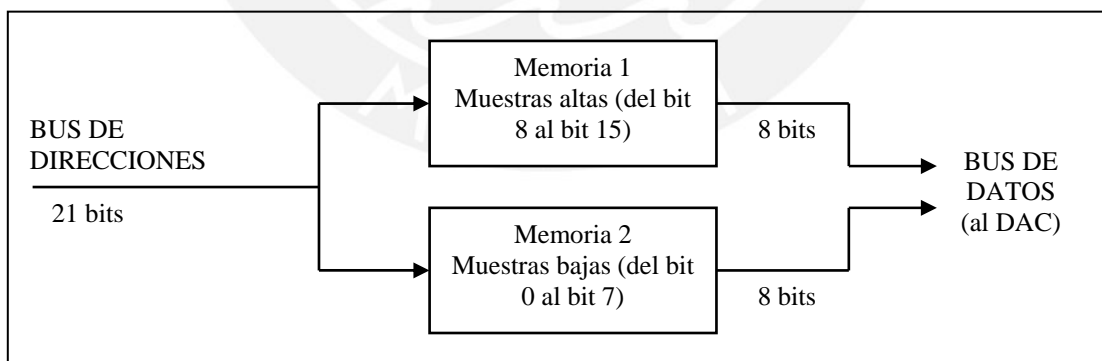


Figura 4-2. Arreglo de memorias

El siguiente gráfico (figura 4-3) corresponde al diagrama esquemático en EAGLE de la etapa de almacenamiento del reproductor.

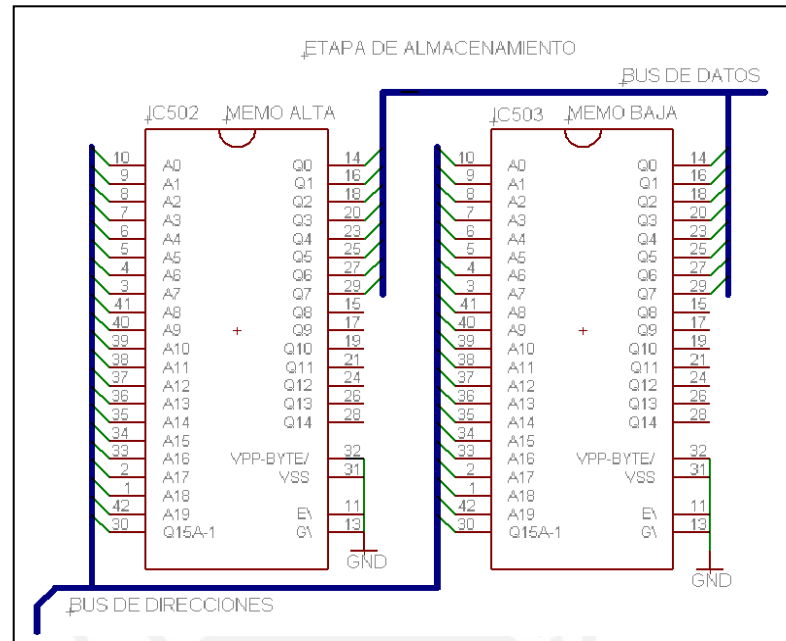


Figura 4-3. Diagrama esquemático de la etapa de almacenamiento

4.1.2.2. ETAPA DE CONVERSIÓN DIGITAL ANALÓGICA

Para la etapa de conversión digital-analógica, se debe considerar el formato con que se almacenan los sonidos en la etapa de almacenamiento de sonido, por ello se necesita usar un editor de sonidos. El editor de sonidos usado es el Cool Edit 2000, pues es el que se tenía a disposición.

4.1.2.2.1. Selección de componentes

El número de bits de resolución del DAC debe estar acorde con el método de digitalización de sonido (número de bits de resolución) y su almacenamiento. Los formatos usados normalmente en audio son 8, 16, 24 o 32 bits de resolución, por lo que los DAC diseñados para audio poseen los mismos bits de resolución. Se decidió seleccionar un DAC de 16 bits debido a que la calidad de audio con 8 bits de resolución es considerablemente baja, y con más de 16 bits la mejora en la calidad es innecesaria para la aplicación. Habiendo seleccionado memorias de tipo paralelo, lo más práctico era utilizar un DAC de tipo paralelo. Entre los DAC de 16 bits y paralelo encontrados tenemos:

DISTRIBUIDOR	CÓDIGO
DIGIKEY	AD7846
	PCM54
JAMECO	DAC712
	DAC715

Tabla 4-2. Cuadro comparativo de algunos convertidores Digital-Analógicos ofrecidos en Digikey y Jameco

De los mostrados en la tabla 4-2 se seleccionó el DAC PCM54, por ser, según su hoja técnica, el único diseñado para aplicaciones de audio. Aquí se presentan alguno de sus parámetros principales:

- Máximo THD (con $V_O = -60\text{dB}$ a $f = 991\text{H}$): -28dB
- Voltaje de alimentación: $\pm 12\text{V}$ (valor típico)
- Voltaje de salida (rango bipolar): $\pm 3\text{V}$ o $\pm 1\text{mA}$
- Rango dinámico: 96dB (valor típico)
- Corriente de alimentación máxima: $+V_{cc}: +13\text{mA}$, $-V_{cc}: -16\text{mA}$

4.1.2.2. Pruebas y consideraciones de diseño de la etapa de almacenamiento

4.1.2.2.1. Selección del modo de funcionamiento

El DAC PCM54 puede funcionar emitiendo su salida en voltaje o corriente, además puede trabajar en modo unipolar o bipolar. Teniendo en consideración que la siguiente etapa es la de control de volumen que sólo trabaja con niveles de voltaje positivos, se decidió trabajar el DAC de modo unipolar y con salida de voltaje.

4.1.2.2.2. Compatibilidad de formatos del COOL EDIT y del DAC PCM54

El siguiente punto a considerar fue saber si existía compatibilidad entre el formato con que el editor de sonidos almacena su información y la función transferencia del DAC, ya que la información producida por el editor es la entrada del DAC.

Formato del Cool Edit:

Los posibles formatos con el que el Cool Edit guarda sus datos son:

- 16-bit Intel PCM (LSB,MSB)
- 16-bit Motorola PCM (MSB,LSB)
- 8-bit mu-Law Compressed
- 8-bit A-Law Compressed

Debido a que los sonidos almacenados son de 16 bits y no usan ningún formato de compresión, se optó por 16-bit, Motorola PCM, que guarda los datos colocando primero el byte más significativo.

La siguiente figura muestra la forma de codificar el sonido del COOL EDIT 2000

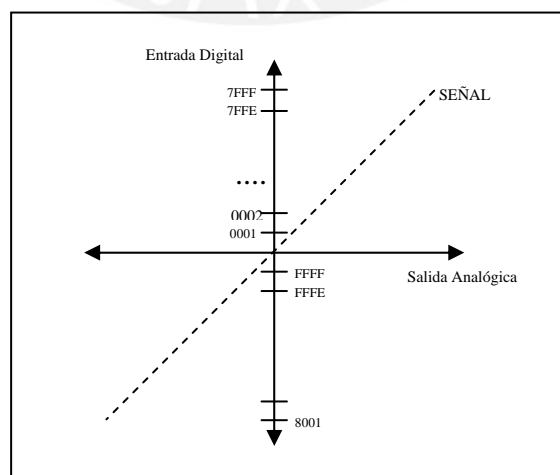


Figura 4-4. Función transferencia del proceso de digitalización

Formato del PCM54

La función transferencia del PCM54 es la siguiente:

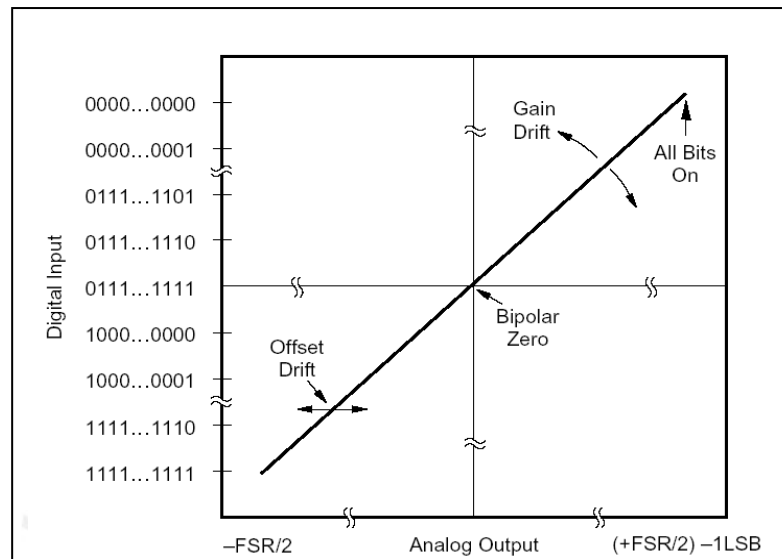


Figura 4-5. Función transferencia del DAC PCM54 [22]

Solución al problema de la compatibilidad

A partir de ambas funciones transferencias, podemos resumir los resultados en la siguiente tabla:

SEÑAL DIGITAL				SEÑAL ANALÓGICA
SONIDO DIGITALIZADO EN COOL EDIT 2000		DAC PCM54		
HEX	BIN	HEX	BIN	
7FFF	0111111111111111	0000	0000000000000000	Máximo valor
8000	1000000000000000	FFFF	1111111111111111	Mínimo valor
0000	0000000000000000	7FFF	0111111111111111	Valor medio

Tabla 4-3. Resumen de los formatos Cool Edit y DAC PCM54

Como se observa, si se invierte el bit más significativo de uno de ellos, el nuevo código obtenido es el complemento del otro. El efecto en el sonido

reproducido será desfase la señal 180°, sin embargo, tomando en cuenta que el sonido es diferencial y se reproduce sólo por un canal, dicho desfase no perjudicará la reproducción. Por ésta razón, para el diseño de la etapa de conversión digital análoga, se consideró invertir la señal del bit más significativo.

4.1.2.2.3. Pruebas de la etapa del conversor análogo – digital

Durante la implementación se observó un par de errores en su hoja técnica: El primero es que los pines 26 y 28 que corresponde a -12V y 12V respectivamente, están unidos; El segundo error es que los pines 21, 23 y 25 están opcionalmente unidos (para operación bipolar), sin embargo, si uno desea usarlo de manera unipolar, los pines 21 y 23 también deberían estar conectados, por lo que estos pines siempre deberían estar conectados, sino no funciona.

El siguiente es el diagrama esquemático de la etapa de conversión digital analógica.

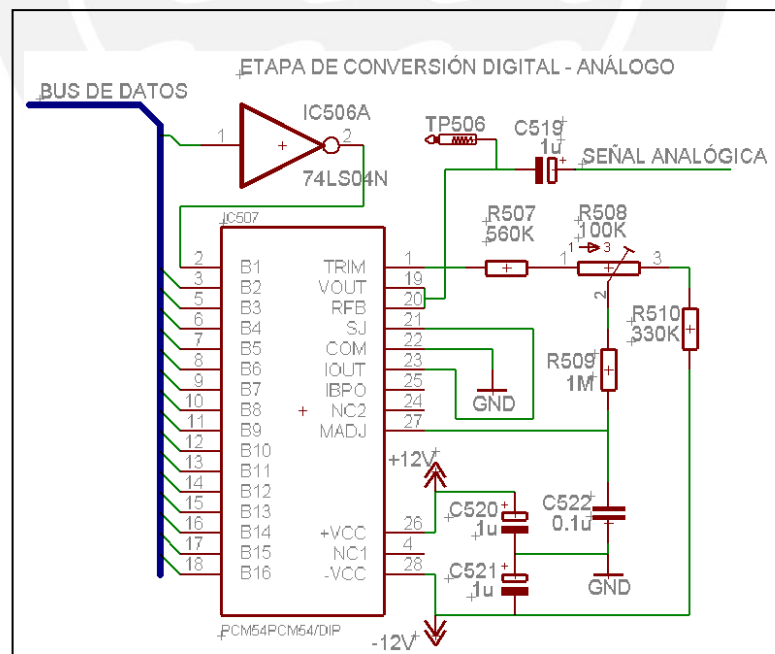


Figura 4-6. Diagrama esquemático de la etapa de conversión digital - analógica

4.1.2.3. ETAPA DE CONTROL DE VOLUMEN

4.1.2.3.1. Selección de componentes de la etapa de control de volumen

Se establecieron dos posibles métodos para controlar el volumen: el uso de un demultiplexor y un amplificador operacional (figura 4-7), y el uso de un circuito integrado dedicado. El primer método consistía en variar la ganancia del amplificador operacional seleccionando, a través del demultiplexor, la resistencia por donde pasa la señal; así, al modificar la ganancia del amplificador se modifica también la amplitud de la señal a reproducir lo que involucrará un cambio de volumen en el sonido reproducido. Los principales problemas de éste método se encuentran en el ruido que introducen los componentes en la señal, y en el espacio que ocupan.

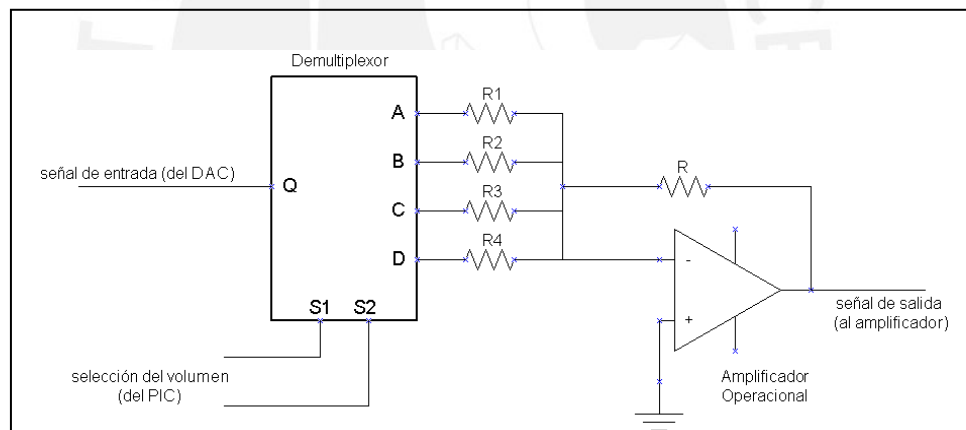


Figura 4-7. Esquema propuesto para el control de volumen usando un demultiplexor

Si bien el segundo método no tenía los problemas del primero, los controladores de volumen digital encontrados en el mercado eran para sistemas de audio estéreos (de dos canales) y el sistema con que se trabaja es de un solo canal. Finalmente se encontró un integrado atenuador de audio, que permitía atenuar el sonido desde 0 dB (sin atenuación, mayor volumen posible) hasta 62 dB (menor volumen posible) cuyo código es LM1971. El control del atenuador es serial, por lo que se requirió desarrollar el protocolo de comunicación serial especificado por el

fabricante. La siguiente lista muestra los valores típicos de algunos parámetros del componente seleccionado:

- Corriente de alimentación: 1.8mA
- THD con $V_{IN}=0.5V_p@0dB$ de atenuación: 0.0008mA
- Rango dinámico referenciado a 6Vp: 115dB

4.1.2.3.2. Pruebas y consideraciones de diseño de la etapa de control de volumen

Para el desarrollo de las pruebas de la etapa de control de volumen, se implementó en un microcontrolador (PIC16F877) el protocolo de comunicación serial indicado por el fabricante del atenuador. Puesto que quien controla al reproductor de sonido es el usuario a través de la interfase y de la tarjeta de control E200 de la BAN, para las pruebas se reemplazaron ambos por un computador personal PC con un programa realizado en lenguaje C y presentado en el anexo. Así mismo se reemplazó a la señal que vendría del DAC por un tono puro de 1 kHz y de 6Vpp (similar a la máxima señal enviada por el DAC) generada por un Generador de Ondas. El siguiente diagrama representa la forma en que se conectó el circuito y los equipos para las pruebas respectivas:

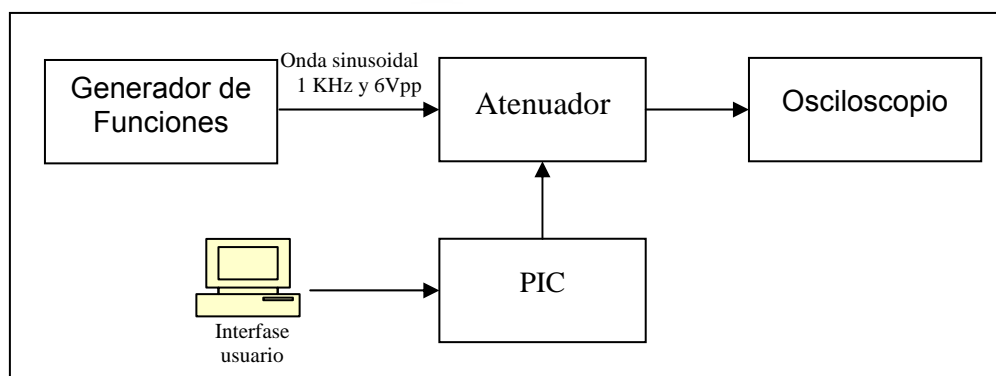


Figura 4-8. Esquema de conexiones para las pruebas del atenuador LM1971

Para la implementación del atenuador se utiliza su circuito de aplicación típica, la cual se muestra en la figura 4-9.

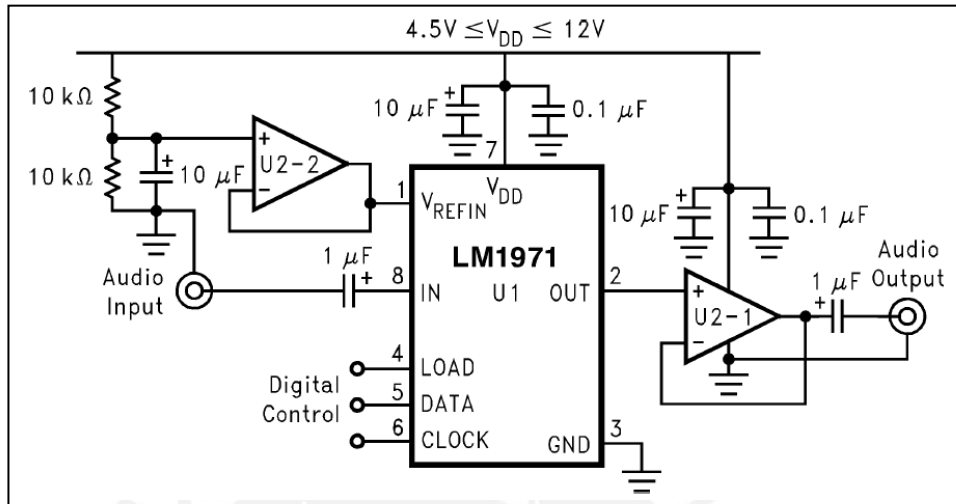


Figura 4-9. Configuración escogida del atenuador LM1971 [23]

El fabricante del LM1971 recomienda usar como buffer U2 el LF411, sin embargo se seleccionó el OPA2134P de BURR-BROWN, debido a que es diseñado para audio y posee mucho mejores características respecto a ruido. La tabla 4-4 muestra algunos parámetros de ambos componentes.

PARÁMETRO	CONDICIONES	COMPONENTE	
		LM1971	LF411
Total Harmonic Distortion + Noise	$G = 1, f = 1\text{kHz}, V_O = 3\text{Vrms}$ $R_L = 2\text{k}\Omega$	0.00008%	---
Total Harmonic Distortion	$A_V = +10, R_L = 10\text{k}\Omega,$ $V_O = 20\text{Vp-p},$ $BW = 20\text{Hz} - 20\text{kHz}$	---	<0.02%
Slew Rate		$\pm 20\text{V/ms}$	$15\text{V}/\mu\text{s}$

Tabla 4-4. Algunos parámetros del OPA2134P

Por último, se decidió utilizar un filtro pasa bajos para suavizar la señal recibida por el DAC. El filtro implementado fue de primer orden consistente en una resistencia y un condensador. La frecuencia de corte calculada fue de 10415Hz ya

que es la máxima frecuencia que se puede reproducir, de acuerdo a la frecuencia mayor de reproducción (ver punto 4.4). Sin embargo, debido al valor de los componentes que se contaba ($C=33\text{nF}$, $R=470\text{ohm}$) el valor calculado de la frecuencia de corte es de 10261Hz .

Así, el diseño de ésta etapa queda como sigue:

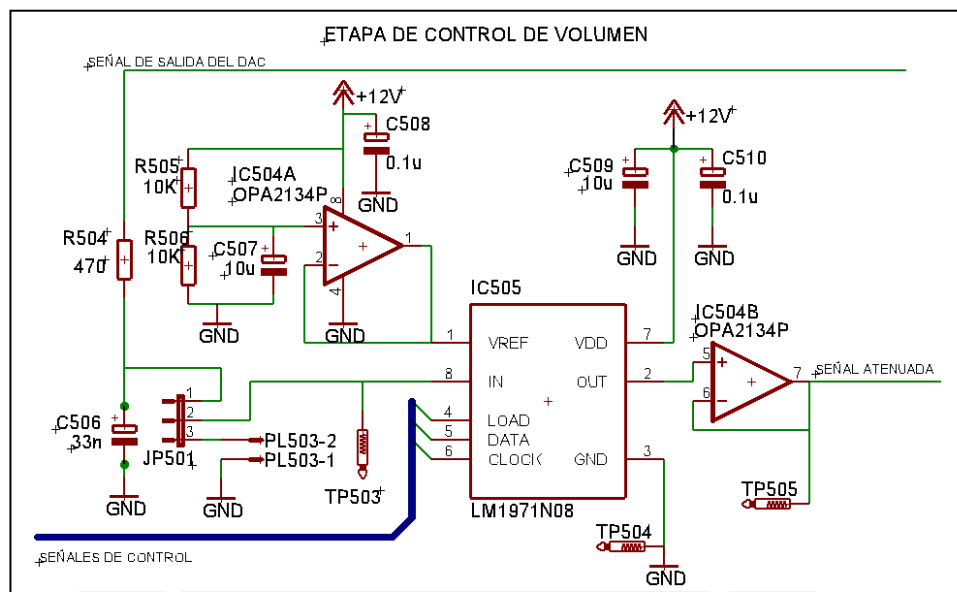


Figura 4-10. Diagrama esquemático de la etapa de control de volumen

4.1.2.4. ETAPA DE AMPLIFICACIÓN.

4.1.2.4.1. Selección de componentes de la etapa de amplificación

El primer paso fue determinar la potencia necesaria para reproducir 60 dB en el interior de la BAN, para lo cual se utilizó el amplificador de audio LM380 como amplificador de pruebas. Su selección se debió a que se lo puede adquirir en el mercado local, su costo es bajo, y que, según el fabricante, se puede obtener hasta 5W de potencia [24].

Para realizar las mediciones se usó el sonómetro analógico BEHA 93-20 ubicado en el interior de la cápsula neonatal. El parlante se instaló en el interior de la

unidad térmica, con el cono junto al metal cerca de la cápsula neonatal como se muestra en la figura 4-11.

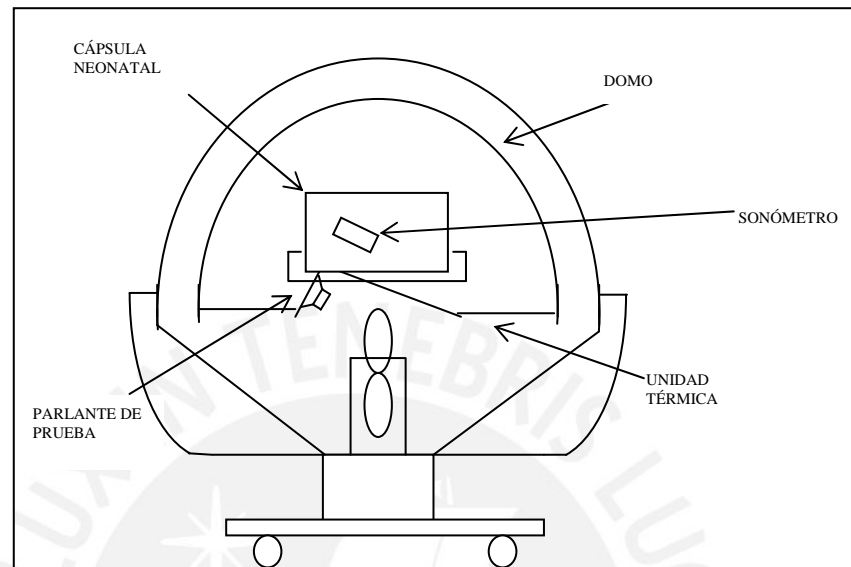


Figura 4-11. Posición del parlante para las pruebas de potencia

La señal de prueba fue un tono puro de aproximadamente 1kHz. Durante la prueba se introdujo tela en el interior de la BAN para simular las condiciones de trabajo: el colchón para el paciente y la del cuerpo mismo del paciente. Con estas condiciones, la potencia requerida en el parlante para emitir 60 dBA fue 150 mW.

Sabida la potencia máxima requerida, el siguiente paso fue buscar el amplificador que proporcionara mejores características en calidad y necesitara la menor cantidad de componentes para su funcionamiento. Como en casi todas las etapas, se encontró que la mayoría de componentes eran para aplicaciones de sonido estéreo, y para potencias elevadas. La tabla 4-5 muestra alguno de los parámetros más importantes de tres amplificadores que cumplían con los requisitos mínimos.

	Potencia de salida máxima	THD	THD + noise, a 1 kHz	Rechazo a:		Potencia de disipación máxima	Encapsulado
				Voltaje de la fuente, a 1 kHz	Potencia de la fuente		
TDA2003*	3.4w	---	---	-42 dB		1W	Pentawatt V
LM380	2.5W, THD=3%	0.2%	---		38dB	1.2W	Dual-In-Line
TPA0211*	1.3W, thd+n=1% Av=8dB	---	0.045%	-56 dB		2W	DGN (S-PDSO-G8)

Tabla 4-5. Algunos parámetros de los amplificadores TDA2003, LM380, TPA0211. [24], [25], [26]

Según los parámetros mostrados, el amplificador TPA0211 es el que presenta menor distorsión y mejor rechazo al ruido generado por la fuente, además las dimensiones del componente son mucho menores comparadas con los otros amplificadores. Por ésta razón se seleccionó el TPA0211.

Se debe indicar que el fabricante del TPA0211 ofrece otro amplificador de similares características pero de 700mW: el TPA121. Sin embargo el valor de potencia máxima que da el fabricante se refiere a la potencia máxima que disipa el componente, no a la potencia máxima que entrega en el parlante, por lo cual se debe considerar la eficiencia del componente. Según el fabricante, la eficiencia se define como:

$$\eta = \frac{P_L}{P_{SUP}} = \frac{\pi\sqrt{2P_L R_L}}{4V_{DD}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.1}$$

donde:

η : eficiencia,

* Los valores mostrados corresponden a pruebas realizadas con un parlante de 4 ohmios de impedancia. El fabricante no daba valores para parlantes de 8 ohmios de impedancia.
 ** Valores dados para el modo BTL

P_L : potencia rms en la carga,

P_{SUP} : potencia rms de consumo del amplificador,

R_L : impedancia de la carga, y

V_{DD} : voltaje de alimentación del amplificador.

De la ecuación 4.1, deducimos que para emitir 150mW en el parlante, el amplificador deberá disipar aproximadamente 616mW, lo que confirma la preferencia del uso del TPA0211 ante el TPA121, pues la potencia máxima de este último es cercana a la potencia requerida. La figura 4-12 muestra el diagrama interno del TPA0211 así como los componentes necesarios para su funcionamiento.

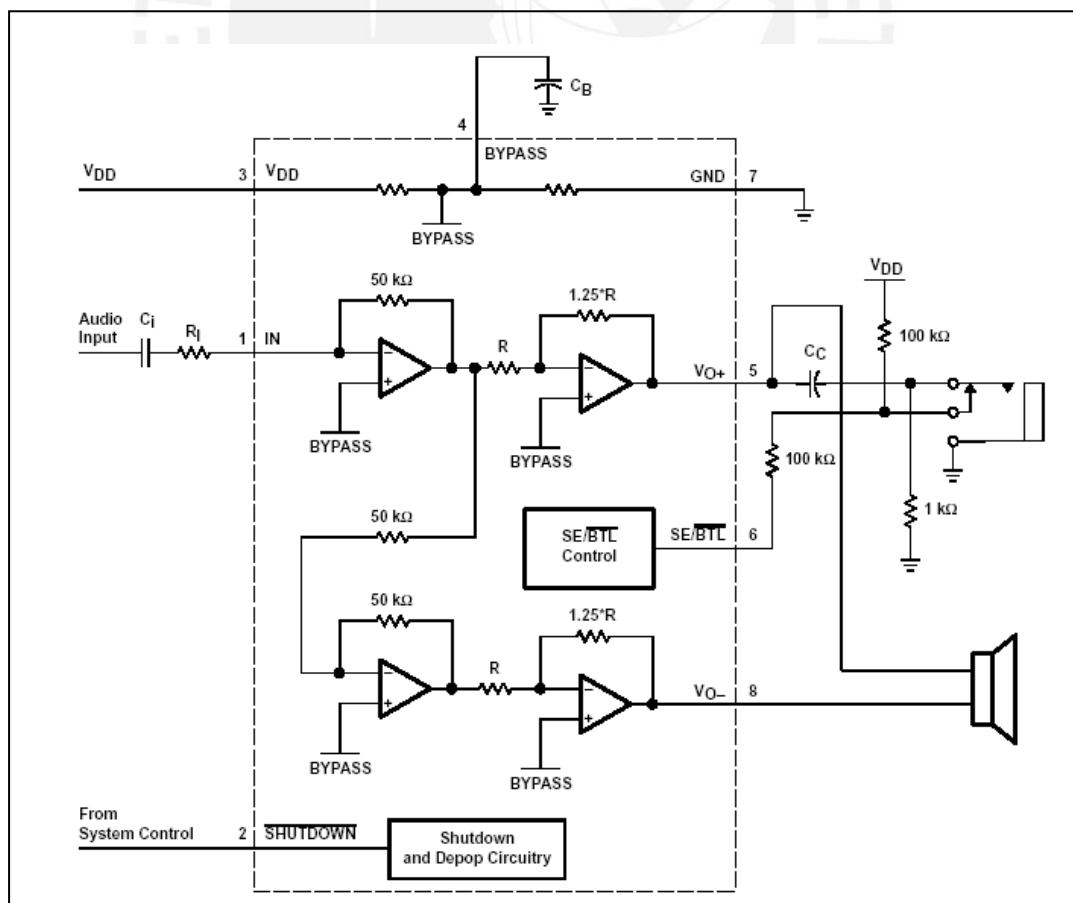


Figura 4-12. Esquema interno del TPA0211 [26]

4.1.2.4.2. Pruebas y consideraciones de diseño de la etapa de amplificación

El TPA0211 posee dos modos de funcionamiento: el modo BTL, con el que se consigue mayor potencia (1.3W) a costa de reducir la calidad del sonido; y el modo SE, cuya potencia máxima es 0.38W pero la calidad del amplificador mejora respecto al modo BTL. Según lo expuesto, 0.38W no son suficientes para reproducir 60 dB en el interior, por lo que se decidió usar el amplificador en modo BTL.

La ganancia del amplificador es determinada por el valor de la resistencia en la entrada del amplificador R_I (Figura 4-12), según la ecuación 4.3.2.4.2. especificada por el fabricante:

$$A_v = \frac{-125k\Omega}{R_I} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.2.}$$

En la implementación del circuito, se utilizará un potenciómetro para ajustar el valor de R_I , y por lo tanto, de la ganancia del amplificador. Según la ecuación 4.2., se debe cuidar que R_I no sea demasiado bajo, ya que ello implicaría una gran ganancia y por lo tanto una gran disipación de potencia, lo que podría dañar al componente. Por esto se optó por implementar una resistencia en serie con un potenciómetro, con lo que nos aseguramos una resistencia mínima que evite sobrepasar la potencia máxima. Para su cálculo necesitamos primero conocer la potencia máxima en la carga. Usando la ecuación 4.1 obtenemos que el valor de la

potencia RMS en la carga es: $P_L = \left(\frac{\pi P_{SUP}}{2V_{DD}} \right)^2 \frac{R_L}{2}$, con lo que, para una alimentación

$V_{DD} = 5V$, un parlante con impedancia $R_L = 10\Omega$ (ver sección 4.1.2.7) y una potencia máxima de consumo del amplificador $P_{SUP} = 1.3W$, la potencia máxima en la carga permitida es de aproximadamente $P_L = 0.834W$. Luego, usando este dato en la

ecuación 4.3 y para R_L igual a 10Ω , obtenemos que el máximo voltaje pico admitido en el parlante (salida del amplificador) es aproximadamente $V_P = 4.08V$

$$P_L = \frac{V_P^2}{2R_L} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

P_L : potencia rms en la carga

R_L : impedancia de la carga

V_P : voltaje pico en la carga

Finalmente, sabiendo que la ganancia de un amplificador de voltaje es la relación entre el voltaje de salida y el voltaje de entrada, y que el voltaje en la carga (voltaje de salida del amplificador) es $V_P = 4.08V$, y el voltaje de entrada $V_I = 3V$ (es el voltaje pico máximo a la salida del atenuador, que es la etapa previa del amplificador), obtenemos que la ganancia máxima es $A_V = 1.36$. Usando éste valor en la ecuación 4.2. la resistencia mínima R_I para que el amplificador no sobrepase su máxima potencia es de $91.9\text{ k}\Omega$. Usando valores comerciales se escoge una resistencia de $100\text{ k}\Omega$.

El cálculo teórico del valor de R_I para emitir 150mw (que equivale aproximadamente a 60dB^2) se realiza utilizando el mismo procedimiento: Usando la ecuación 4.3, con $R_L = 10\Omega$ y $P_L = 150\text{mW}$, determinamos que el voltaje pico en la carga es $V_P = 1.73V$. Luego, usando la definición de ganancia de voltaje y sabiendo que el voltaje máximo que emite el conversor PCM54 es $3V_P$, obtenemos que la ganancia de voltaje $A_V = 1.73/3 = 0.577$. Éste valor es reemplazo en la ecuación 4.2, obtenemos que R_I debe ser aproximadamente $216.5\text{ k}\Omega$. Debido a que ya se tiene una resistencia de $100\text{ k}\Omega$ se selecciona un potenciómetro de precisión de $1000\text{k}\Omega$,

² Como se indicó, la obtención de la potencia aproximada necesaria para emitir 60 dB se realizó con un parlante de 8Ω , sin embargo se usará un parlante de 10Ω . Ello no implicará mayor inconveniente ya que se utilizará un potenciómetro para calibrar los 60 dB .

con ello se facilitará la calibración del amplificador. En la figura 4-12 se aprecia el diagrama esquemático de la etapa de amplificación, donde la resistencia R511 y el potenciómetro R512 conforman la resistencia de entrada R_i .

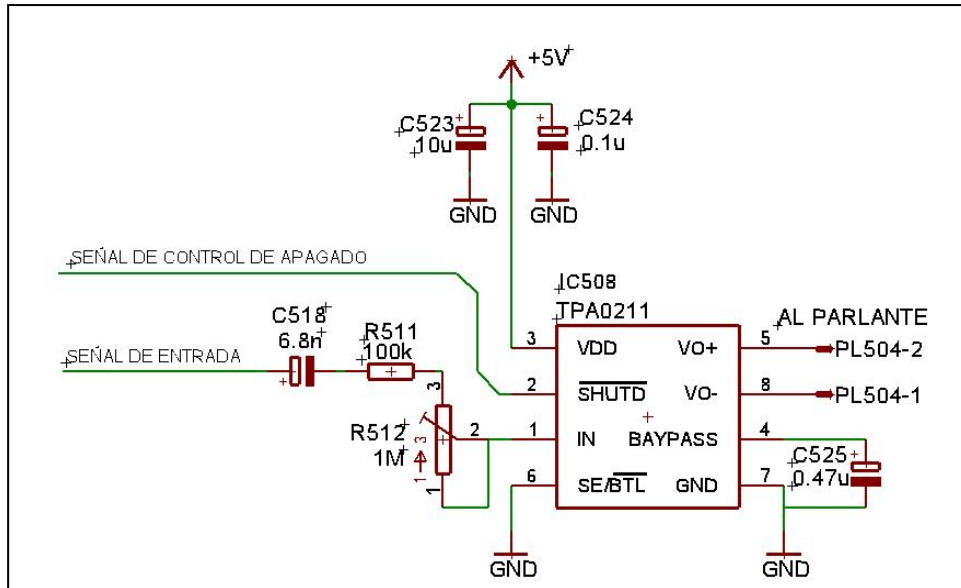


Figura 4-13. Diagrama esquemático de la etapa de amplificación y filtrado

Por otro lado el fabricante recomienda incluir un condensador en serie con la resistencia R_i de manera que se forme un filtro pasa altos (Figura 4-12). La función transferencia de dicho filtro y la fórmula que relaciona a la resistencia R_i y al condensador C_i con la frecuencia de corte, se muestran en la figura 4-13 y ecuación 4.3.2.4.4. respectivamente.

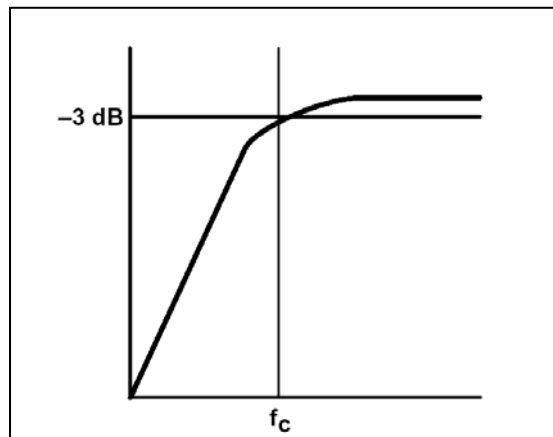


Figura 4-14. Función transferencia del filtro pasa altos [26]

$$f_{c(\text{highpass})} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad \text{Ecuación 4.4.}$$

La frecuencia de corte escogida es 135 Hz, debido que es la frecuencia de corte del parlante seleccionado (ver 4.1.2.7). En el punto anterior se especificó que la resistencia R_1 para emitir 150mW es de 216.5 k Ω . Usando la ecuación 4.4 determinamos el valor de la capacitancia: 5.4 nF. Seleccionando un valor comercial, el valor del condensado C_1 es 3.3 nF calibración del filtro se dará a través del potenciómetro R512, que además variará la ganancia.

Con los datos obtenidos se presenta en la tabla 4-6 los valores esperados de A_v y f_o al utilizar los casos extremos (máxima y mínima impedancia) del potenciómetro R512.

Parámetro	Potenciómetro con mínima impedancia $R_i = 100k$	Potenciómetro con máxima impedancia $R_i = 1100k$
A_v	1.25	0.11
f_o (Hz)	482.3	43.8

Tabla 4-6. Valores calculados de A_v y f_o usando los valores de condensadores y resistencias seleccionadas

4.1.2.5. ETAPA DE CONTROL DEL SISTEMA

4.1.2.5.1. Selección del microcontrolador

Debido a que el sistema es digital, la etapa de control de reproducción estará a cargo de un microcontrolador. Para su selección se deberá tener en cuenta el número de pines de entrada y salida que serán usados en la implementación de la comunicación con el E200, el control de las etapas de almacenamiento, el control de volumen y de amplificación. El número de pines de control se decide a partir de las siguientes consideraciones: para reproducir el sonido se requiere seleccionar, de

manera consecutiva, las direcciones de las muestras almacenadas en la unidad de almacenamiento. La unidad de almacenamiento seleccionada es de 2Mx16 bits, por lo que se pueden almacenar 2 MB de muestras; así, sabemos que se requieren 21 bits para seleccionar una de las muestras de sonido. Luego, se requieren tres bits para el control del atenuador de volumen: una para la sincronización, otra para el habilitador y una más para el dato en sí. La comunicación con la tarjeta de control E200 se da por una palabra de control de 8 bits; éste valor es dado por el puerto unidireccional asignado por el E200 y es el máximo número de bits para la palabra de control. Adicionalmente se considera un bit para apagar o prender el amplificador, y otro más para indicar a la tarjeta de control si el reproductor esta emitiendo o no sonidos. Considerando que no se requerirán los 8 bits de comunicación entre la tarjeta de control y el reproductor (ello implicaría 256 palabras de control diferentes), y sabiendo que como mínimo se requiere apagar el amplificador, subir y bajar volumen, y seleccionar sonidos, se puede estimar que se requieren entre 29 bits (usando 3 bits para la comunicación con E200) y 34 bits (usando 8 bits para la comunicación con E200) para el control del reproductor. Existen muchos fabricantes de microcontroladores en el mundo, y las características que presentan sus productos son muy variados según el tipo de aplicación para lo que son diseñados. La selección del microcontrolador se centró en los microcontroladores denominados “de propósito general”. De ellos se optó por los producidos por Microchip, ya que son los más difundidos en el mercado peruano.

La tabla 4-7 muestra alguno de los microcontroladores que produce Micochip y está en el rango señalado de bits para el controlador del reproductor.

NÚMERO DE PINES DE ENTRADA Y SALIDA	CÓDIGO
34	PIC18F4331, PIC18F4431, PIC18F4455, PIC18F4550, PIC18F4420, PIC18F448, PIC18F452, PIC18F458
33	PIC16F877A, PIC16F874A, PIC16F747, PIC16F77, PIC16F777, PIC16F871,
32	PIC18F4439

Tabla 4-7. Código de controladores de 34,33 y 32 pines producidos por Microchip [27]

De ellos se seleccionó el PIC16F877A, debido a que se contaba con todas las herramientas de desarrollo.

4.1.2.5.2. Pruebas y consideraciones de diseño de la etapa de control del reproductor

La implementación del control del reproductor se encuentra ligada al desarrollo del software de control que será analizada y desarrollada en el punto 4.2. La implementación del microcontrolador se realizó según la hoja técnica del fabricante, usando como señal de reloj un cristal de 20 MHz. La herramienta usada para la compilación y simulación de los programas fue el MPLAB V5.62, proporcionada por Microchip en su página Web.

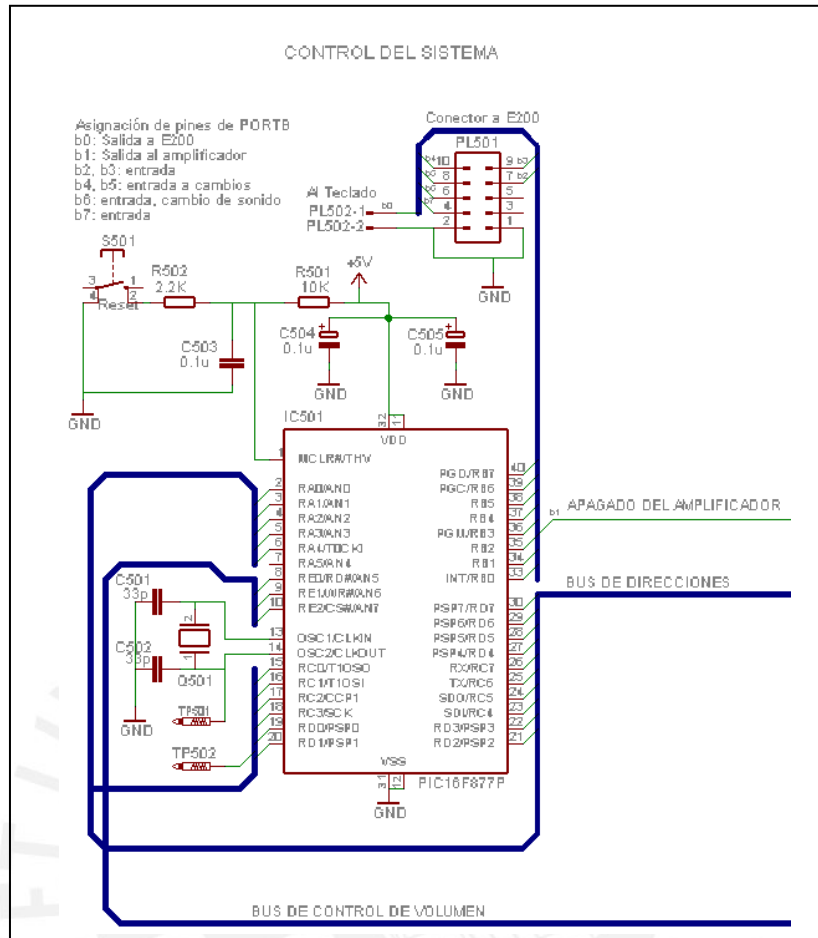


Figura 4-15. Diagrama esquemático de la etapa de control

4.1.2.6. ETAPA DE REGULACIÓN DE VOLTAJE

Los componentes electrónicos funcionan con voltajes de alimentación variados. Debido a que la alimentación de todos los módulos de la BAN está determinado por un módulo denominado E800, la etapa de regulación de voltaje se encarga de proporcionar los niveles de voltaje necesario para el funcionamiento de los componentes del reproductor de sonidos, a partir de los niveles de voltaje que reciba de E800.

4.1.2.6.1. Selección de componentes

Los voltajes de alimentación requeridos por los componentes seleccionados y sus corrientes máximas son:

COMPONENTE	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (V)	CORRIENTE MÁXIMA (mA)
Microcontrolador PIC16F877	5	250 mA
Inversor 74LS04	5	6.6 mA
Memoria M27C160	5	50 mA
Amplificador de audio TPA0211	5	260 mA
Convertor análogo digital PCM54	12, -12	11.1 mA
Atenuador LM1971	12	10 mA
Amplificadores operacionales OPA2134PA	12	35 mA

Tabla 4-8. Voltajes y corrientes utilizados por los componentes seleccionados

Debido a que la BAN alimenta al reproductor de sonidos con +5V, +15V, +5V, -15V, y a que los componentes del reproductor se alimentan con 5V, 12V y -12V (tabla 4-8), sólo se requieren reguladores de voltaje de 12V y -12V. La corriente máxima de consumo de los componentes que requieren +/- 12V es de 56 mA. Existe gran variedad de reguladores que cumplen con las especificaciones señaladas, por lo que se optó por seleccionar los vendidos en el mercado nacional: reguladores de 12V: L7812ACV, reguladores de -12V: MC7912. La figura 4-16 es el diseño de la etapa de regulación de voltaje.

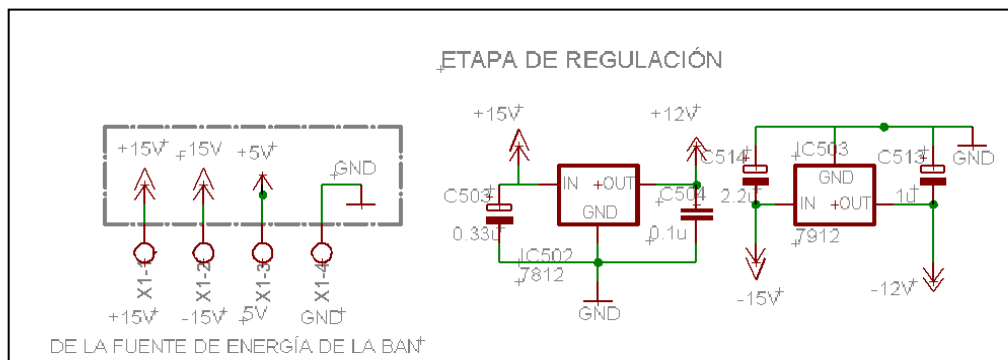


Figura 4-16. Diagrama esquemático de la etapa de regulación

4.1.2.7. ETAPA DE TRANSDUCCIÓN

4.1.2.7.1. Selección del transductor

Según lo expuesto en el Marco Teórico, el transductor de sonidos ideal sería aquel que pueda reproducir todo el espectro de sonidos que el sistema auditivo humano pueda percibir (de 20 Hz a 20 kHz) lo cual involucraría un sistema de parlantes. Las principales dificultades para implementar un sistema de audio dentro de un equipo de atención a recién nacidos son el espacio físico del equipo y la necesidad de evitar focos infecciosos en el lugar que se encuentra el recién nacido; por ello, todo lo que esté en contacto directo con el recién nacido debe poder ser desinfectado con lo que el transductor de sonidos no debe estar en el interior de la cápsula neonatal, ya que no se han encontrado transductores comerciales que se puedan desinfectar. Además las ondas sonoras emitidas por el transductor deberían de llegar con la menor distorsión posible al bebé, por lo que debe haber la menor cantidad de obstáculos entre el transductor y el RN. Otro punto a considerar es el tipo de sonidos más importantes para el recién nacido. Según el Marco Teórico los sonidos más importantes son los intrauterinos y la voz de la madre. Por ello, debemos seleccionar un transductor capaz de reproducir las frecuencias bajas del sonido intrauterino. De acuerdo a las dimensiones de la BAN se seleccionaron los siguientes parlantes posibles para ser usados en el equipo.

CÓDIGO DEL FABRICANTE	DESCRIPCIÓN DEL PARLANTE				
	Impedancia (ohm)	Potencia (W)	Dimensiones	Rango de frecuencia	Fabricante
GF1004H	8	20	Cuadrado, 102mm	100Hz a 10 kHz	CUI Inc
400-312-10	10	15	Redondo, 88,9mm diámetro	135 Hz a 22 kHz	CTS Automotive Div
WM-R57A	16	1	Plano 57,5mm x 36mm	150Hz a 100kHz	Panasonic
EAS-6P22S	8	0.5	Redondo 57mm	Rango completo	Panasonic

Tabla 4-9. Cuadro comparativo de algunos parlantes ofrecidos en Digikey. [28], [29], [30]

Se usó el 400-312-10, pues, como se verá en el siguiente punto, físicamente fue el que mejor se pudo instalar en el interior de la BAN. El parlante EAS-6P22S fue descartado porque, a pesar que su hoja técnica señalaba que era de 'rango completo', al momento de usarlo en el reproductor se percibía que los otros parlantes tenían mejor respuesta en bajas frecuencias. Por otro lado el WM-R57A emitía sonidos de muy baja intensidad comparándola con la emitida por el parlante seleccionado, y requería una estructura acústica especial.

El parlante seleccionado emite frecuencias desde 135Hz, y los sonidos intrauterinos se caracterizan por ser principalmente de menor frecuencia (punto 2.1.2). Con ello no se espera que el parlante reproduzca perfectamente los sonidos intrauterinos, sino sólo parte de ellos. Sin embargo, de los parlantes mostrados en la tabla 4-9 es el que mejor se adapta. En general, para reproducir sonidos de menor frecuencia con buena dispersión se requieren parlantes de conos de mayor diámetro (figura 2-7), por lo que para reproducir sonidos de baja frecuencia (como los sonidos

intrauterinos) se requieren parlantes de conos grandes, los cuales no se pueden instalar en la BAN (figura 2-11)

4.1.2.7.2. Instalación del transductor

La instalación del parlante debía considerar la esterilidad del equipo: no debía tener contacto con el ambiente donde se encuentre el recién nacido. Por otro lado el sonido generado debía buscar tener la menor distorsión posible en el interior de la Cápsula Neonatal por lo que debía de haber la menor cantidad de obstáculos posibles.

El lugar escogido para instalar el transductor fue el espacio entre la Cápsula Neonatal y el Domo, encerrado en una caja metálica y plástico, como se muestra en la figura 4.17. De esa manera se asegura que el parlante no contamine el ambiente donde se encuentre el recién nacido, sacrificando la calidad del sonido reproducido ya que existirán dos obstáculos entre el parlante y el recién nacido: el plástico que cubre el cono del parlante y la Cápsula Neonatal. Además dicha caja puede ser sometido a los protocolos de desinfección a los que son sometidos este tipo de equipos médicos sin dañar al parlante.

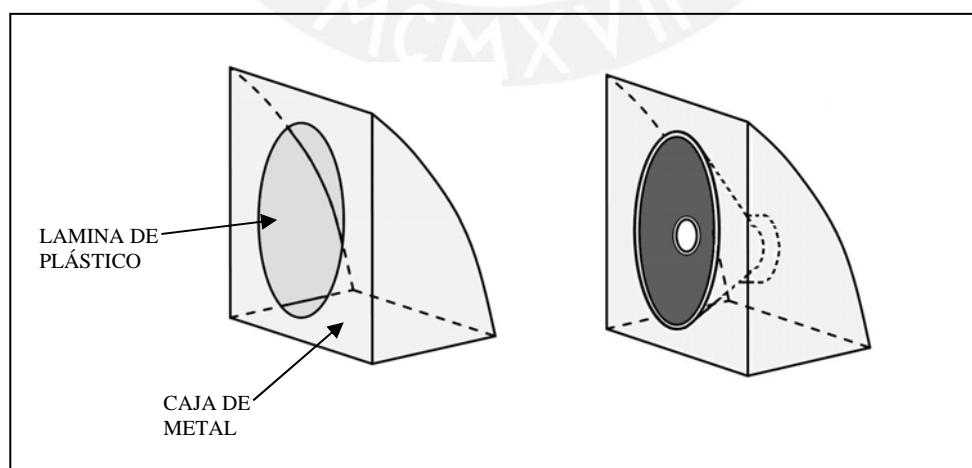


Figura 4-17. Diagrama de caja del parlante

4.1.3. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CIRCUITO REPRODUCTOR DE SONIDOS

La figura 4-18 muestra el diagrama esquemático final del circuito Reproductor de Sonidos.

4.2. DESARROLLO DE SOFTWARE

Para el desarrollo del software que controla el reproductor, se definieron primero las tareas principales que tendría que realizar el programa principal. Con ello se desarrolló el diagrama de flujo del programa, se codificó y probó cada tarea por separado. Finalmente integraron las tareas en el programa final.

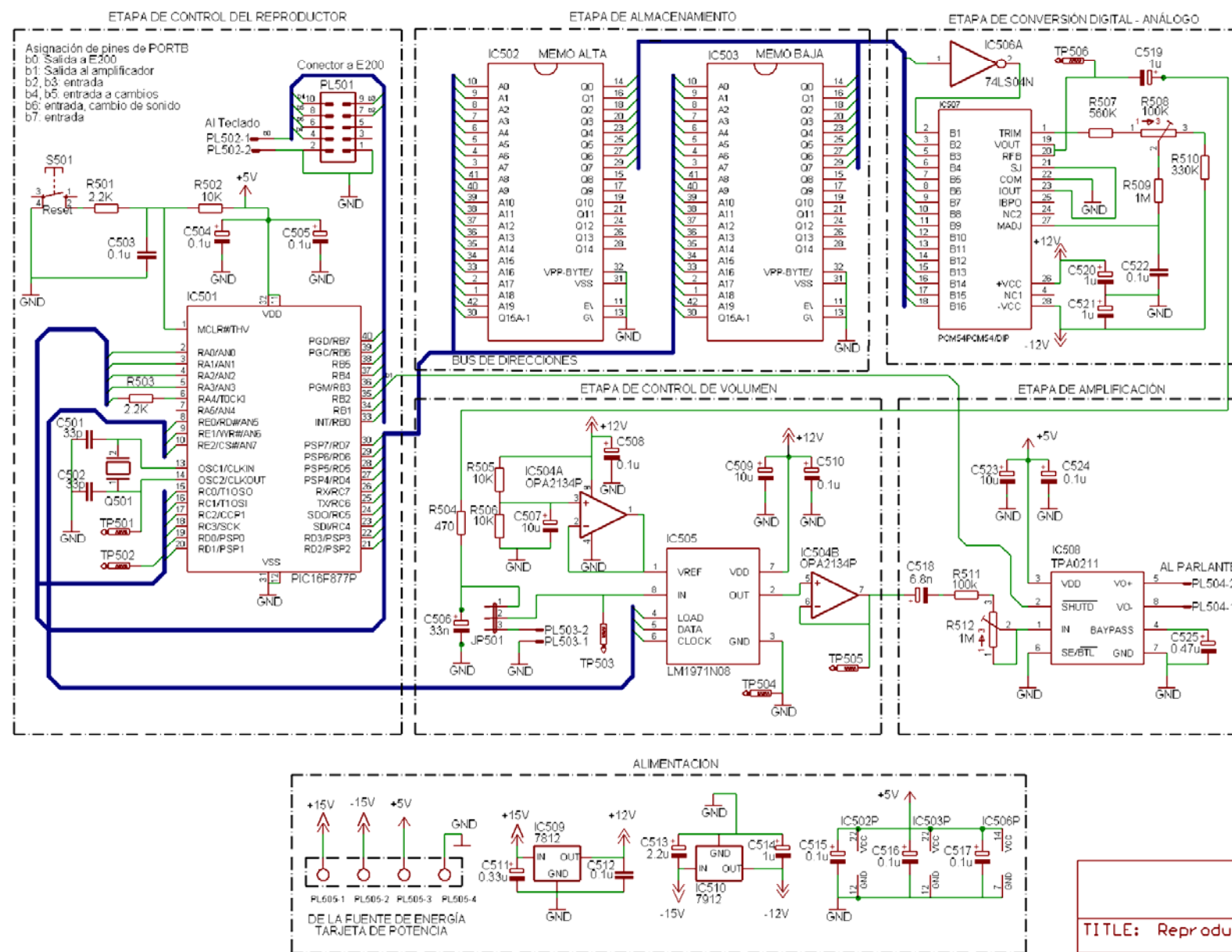
4.2.1. DESCRIPCIÓN DE TAREAS

4.2.1.1. COMUNICACIÓN CON E200

El puerto que el E200 utiliza para la comunicación con el reproductor es un puerto de salida de 8 bits: el E200 envía la palabra de control al reproductor de sonidos. La forma en que el operador indica al reproductor qué hacer, es mediante una interfase consistente en una pantalla de cristal líquido y un teclado. La información ingresada a través del teclado es enviada al E200, quien envía un código (palabra de control) al reproductor. Según el código recibido, el reproductor ejecuta alguna de las siguientes opciones:

- Apagar del reproductor
- Emitir señal de prueba
- Emitir sonido intrauterino
- Emitir canción de cuna
- Emitir música suave

CIRCUITO REPRODUCTOR DE AUDIO PARA BAN



TITLE: Reproductor de Sonidos para BAN	
Document Number:	REU:
Date: Mayo, 2006	Sheet: 1/1

Figura 4-18. Diagrama esquemático del Reproductor de Sonidos

- Subir el volumen
- Bajar el volumen

Se seleccionaron los cuatro bits más significativos del puerto B del PIC16F877 para la comunicación con E200, ya que se pueden configurar dichos bits para que generen interrupción por modificación de alguno de sus valores, y ello facilitaría la implementación del programa principal. Por otro lado se consideró necesario designar el bit 1 del puerto B para que indique si el reproductor está emitiendo sonido. La figura 4-19 muestra la distribución y descripción de los pines mencionados, y la tabla 4-10 muestra las acciones del reproductor según la palabra de control recibida.

REGISTRO DE COMUNICACIÓN							
RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
COK	CR2	CR1	CR0	---	---	AMP	IND
ENT	ENT	ENT	ENT	ENT	ENT	SAL	SAL

Figura 4-19. Distribución de pines del registro de comunicación

- COK:** Bit de entrada que indica al reproductor que se ha recibido un código de funcionamiento.
- CR2..0:** Bits de entrada que modifican el estado del reproductor.
- AMP:** Bit de salida que apaga (AMP=0) o enciende (AMP=1) el amplificador del reproductor.
- IND:** Bit de salida que indica al E200 si se está reproduciendo (IND=1) o no (IND=0) algún sonido.

PLABRA DE CONTROL PORTB E600	ACCIÓN
0000 xxxx	Ninguna
0001xxxx	Sube volumen
0010xxxx	Baja volumen
0011xxxx	Apaga amplificador
0100xxxx	Señal de calibración (1khz a 20830 Hz)
0101xxxx	Sonido 1 (intrauterino a 4098 Hz)
0110xxxx	Sonido 2 (voz a 8065 Hz)
0111xxxx	Sonido 3 (clasica a 20830 Hz)

Tabla 4-10. Acciones del reproductor según la palabra de control recibida.

4.2.1.2. DIRECCIONAMIENTO DE MEMORIA Y FRECUENCIA DE EMISIÓN

El proceso de reproducción del sonido depende de la manera en que se digitalizaron y grabaron los sonidos. Las muestras del sonido digitalizado son almacenadas en posiciones sucesivas en la unidad de almacenamiento. Cada secuencia de sonido esta almacenado en un rango de direcciones de memoria; por ello, para reproducir un tipo de sonido, el microcontrolador encargado del control del sistema deberá seleccionar las direcciones de cada una de las muestras del sonido digitalizado, con la misma velocidad (frecuencia de emisión) con el que se realizó el muestreo del sonido en el proceso de digitalización. La siguiente tabla muestra la frecuencia de muestreo con que se digitalizó cada tipo de sonido.

TIPO DE SONIDO	FRECUENCIA DE MUESTREO
Señal de calibración: 1kHz	20830 Hz
Sonidos Intrauterinos	4098 Hz
Voz	8065 Hz
Música clásica	20830 Hz

Tabla 4-11. Frecuencia y el tiempo de muestreo con que se digitalizó cada tipo de sonido

4.2.1.3. COMUNICACIÓN CON EL ATENUADOR.

El componente utilizado en el control de volumen es un atenuador de audio controlado serialmente. Las señales requeridas para que funcione correctamente son: carga (indica en que momento comienza enviar el dato), sincronización (señal de reloj) y dato (el dato enviado al atenuador). En el reproductor, el microcontrolador es el encargado de emitir y controlar dichas señales a través del puerto E. La asignación de pines y la descripción funcional de cada uno de ellos es la siguiente:

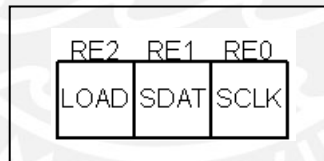


Figura 4-20. Registro de control del atenuador

- CLK: Reloj. Configurado como salida, da la señal de sincronía al atenuador.
- DATO: Dato de control al atenuador de audio. Configurado como salida, envía el dato de manera serial al atenuador.
- LOAD: Carga de dato. Configurado como salida, indica el momento de carga de dato del atenuador de audio.

4.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO

Las siguientes figuras muestran los diagramas de flujo utilizados para el desarrollo del programa instalado en el microcontrolador.

La figura 4-21 muestra el diagrama de flujo del programa principal. Primero configura los puertos, periféricos e interrupciones, además de inicializar las variables a utilizar. Luego se espera que se seleccione uno de los sonidos a reproducir; una vez realizado la selección se cargan la dirección inicial, dirección final (rango de memoria donde se encuentran las muestras digitales del sonido) y frecuencia de reproducción del sonido seleccionado, en variables que se usarán en la subrutina 'EMITE', la cual reproduce el sonido seleccionado de manera continua hasta que el usuario decida cambiar de sonido o apagar el reproductor.

La figura 4-22 muestra el diagrama de flujo de la función denominada 'EMITE', la cual envía a los puertos de salida (puertos D, C y A) la secuencia de direcciones de memoria donde se encuentran las muestras de cada sonido; la velocidad con que se selecciona cada muestra depende de la frecuencia de emisión de la música seleccionada. Por ello los datos entrada de la subrutina 'EMITE' son la dirección inicial y final de las muestras del sonido seleccionado y su frecuencia de emisión. Para realizar un mejor manejo de tiempos se ha utilizado el Timer del microcontrolador, la cual, al igual que la solicitud de cambio de sonido (incluida la petición de apagado) y volumen, se maneja por interrupciones. El diagrama de flujo de la subrutina de servicio de interrupción se muestra en la figura 4-23, donde se observa que el cambio de volumen se realiza en dicha subrutina.

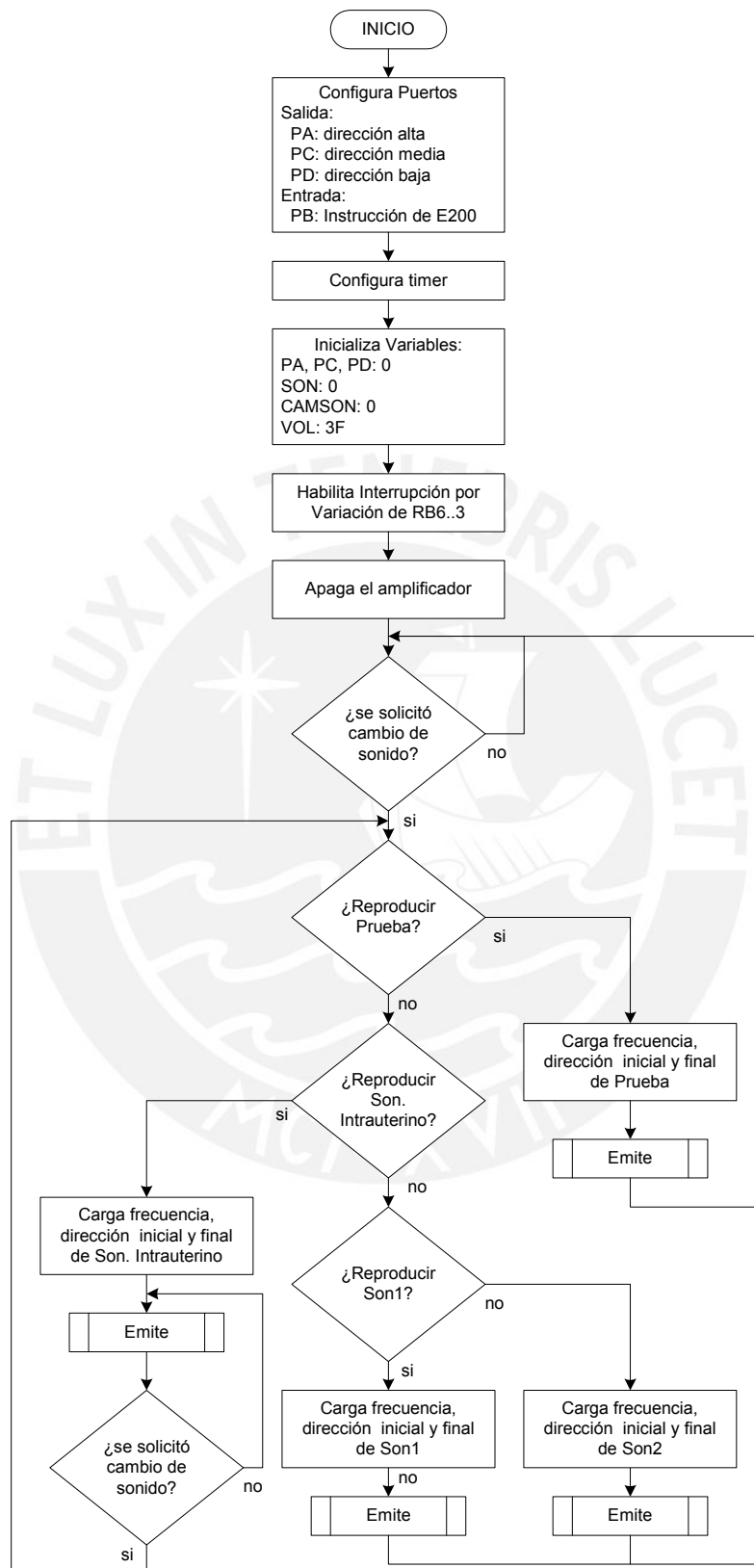


Figura 4-21. Diagrama de Flujo del programa principal

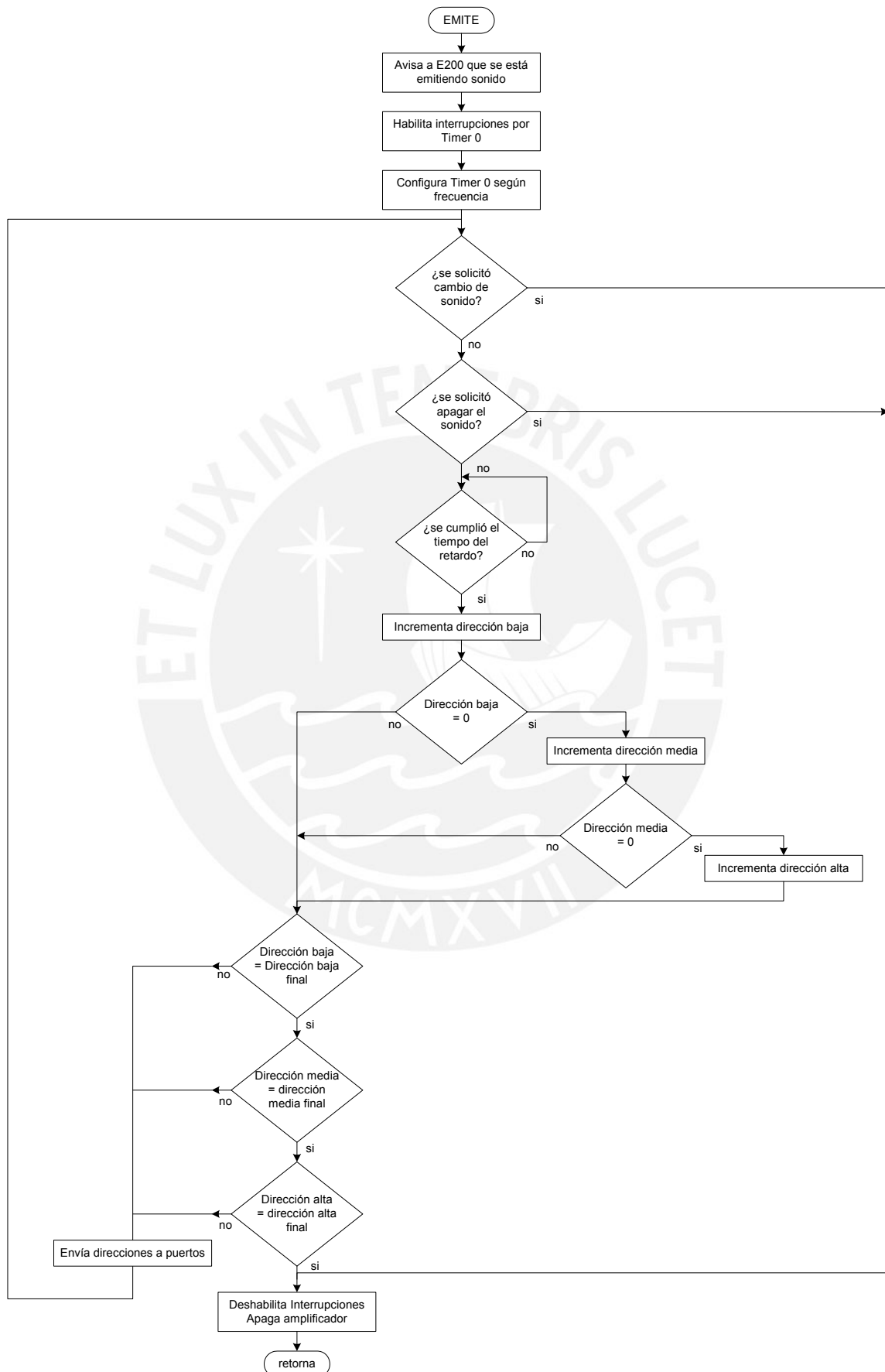


Figura 4-22. Diagrama de Flujo de la subrutina EMITE

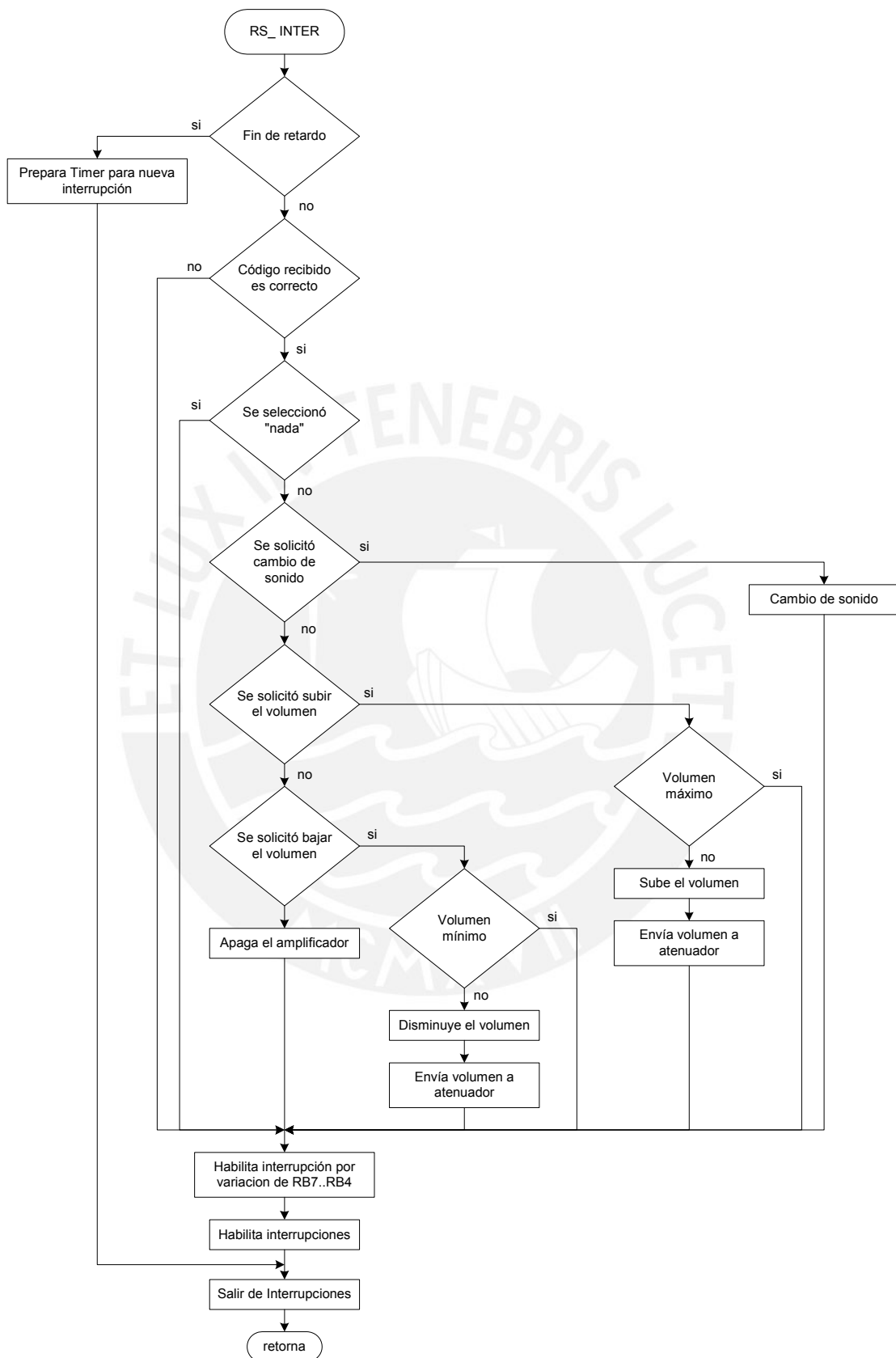


Figura 4-23. Diagrama de Flujo de la subrutina de servicio de interrupción

4.3. ALMACENAMIENTO DE LOS SONIDOS

Debido a que las memorias con las que se cuentan son pequeñas comparadas con las grandes cantidades de información que representan los sonidos digitalizados, es preciso utilizar la menor frecuencia de reproducción posible con el fin utilizar una menor cantidad de memoria y lograr un mayor tiempo de reproducción. Para ello se tuvo en cuenta la frecuencia más alta de cada tipo de sonido, y haciendo uso del criterio de Nyquist, se seleccionó la frecuencia. Cabe aclarar que la frecuencia de emisión usada en la música clásica no corresponde al criterio mencionado. Si bien es cierto ello conlleva a una degradación del sonido, dicha degradación es aceptable considerando la cantidad de memoria ahorrada. Las frecuencias de emisión usadas en cada tipo de sonido se mostraron en la tabla 4-11

SONIDO	FRECUENCIA DE EMISIÓN	DIRECCIÓN INICIAL	DIRECCIÓN FINAL	TOTAL DE MUESTRAS
Señal para Calibración 1kHz	20830 Hz	0	83	84
Sonidos Intrauterinos	4098 Hz	84	4402	4319
Sonido de voz	8065 Hz	4403	142099	137697
Música Clásica	22830 Hz	142100	1831798	1689699

Tabla 4-12. Frecuencias, direcciones y números de muestras utilizados en cada tipo de sonido

Con ello el espacio de memoria ocupada es de 1831799x16bits y teniendo 2097152x16bits en la etapa de almacenamiento queda sin usar 265353x16bits.

5. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan las medidas realizadas en el Reproductor de Sonidos con su respectiva metodología. Además se muestran los resultados finales

5.1. PRUEBAS

5.1.1. PRUEBAS DE LA COMUNICACIÓN ENTRE LA ETAPA DE CONTROL Y LA ETAPA DE CONTROL DE VOLUMEN

El diagrama de tiempos de la figura 5-1 representa las señales generadas por el PIC16F877 para enviar el dato 3Ch al atenuador. Las señales fueron tomadas en las líneas SCLK, SDAT, y LOAD del atenuador (figura 5-2).

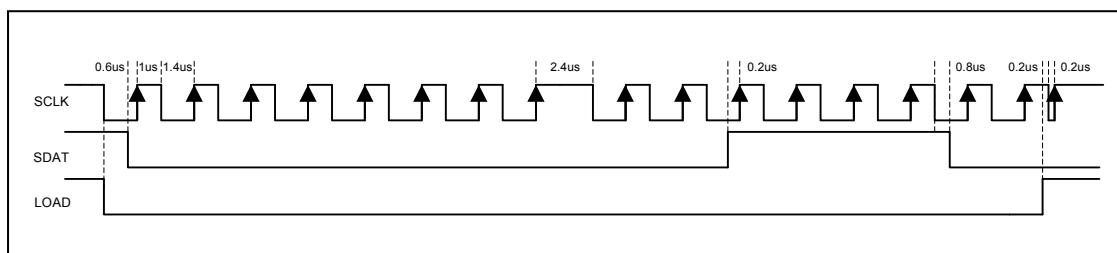
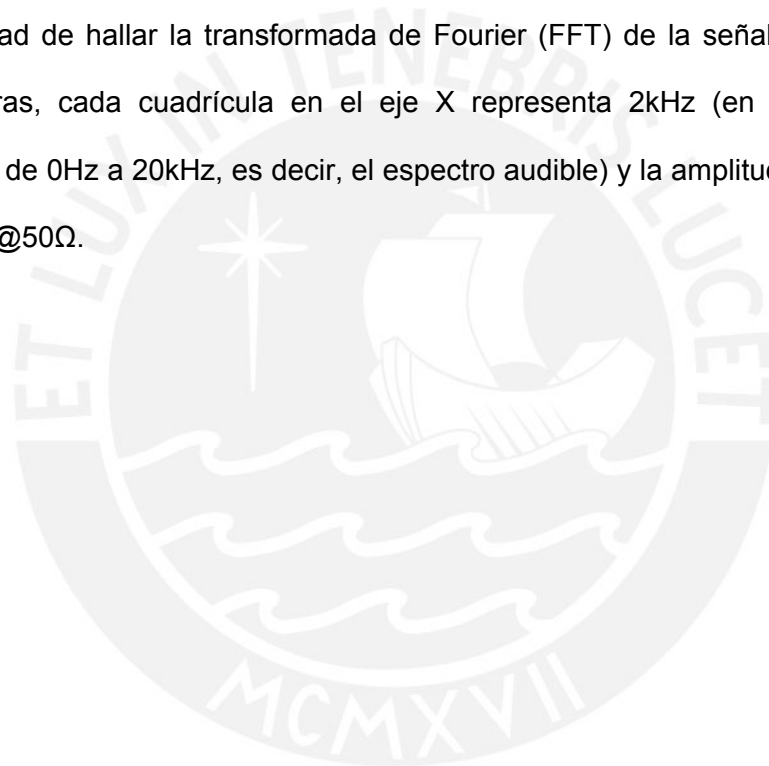


Figura 5-1. Diagrama de tiempos implementado para el control del atenuador de audio. El microcontrolador envía 3Ch al atenuador

5.1.2 SEÑALES TOMADAS EN PUNTOS DE PRUEBA AL EMITIR UNA SEÑAL DE PRUEBA

Las figuras 5-3, 5-4 y 5-5 muestran las señales en frecuencia (FFT con ventana Hanning) y tiempo en los puntos de prueba TP503, TP505 y TP506 (figura 5-2) al generar un tono de prueba almacenado en memoria, de 1kHz emitido a una frecuencia de 20830 Hz (tabla 4-11). Las siguientes señales fueron tomadas con el osciloscopio digital “Agilent 54622A”, el cual cuenta con la posibilidad de hallar la transformada de Fourier (FFT) de la señal adquirida. En las figuras, cada cuadrícula en el eje X representa 2kHz (en la pantalla se muestra de 0Hz a 20kHz, es decir, el espectro audible) y la amplitud está dada en 10 dBm@50Ω.



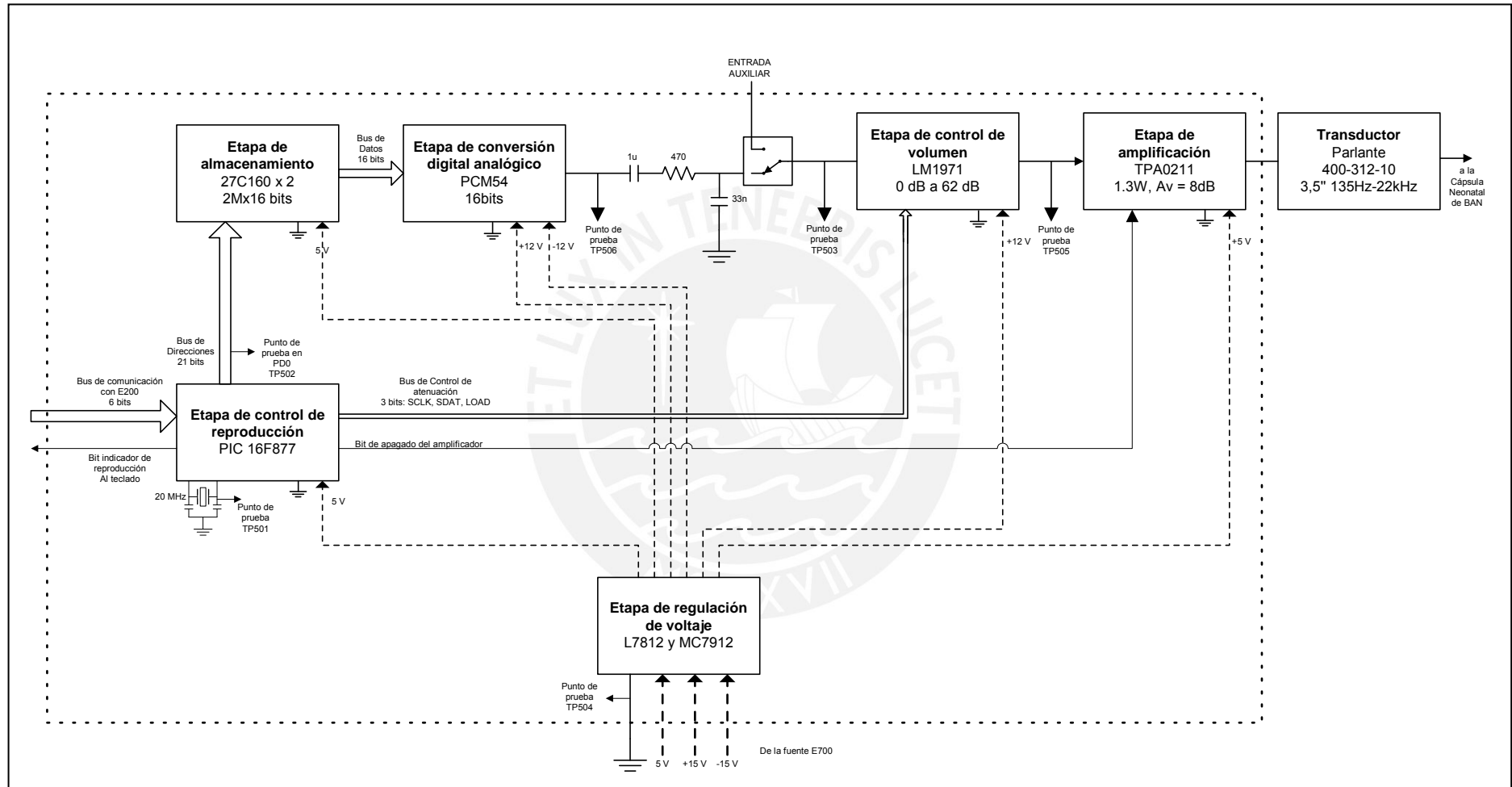


Figura 5-2. Diagrama de Bloques del reproductor de sonidos

5.1.2.1. SEÑAL TOMADA EN TP506

La figura 5-3 muestra la señal tomada en TP506: señal a la salida de la etapa de Conversión Digital Analógico, y su FFT. La señal tiene $V_{p-p} = 5.64V$ y $V_{medio} = 2.78V$. Se observa un ruido en forma de pequeño pulso en cada cambio de nivel.

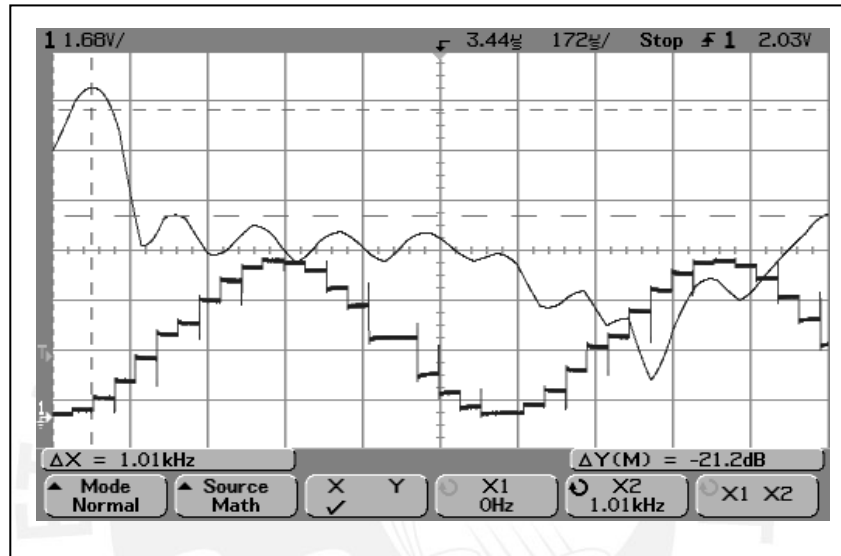


Figura 5-3. Señal de salida de la etapa de Conversión Digital Analógico, y su FFT en TP506

5.1.2.2. SEÑAL TOMADA EN TP503

La figura 5-4 muestra la señal tomada en TP503: señal a la entrada de la etapa de Control de Volumen, y su FFT. La señal tiene $V_{p-p} = 5.52V$ y $V_{medio} = 5.63V$. Se ha suavizado la señal respecto a lo visto en la figura 5-3 y no presenta los ruidos en forma de pequeños pulsos, sin embargo se aprecia que el ruido eléctrico se ha incrementado. Si bien la señal no es completamente senoidal, en la FFT se observa que la diferencia entre la magnitud de la frecuencia fundamental y la siguiente frecuencia ha aumentado.

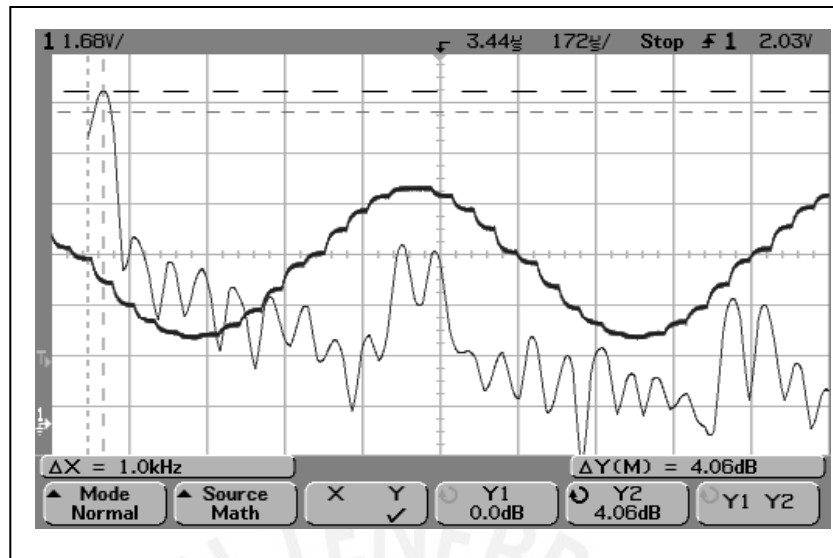


Figura 5-4. Señal de la entrada de la Etapa de Control de Volumen, y su FFT en TP503

5.1.2.3. SEÑAL TOMADA EN TP505

La figura 5-5 muestra la señal tomada en TP505: señal de salida de la Etapa de Control de Volumen, y su FFT. La señal tiene $V_{p-p} = 5.52V$, y $V_{medio} = 6.4V$. Como se observa, la señal varía muy poco respecto a la figura 5-4 ya que el atenuador distorsiona muy poco.

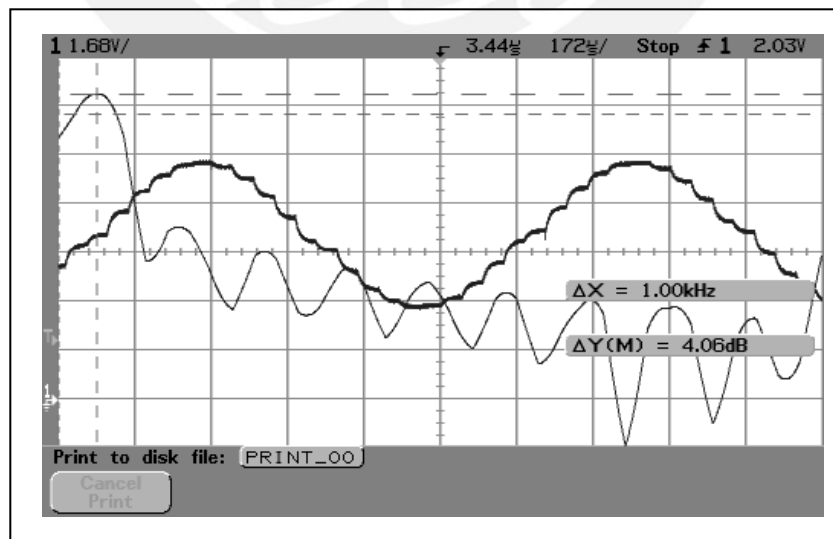


Figura 5-5. Señal de la salida del atenuador en TP505

5.1.2.4. SEÑAL TOMADA EN UNA DE LAS SALIDAS DEL PARLANTE

La figura 5-6 muestra la señal tomada en TP504: señal en una de las entradas del parlante (figura 4-17), y su FFT. La señal tiene $V_{\text{medio}} = 2.52\text{V}$ y $V_{\text{p-p}} = 1.2\text{V}$. Se puede observar que el ruido eléctrico se ha incrementado.

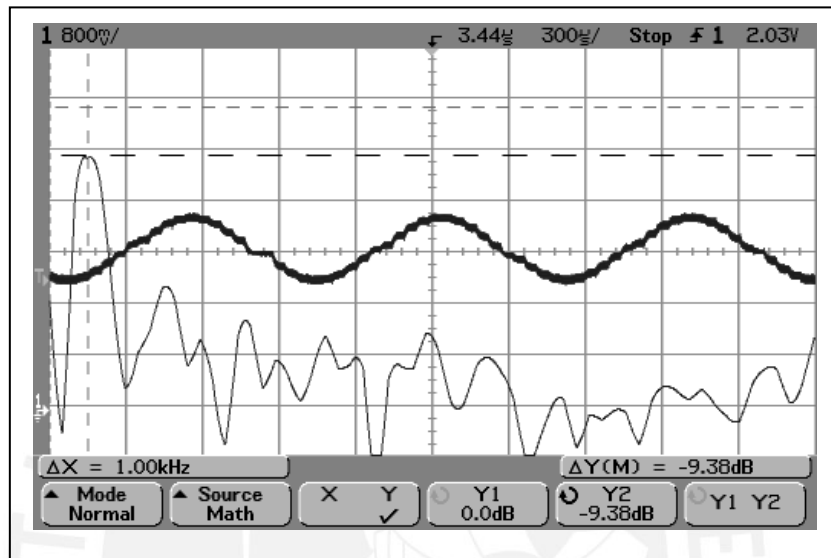


Figura 5-6. Señal en una de las entradas del parlante.

5.1.3 PRUEBAS Y METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS

Se midieron la respuesta en frecuencia, la relación señal a ruido (SNR) y la distorsión armónica THD, del circuito comprendido entre la etapa de control de volumen y la salida de la etapa de amplificación del Reproductor. Debido a que el amplificador utilizado es de tipo 'puente', la referencia del Analizador no podía ser unida a ninguna de las entradas del parlante (ninguno de ellos es la referencia del circuito), por lo que se unió a la referencia del reproductor y se tomó como señal de medida una de las entradas del parlante. Las medidas fueron realizadas con el Sistema Analizador de Señales tipo 3560 C de la marca BRUEL & KJAER. Para realizar las medidas el Reproductor fue energizado con tres fuentes de voltaje DC

de la marca 'Trio' modelo 'PR-601A', con los que se generaban los 5V, 15V y -15V que requiere el Reproductor para su funcionamiento. Se utilizó un osciloscopio BK PRECISION 20MHz modelo 2125 para realizar mediciones durante las pruebas requeridas.

5.1.3.1 METODOLOGÍA PARA OBTENER LA RESPUESTA EN FRECUENCIA

Se realizó un barrido en frecuencia en estado estable por tercio de octavas, para lo cual el analizador envía una señal de prueba hacia el reproductor a través de su entrada auxiliar (conector PL503) y uniendo las líneas 2 y 3 de JP501 (figura 4-17). El Analizador toma la señal de salida de la etapa de amplificación con carga (parlante) para hacer el análisis respectivo. La figura 5-7 muestra el esquema de conexiones usada al inicio de las pruebas para la obtención de la respuesta en frecuencia.

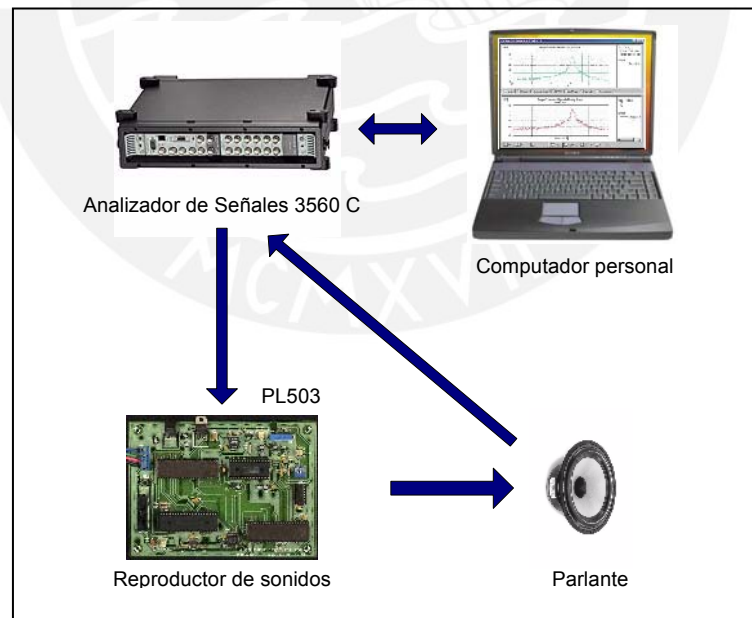


Figura 5-7. Primer esquema de conexiones usado en las mediciones de los parámetros eléctricos del Reproductor de Sonidos.

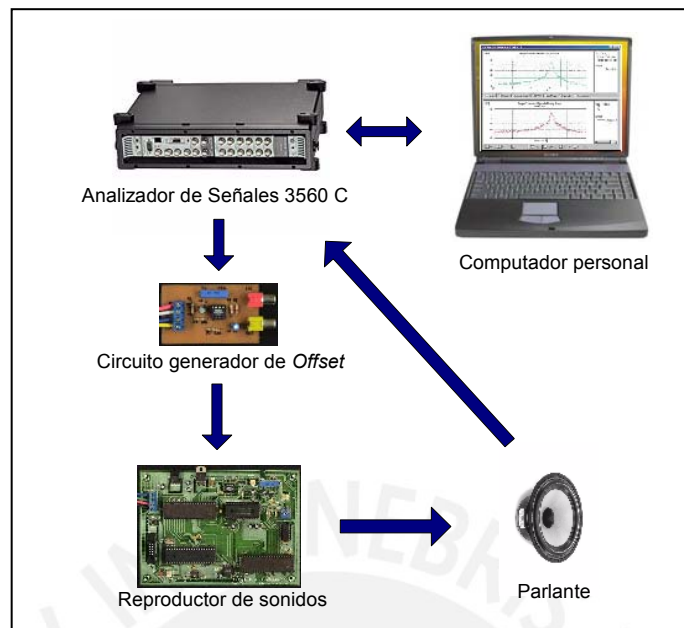


Figura 5-9. Esquema de conexión para las mediciones de los parámetros eléctricos

5.1.3.2 RELACIÓN SEÑAL A RUIDO (SNR)

La medición de NSR se realizó reemplazando el parlante por una carga no inductiva de 8ohm, ello con la intención de que el parlante no afecte a la medición del SNR de las etapas medidas del Reproductor. EL proceso de cálculo del SNR es el siguiente: primero la entrada es conectada a tierra y se mide el promedio del voltaje rms en la salida durante 50 segundos; luego se repite el proceso pero inyectando en la entrada una señal de prueba (1kHz a 120mV) durante 50 segundos. Finalmente se calcula la relación entre los datos hallados [12].

Durante la primera medida (entrada conectada a tierra) el valor obtenido fue 6,45 dB/1V, equivalente a 2.1V, observando que era demasiado alto; este valor fue debido a la componente continua que generaba el circuito generador de offset. Para superar el inconveniente se aplicó en el Analizador (por software) un filtro pasa-alto con frecuencia de corte de 7 Hz. En todo momento el amplificador se encontraba funcionando a máxima potencia.

5.1.3.3 THD (a mínima, media y máxima potencia)

El diagrama de conexiones es el mismo de la figura 5-9. Las medidas se realizaron inyectando en la entrada P503 un barrido logarítmico creciente por un 24 de octava (señal de 120 mV). El análisis se hizo hasta el quinto armónico. El cálculo del THD se realizó con el amplificador del Reproductor en tres condiciones: máxima, media y mínima potencia; ello modificando la posición del potenciómetro R512 (ver figura 4-17).

5.1.4 METODOLOGÍA PARA REALIZAR LAS MEDICIONES ACÚSTICAS

La intención de estas mediciones fueron obtener información de los sonidos reproducibles por el Reproductor en el interior de la Cápsula Neonatal. Para ello se instaló el circuito reproductor y el parlante en la BAN, y, a través de la entrada auxiliar P503, se inyectó ruido blanco desde un computador personal. El sonido reproducido era medido a través de dos micrófonos, y analizado por el Analizador de Señales tipo 3560 C. Las medidas realizadas fueron Respuesta en Frecuencia y Auto espectro.

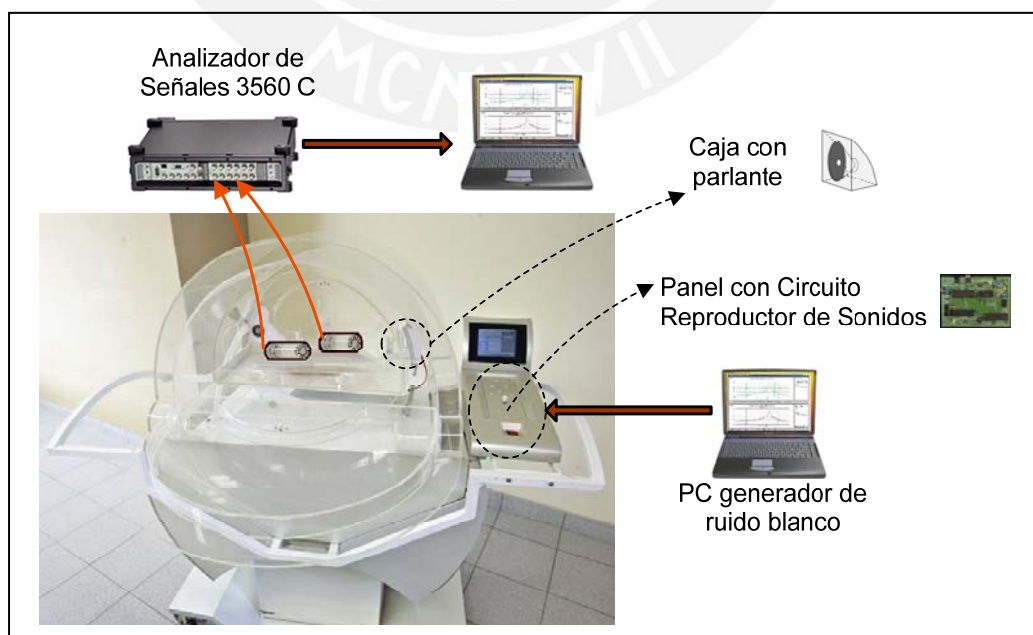


Figura 5-10. Esquema de conexión para las mediciones acústicas

5.2. RESULTADOS

5.2.1. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE ESPECIALISTAS

El prototipo BAN fue presentado en el Instituto Materno Perinatal de Lima, como parte de la difusión y recolección de opiniones de los especialistas médicos. Para dicha presentación el Módulo Reproductor de Sonidos fue instalado en la BAN y puesto en funcionamiento. Así mismo, especialistas del hospital Cayetano Heredia observaron el funcionamiento del Módulo Reproductor de Sonidos instalado en el prototipo BAN durante una visita realizada a la PUCP.

Los comentarios de los especialistas fueron favorables indicando lo oportuno de la propuesta y desarrollo del módulo, ya que cada vez se reconoce más la importancia de los sonidos en el desarrollo del Recién nacido. Adicionalmente dieron recomendaciones, las que son presentadas en el capítulo 6.

5.2.2. SONIDOS ALMACENADOS Y REPRODUCIBLES

Se lograron almacenar 4 tipos de sonidos, los cuales al ser seleccionados se repiten de manera constante hasta que el operador del equipo decida apagarlo o cambiar el tipo de sonido a reproducir. La frecuencia de emisión (por lo tanto la frecuencia de muestreo con que fue grabado), el espacio ocupado y el tiempo de duración de cada tipo de sonido se muestra en la tabla 5-1.

SONIDO	FRECUENCIA DE EMISIÓN	ESPACIO OCUPADO (en bytes)	TIEMPO DE DURACIÓN
Señal para Calibración 1kHz	20830 Hz	168	4 ms
Sonidos Intrauterinos	4098 Hz	8.46 K	1.1 s
Sonido de voz	8065 Hz	268.94 K	17.7 s
Música Clásica	22830 Hz	3.22 M	74 s

Tabla 5-1. Sonidos reproducibles

5.2.3. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS MEDIDOS

5.2.3.1. RELACIÓN SEÑAL A RUIDO (NSR)

Señal de salida con entrada a tierra: -65.2dB/1V equivalente a 547uV

Señal de salida con entrada de 120mV: -24dB/1V, equivalente a 63,1mV

$$SNR = 20\log(63.1\text{mV}/547\text{uV}) = 41.2 \text{ dB}$$

5.2.3.2 CURVAS OBTENIDAS PARA RESPUESTA EN FRECUENCIA

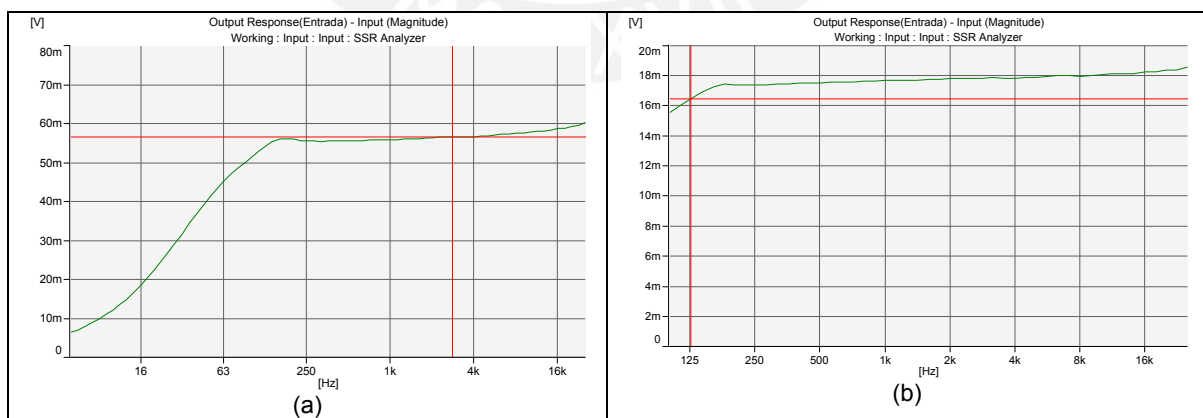


Figura 5-11. Respuesta en frecuencia. a) Señal de entrada V_{in} 1Vrms y amplificador a mínima potencia. b) Señal de entrada V_{in} 25 Vrms y amplificador a máxima potencia.

5.2.3.3. CURVAS OBTENIDAS AL MEDIR THD

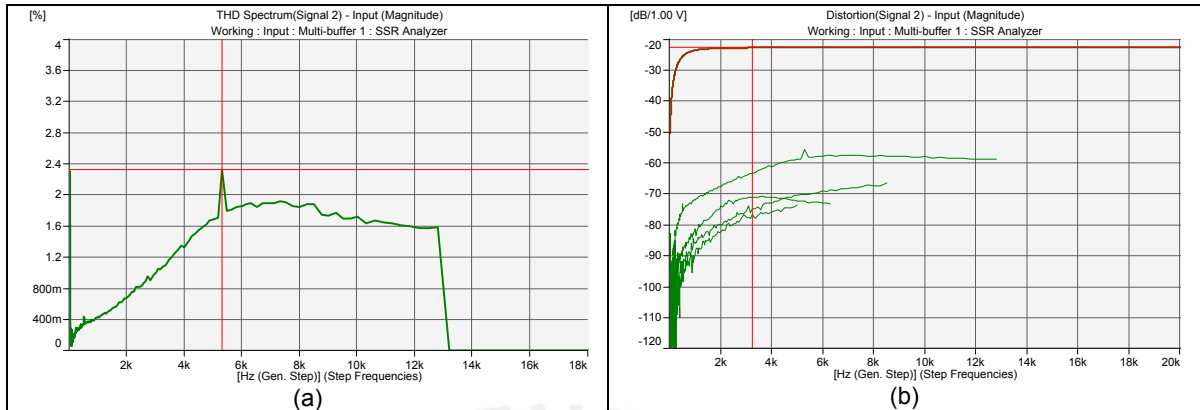


Figura 5-12 Análisis THD con amplificador a máxima potencia. a) Espectro del THD. b) Distorsión armónica por número de armónico.

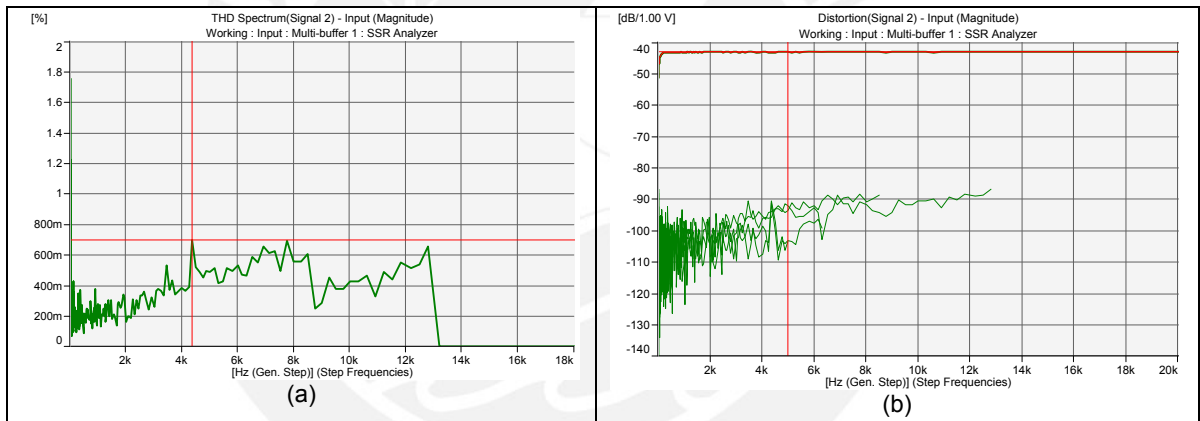


Figura 5-13 Análisis THD con amplificador a mínima potencia. a) Espectro del THD. b) Distorsión armónica por número de armónico

5.2.3. CURVAS DE MEDICIONES ACÚSTICAS

5.2.3.1. RESPUESTA EN FRECUENCIA

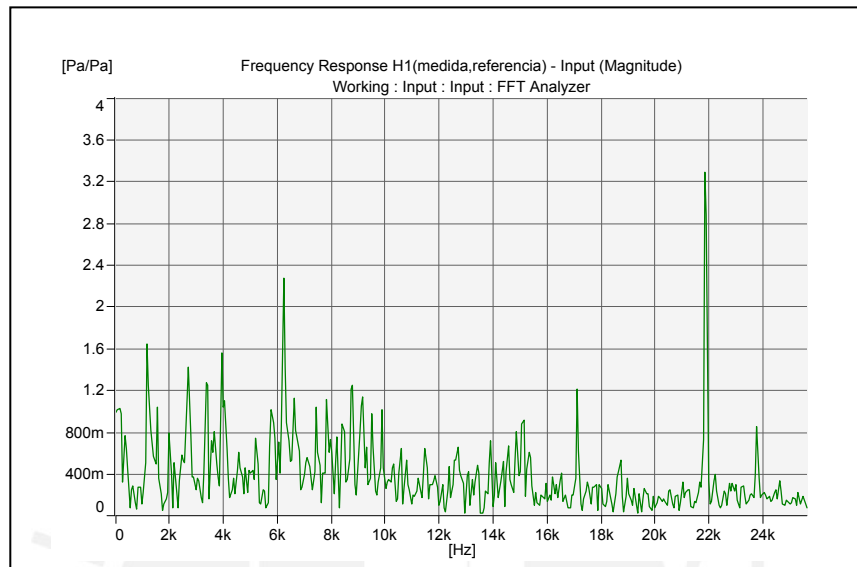


Figura 5-14. Respuesta en frecuencia. Señal de entrada: ruido blanco acústico

5.2.3.2. AUTOESPECTRO

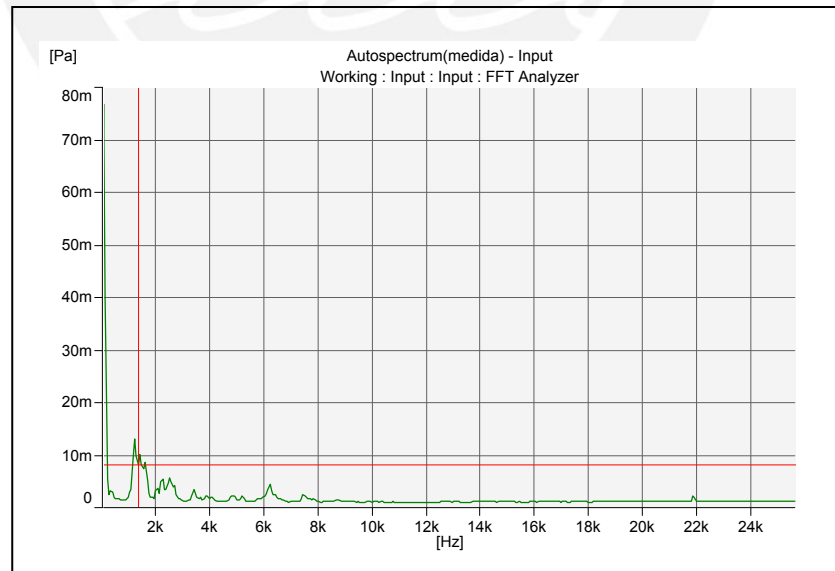


Figura 5-15. Autoespectro. Señal de entrada: ruido blanco acústico

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. El Módulo Reproductor de Sonidos logró ser instalado en el prototipo de BAN sin contaminar el ambiente destinado para el Recién Nacido, debido a que no está en contacto directo con el parlante del reproductor. La intensidad del sonido reproducido en el interior de la cápsula neonatal respeta la norma técnica sin que ningún componente del Módulo Reproductor se sobrecalentara.
2. La comunicación con el módulo de procesamiento y control (E200) de la BAN fue óptima: el control de volumen, la selección de sonido a reproducir y la opción de silenciado son controladas por el E200 sin interferir con ninguno de los demás módulos de la BAN.
3. Los obstáculos entre el sonido emitido por el parlante y el recién nacido conllevan a una degradación en el sonido reproducido en el interior de la cápsula neonatal. Este hecho es inevitable debido al tipo de transductor usado

y al requerimiento de no contaminar con agentes patógenos el ambiente destinado a la atención del recién nacido.

4. Las mediciones mostradas se realizaron después de haber sido trasladado el equipo al Instituto Materno Perinatal de Lima y regresado a la universidad. Luego del traslado se percibió una disminución en la calidad del sonido, lo que indica que el Circuito del Módulo Reproductor no soporta movimientos excesivos.
5. Una de las fuentes de ruido en el sonido generado se debe a que para seleccionar una dirección de memoria de la etapa de memoria se requieren usar tres puertos del microcontrolador (la memoria es de tipo paralelo), por lo que no se puede hacer de manera simultánea. Ello ocasiona un ruido ya que al querer seleccionar una posición de memoria, en el peor de los casos se incurrirá en dos direcciones erróneas (al haber un desborde en dos de los puertos) antes de seleccionar la dirección requerida.
6. El Módulo Reproductor de Sonidos desarrollado está diseñado para que funcione como parte de un equipo de atención neonatal específico como lo es la BAN, ya que a diferencia de otros equipos de atención neonatal como las incubadoras neonatales, la BAN permite añadir sonido en su interior sin sufrir enmascaramiento (la BAN produce menos ruido), existe una zona (entre el domo y la cápsula neonatal, la cual es desechable) donde se puede instalar el parlante sin generar contaminación de agentes patógenos al RN, y consta de un domo de pared doble el cual permite que el sonido entregado al RN sea mayor que el que sale de la BAN, evitando un exceso de contaminación sonora al exterior de la BAN.

7. Debido a que el Reproductor de Sonidos fue desarrollado y concebido como un módulo de la BAN que toma en cuenta a los demás módulos del equipo, es posible modificar parcialmente la forma de funcionamiento (como por ejemplo la forma de subir y bajar el volumen del sonido a reproducir, temporizar la emisión de sonidos y seleccionar sonidos por defecto) del reproductor según las observaciones y recomendaciones que hagan los especialistas.
8. Gracias a los comentarios de los especialistas se puede concluir que el Módulo desarrollado cumple los objetivos propuestos. Así mismo el trabajo plantea nuevos desarrollos e investigaciones en los campos de electroacústica y acústica aplicados a equipos de atención neonatal, y nuevos estudios acerca de los beneficios de los sonidos en los recién nacidos atendidos en equipos de atención neonatal.

6.2. RECOMENDACIONES

1. Se debe diseñar un sistema de aislamiento del parlante que no genere distorsión en el sonido, o en su defecto diseñar un transductor de sonido que no permita la contaminación de agentes patógenos del ambiente destinado al recién nacido. Para la reproducción de sonidos intrauterinos se recomienda el diseño de un transductor o un sistema de transductores que permita la generación de frecuencias inferiores a 100Hz, y que pueda ser instalado en la BAN respetando el uso de las normas internacionales.
2. Los circuitos integrados y demás componentes usados deben ser soldados en el circuito reproductor, ya que el equipo, al ser trasladado, está sujeto a

vibraciones lo cual mueven a los integrados con lo que existe el riesgo a ser dañados.

3. A partir de los comentarios de los especialistas, se recomienda incrementar el tiempo de reproducción de los sonidos, tener la posibilidad de modificar los sonidos a reproducir de manera sencilla (es complicado modificar el contenido de las memorias usadas³), y permitir grabar y reproducir la voz de la madre del RN que es atendido. Para ello:

- El uso de memorias seriales tipo Flash de capacidades mucho mayores a las seleccionadas, permitiría modificar de manera sencilla nuevos sonidos, incrementar el sonido a reproducir, y mejorar la calidad de la misma. Además, el uso de memorias seriales eliminaría la necesidad de requerir más de un puerto del microcontrolador para seleccionar una posición de memoria, y con ello también se eliminarían los problemas de ruido generado por desborde en los puertos del microcontrolador.
- Existen integrados diseñados para la grabación, almacenamiento y reproducción de sonidos. El uso de estos componentes permitiría la grabación de la voz de la madre del RN atendido en el mismo equipo, pudiendo emitir al RN la voz de su propia madre.

4. El diseño de un nuevo Módulo Reproductor debe considerar la interfase eléctrica y mecánica necesaria para ser conectado a los equipos de laboratorio que lo medirán, ya que de lo contrario las medidas que se obtengan contendrán error.

³ Debe hacerse fuera del circuito: primero se deben borrar con luz ultravioleta y grabarlos en un equipo especial

5. Para el desarrollo de un reproductor de sonido aplicable a otro tipo de equipo de atención neonatal, como lo es una incubadora, se debe cambiar el método de generación de sonido, ya que el uso de una caja con un parlante (como el usado en el Módulo Reproductor desarrollado) no sería adecuado. Por otro lado el control del reproductor debe ser independiente del sistema electrónico del equipo de atención neonatal, pues éste no está diseñado para interactuar con un módulo reproductor de sonidos



7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gordon B. Avery, Mary Ann Fletcher, Mhairi G. MacDonald. “Neonatología. Fisiopatología y manejo del recién nacido”. 2001 Editorial Médica Panamericana S.A.
- [2] Annie Moch “Los efectos nocivos del ruido. Desde la vida fetal a la adolescencia” p.85. 1985 Editorial Planeta.
- [3] Gerhard Heese. “La Estimulación Temprana del Niño Discapacitado como Tarea Pedagógica”. 1986 Editorial Médica Panamericana S.A.
- [4] Pallás Alonso C.R., Gutiérrez Argul O. “El ambiente en los cuidados intensivos neonatales” An Esp Pediatr 1997;47:618-620
- [5] Suzanne Alfaro de Zapata. Artículo: “El mundo sensible del recién nacido” Revista Crianza No 5
- [6] Manejo ambiental del recién nacido de muy bajo peso. Un enfoque fisiológico.
Dra. Elina R. Mendoza Ibáñez, Dr. Moisés Morales Suárez

- [7] La estimulación temprana como prevención de alto riesgo. Beatriz Eugenia Gonzáles Guerra. Mildred Figueroa Rodriguez, Silvia Margarita Mejía Hernández. Hilda V. Miranda de Orozco. P 36.
- [8] <http://www.abranpasoalbebe.com/faq.htm>
- [9] Manual de medidas acústicas y control. Cyril M Harris. Mc Graw Hill. Edición: Tercera Eición 1995
- [10] Fundamentos de acústica. Kinsler. Limusa S.A. Cuarta edición. 1995
- [11] Introducción al control del ruido. Moreno. Brüel & Kjaer. 1990
- [12] Audio Specifications. Dennis Bohn. RaneNote. 145. 2000, última revisión 1/03
- [13] Conceptos Generales de Audio y Acústica. Ignacio Herrera García. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones. Versión html.
- <http://www.diac.upm.es/asignaturas/sistaudio/TFC%20Ignacio/index.html>
- Noviembre 2002
- [14] Sound System Engineering. Don and Carolyn Davis. Howard W. Sams & Co., Inc.
- [15] Amplificación de Bajo Ruido. Métodos Para Optimizar la Relación Señal/Ruido. Fco. Javier Rodríguez, Manuel Mazo Quintas, Jesús Ureña Ureña, Felipe Espinoza Zapata, Departamento de Electrónica, Universidad de Alcalá de Henares. Revista Mundo Electrónico No 590 enero 2004
- [16] El ruido en sistemas digitales (II). Fuentes, acoplos y receptores de ruido. Francesc Daura Luna. Revista Mundo Electrónico No171 Marzo 1987

- [17] Manual de alta fidelidad y sonido profesional / bajo la coordinación de José Mompín Poblet. Mompín Poblet, José, coord. 2a ed. Barcelona : Marcombo, 1989 (Mundo electrónico)
- [18] International standard CEI IEC 601-2-19 Primera edición
- [19] Registro de la patente de invención Burbuja Artificial Neonatal
<http://v3.espacenet.com/textdoc?CY=ep&LG=en&F=4&IDX=EP1380276&DB=EPODOC>
- [20] <http://www.draeger.com>
- [21] <http://www.atom-ami.co.jp/english/>
- [22] Hoja técnica PCM54. Burr Brown
- [23] Hoja técnica LM1971. National Semiconductor
- [24] Hoja técnica LM380. National Semiconductor
- [25] Hoja técnica TDA2003. ST
- [26] Hoja técnica TPA0211. Texas Instruments
- [27] www.microchip.com
- [28] Hoja técnica GF1004H
- [29] Hoja técnica EAS-6P22S
- [30] www.digikey.com



1.1 ALTAVOCES ELECTROSTÁTICOS

El altavoz electrostático (figura 1) está formado por un diafragma muy ligero, generalmente de poliéster, colocado entre dos electrodos acústicamente transparentes. Este diafragma está eléctricamente polarizado con relación a los dos electrodos, los cuales crean un potente campo electrostático; la señal proveniente del amplificador es aplicada a estos dos electrodos, como si de un push-pull se tratara, a través de un transformador. Las variaciones de polaridad del diafragma con respecto a las dos placas polarizadoras fuerzan a éste a desplazarse hacia una placa u otra, reproduciendo así a la señal.

Ventajas y desventajas

En un altavoz electrostático el desplazamiento del diafragma es muy reducido; esto, unido a la ligereza del mismo proporciona una excelente reproducción de las señales transitorias. Al mismo tiempo la fuerza que excita al diafragma es aplicada uniformemente en toda la superficie; de esta forma la posibilidad de “ruptura del cono”, que podía ocurrir en altavoces electrodinámicos, queda eliminada. Por otra parte los altavoces electrostáticos no utilizan caja acústica alguna, por lo que quedan eliminadas la coloración y las resonancias propias de esta última. Al no utilizar caja acústica, no hay separación entre la señal emitida por la parte frontal del diafragma y la emitida por la parte posterior, reduciéndose así el nivel de la señal reproducida. Otro factor a tener en cuenta en altavoces electrostáticos es la posibilidad de que se produzca una chispa que perfora el diafragma. Un último inconveniente es el tipo de impedancia que presentan, ya que es de alto valor y eminentemente capacitiva; pocos amplificadores pueden trabajar con éste tipo de cargas, por lo que muchos fabricantes incluyen en el altavoz el amplificador adecuado para este tipo de cargas.

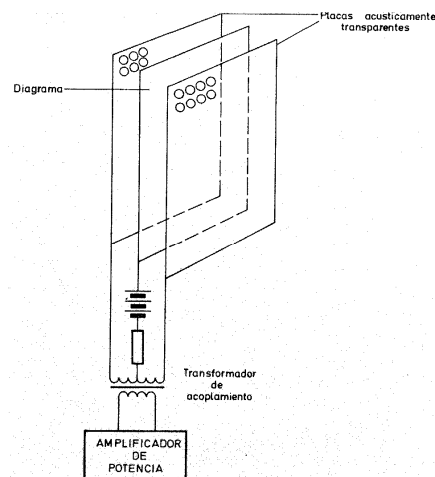


Figura 1. Principio de funcionamiento del altavoz electrostático

1.2 ALTAVOCES MAGNÉTICOS PLANOS

Es una variación de altavoz electrostático (figura 2). Consta de dos paneles magnéticos, acústicamente transparentes, en medio de los cuales está situado el diafragma, constituido por un material ligero sobre el cual se ha pintado o pegado un material conductor que forma la bobina móvil de este altavoz; el principio de funcionamiento es el mismo que el del altavoz electrodinámico: el campo magnético generado por la bobina, al ser recorrido por la corriente del amplificador, se opone al campo magnético estático creado por los paneles magnéticos, produciéndose el movimiento del diafragma.

Ventajas y desventajas

Las ventajas son las mismas que las del altavoz electrostático: baja velocidad del diafragma, diafragma ligero y buena reproducción de transitorios. En cambio la posibilidad de perforación del diafragma, que podía ocurrir en los altavoces electrostáticos, queda eliminada.

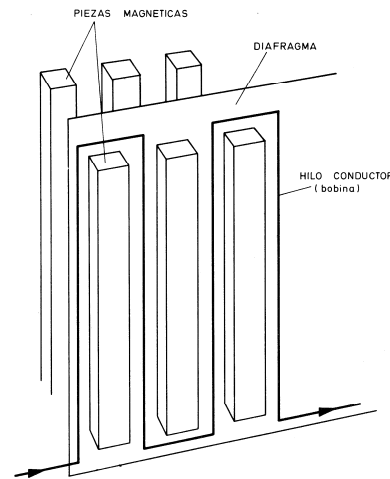


Figura 2. Principio de funcionamiento del altavoz magnético plano

1.3 LA UNIDAD WALSH

La idea original es que el cono de un altavoz nunca podrá comportarse como un pistón en todo el margen de frecuencias audibles a no ser que se haga tan pequeño que no emita sonido alguno. Entonces, será mejor controlar las vibraciones y dejar que los pulsos exciten el aire simultáneamente a su paso a través del cono.

La idea se configura en un único cono para reproducir todas las frecuencias y su funcionamiento se refleja en la figura 3. El sonido producido por este tipo de cono es el mismo que produciría un cilindro pulsante, en el que cada parte de la superficie se moviese hacia adentro y hacia afuera en perfecta fase con la señal a él conectada. En la unidad Walsh el cono está construido de titanio en su parte superior, y de aluminio en la parte inferior, a fin de que el tiempo que tarde un impulso en viajar a través del cono y una línea vertical al eje de la suspensión. La señal así reproducida es denominada “coherent sound” (sonido coherente), al igual que la luz reproducida por un láser. Al mismo tiempo este diseño tiene la ventaja de radiar omnidireccionalmente el sonido a 360°.

En todo lo demás el principio de funcionamiento es el mismo que el altavoz electrodinámico, estando la unidad montada en la parte superior de una caja acústica que anula la señal producida por la parte interior del cono. Las ventajas son un sonido omnidireccional correctamente reproducido en fase pero que requiere una ecualización para eliminar las bajas frecuencias a fin de no provocar en la unidad movimientos incontrolados, y dado que la unidad Walsh es poco eficiente, se requieren amplificadores de 100 a 200 vatios r.m.s. por canal.

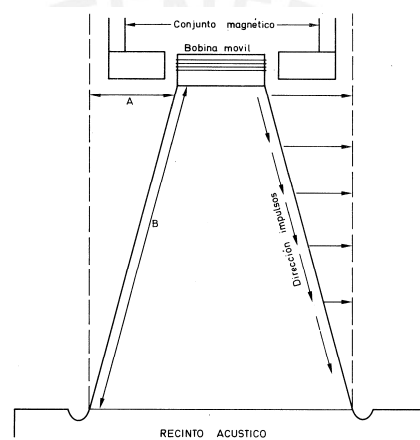


Figura 3. Unidad "Walsh". El tiempo que tardan los impulsos en recorrer la distancia A , es el mismo que tardan en recorrer la distancia B

1.4 UNIDADES HEIL

Son utilizados como altavoces de medios y agudos. El principio de funcionamiento es similar al de los altavoces planos magnéticos, pero la unidad Heil utiliza un ligero diafragma de mylar en el que va impresa la bobina móvil que ocupa casi la totalidad del diafragma; la diferencia es que en las unidades de K Heil el diafragma está plegado como un acordeón y colocado en un campo magnéticamente uniforme. Cuando se aplica corriente a la bobina móvil los pliegues de este acordeón se abren y cierran "pellizcando" el aire que se encuentra entre ellos. La aceleración que se consigue de esta manera es 5 veces superior a

la que se consigue excitando el aire con el sistema que utilizan las unidades convencionales; esto quiere decir que el diafragma sólo debe moverse a $1/5$ de la velocidad con que se desplaza el aire circundante. Esta baja velocidad del diafragma se traduce en una excelente reproducción transitoria que cubre la gama de medios hasta frecuencias muy elevadas.

1.5 ALTAVOCES PIEZOELÉCTRICOS

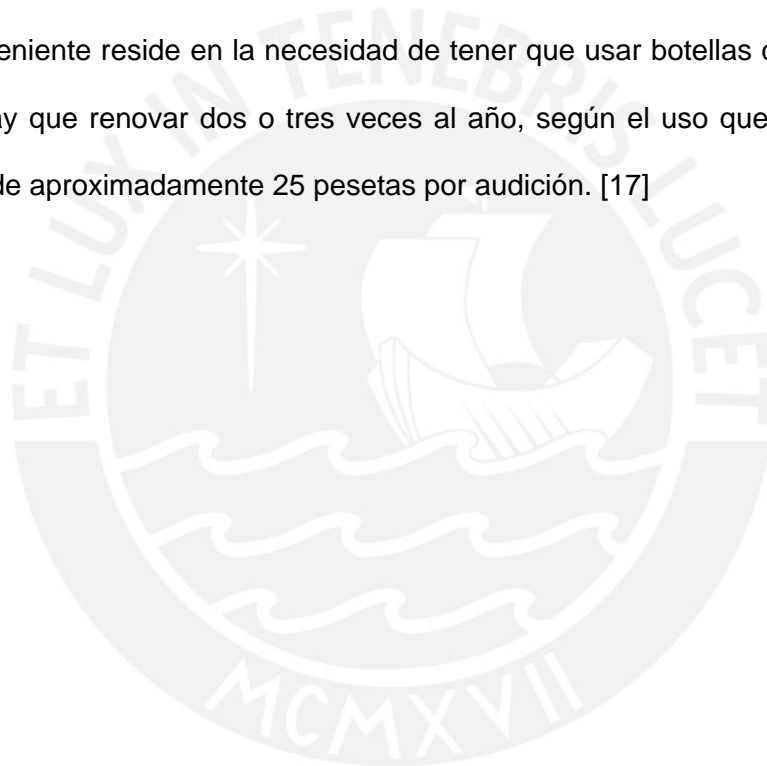
La propiedad que tienen algunos materiales piezoeléctricos de deformarse cuando se les aplica una corriente o, a la inversa, de producir corriente cuando son presionados, ha sido usada desde hace mucho tiempo en cápsulas fonográficas, sensores acústicos, medidores de deformaciones, etc. La aplicación de éste fenómeno a los altavoces ha resultado siempre muy atractiva ya que la potencia absorbida por estas unidades es inferior a la que absorbe una bobina móvil convencional, pero su principal inconveniente ha sido el del rendimiento ya que los desplazamientos que se consiguen actualmente en estos materiales son microscópicos. Esta es la razón por la que el empleo de estos altavoces se ve limitado a las altas frecuencias. Además, como son unidades de muy bajo rendimiento, en algunos modelos se utilizan trompetas exponenciales a fin de aumentar el nivel de salida. Una importante firma japonesa (Pioneer) ha desarrollado un nuevo tweeter piezoeléctrico que puede ser cortado en finas láminas o modelado en variedad de formas; la unidad H.P.M. utiliza una configuración cilíndrica con una lente acústica para controlar la dispersión.

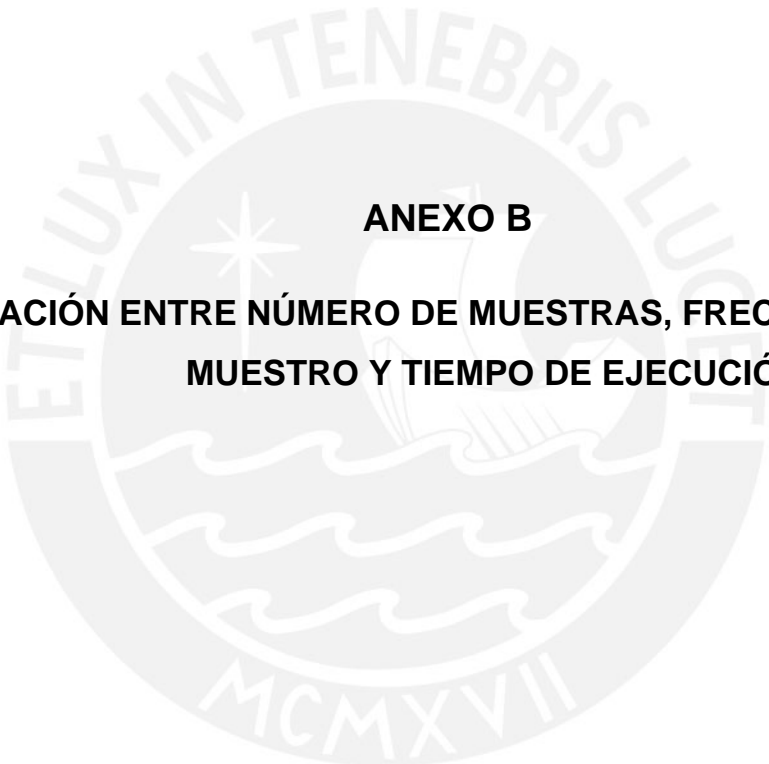
1.6 UNIDADES “PLASMATRONICS”

Las unidades Plasmatronic son lo más cercano que existe al altavoz ideal cuyo diafragma no tiene masa. El diafragma de este altavoz está constituido por una mezcla de aire-helio colocada en una pequeña cavidad sujeta a una descarga

de alta tensión que lo ioniza, produciéndose iones positivos y negativos. El paso de una corriente de audio a través de este gas, que se ha convertido en conductor, produce variaciones de presión y temperatura. Estas variaciones de presión corresponden a las variaciones de la señal de audio conectada a estas unidades.

El uso de un diafragma, que no pesa nada, da como resultado una excelente reproducción de las frecuencias altas y transitorias. En la unidad tipo 1 la unidad de plasma Hill puede reproducir frecuencias superiores a 700 Hz; su inconveniente reside en la necesidad de tener que usar botellas de helio a presión que hay que renovar dos o tres veces al año, según el uso que se haga, con un costo de aproximadamente 25 pesetas por audición. [17]





ANEXO B

**RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE MUESTRAS, FRECUENCIA DE
MUESTRO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN**

A continuación se presenta un cuadro comparativo donde se aprecia la relación entre el número de muestras, la frecuencia de muestreo y la duración en segundos del sonido a reproducir.

Número de muestras	Frecuencia de muestreo					
	6000 Khz	8000 Khz	11025 Khz	16000 Khz	22020 Khz	32000 Khz
16K	2.7 s	2 s	1.5 s	1 s	0.7 s	0.5 s
64K	10.9 s	8.1 s	5.9 s	4 s	3 s	2 s
256K	43.7 s	32.8 s	23.8 s	16.3 s	11.9 s	8.2 s
512	87.4 s	65.5 s	47.6 s	32.7 s	23.8 s	16.3 s
1M	174.7 s	131 s	95.1 s	65.5 s	47.6 s	32.8 s
2M	349.5 s	262.1 s	190.2 s	131 s	95.2 s	65.5 s
4M	699 s	524.3 s	380.4 s	262.1 s	190.4 s	131 s


Tabla 1. Relación de frecuencias de muestreo, tiempo de emisión y número de muestras







Neonatal bubble

Patent number: EP1380276
Publication date: 2004-01-14
Inventor: AJITO LAM EDUARDO (PE); CASTILLON LEVANO CLAUDIO BRUNO (PE)
Applicant: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLIC (PE)
Classification:
 - **international:** A61G11/00
 - **euopean:** A61G11/00
Application number: EP20030356111 20030711
Priority number(s): PE20020000622 20020712

Also published as:

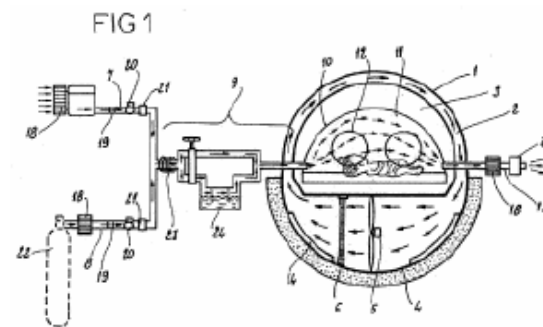
 JP2004041736 (A)

Cited documents:

 EP0291280
 EP0931534
 US6210320
 US4712263

Abstract of EP1380276

The present invention relates to a medical appliance for improving the intensive care of high-risk newborns, said appliance being characterized in that it comprises: firstly, a tempered air closed circuit (1, 4) enclosing a neonatal capsule (10) and comprising a dome (1) composed of two concentric layers defining an intra-dome space (2) therebetween, through which tempered air can circulate, to maintain the temperature in the intermediate artificial environment (3) created between the neonatal capsule (10) and the tempered air closed circuit (1, 4), and secondly, a continuous ventilation circuit (4) comprising air and oxygen inlet lines (7, 8) and a mixture outlet line, for administrating a continuous and regulated air flow of filtered, oxygenated, tempered and humidified air to the newborn child inside the neonatal capsule (10), and thirdly, a set of doors (12, 15, 16) through said neonatal capsule and dome, providing access inside said neonatal capsule.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Figura 4. Primera página de patente BAN



ANEXO D
FOTOS



Figura 5. Circuito impreso del Reproductor de Sonidos



Figura 6. Parte superior de la BAN

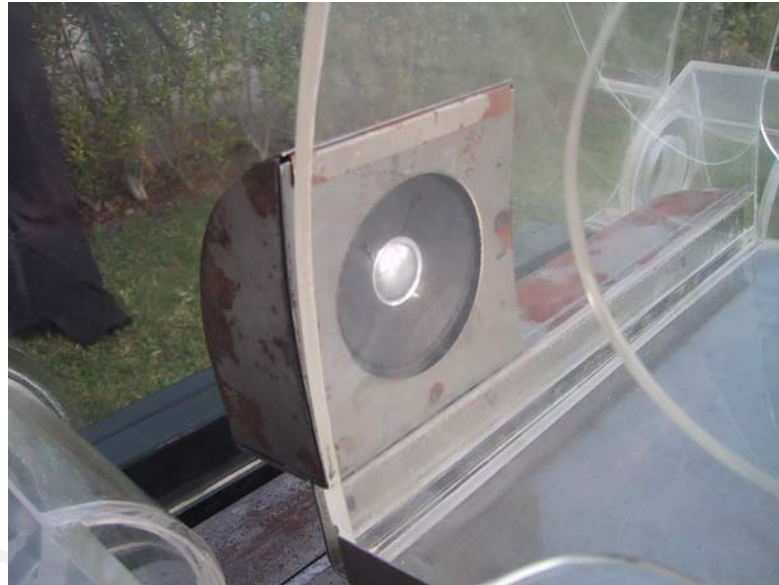


Figura 7. Parte superior de la BAN



Figura 8. Primer prototipo experimental BAN



```

;-----
; TÍTULO: CONTROL GENERAL DEL REPRODUCTOR DE SONIDOS PARA BAN
; AUTOR: JIMMY FERNANDO TARRILLO OLANO
; DESCRIPCIÓN: PROGRAMA ENSAMBLADOR PARA PIC16F877 QUE CONTROLA EL
; FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO REPRODUCTOR DE SONIDOS
; AÑO: 2005
;-----

```

```

list p=16F877, f=inhx32
#include <P16F877.INC>

```

```

;-----
;
; Definición de variables
; Direcciones en puertos A, C, D
; RA4:RA0 : PORTC : PORTD
; DIRH : DIRM : DIRL
; Control de volumen por puerto E
; Comunicación con E200 puerto B
; Registro de sonido (puerto B):
;
;-----
; | AUX | CAS | CA1 | CA2 | | | APA | REP |
; | RB7 | RB6 | RB5 | RB4 | RB3 | RB2 | RB1 | RB0 |
; | in | in | in | in | in | in | out | out |
;-----

```

```

; Define Registros

```

```

SON equ 30h
DIRL equ 31h
DIRM equ 32h
DIRH equ 33h
FINL equ 34h
FINM equ 35h
FINH equ 36h
RET equ 37h
BANDERAS equ 38h

```

```

VOL equ 39h
RSER equ 3Ah
RSER_DATA equ 3Bh
DESPLAZA equ 3Ch
SELSON equ 3Dh
TEMP_PORTA equ 3Eh

```

```

CBLOCK 0x40
DIR_TEMP:3
DIR_TEMP1:3
W_TEMP:1
STATUS_TEMP:1
ENDC

```

```

; Define bits de BANDERAS

```

```

CAMSON equ 0
FINRET equ 1
APAGA equ 2

```

```

;-----
;

```

```

org 00h ; vector de reset
goto INICIO

```

```

org 04h ; vector de interrupciones
goto INTERRUMPE

```

```

;-----
;

```

```

                                org    10h
INICIO
;*****
;
;          Configura puertos
;*****
;
;          bcf    STATUS, RP0    ;
;          bsf    STATUS, RP0    ; Banco 1
;
;          clrf   TRISA          ; PORTA (direc) como salida
;          clrf   TRISC          ; PORTC (direc) como salida
;          clrf   TRISD          ; PORTD (direc) como salida
;          clrf   TRISE          ; PORTE (atenuador) como salida
;          movlw  b'00000111'
;          movwf  ADCON1         ; PORTE digital
;
;          movlw  0x06
;          movwf  ADCON1         ; PORTA como intradas digitales
;
;          movlw  b'11111100'    ; PORTB<7..4> recibe palabra de control
;          movwf  TRISB          ; PORTB<1> 0:apaga, 1:enciende amplificador
;                               ; PORTB<0>  avisa estado de reproductor
;*****
;
;          Configura timer
;*****
;
;          movlw  b'10000001'    ; factor de pre escalador 1 : 4
;          movwf  OPTION_REG     ; Deshabilita resistencias de pull up
;*****
;
;          Inicializa Variables
;*****
;
;          bcf    STATUS, RP0    ; Banco 0
;          clrf   PORTA          ; Limpiamos el puerto A
;          clrf   PORTB          ; Limpiamos el puerto B
;          clrf   PORTC          ; Limpiamos el puerto C
;          clrf   PORTD          ; Limpiamos el puerto D
;          clrf   PORTE          ; Limpiamos el puerto E
;          clrf   BANDERAS
;          clrf   INTCON
;          clrf   RET
;          clrf   SELSON
;          clrf   FINL
;          clrf   FINM
;          clrf   FINH
;          movlw  0x00
;          movwf  VOL            ; inicializa con volumen maximo
;          clrf   DIR_TEMP
;          clrf   DIR_TEMP+1
;          clrf   DIR_TEMP+2
;          clrf   DIR_TEMP1
;          clrf   DIR_TEMP1+1
;          clrf   DIR_TEMP1+2
;
;          movf   VOL,0
;          movwf  RSER_DATA      ; RSER_DATA = VOL
;          call   INIENVIO
;*****
;
;          bsf    INTCON,RBIE    ; Habilita inter por cambio en RB4..7
;          bsf    INTCON,GIE     ; Habilita interrupciones generales

```

ESPERA

```

clrwdt
bcf    PORTB,1          ; apaga amplificador

btfss  BANDERAS,CAMSON ; Verifica cambio de SON
goto   ESPERA

bcf    BANDERAS,CAMSON ; Actualiza CAMSON

```

ESCOSON

```

movlw  b'01000000'      ; Máscara para sonido prueba
subwf  SELSON,0
btfsc  STATUS,2
goto   PRUEBA

movlw  b'01010000'      ; Máscara para sonido 1
subwf  SELSON,0
btfsc  STATUS,2
goto   VOZ              ; SONIDO1

movlw  b'01100000'      ; Máscara para sonido 2
subwf  SELSON,0
btfsc  STATUS,2
goto   CLASICA1        ; SONIDO2

movlw  b'01110000'      ; Máscara para sonido 3
subwf  SELSON,0
btfsc  STATUS,2
goto   CLASICA2        ; SONIDO3

goto   ESPERA

```

```

;-----
;RANGOS DE SONIDOS
;SONIDO 0 PRUEBA:          0 - 0x53 20830Hz 83muestras 0.004s
;SONIDO 1 INTRAUTERINO:   0x54 - 0x1132, 4098Hz 4319muestras 1.11s
;SONIDO 2 VOZ :          0x1133 - 0x22B13, 8065Hz 137697muestras 17.07s
;SONIDO 3 CLÁSICA:       0x22B14 - 0x1BF376, 20830 1689698muestras 81.51
;-----

```

PRUEBA

```

; Emite tono de prueba de 1Khz@20.66Khz
; BANCO 0
CLRF  STATUS
movlw 0x00
movwf DIR_TEMP ; Dirección baja de inicio de prueba
movlw 0x00
movwf DIR_TEMP+1 ; Dirección media de inicio de prueba
movlw 0x00
movwf DIR_TEMP+2 ; Dirección alta de inicio de prueba

movlw 0x53 ; FINLP
movwf FINL ; Dirección baja de fin de prueba
movlw 0x00 ; FINMP
movwf FINM ; Dirección media de fin de prueba
movlw 0x00 ; FINHP
movwf FINH ; Dirección alta de fin de prueba

movlw 0xC8 ; 20.66 KHZ
movwf RET ; Para la frecuencia de muestreo de prueba

call  EMITE ; Emite sonido seleccionado

```

```

btfsc BANDERAS,CAMSON ; Verifica cambio de SON
goto ESPERA

btfsc BANDERAS,APAGA ; Verifica si usuario apagó sonido
goto ESPERA

goto PRUEBA

VOZ

CLRF STATUS ; BANCO 0
movlw 0x33
movwf DIR_TEMP ; Dirección baja de inicio de intrauterino
movlw 0x11
movwf DIR_TEMP+1 ; Dirección media de inicio de intrauterino
movlw 0x00
movwf DIR_TEMP+2 ; Dirección alta de inicio de intrauterino

movlw 0x13 ; FINLP
movwf FINL ; Dirección baja de fin de intrauterino
movlw 0x2B ; FINMP
movwf FINM ; Dirección media de fin de intrauterino
movlw 0x02 ; FINHP
movwf FINH ; Dirección alta de fin de intrauterino

movlw 0x68 ; 8065Hz
movwf RET ; Para la frecuencia de muestreo de prueba

call EMITE ; Emite sonido seleccionado

btfsc BANDERAS,CAMSON ; Verifica cambio de SON
goto ESPERA

btfsc BANDERAS,APAGA ; Verifica si usuario apagó sonido
goto ESPERA

;
;
; btfss SELSON,6 ; Si no se ha seleccionado otro sonido
; goto VOZ ; sigue emitiendo voz (OPCIONAL)

goto VOZ

CLASICA1
; Emite cancion de cuna @4Khz
; BANCO 0
CLRF STATUS
movlw 0x14
movwf DIR_TEMP ; Dirección baja de inicio de voz
movlw 0x2B
movwf DIR_TEMP+1 ; Dirección media de inicio de voz
movlw 0x02
movwf DIR_TEMP+2 ; Dirección alta de inicio de voz

movlw 0xCF ; FINLP
movwf FINL ; Dirección baja de fin de voz
movlw 0x7D ; FINMP
movwf FINM ; Dirección media de fin de voz
movlw 0x0D ; FINHP
movwf FINH ; Dirección alta de fin de voz

movlw 0xC8 ; 20660 Hz
movwf RET ; Para la frecuencia de muestreo de prueba

call EMITE ; Emite sonido seleccionado

btfsc BANDERAS,CAMSON ; Verifica cambio de SON
goto ESPERA

```



```

        btfsc BANDERAS,APAGA ; Verifica si usuario apagó sonido
        goto ESPERA

;
;
; btfss SELSON,6 ; Si no se ha seleccionado otro sonido
; goto CLASICA1 ; sigue emitiendo voz (OPCIONAL)

        goto CLASICA1

CLASICA2 ; Emite música clásica 11.025Khz
        CLRf STATUS ; BANCO 0
        movlw 0xD0
        movwf DIR_TEMP ; Dirección baja de inicio de clasica
        movlw 0x7D
        movwf DIR_TEMP+1 ; Dirección media de inicio de clasica
        movlw 0x0D
        movwf DIR_TEMP+2 ; Dirección alta de inicio de clasica

        movlw 0x76 ; FINLP
        movwf FINL ; Dirección baja de fin de clasica
        movlw 0xF3 ; FINMP
        movwf FINM ; Dirección media de fin de clasica
        movlw 0x1B ; FINHP 1F
        movwf FINH ; Dirección alta de fin de clasica

        movlw 0xC8 ; 20830 HZ
        movwf RET ; Para la frecuencia de muestreo de prueba

        call EMITE ; Emite sonido seleccionado

        btfsc BANDERAS,CAMSON ; Verifica cambio de SON
        goto ESPERA

        btfsc BANDERAS,APAGA ; Verifica si usuario apagó sonido
        goto ESPERA

;
;
; btfss SELSON,6 ; Si no se ha seleccionado otro sonido
; goto CLASICA2 ; sigue emitiendo clasica2 (OPCIONAL)

        goto CLASICA2
    
```

```

;*****
;
; SUBROUTINA: "EMITE".
; Envía las direcciones del sonido seleccionado según su frecuencia de muestreo
;*****
;
    
```

```

EMITE
;
; bsf PORTB,0 ; Emite = 1
; bcf INTCON,T0IF

;**** Banco 1
;
; bsf STATUS, RP0 ; Banco 1
; bsf INTCON,5 ; Habilita interrupciones por Timer0

;**** Banco 0
;
; bcf STATUS, RP0 ; Banco 0

; bsf PORTB,1 ; Enciende amplificador
; bcf BANDERAS,APAGA ; APAGA = 0

; movf RET,0 ; Carga el RET en TMR0 para frec. emisión
; movwf TMR0
    
```


NUEVA_MUESTRA

```

btfsc BANDERAS,CAMSON ; Si hay cambio de sonido, sale de emite
goto RETORNA
btfsc BANDERAS,APAGA ; Si se ha apagado, sale de emisión
goto RETORNA

```

DELAY

```

btfss BANDERAS,FINRET ; espera que cumpla tiempo para emisión
goto DELAY
bcf BANDERAS,FINRET

```

;**** Banco 0

```

clrf STATUS ; Banco 0

```

; INCREMENTA LAS VARIABLES DIR_TEMP

```

incf DIR_TEMP,1
movf DIR_TEMP,W ; Revisa desborde de DIR_TEMP
sublw 0x00
btfss STATUS,2
goto REVISAR_FINL

```

```

incf DIR_TEMP+1,1
movf DIR_TEMP+1,0 ; Revisa desborde de PORTC
sublw 0x00
btfss STATUS,2
goto REVISAR_FINL

```

```

incf DIR_TEMP+2

```

REVISAR_FINL

```

movf FINL,0
subwf DIR_TEMP,0 ; Revisa si se llegó al final de DIRL
btfss STATUS,2 ; Si llegó al final de DIRL revisa DIRM
goto ENVIAR_DIR

```

REVISAR_FINM

```

movf FINM,0
subwf DIR_TEMP+1,0 ; Revisa si se llegó al final de DIRM
btfss STATUS,2 ; Si llegó al final de DIRL revisa DIRH
goto ENVIAR_DIR

```

REV_FINH

```

movf DIR_TEMP+2,0
andlw 0x1F
movwf TEMP_PORTA ; Enmascara bits validos
movf FINH,0
subwf TEMP_PORTA,0; Revisa si se llegó al final de DIRL
btfss STATUS,2 ; Si llegó al final de DIRL revisa DIRM
goto ENVIAR_DIR
goto RETORNA ;Se llegó al final

```

ENVIAR_DIR

```

;
; _____
; DIR_TEMP = DIR_TEMP1
MOVWF DIR_TEMP,w
MOVWF DIR_TEMP1
MOVWF DIR_TEMP+1,w
MOVWF DIR_TEMP1+1
MOVWF DIR_TEMP+2,w
MOVWF DIR_TEMP1+2
;
; _____
;

```

```

; EN DIR_TEMP1 SE HACE EL CAMBIO (ARREGLO DE BITS)
    rrf        DIR_TEMP1+2
    rrf        DIR_TEMP1+1
    rrf        DIR_TEMP1
    btfsc     STATUS,C
    bsf       DIR_TEMP1+2,4      ; Activo el Q15
;
;
;
; ENVIA BITS ARREGLOS POR PUERTOS
    movf     DIR_TEMP1+2,w
    movwf   PORTA
    movf     DIR_TEMP1,w
    movwf   PORTD
    movf     DIR_TEMP1+1,w
    movwf   PORTC
;
;
    goto    NUEVA_MUESTRA

RETORNA
;*** Banco 1
    bsf     STATUS,RP0      ; Banco 1
    bcf     INTCON,5        ; Deshabilita interrupciones por Timer0
;
;*** Banco 0
    bcf     STATUS,RP0      ; Banco 0
    bcf     PORTB,0         ; Emite = 0
;
    bsf     BANDERAS,APAGA  ; Apaga amplificador
    return

;*****
; SUBROUTINA DE INTERRUCCIÓN:
; Interrumpe si se modificó el sonido o el volumen
;*****

INTERRUMPE
    btfsc   INTCON,TOIF     ; Si TOIE=1, fin de retardo (frec emisión)
    goto    FIN_RETARDO

GUARDA_PB

    btfs   PORTB,7
    goto   HAB_INT_RB      ; verifica si el codigo es el correcto
    movf   PORTB,0
    andlw  b'01110000'
    movwf  SELSON          ; almaceno en SELSON bits 4..6 de
PORTB
    movlw  b'11110000'
    andwf  SELSON,1        ; revisa si variación es a cero
    btfsc STATUS,Z
    goto   HAB_INT_RB      ; si se ha variado de 1 a 0, no hace nada

VERIF_CAMSON
    btfsc  SELSON,6        ; Verifica si hubo cambio de sonido
    goto   CAMBIA_SON     ; si no se ha escogido cambiar sonido, varia vol

;-----
CAMBIA_VOL
;
    bsf    PORTB,0         ; EMITE = 1
    movlw b'00010000'     ; Verifica si sube volumen
    subwf SELSON,0
    btfsc STATUS,Z
    goto   SUBE_VOL

```

```

NO_SUBEL_VOL
    movlw b'00100000'      ; Baja volumen
    subwf SELSON,0
    btfsc STATUS,Z
    goto  BAJA_VOL

APAGA_AMPLI

    bsf   PORTB,0          ; Emite = 1

    bsf   BANDERAS,APAGA  ; Avisa que se está apagando el amplificador
    bcf   PORTB,1          ; Apaga amplificador
    goto  HAB_INT_RB

SUBE_VOL
    movf  VOL,0
    sublw 0x00
    btfsc STATUS,2        ; Si el volumen es máximo, no hace nada
    goto  HAB_INT_RB

;    decf  VOL,1          ; VOL-- (OPCIONAL)
;    decf  VOL,1          ; VOL-- (OPCIONAL)
;    decf  VOL,1          ; VOL-- (OPCIONAL)
;    decf  VOL,1          ; VOL-- (OPCIONAL)

    movf  VOL,0
    movwf RSER_DATA      ; RSER_DATA = VOL
    call  INIENVIO        ; Comenzar el proceso de enviar el dato serialmente
    goto  HAB_INT_RB

BAJA_VOL
    movf  VOL,0
    sublw 0x3F
    btfsc STATUS,2        ; Si el volumen es mínimo, no hace nada
    goto  HAB_INT_RB

;    incf  VOL,1          ; VOL++ (OPCIONAL)
;    incf  VOL,1          ; VOL++ (OPCIONAL)
;    incf  VOL,1          ; VOL++ (OPCIONAL)
;    incf  VOL,1          ; VOL++ (OPCIONAL)

    movf  VOL,0
    movwf RSER_DATA      ; RSER_DATA = VOL
    call  INIENVIO        ; Comenzar el proceso de enviar el dato serialmente
    goto  HAB_INT_RB
;*****
;*****

FIN_RETARDO
    movf  RET,0           ; Carga el RET en TMR0 para frec. emisión
    movwf TMR0
    bsf   BANDERAS,FINRET
    bcf   INTCON,TOIF
    goto  FIN_INTERRUMPE

CAMBIA_SON
    bsf   BANDERAS,CAMSON

HAB_INT_RB
;    bcf   PORTB,0        ; Espera que E200 envíe 00H ??????
;    bcf   INTCON,RBIF    ; Habilita interrupciones por RB7..4

FIN_INTERRUMPE
    bsf   INTCON,GIE
  
```

```

retfie

;*****
;
; Envío de dato a atenuador
;*****
INIENVIO
    movlw 8
    movwf DESPLAZA ; DESPLAZA=8
    movlw b'00000101'
    iorwf PORTE,1 ; clk=1; Load=1
    movlw b'11111010'
    andwf PORTE,1 ; clk=0; Load=0

    movlw 0x0
    movwf RSER ; Enviar dirección al atenuador
    call ENVIA

    movlw 8
    movwf DESPLAZA ; DESPLAZA=8

    movf RSER_DATA,0 ; Se envía RSER_DATA
    movwf RSER
    call ENVIA ; Enviar dato serialmente al atenuador

    bsf PORTE,2 ; LOAD=1
    bcf PORTE,0 ; CLK=0
    bsf PORTE,0 ; CLK=1

    goto FIN_ENVIA

ENVIA
    bcf STATUS,0
    bcf PORTE,0 ; CLK=0

    rlf RSER,1 ; Desplaza LSB de RSER_DATA a C
    btfsc STATUS,0 ; Revisa bit a enviar
    goto DAT1
    bcf PORTE,1 ; SDAT=0
    goto SIGUE
DAT1 BSF PORTE,1 ; SDAT=1

SIGUE bsf PORTE,0 ; CLK=1
    decfsz DESPLAZA,1
    goto ENVIA

FIN_ENVIA
    return

;*****
;
end

```

General Speaker

■ Features

- Reproduces wide range of frequencies
- Wide variety of applications
- Wide product range

■ Recommended Applications

- CD-radio-cassette recorders, Radios
- Information and communication equipment



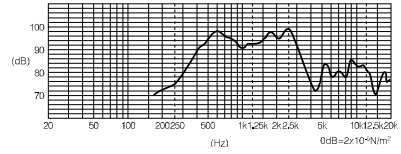
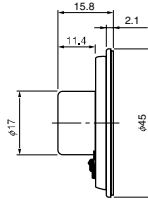
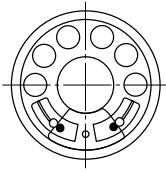
■ Specifications

Part No.	Input (W)		(Ω) Imp.	fo (Hz)	(Hz) Frequency Range	S.P.L.* (dB/1 W/ 0.5 m)	(g) Mass	Comments
	Rated	max.						
EAS-4P15SA	0.1	—	8	530	fo - 3k	92.0	25	
EAS-45P30S	0.1	—	8		fo - 3k	93.0	24	
EAS-6P22S	0.5	—	8		Full Range	92.0	75	
EAS-8P36S	0.63	—	25		Full Range	95.0	83	
EAS-4D02CO	1	—	16		Full Range	73.0	12	
EAS-G7D504A2	1.5	—	16		Full Range	90.0	107	
EAS-G9D550B2	1.5	—	16		Full Range	87.0	45	
EAS-G9D541A2	3	—	8		Full Range	88.5	135	
EAS-G12D531E2	3	—	8		Full Range	93.5	180	

EAS4P15SA

Dimensions in mm (not to scale)

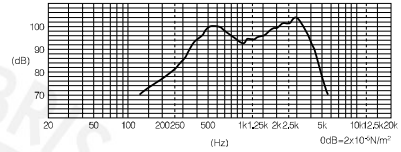
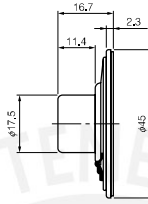
EAS4P15SA



EAS45P30S

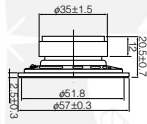
Dimensions in mm (not to scale)

EAS45P30S



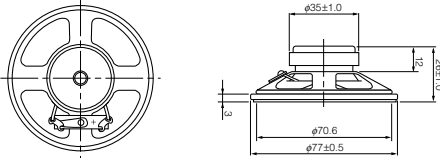
EAS6P22S

Dimensions in mm (not to scale)



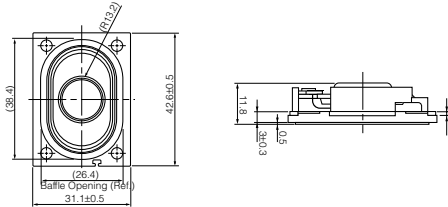
EAS8P36S

Dimensions in mm (not to scale)



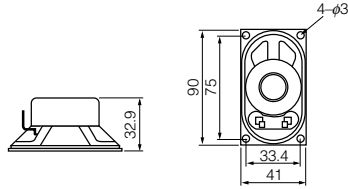
EAS4D02C0

Dimensions in mm (not to scale)



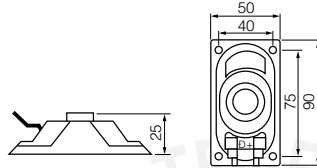
EASG7D504A2

Dimensions in mm (not to scale)



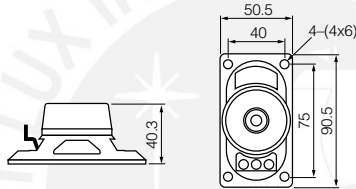
EASG9D550B2

Dimensions in mm (not to scale)



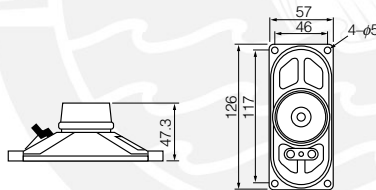
EASG9D541A2

Dimensions in mm (not to scale)



EASG12D531E2

Dimensions in mm (not to scale)





TDA2003

10W CAR RADIO AUDIO AMPLIFIER

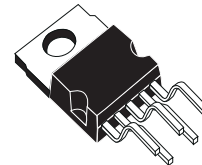
DESCRIPTION

The TDA 2003 has improved performance with the same pin configuration as the TDA 2002.

The additional features of TDA 2002, very low number of external components, ease of assembly, space and cost saving, are maintained.

The device provides a high output current capability (up to 3.5A) very low harmonic and cross-over distortion.

Completely safe operation is guaranteed due to protection against DC and AC short circuit between all pins and ground, thermal over-range, load dump voltage surge up to 40V and fortuitous open ground.



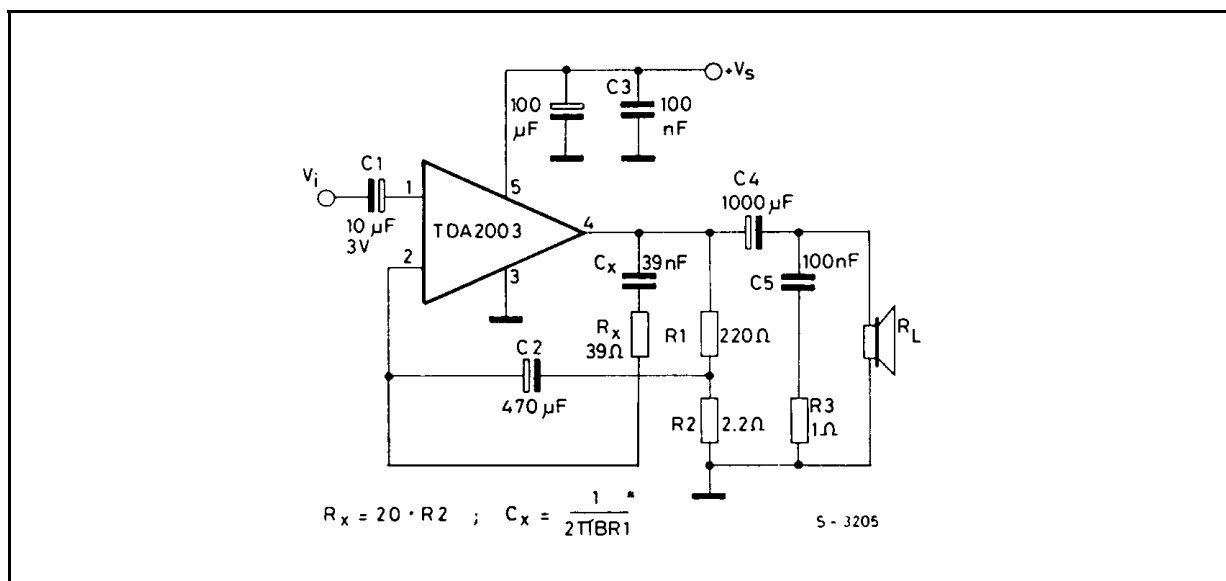
PENTAWATT

ORDERING NUMBERS : TDA 2003H
TDA 2003V

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

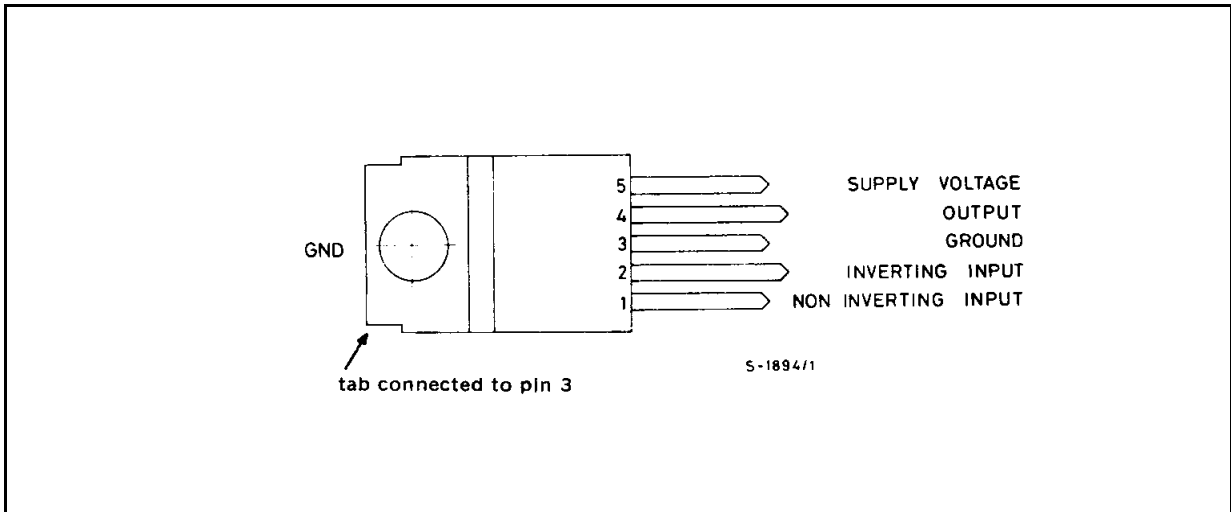
Symbol	Parameter	Value	Unit
V _S	Peak supply voltage (50ms)	40	V
V _S	DC supply voltage	28	V
V _S	Operating supply voltage	18	V
I _O	Output peak current (repetitive)	3.5	A
I _O	Output peak current (non repetitive)	4.5	A
P _{tot}	Power dissipation at T _{case} = 90°C	20	W
T _{stg} , T _j	Storage and junction temperature	-40 to 150	°C

TEST CIRCUIT

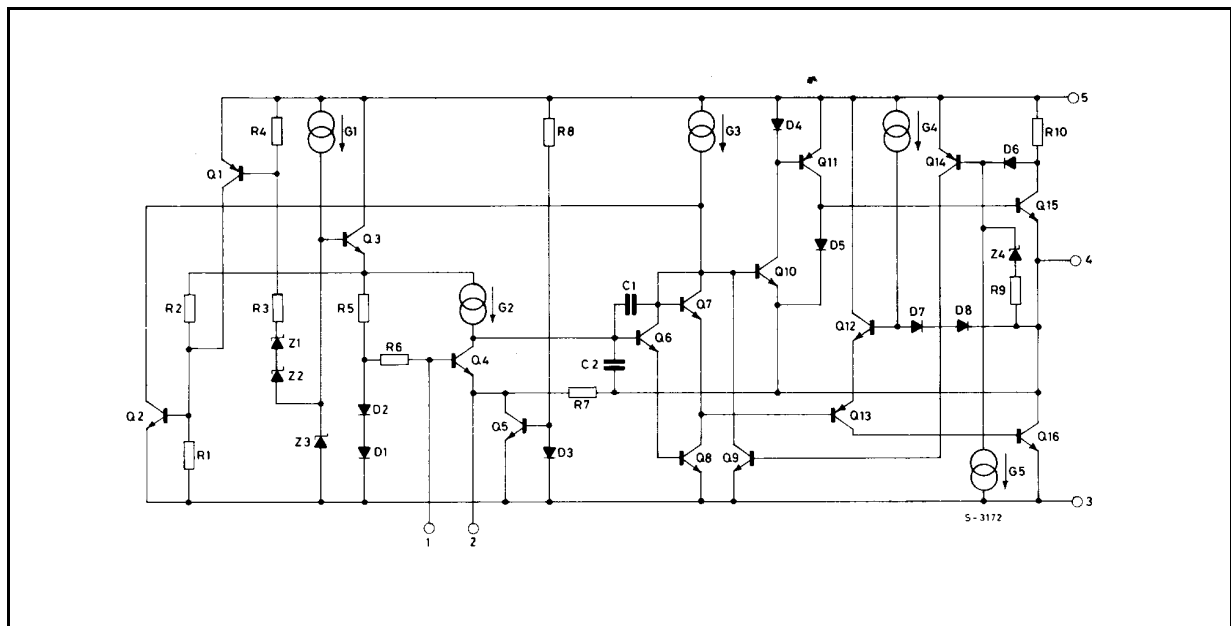


TDA2003

PIN CONNECTION (top view)



SCHEMATIC DIAGRAM

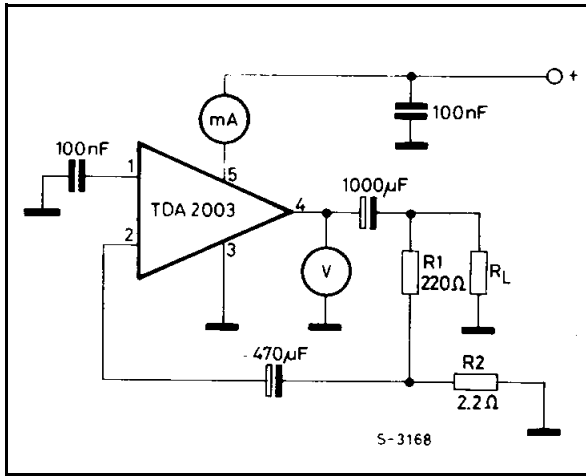


THERMAL DATA

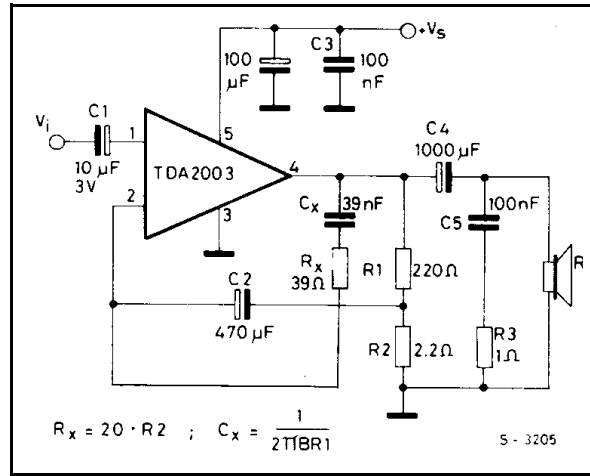
Symbol	Parameter	Value	Unit
$R_{th-j-case}$	Thermal resistance junction-case	max 3	°C/W

TDA2003

DC TEST CIRCUIT



AC TEST CIRCUIT



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Vs = 14.4V, Tamb = 25 °C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
--------	-----------	-----------------	------	------	------	------

DC CHARACTERISTICS (Refer to DC test circuit)

Vs	Supply voltage		8		18	V
Vo	Quiescent output voltage (pin 4)		6.1	6.9	7.7	V
Id	Quiescent drain current (pin 5)			44	50	mA

AC CHARACTERISTICS (Refer to AC test circuit, Gv = 40 dB)

Po	Output power	d = 10% f = 1 kHz RL = 4Ω RL = 2Ω RL = 3.2Ω RL = 1.6Ω	5.5 9	6 10 7.5 12		W W W W
Vi(rms)	Input saturation voltage		300			mV
Vi	Input sensitivity	f = 1 kHz Po = 0.5W Po = 6W Po = 0.5W Po 10W RL = 4Ω RL = 4Ω RL = 2Ω RL = 2Ω		14 55 10 50		mV mV mV mV

TDA2003

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
B	Frequency response (-3 dB)	$P_o = 1W$ $R_L = 4\Omega$	40 to 15,000			Hz
d	Distortion	$f = 1 \text{ kHz}$ $P_o = 0.05 \text{ to } 4.5W \quad R_L = 4\Omega$ $P_o = 0.05 \text{ to } 7.5W \quad R_L = 2\Omega$		0.15 0.15		% %
R_i	Input resistance (pin 1)	$f = 1 \text{ kHz}$	70	150		k Ω
G_v	Voltage gain (open loop)	$f = 1 \text{ kHz}$ $f = 10 \text{ kHz}$		80 60		dB dB
G_v	Voltage gain (closed loop)	$f = 1 \text{ kHz}$ $R_L = 4\Omega$	39.3	40	40.3	dB
e_N	Input noise voltage (0)			1	5	μV
i_N	Input noise current (0)			60	200	pA
η	Efficiency	$f = 1 \text{ Hz}$ $P_o = 6W \quad R_L = 4\Omega$ $P_o = 10W \quad R_L = 2\Omega$		69 65		% %
SVR	Supply voltage rejection	$f = 100 \text{ Hz}$ $V_{\text{ripple}} = 0.5V$ $R_g = 10 \text{ k}\Omega \quad R_L = 4\Omega$	30	36		dB

(0) Filter with noise bandwidth: 22 Hz to 22 kHz

Figure 1. Quiescent output voltage vs. supply voltage

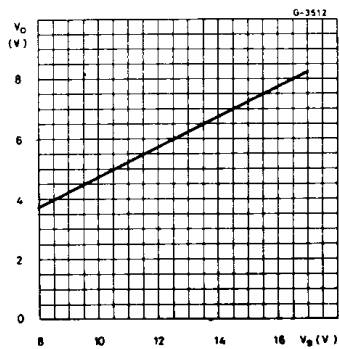


Figure 2. Quiescent drain current vs. supply voltage

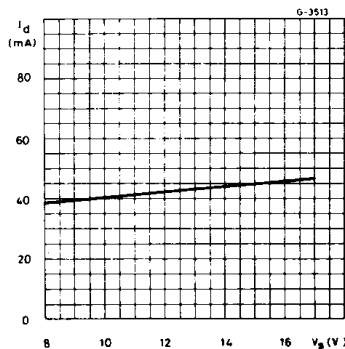


Figure 3. Output power vs. supply voltage

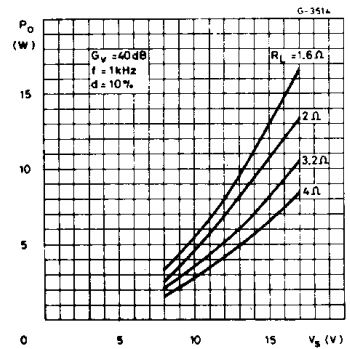


Figure 4. Output power vs. load resistance R_L

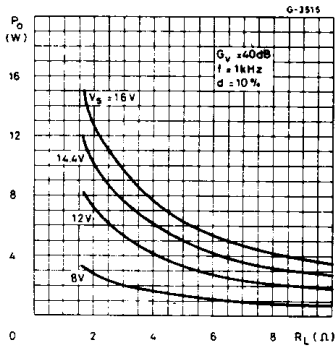


Figure 5. Gain vs. input sensitivity

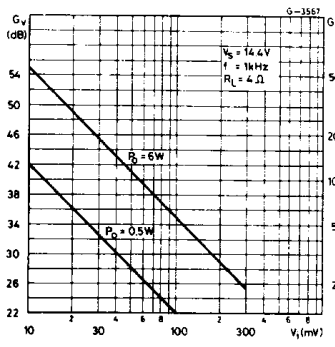


Figure 6. Gain vs. input sensitivity

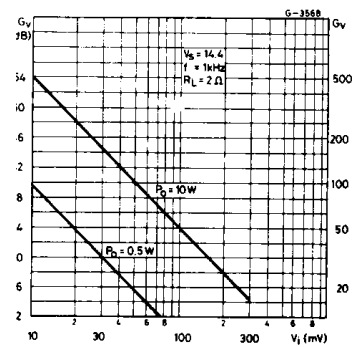


Figure 7. Distortion vs. output power

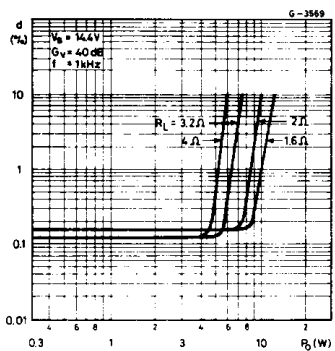


Figure 8. Distortion vs. frequency

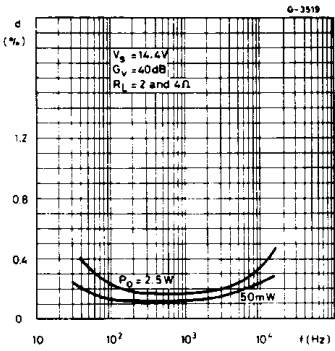


Figure 9. Supply voltage rejection vs. voltage gain

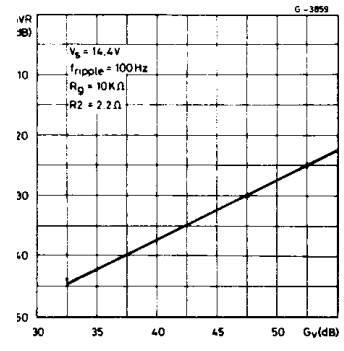


Figure 10. Supply voltage rejection vs. frequency

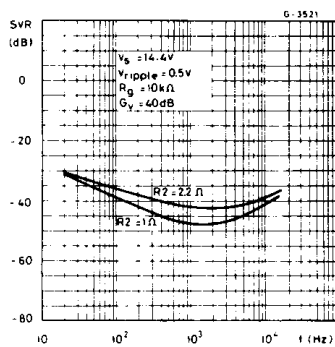


Figure 11. Power dissipation and efficiency vs. output power ($R_L = 4\Omega$)

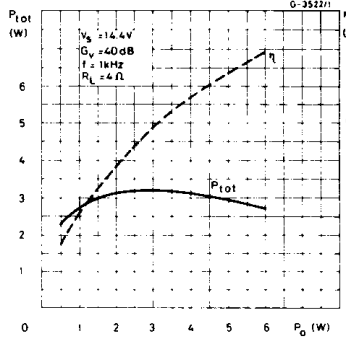
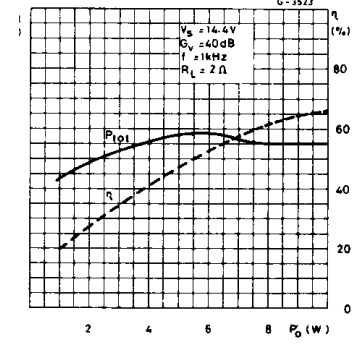


Figure 12. Power dissipation and efficiency vs. output power ($R_L = 2\Omega$)



TDA2003

Figure 13. Maximum power dissipation vs. supply voltage (sine wave operation)

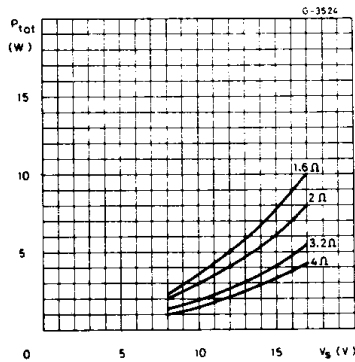


Figure 14. Maximum allowable power dissipation vs. ambient temperature

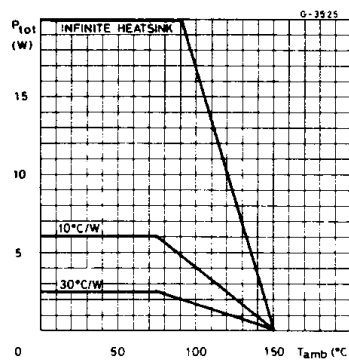
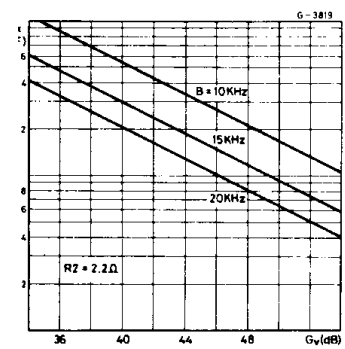


Figure 15. Typical values of capacitor (C_x) for different values of frequency reponse (B)



APPLICATION INFORMATION

Figure 16. Typical application circuit

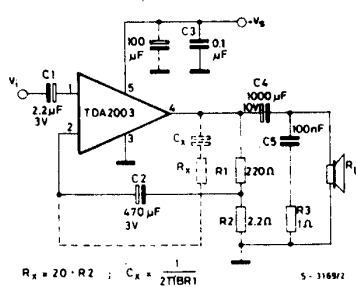
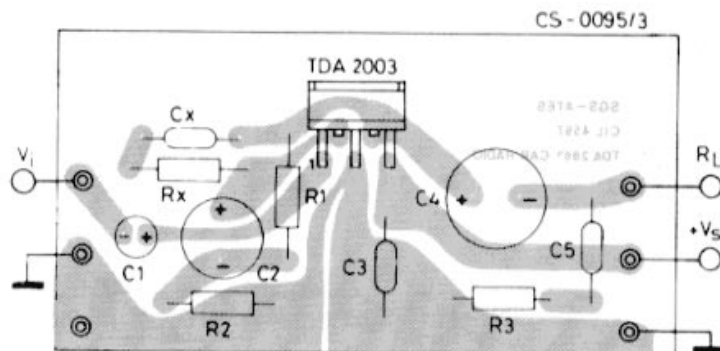


Figure 17. P.C. board and component layout for the circuit of fig. 16 (1 : 1 scale)



BUILT-IN PROTECTION SYSTEMS

Load dump voltage surge

The TDA 2003 has a circuit which enables it to withstand a voltage pulse train, on pin 5, of the type shown in fig. 19.

If the supply voltage peaks to more than 40V, then an LC filter must be inserted between the supply and pin 5, in order to assure that the pulses at pin 5 will be held within the limits shown in fig. 18.

A suggested LC network is shown in fig. 19. With this network, a train of pulses with amplitude up to 120V and width of 2 ms can be applied at point A. This type of protection is ON when the supply voltage (pulsed or DC) exceeds 18V. For this reason the maximum operating supply voltage is 18V.

Figure 18.

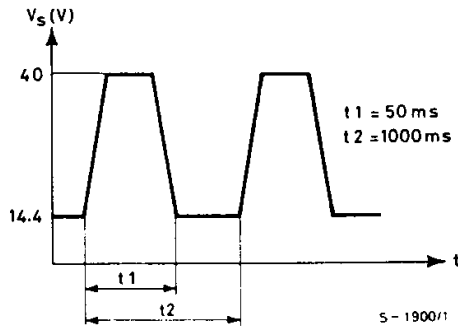
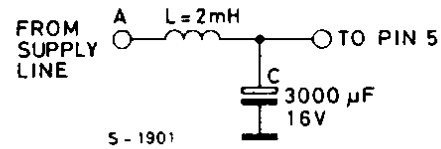


Figure 19.



Short-circuit (AC and DC conditions)

The TDA 2003 can withstand a permanent short-circuit on the output for a supply voltage up to 16V.

Polarity inversion

High current (up to 5A) can be handled by the device with no damage for a longer period than the blow-out time of a quick 1A fuse (normally connected in series with the supply).

This feature is added to avoid destruction if, during fitting to the car, a mistake on the connection of the supply is made.

Open ground

When the radio is in the ON condition and the ground is accidentally opened, a standard audio amplifier will be damaged. On the TDA 2003 protection diodes are included to avoid any damage.

Inductive load

A protection diode is provided between pin 4 and 5 (see the internal schematic diagram) to allow use of the TDA 2003 with inductive loads.

In particular, the TDA 2003 can drive a coupling transformer for audio modulation.

DC voltage

The maximum operating DC voltage on the TDA 2003 is 18V.

However the device can withstand a DC voltage up to 28V with no damage. This could occur during winter if two batteries were series connected to crank the engine.

Thermal shut-down

The presence of a thermal limiting circuit offers the following advantages:

- 1) an overload on the output (even if it is permanent), or an excessive ambient temperature can be easily withstood.
- 2) the heat-sink can have a smaller factor compared with that of a conventional circuit. There is no device damage in the case of excessive junction temperature: all that happens is that P_o (and therefore P_{tot}) and I_d are reduced.

Figure 20. Output power and drain current vs. case temperature ($R_L = 4\Omega$)

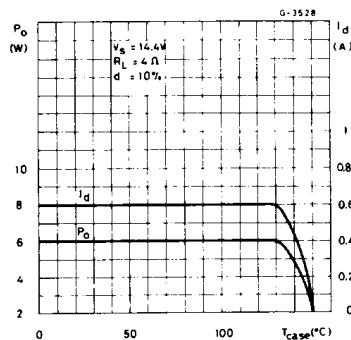
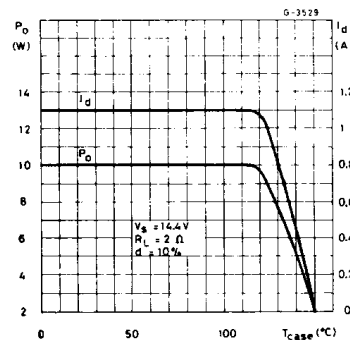


Figure 21. Output power and drain current vs. case temperature ($R_L = 2\Omega$)



TDA2003

PRATICAL CONSIDERATION

Printed circuit board

The layout shown in fig. 17 is recommended. If different layouts are used, the ground points of input 1 and input 2 must be well decoupled from the ground of the output through which a rather high current flows.

Assembly suggestion

No electrical insulation is required between the

package and the heat-sink. Pin length should be as short as possible. The soldering temperature must not exceed 260°C for 12 seconds.

Application suggestions

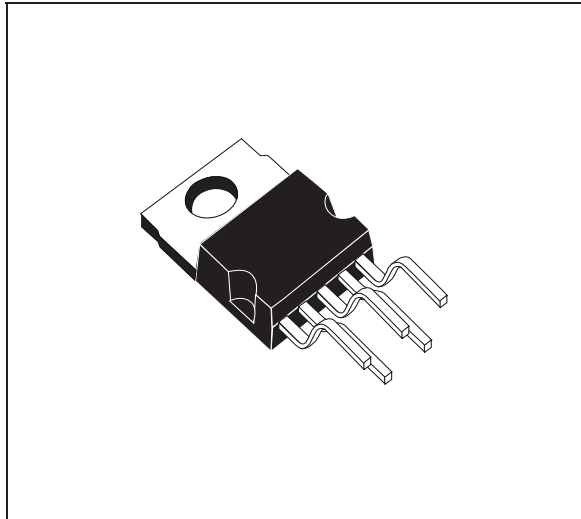
The recommended component values are those shown in the application circuits of fig. 16. Different values can be used. The following table is intended to aid the car-radio designer.

Component	Recommended value	Purpose	Larger than recommended value	Smaller than recommended value C1
C1	2.2 μ F	Input DC decoupling		Noise at switch-on, switch-off
C2	470 μ F	Ripple rejection		Degradation of SVR
C3	0.1 μ F	Supply bypassing		Danger of oscillation
C4	1000 μ F	Output coupling to load		Higher low frequency cutoff
C5	0.1 μ F	Frequency stability		Danger of oscillation at high frequencies with inductive loads
C _x	$\cong \frac{1}{2\pi B R1}$	Upper frequency cutoff	Lower bandwidth	Larger bandwidth
R1	$(G_v - 1) \bullet R2$	Setting of gain		Increase of drain current
R2	2.2 Ω	Setting of gain and SVR	Degradation of SVR	
R3	1 Ω	Frequency stability	Danger of oscillation at high frequencies with inductive loads	
R _x	$\cong 20 R2$	Upper frequency cutoff	Poor high frequency attenuation	Danger of oscillation

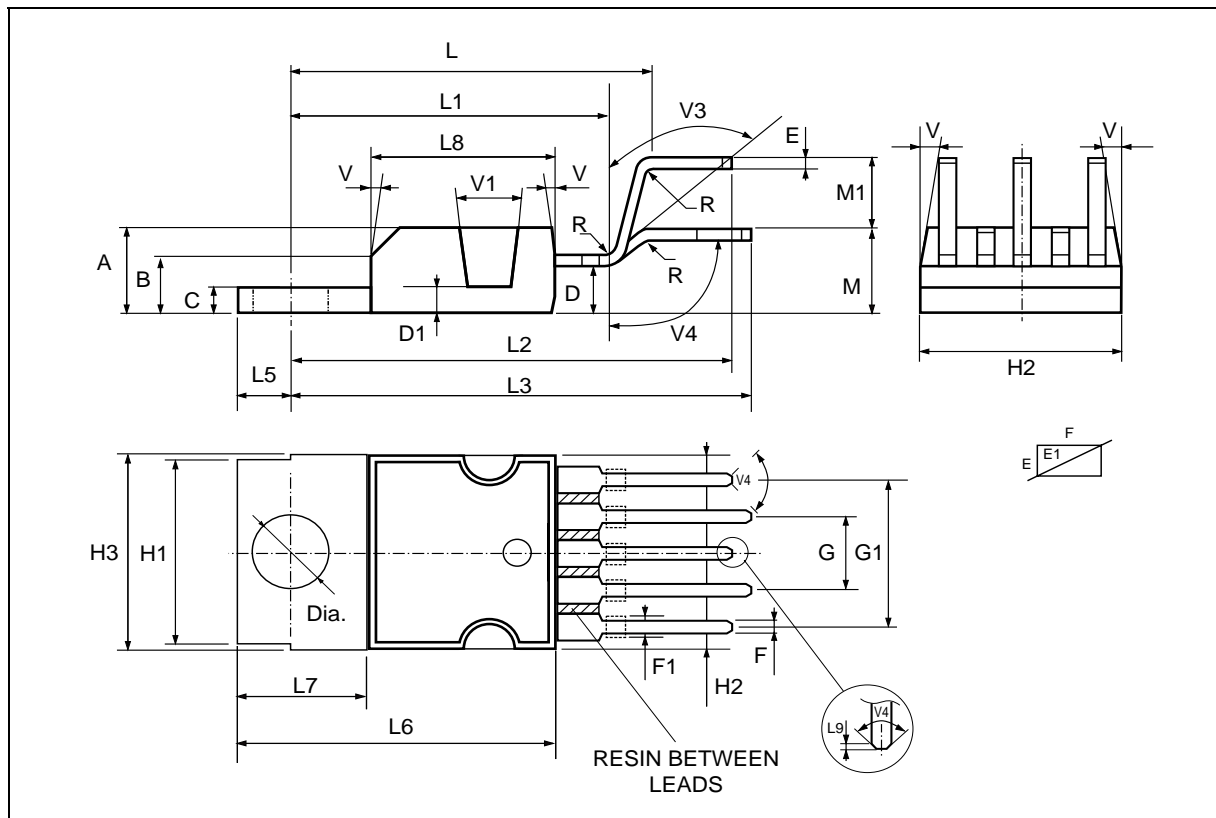
TDA2003

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			4.8			0.189
C			1.37			0.054
D	2.4		2.8	0.094		0.110
D1	1.2		1.35	0.047		0.053
E	0.35		0.55	0.014		0.022
E1	0.76		1.19	0.030		0.047
F	0.8		1.05	0.031		0.041
F1	1		1.4	0.039		0.055
G	3.2	3.4	3.6	0.126	0.134	0.142
G1	6.6	6.8	7	0.260	0.268	0.276
H2			10.4			0.409
H3	10.05		10.4	0.396		0.409
L	17.55	17.85	18.15	0.691	0.703	0.715
L1	15.55	15.75	15.95	0.612	0.620	0.628
L2	21.2	21.4	21.6	0.831	0.843	0.850
L3	22.3	22.5	22.7	0.878	0.886	0.894
L4			1.29			0.051
L5	2.6		3	0.102		0.118
L6	15.1		15.8	0.594		0.622
L7	6		6.6	0.236		0.260
L9		0.2			0.008	
M	4.23	4.5	4.75	0.167	0.177	0.187
M1	3.75	4	4.25	0.148	0.157	0.167
V4	40° (typ.)					

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



Pentawatt V



TDA2003

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1998 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

<http://www.st.com>

Distributed by:

JAMECO[®]
ELECTRONICS

www.Jameco.com ♦ 1-800-831-4242

The content and copyrights of the attached material are the property of its owner.





M27C160

16 Mbit (2Mb x 8 or 1Mb x 16) UV EPROM and OTP EPROM

- 5V ± 10% SUPPLY VOLTAGE in READ OPERATION
- ACCESS TIME: 70ns
- BYTE-WIDE or WORD-WIDE CONFIGURABLE
- 16 Mbit MASK ROM REPLACEMENT
- LOW POWER CONSUMPTION
 - Active Current 70mA at 8MHz
 - Standby Current 100µA
- PROGRAMMING VOLTAGE: 12.5V ± 0.25V
- PROGRAMMING TIME: 100µs/word
- ELECTRONIC SIGNATURE
 - Manufacturer Code: 20h
 - Device Code: B1h

DESCRIPTION

The M27C160 is a 16 Mbit EPROM offered in the two ranges UV (ultra violet erase) and OTP (one time programmable). It is ideally suited for micro-processor systems requiring large data or program storage and is organised as either 2 Mbit words of 8 bit or 1 Mbit words of 16 bit. The pin-out is compatible with a 16 Mbit Mask ROM.

The FDIP42W (window ceramic frit-seal package) has a transparent lid which allows the user to expose the chip to ultraviolet light to erase the bit pattern. A new pattern can then be written rapidly to the device by following the programming procedure.

For applications where the content is programmed only one time and erasure is not required, the M27C160 is offered in PDIP42, SDIP42, PLCC44 and SO44 packages.

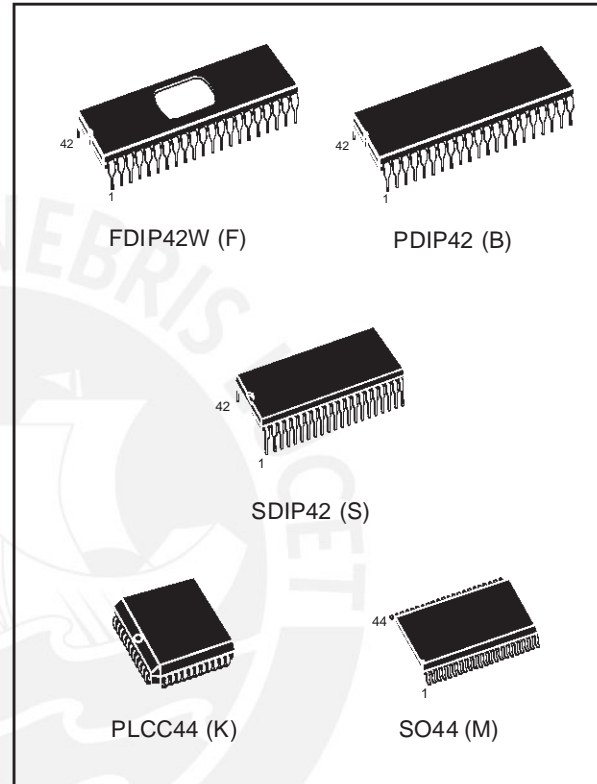
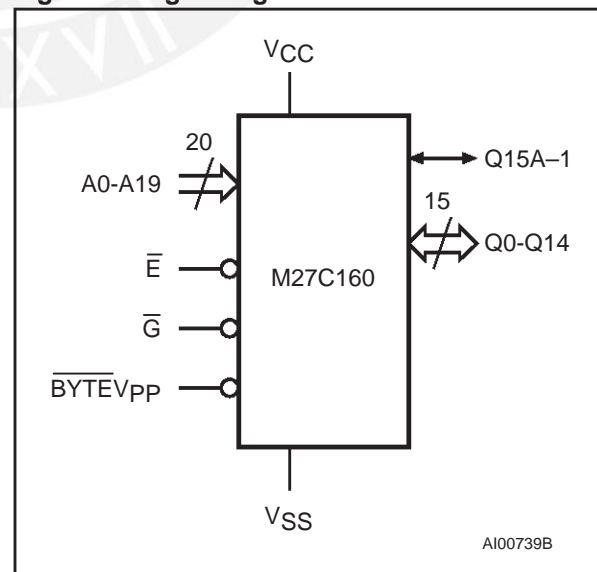


Figure 1. Logic Diagram



M27C160

Figure 2A. DIP Connections

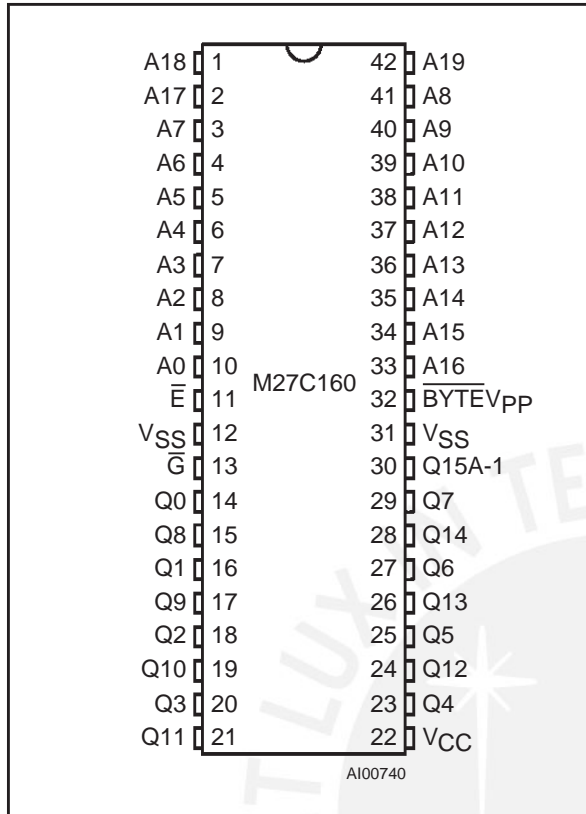


Figure 2B. PLCC Connections

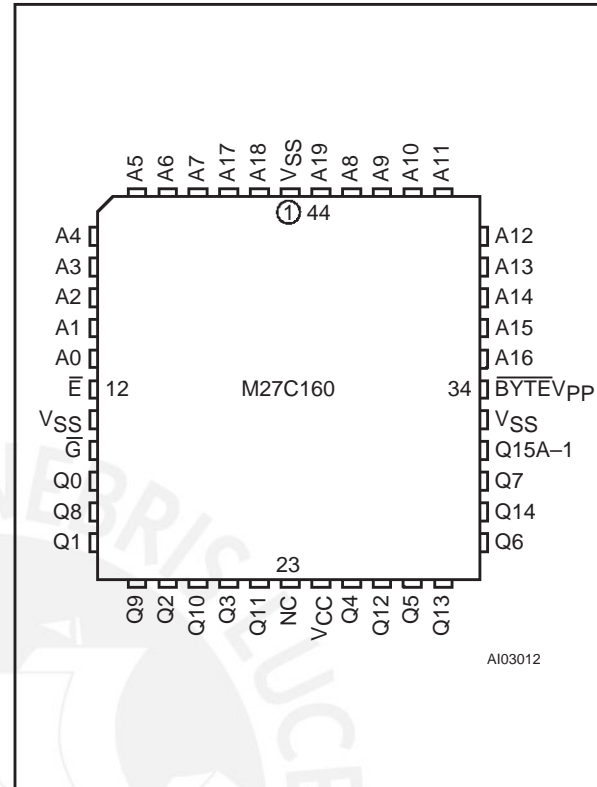


Figure 2C. SO Connections

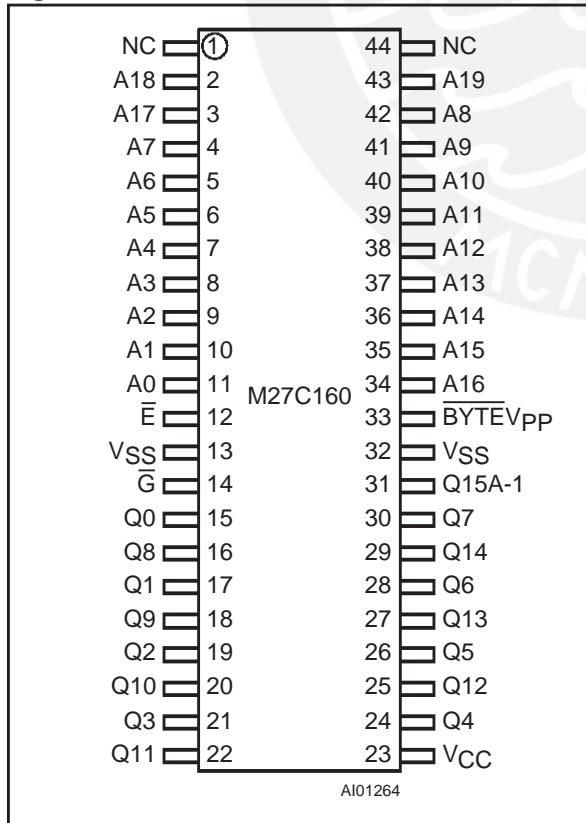


Table 1. Signal Names

A0-A19	Address Inputs
Q0-Q7	Data Outputs
Q8-Q14	Data Outputs
Q15A-1	Data Output / Address Input
\bar{E}	Chip Enable
\bar{G}	Output Enable
BYTEVPP	Byte Mode / Program Supply
VCC	Supply Voltage
VSS	Ground
NC	Not Connected Internally

Table 2. Absolute Maximum Ratings (1)

Symbol	Parameter	Value	Unit
T_A	Ambient Operating Temperature (3)	-40 to 125	°C
T_{BIAS}	Temperature Under Bias	-50 to 125	°C
T_{STG}	Storage Temperature	-65 to 150	°C
$V_{IO}^{(2)}$	Input or Output Voltage (except A9)	-2 to 7	V
V_{CC}	Supply Voltage	-2 to 7	V
$V_{A9}^{(2)}$	A9 Voltage	-2 to 13.5	V
V_{PP}	Program Supply Voltage	-2 to 14	V

- Note: 1. Except for the rating "Operating Temperature Range", stresses above those listed in the Table "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the Operating sections of this specification is not implied. Exposure to Absolute Maximum Rating conditions for extended periods may affect device reliability. Refer also to the STMicroelectronics SURE Program and other relevant quality documents.
2. Minimum DC voltage on Input or Output is -0.5V with possible undershoot to -2.0V for a period less than 20ns. Maximum DC voltage on Output is $V_{CC} + 0.5V$ with possible overshoot to $V_{CC} + 2V$ for a period less than 20ns.
3. Depends on range.

Table 3. Operating Modes

Mode	\bar{E}	\bar{G}	$\overline{BYTEV_{PP}}$	A9	Q15A-1	Q8-Q14	Q7-Q0
Read Word-wide	V_{IL}	V_{IL}	V_{IH}	X	Data Out	Data Out	Data Out
Read Byte-wide Upper	V_{IL}	V_{IL}	V_{IL}	X	V_{IH}	Hi-Z	Data Out
Read Byte-wide Lower	V_{IL}	V_{IL}	V_{IL}	X	V_{IL}	Hi-Z	Data Out
Output Disable	V_{IL}	V_{IH}	X	X	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z
Program	V_{IL} Pulse	V_{IH}	V_{PP}	X	Data In	Data In	Data In
Verify	V_{IH}	V_{IL}	V_{PP}	X	Data Out	Data Out	Data Out
Program Inhibit	V_{IH}	V_{IH}	V_{PP}	X	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z
Standby	V_{IH}	X	X	X	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z
Electronic Signature	V_{IL}	V_{IL}	V_{IH}	V_{ID}	Code	Codes	Codes

Note: X = V_{IH} or V_{IL} , $V_{ID} = 12V \pm 0.5V$.

Table 4. Electronic Signature

Identifier	A0	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0	Hex Data
Manufacturer's Code	V_{IL}	0	0	1	0	0	0	0	0	20h
Device Code	V_{IH}	1	0	1	1	0	0	0	1	B1h

Note: Outputs Q15-Q8 are set to '0'.

M27C160

Table 5. AC Measurement Conditions

	High Speed	Standard
Input Rise and Fall Times	≤ 10ns	≤ 20ns
Input Pulse Voltages	0 to 3V	0.4V to 2.4V
Input and Output Timing Ref. Voltages	1.5V	0.8V and 2V

Figure 3. AC Testing Input Output Waveform

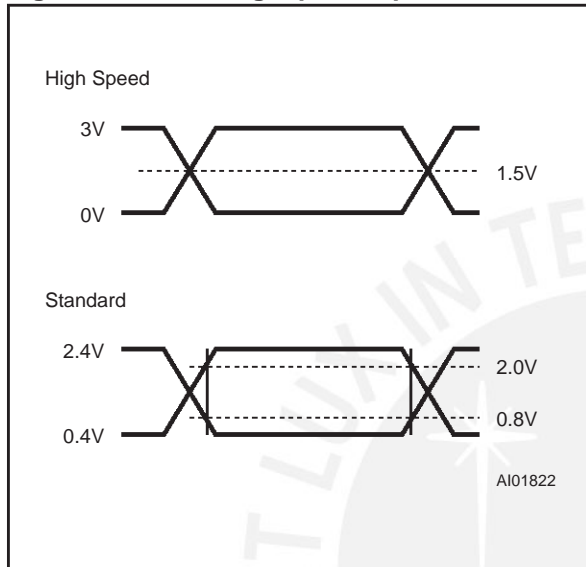


Figure 4. AC Testing Load Circuit

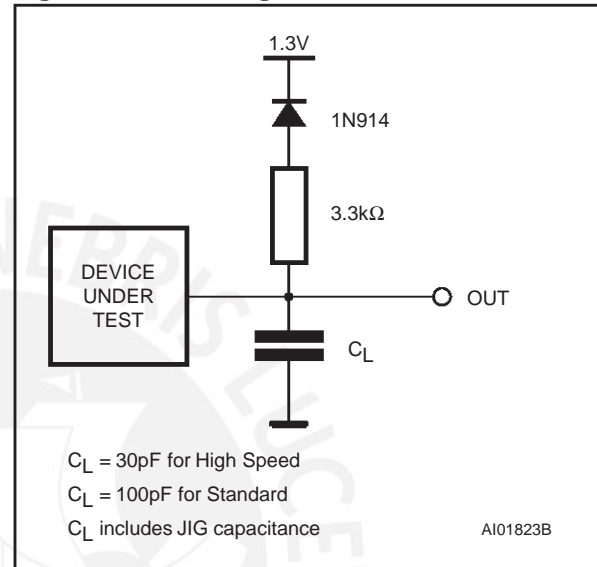


Table 6. Capacitance ⁽¹⁾ (T_A = 25 °C, f = 1 MHz)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min	Max	Unit
C _{IN}	Input Capacitance (except $\overline{\text{BYTEV}}_{PP}$)	V _{IN} = 0V		10	pF
	Input Capacitance ($\overline{\text{BYTEV}}_{PP}$)	V _{IN} = 0V		120	pF
C _{OUT}	Output Capacitance	V _{OUT} = 0V		12	pF

Note: 1. Sampled only, not 100% tested.

DEVICE OPERATION

The operating modes of the M27C160 are listed in the Operating Modes Table. A single power supply is required in the read mode. All inputs are TTL compatible except for V_{PP} and 12V on A9 for the Electronic Signature.

Read Mode

The M27C160 has two organisations, Word-wide and Byte-wide. The organisation is selected by the signal level on the $\overline{\text{BYTEV}}_{PP}$ pin. When $\overline{\text{BYTEV}}_{PP}$ is at V_{IH} the Word-wide organisation is selected and the Q15A-1 pin is used for Q15 Data Output. When the $\overline{\text{BYTEV}}_{PP}$ pin is at V_{IL} the Byte-wide organisation is selected and the Q15A-1 pin is used for the Address Input A-1. When the memory is logically regarded as 16 bit wide, but read in the Byte-wide organisation, then with A-1 at V_{IL} the

lower 8 bits of the 16 bit data are selected and with A-1 at V_{IH} the upper 8 bits of the 16 bit data are selected.

The M27C160 has two control functions, both of which must be logically active in order to obtain data at the outputs. In addition the Word-wide or Byte-wide organisation must be selected.

Chip Enable ($\overline{\text{E}}$) is the power control and should be used for device selection. Output Enable ($\overline{\text{G}}$) is the output control and should be used to gate data to the output pins independent of device selection. Assuming that the addresses are stable, the address_access time (t_{AVQV}) is equal to the delay from $\overline{\text{E}}$ to output (t_{ELQV}). Data is available at the output after a delay of t_{GLQV} from the falling edge of $\overline{\text{G}}$, assuming that $\overline{\text{E}}$ has been low and the addresses have been stable for at least t_{AVQV}-t_{GLQV}.

Table 7. Read Mode DC Characteristics (1)

($T_A = 0$ to $70\text{ }^\circ\text{C}$ or -40 to $85\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{CC} = 5V \pm 5\%$ or $5V \pm 10\%$; $V_{PP} = V_{CC}$)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min	Max	Unit
I_{LI}	Input Leakage Current	$0V \leq V_{IN} \leq V_{CC}$		± 1	μA
I_{LO}	Output Leakage Current	$0V \leq V_{OUT} \leq V_{CC}$		± 10	μA
I_{CC}	Supply Current	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}, I_{OUT} = 0mA, f = 8MHz$		70	mA
		$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}, I_{OUT} = 0mA, f = 5MHz$		50	mA
I_{CC1}	Supply Current (Standby) TTL	$\bar{E} = V_{IH}$		1	mA
I_{CC2}	Supply Current (Standby) CMOS	$\bar{E} > V_{CC} - 0.2V$		100	μA
I_{PP}	Program Current	$V_{PP} = V_{CC}$		10	μA
V_{IL}	Input Low Voltage		-0.3	0.8	V
$V_{IH}^{(2)}$	Input High Voltage		2	$V_{CC} + 1$	V
V_{OL}	Output Low Voltage	$I_{OL} = 2.1mA$		0.4	V
V_{OH}	Output High Voltage TTL	$I_{OH} = -400\mu A$	2.4		V

Note: 1. V_{CC} must be applied simultaneously with or before V_{PP} and removed simultaneously or after V_{PP} .
2. Maximum DC voltage on Output is $V_{CC} + 0.5V$.

Standby Mode

The M27C160 has a standby mode which reduces the active current from 50mA to 100 μA . The M27C160 is placed in the standby mode by applying a CMOS high signal to the \bar{E} input. When in the standby mode, the outputs are in a high impedance state, independent of the \bar{G} input.

Two Line Output Control

Because EPROMs are usually used in larger memory arrays, this product features a 2 line control function which accommodates the use of multiple memory connection. The two line control function allows:

- a. the lowest possible memory power dissipation,
- b. complete assurance that output bus contention will not occur.

For the most efficient use of these two control lines, \bar{E} should be decoded and used as the primary device selecting function, while \bar{G} should be made a common connection to all devices in the array and connected to the \overline{READ} line from the system control bus. This ensures that all deselected memory devices are in their low power standby mode and that the output pins are only active when data is required from a particular memory device.

System Considerations

The power switching characteristics of Advanced CMOS EPROMs require careful decoupling of the supplies to the devices. The supply current I_{CC} has three segments of importance to the system designer: the standby current, the active current and the transient peaks that are produced by the falling and rising edges of \bar{E} .

The magnitude of the transient current peaks is dependent on the capacitive and inductive loading of the device outputs. The associated transient voltage peaks can be suppressed by complying with the two line output control and by properly selected decoupling capacitors. It is recommended that a 0.1 μF ceramic capacitor is used on every device between V_{CC} and V_{SS} . This should be a high frequency type of low inherent inductance and should be placed as close as possible to the device. In addition, a 4.7 μF electrolytic capacitor should be used between V_{CC} and V_{SS} for every eight devices.

This capacitor should be mounted near the power supply connection point. The purpose of this capacitor is to overcome the voltage drop caused by the inductive effects of PCB traces.

M27C160

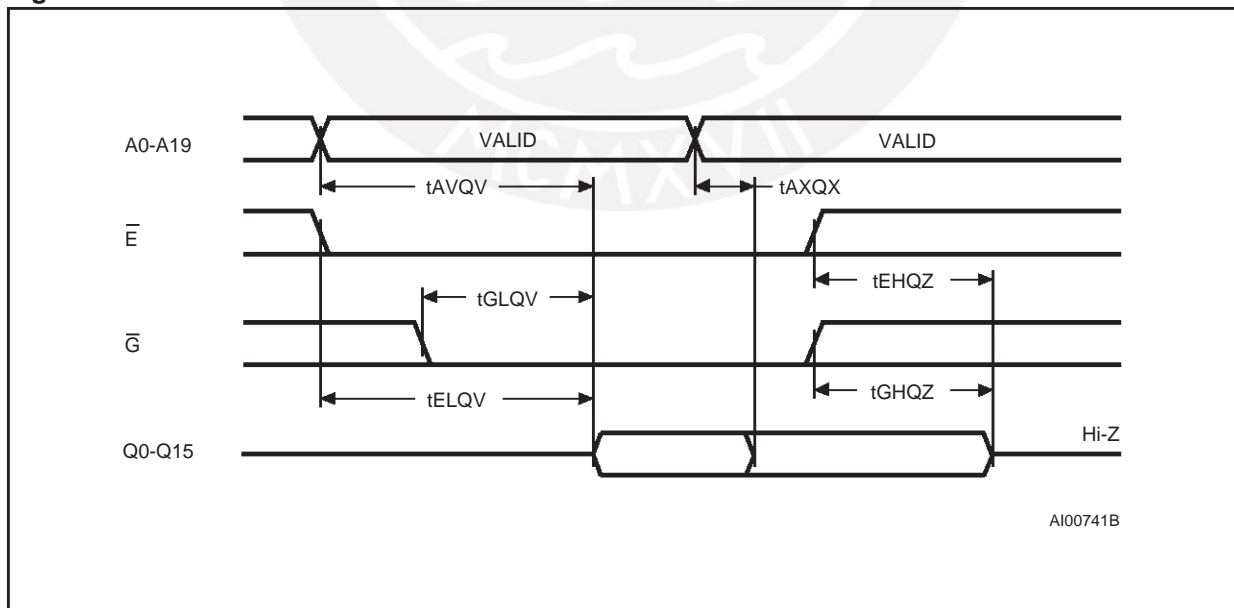
Table 8. Read Mode AC Characteristics (1)

($T_A = 0$ to $70\text{ }^\circ\text{C}$ or -40 to $85\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{CC} = 5V \pm 5\%$ or $5V \pm 10\%$; $V_{PP} = V_{CC}$)

Symbol	Alt	Parameter	Test Condition	M27C160								Unit
				-70 (3)		-90		-100		-120/-150		
				Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
t_{AVQV}	t_{ACC}	Address Valid to Output Valid	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}$		70		90		100		120	ns
t_{BHQV}	t_{ST}	BYTE High to Output Valid	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}$		70		90		100		120	ns
t_{ELQV}	t_{CE}	Chip Enable Low to Output Valid	$\bar{G} = V_{IL}$		70		90		100		120	ns
t_{GLQV}	t_{OE}	Output Enable Low to Output Valid	$\bar{E} = V_{IL}$		35		45		50		60	ns
$t_{BLQZ}^{(2)}$	t_{STD}	BYTE Low to Output Hi-Z	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}$		30		30		40		50	ns
$t_{EHQZ}^{(2)}$	t_{DF}	Chip Enable High to Output Hi-Z	$\bar{G} = V_{IL}$	0	25	0	30	0	40	0	50	ns
$t_{GHQZ}^{(2)}$	t_{DF}	Output Enable High to Output Hi-Z	$\bar{E} = V_{IL}$	0	25	0	30	0	40	0	50	ns
t_{AXQX}	t_{OH}	Address Transition to Output Transition	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}$	5		5		5		5		ns
t_{BLQX}	t_{OH}	BYTE Low to Output Transition	$\bar{E} = V_{IL}, \bar{G} = V_{IL}$	5		5		5		5		ns

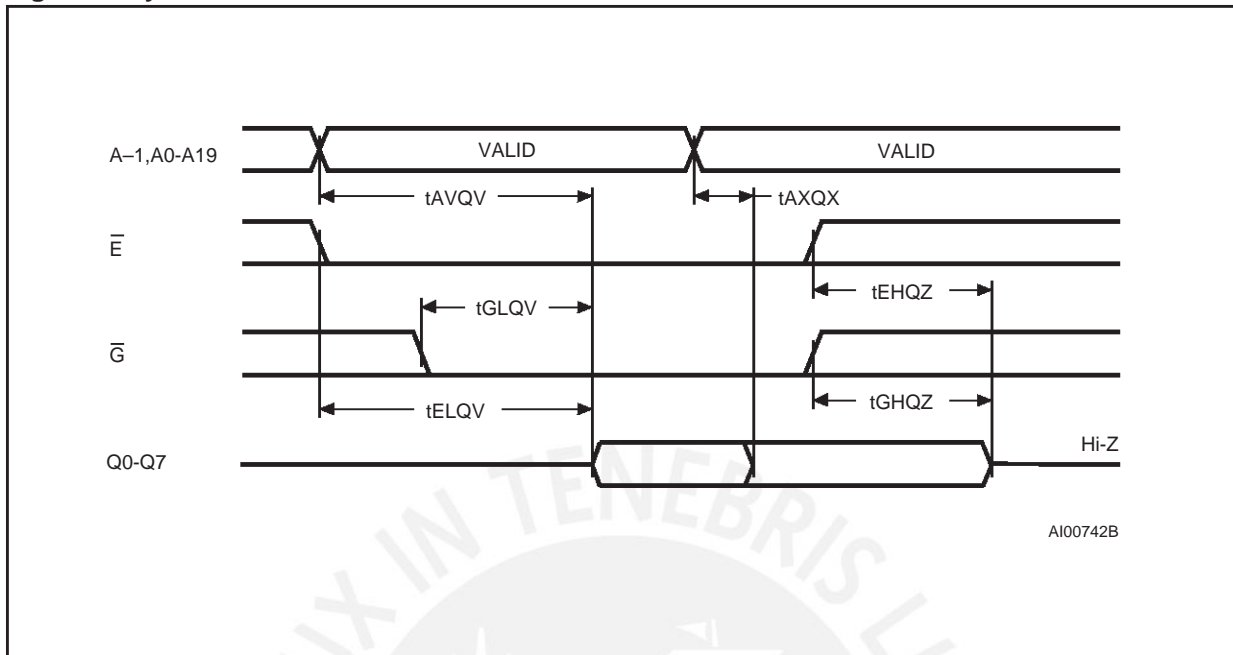
Note: 1. V_{CC} must be applied simultaneously with or before V_{PP} and removed simultaneously or after V_{PP} .
 2. Sampled only, not 100% tested.
 3. Speed obtained with High Speed AC measurement conditions.

Figure 5. Word-Wide Read Mode AC Waveforms



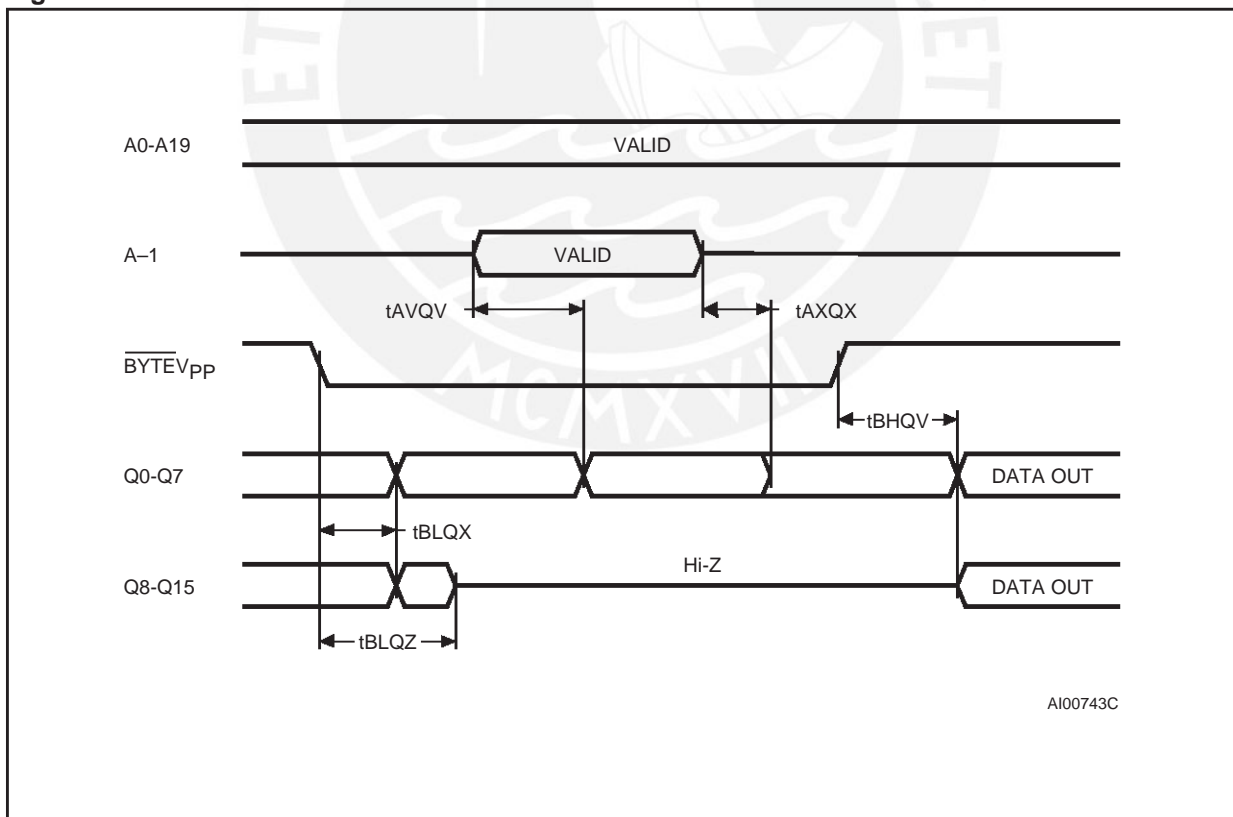
Note: $BYTEV_{PP} = V_{IH}$.

Figure 6. Byte-Wide Read Mode AC Waveforms



Note: $\overline{\text{BYTEV}}_{\text{PP}} = V_{\text{IL}}$.

Figure 7. $\overline{\text{BYTE}}$ Transition AC Waveforms



Note: Chip Enable ($\overline{\text{E}}$) and Output Enable ($\overline{\text{G}}$) = V_{IL} .

M27C160

Table 9. Programming Mode DC Characteristics (1)

($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{CC} = 6.25\text{V} \pm 0.25\text{V}$; $V_{PP} = 12.5\text{V} \pm 0.25\text{V}$)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min	Max	Unit
I_{LI}	Input Leakage Current	$0 \leq V_{IN} \leq V_{CC}$		± 1	μA
I_{CC}	Supply Current			50	mA
I_{PP}	Program Current	$\bar{E} = V_{IL}$		50	mA
V_{IL}	Input Low Voltage		-0.3	0.8	V
V_{IH}	Input High Voltage		2.4	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage	$I_{OL} = 2.1\text{mA}$		0.4	V
V_{OH}	Output High Voltage TTL	$I_{OH} = -2.5\text{mA}$	3.5		V
V_{ID}	A9 Voltage		11.5	12.5	V

Note: 1. V_{CC} must be applied simultaneously with or before V_{PP} and removed simultaneously or after V_{PP} .

Table 10. Programming Mode AC Characteristics (1)

($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$; $V_{CC} = 6.25\text{V} \pm 0.25\text{V}$; $V_{PP} = 12.5\text{V} \pm 0.25\text{V}$)

Symbol	Alt	Parameter	Test Condition	Min	Max	Unit
t_{AVEL}	t_{AS}	Address Valid to Chip Enable Low		2		μs
t_{QVEL}	t_{DS}	Input Valid to Chip Enable Low		2		μs
t_{VPHAV}	t_{VPS}	V_{PP} High to Address Valid		2		μs
t_{VCHAV}	t_{VCS}	V_{CC} High to Address Valid		2		μs
t_{ELEH}	t_{PW}	Chip Enable Program Pulse Width		45	55	μs
t_{EHQX}	t_{DH}	Chip Enable High to Input Transition		2		μs
t_{QXGL}	t_{OES}	Input Transition to Output Enable Low		2		μs
t_{GLQV}	t_{OE}	Output Enable Low to Output Valid			120	ns
$t_{GHQZ}^{(2)}$	t_{DFP}	Output Enable High to Output Hi-Z		0	130	ns
t_{GHAX}	t_{AH}	Output Enable High to Address Transition		0		ns

Note: 1. V_{CC} must be applied simultaneously with or before V_{PP} and removed simultaneously or after V_{PP} .

2. Sampled only, not 100% tested.

Programming

When delivered (and after each erasure for UV EPROM), all bits of the M27C160 are in the '1' state. Data is introduced by selectively programming '0's into the desired bit locations. Although only '0's will be programmed, both '1's and '0's can be present in the data word. The only way to change a '0' to a '1' is by die exposure to ultraviolet

light (UV EPROM). The M27C160 is in the programming mode when V_{PP} input is at 12.5V, G is at V_{IH} and \bar{E} is pulsed to V_{IL} . The data to be programmed is applied to 16 bits in parallel to the data output pins. The levels required for the address and data inputs are TTL. V_{CC} is specified to be $6.25\text{V} \pm 0.25\text{V}$.



Figure 8. Programming and Verify Modes AC Waveforms

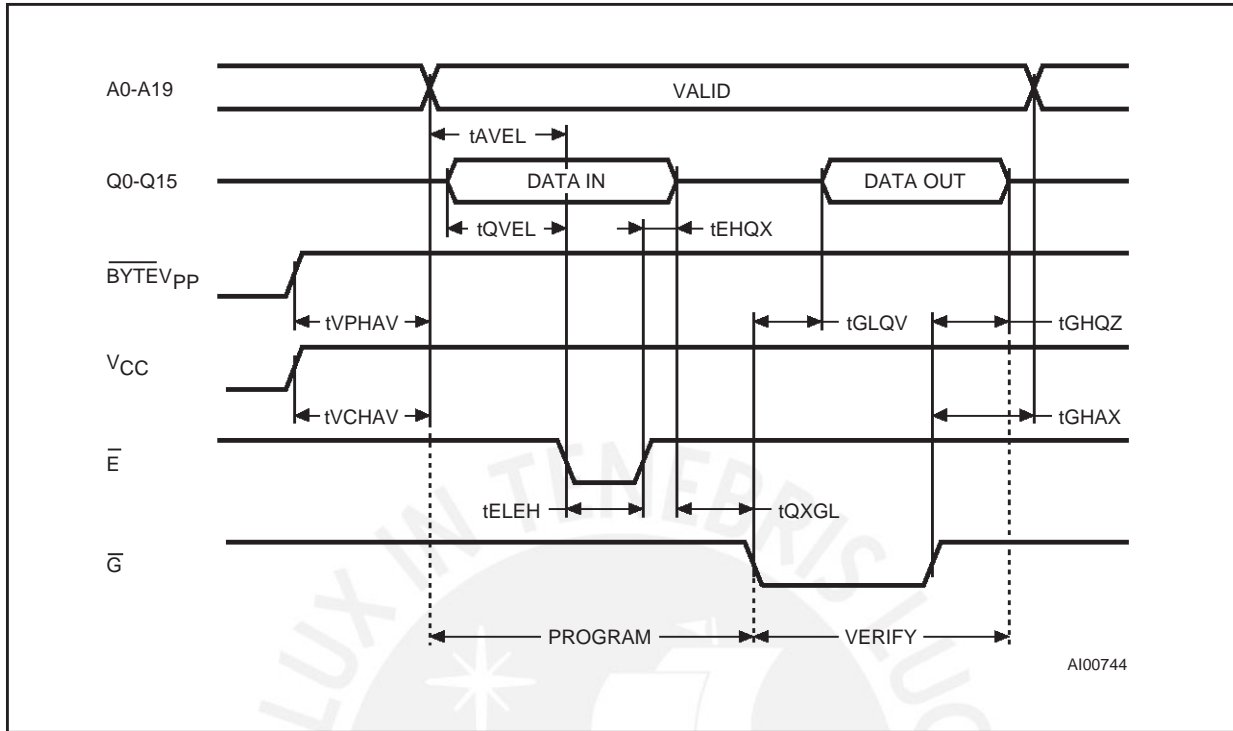
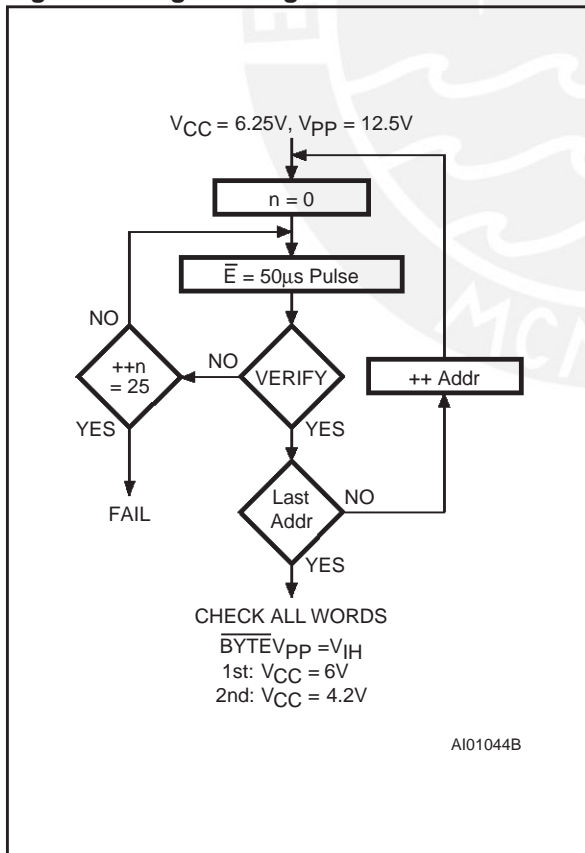


Figure 9. Programming Flowchart



PRESTO III Programming Algorithm

The PRESTO III Programming Algorithm allows the whole array to be programmed with a guaranteed margin in a typical time of 52.5 seconds. Programming with PRESTO III consists of applying a sequence of 50µs program pulses to each word until a correct verify occurs (see Figure 9). During programming and verify operation a MARGIN MODE circuit is automatically activated to guarantee that each cell is programmed with enough margin. No overprogram pulse is applied since the verify in MARGIN MODE provides the necessary margin to each programmed cell.

Program Inhibit

Programming of multiple M27C160s in parallel with different data is also easily accomplished. Except for E-bar, all like inputs including G-bar of the parallel M27C160 may be common. A TTL low level pulse applied to a M27C160's E-bar input and Vpp at 12.5V, will program that M27C160. A high level E-bar input inhibits the other M27C160s from being programmed.

Program Verify

A verify (read) should be performed on the programmed bits to determine that they were correctly programmed. The verify is accomplished with E-bar at VIH and G-bar at VIL, Vpp at 12.5V and VCC at 6.25V.



M27C160

Electronic Signature

The Electronic Signature (ES) mode allows the reading out of a binary code from an EPROM that will identify its manufacturer and type. This mode is intended for use by programming equipment to automatically match the device to be programmed with its corresponding programming algorithm. The ES mode is functional in the $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ambient temperature range that is required when programming the M27C160. To activate the ES mode, the programming equipment must force 11.5V to 12.5V on address line A9 of the M27C160, with $V_{PP} = V_{CC} = 5\text{V}$. Two identifier bytes may then be sequenced from the device outputs by toggling address line A0 from V_{IL} to V_{IH} . All other address lines must be held at V_{IL} during Electronic Signature mode. Byte 0 ($A0 = V_{IL}$) represents the manufacturer code and byte 1 ($A0 = V_{IH}$) the device identifier code. For the ST-Microelectronics M27C160, these two identifier bytes are given in Table 4 and can be read-out on outputs Q7 to Q0.

ERASURE OPERATION (applies to UV EPROM)

The erasure characteristics of the M27C160 is such that erasure begins when the cells are exposed to light with wavelengths shorter than approximately 4000 Å. It should be noted that sunlight and some type of fluorescent lamps have wavelengths in the 3000-4000 Å range. Research shows that constant exposure to room level fluorescent lighting could erase a typical M27C160 in about 3 years, while it would take approximately 1 week to cause erasure when exposed to direct sunlight. If the M27C160 is to be exposed to these types of lighting conditions for extended periods of time, it is suggested that opaque labels be put over the M27C160 window to prevent unintentional erasure. The recommended erasure procedure for M27C160 is exposure to short wave ultraviolet light which has a wavelength of 2537 Å. The integrated dose (i.e. UV intensity x exposure time) for erasure should be a minimum of 30 W-sec/cm². The erasure time with this dosage is approximately 30 to 40 minutes using an ultraviolet lamp with 12000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ power rating. The M27C160 should be placed within 2.5cm (1 inch) of the lamp tubes during the erasure. Some lamps have a filter on their tubes which should be removed before erasure.

Table 11. Ordering Information Scheme

Example:	M27C160	-70	X	M	1	TR
Device Type M27						
Supply Voltage C = 5V						
Device Function 160 = 16 Mbit (2mb x 8 or 1Mb x 16)						
Speed -70 ^(1,2) = 70 ns -90 = 90 ns -100 = 100 ns -120 = 120 ns -150 = 150 ns						
V_{CC} Tolerance blank = ± 10% X = ± 5%						
Package F = FDIP42W B = PDIP42 S = SDIP42 K = PLCC44 ⁽³⁾ M = SO44						
Temperature Range 1 = 0 to 70 °C 6 = -40 to 85 °C						
Options TR = Tape & Reel Packing						

- Note: 1. High Speed, see AC Characteristics section for further information.
 2. This speed is guaranteed at V_{CC} = 5V ± 5%.
 3. The M27C160 product PLCC44 package version is offered in the Temperature Range 0 to 70 °C only.

For a list of available options (Speed, Package, etc...) or for further information on any aspect of this device, please contact the STMicroelectronics Sales Office nearest to you.

M27C160**Table 12. Revision History**

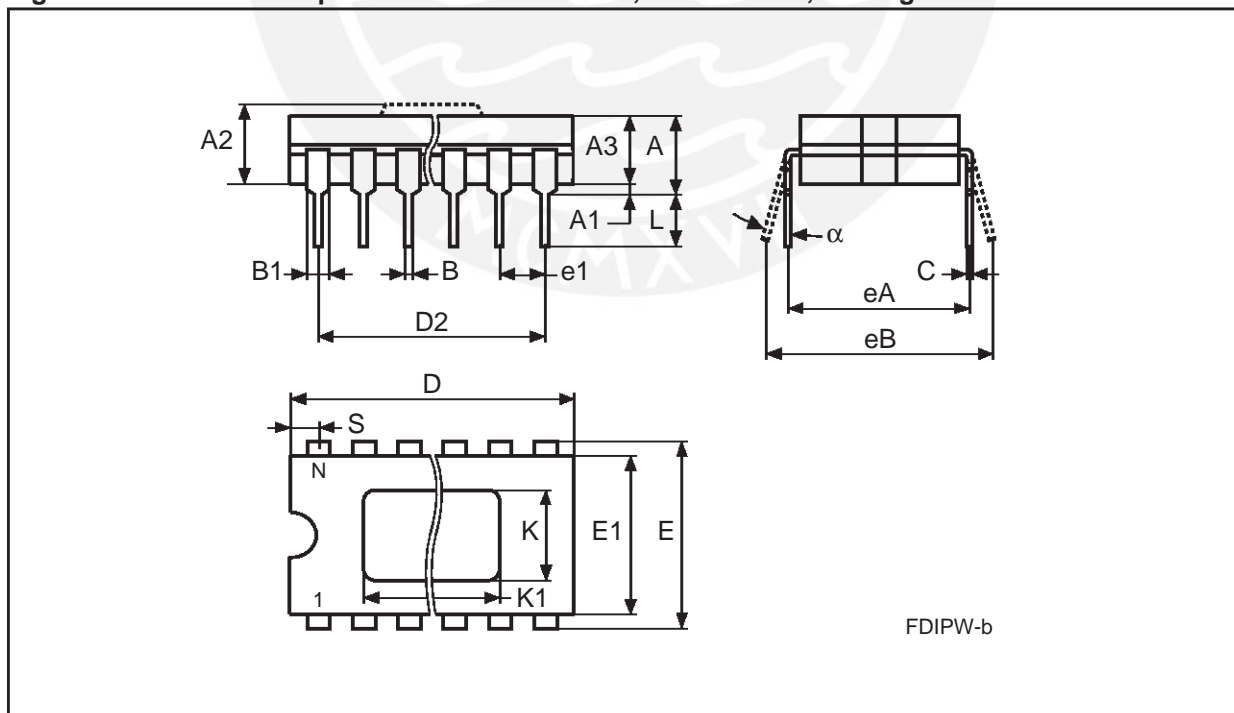
Date	Revision Details
January 1999	First Issue
09/20/00	AN620 Reference removed
19-Jul-2001	SDIP42 package added



Table 13. FDIP42W - 42 pin Ceramic Frit-seal DIP, with window, Package Mechanical Data

Symbol	mm			inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A			5.72			0.225
A1		0.51	1.40		0.020	0.055
A2		3.91	4.57		0.154	0.180
A3		3.89	4.50		0.153	0.177
B		0.41	0.56		0.016	0.022
B1	1.45	–	–	0.057	–	–
C		0.23	0.30		0.009	0.012
D		54.41	54.86		2.142	2.160
D2	50.80	–	–	2.000	–	–
E	15.24	–	–	0.600	–	–
E1		14.50	14.90		0.571	0.587
e	2.54	–	–	0.100	–	–
eA	14.99	–	–	0.590	–	–
eB		16.18	18.03		0.637	0.710
L		3.18			0.125	
S		1.52	2.49		0.060	0.098
K	9.40	–	–	0.370	–	–
K1	11.43	–	–	0.450	–	–
α		4°	11°		4°	11°
N		42			42	

Figure 10. FDIP42W - 42 pin Ceramic Frit-seal DIP, with window, Package Outline



Drawing is not to scale.

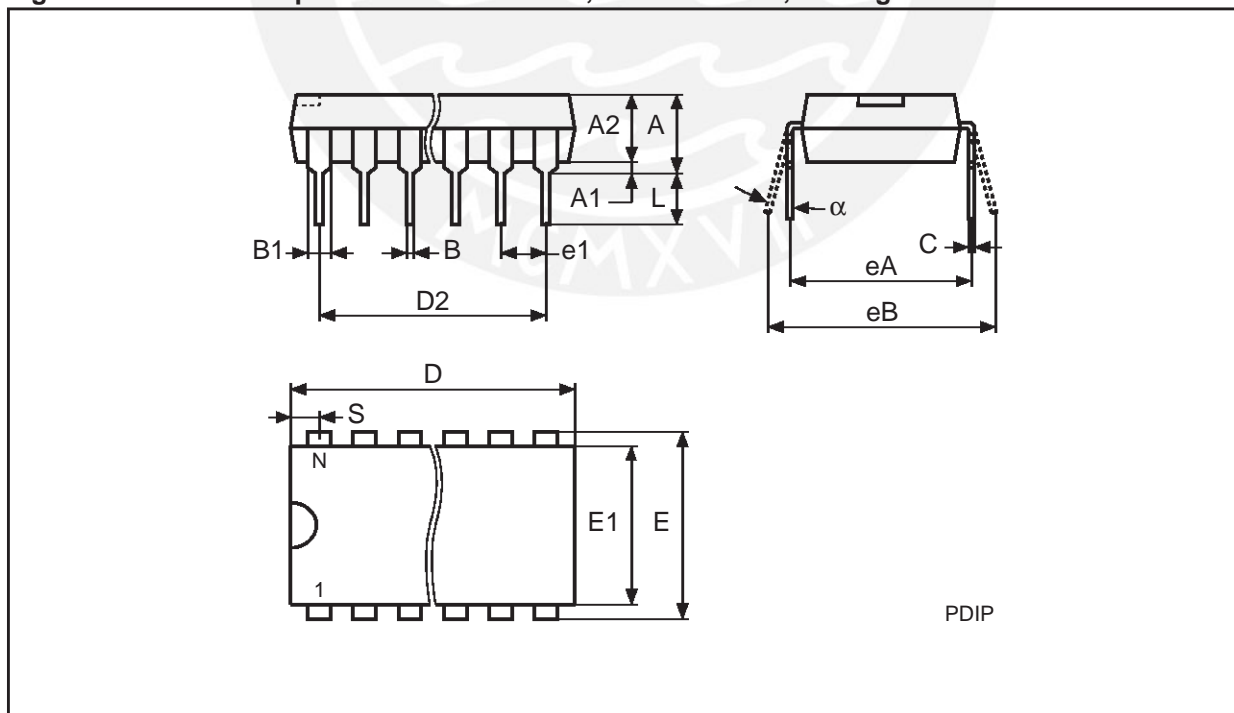


M27C160

Table 14. PDIP42 - 42 pin Plastic Dual In Line, 600 mils width, Package Mechanical Data

Symbol	mm			inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A		–	5.08		–	0.200
A1		0.25	–		0.010	–
A2		3.56	4.06		0.140	0.160
B		0.38	0.53		0.015	0.021
B1		1.27	1.65		0.050	0.065
C		0.20	0.36		0.008	0.014
D		52.20	52.71		2.055	2.075
D2	50.80	–	–	2.000	–	–
E	15.24	–	–	0.600	–	–
E1		13.59	13.84		0.535	0.545
e1	2.54	–	–	0.100	–	–
eA	14.99	–	–	0.590	–	–
eB		15.24	17.78		0.600	0.700
L		3.18	3.43		0.125	0.135
S		0.86	1.37		0.034	0.054
α		0°	10°		0°	10°
N		42			42	

Figure 11. PDIP42 - 42 pin Plastic Dual In Line, 600 mils width, Package Outline

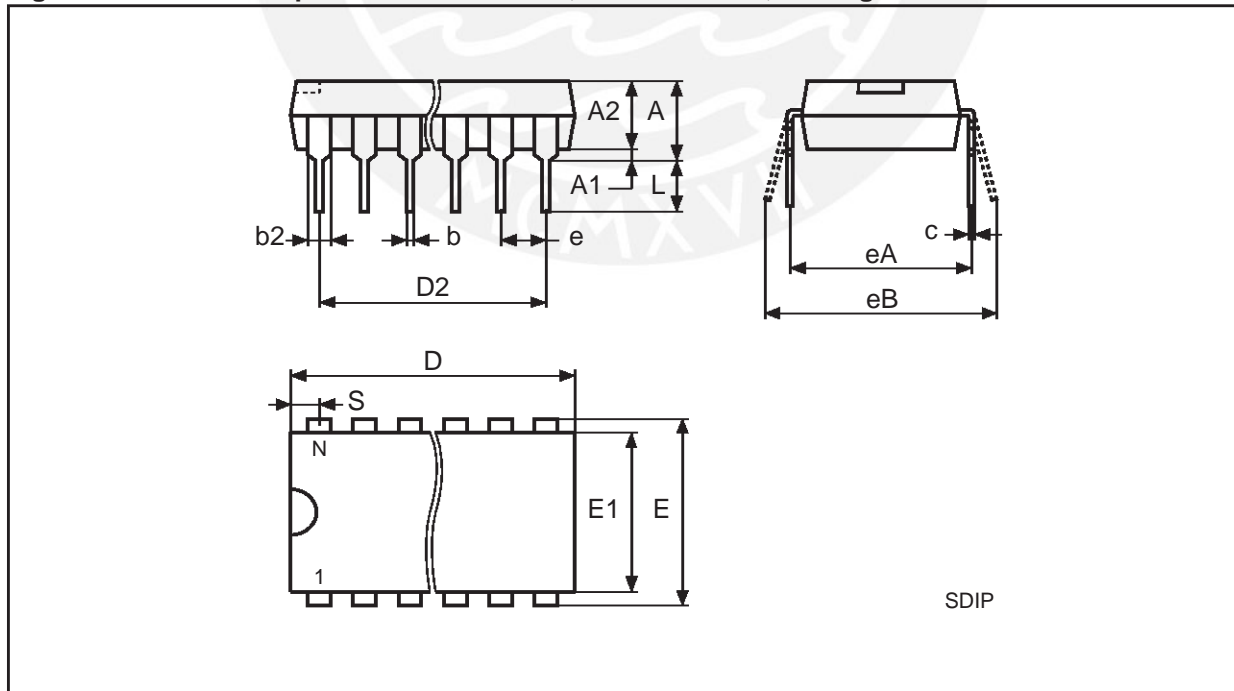


Drawing is not to scale.

Table 15. SDIP42 - 42 pin Shrink Plastic DIP, 600 mils width, Package Mechanical Data

Symbol	millimeters			inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A			5.08			0.200
A1		0.51			0.020	
A2	3.81	3.05	4.57	0.150	0.120	0.180
b	0.46	0.38	0.56	0.018	0.015	0.022
b2	1.02	0.89	1.14	0.040	0.035	0.045
c	0.25	0.23	0.38	0.010	0.009	0.015
D	36.83	36.58	37.08	1.450	1.440	1.460
e	1.78	–	–	0.070	–	–
E		15.24	16.00		0.600	0.630
E1	13.72	12.70	14.48	0.540	0.500	0.570
eA	15.24	–	–	0.600	–	–
eB			18.54			0.730
L	3.30	2.54	3.56	0.130	0.100	0.140
S	0.64			0.025		
N		42			42	

Figure 12. SDIP42 - 42 pin Shrink Plastic DIP, 600 mils width, Package Outline



Drawing is not to scale.

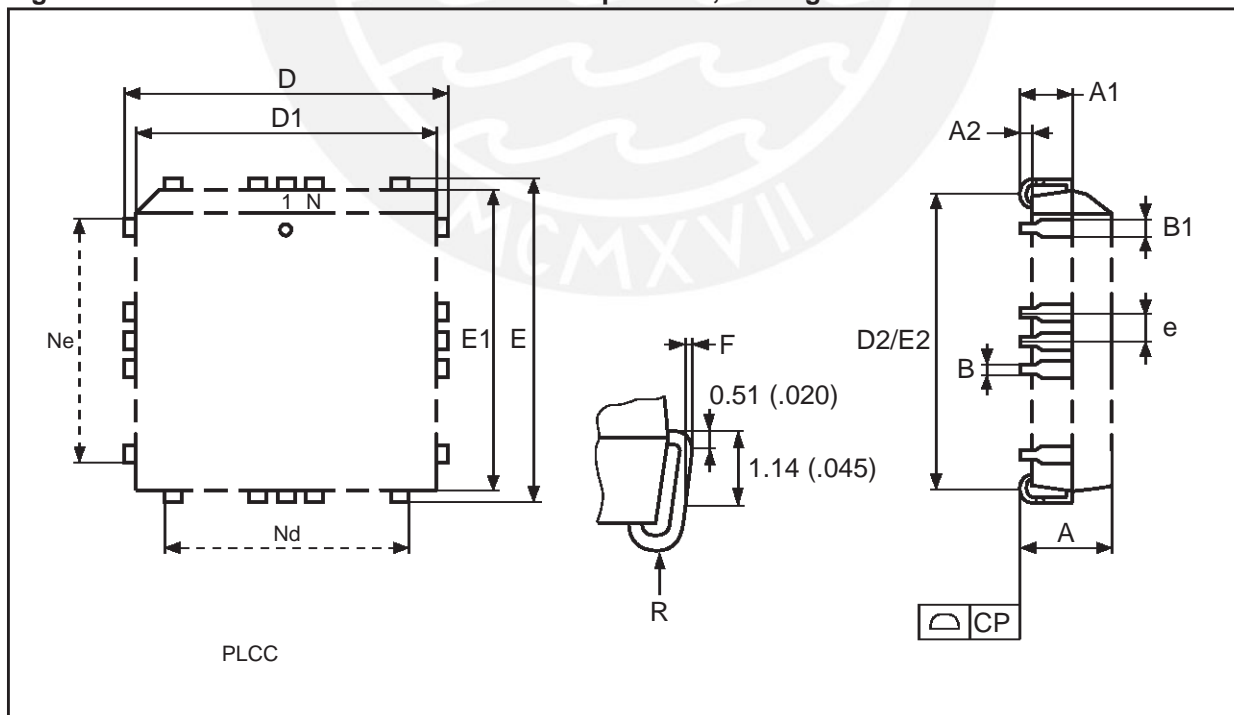


M27C160

Table 16. PLCC44 - 44 lead Plastic Leaded Chip Carrier, Package Mechanical Data

Symbol	mm			inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A		4.20	4.70		0.165	0.185
A1		2.29	3.04		0.090	0.120
A2		–	0.51		–	0.020
B		0.33	0.53		0.013	0.021
B1		0.66	0.81		0.026	0.032
D		17.40	17.65		0.685	0.695
D1		16.51	16.66		0.650	0.656
D2		14.99	16.00		0.590	0.630
E		17.40	17.65		0.685	0.695
E1		16.51	16.66		0.650	0.656
E2		14.99	16.00		0.590	0.630
e	1.27	–	–	0.050	–	–
F		0.00	0.25		0.000	0.010
R	0.89	–	–	0.035	–	–
N		44			44	
CP			0.10			0.004

Figure 13. PLCC44 - 44 lead Plastic Leaded Chip Carrier, Package Outline

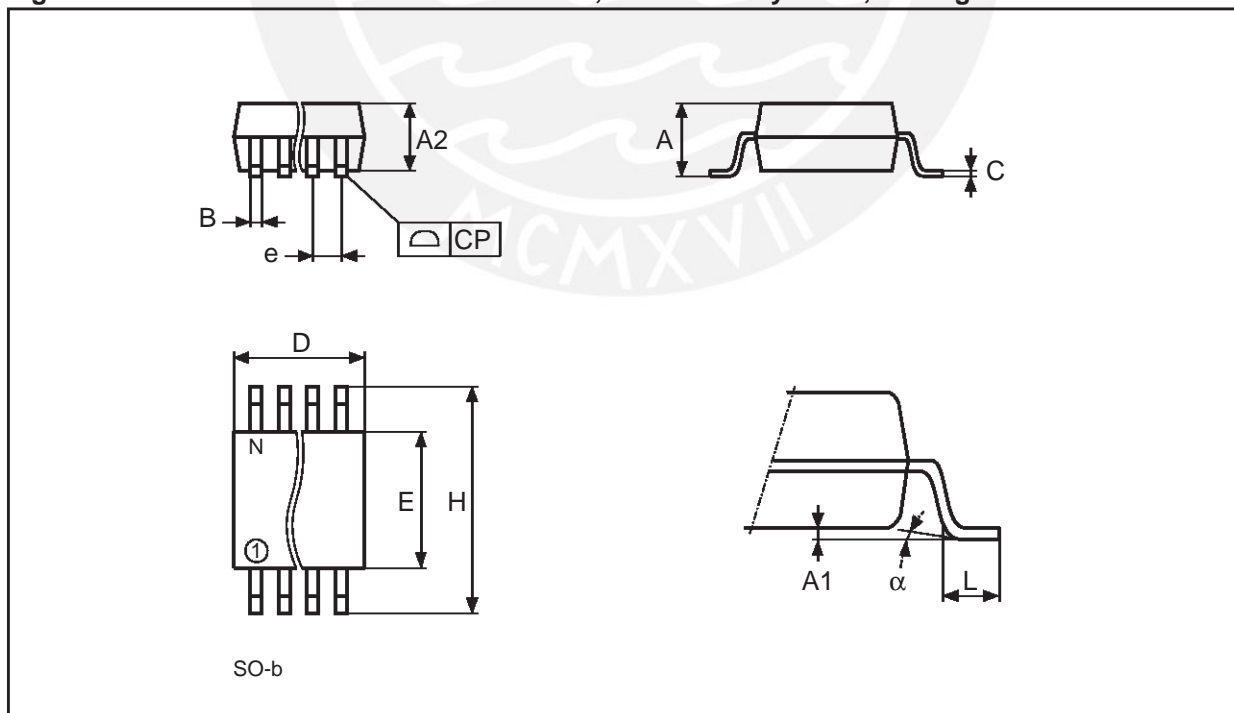


Drawing is not to scale.

Table 17. SO44 - 44 lead Plastic Small Outline, 525 mils body width, Package Mechanical Data

Symbol	mm			inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A		2.42	2.62		0.095	0.103
A1		0.22	0.23		0.009	0.010
A2		2.25	2.35		0.089	0.093
B			0.50			0.020
C		0.10	0.25		0.004	0.010
D		28.10	28.30		1.106	1.114
E		13.20	13.40		0.520	0.528
e	1.27	-	-	0.050	-	-
H		15.90	16.10		0.626	0.634
L	0.80	-	-	0.031	-	-
α	3°	-	-	3°	-	-
N		44			44	
CP			0.10			0.004

Figure 14. SO44 - 44 lead Plastic Small Outline, 525 mils body width, Package Outline



Drawing is not to scale.





Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is registered trademark of STMicroelectronics
All other names are the property of their respective owners

© 2001 STMicroelectronics - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco -
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

www.st.com





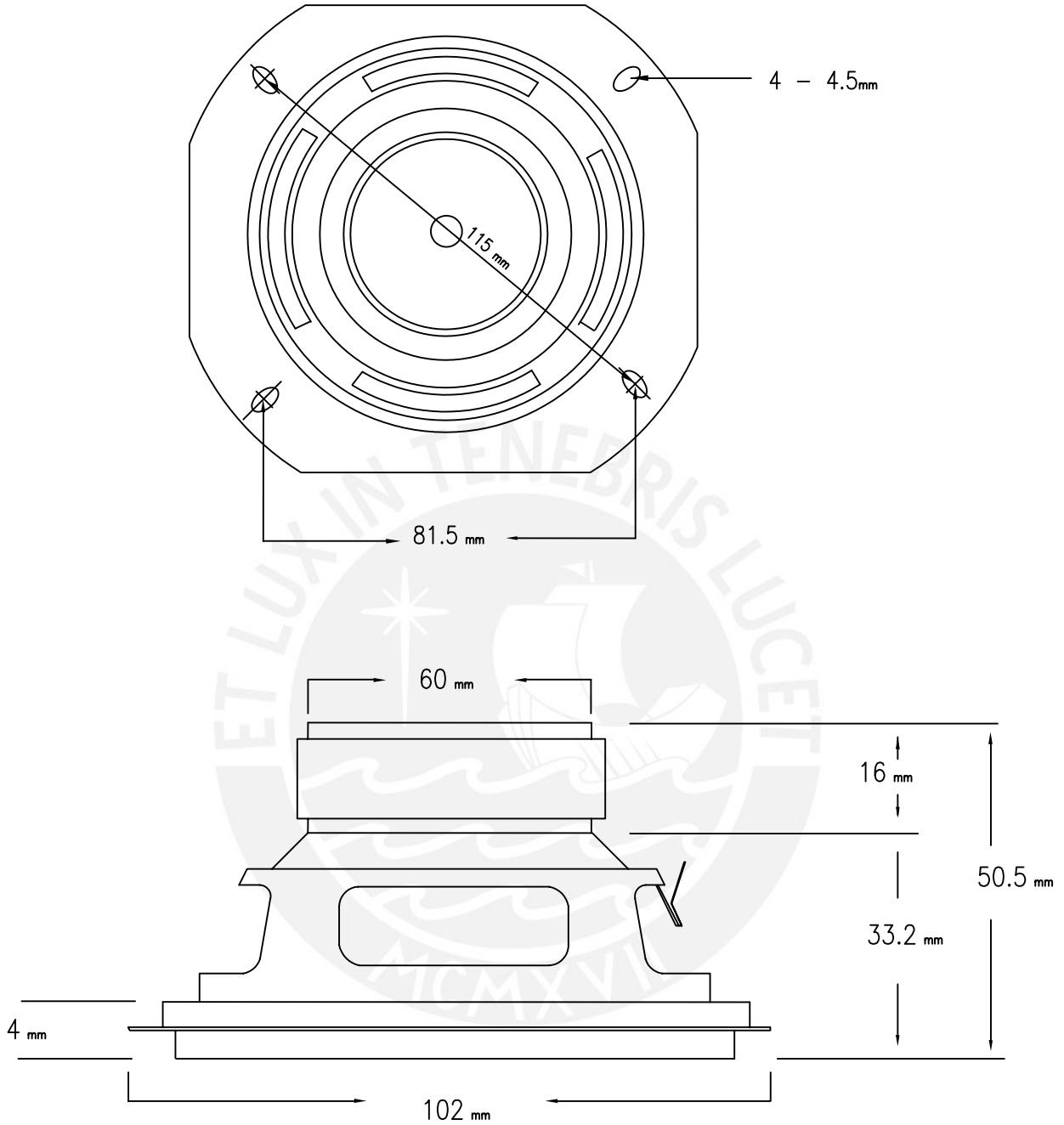
Specifications

1	Part No.	GF1004H			
2	Nominal Size	110 mm.	4" inch		
3	Impedance	8 Ω ± 15%	at 400 Hz.	1 V.	
4	Resonance	100 Hz. ± 15 Hz.	FO Hz.	1 V.	
5	S.P. Level	90 dB/W	2 dB	1 w. 50 cm.	average at
6	Response	fo Hz. ~ 10K Hz.	MAX 10dB	300, 400, 500, 600 Hz.	
7	Crossover Freq.	Hz.	Hz.	dB/OCT	Net work
8	Input Power	Nominal Input 20 w.	Handling Capacity	40 w.	
9	Operation	Must be normal at program source			20 w.
10	Buzz, Rattle, etc.	Must be normal at sine wave			8.9 v.
11	Flux Density	Gauss ± 10%			
12	Total Flux	Max well min			
13	Magnet	Size 60 x 32 x 10 mm	gr	oz	
14	Total Weight	gr oz			
15	Load Test	After test meet item 9 and 10	White noise	20 W.	24 Hours
16	Distortion	% MAX Hz W.			
17	Heat Test	After test meet item 9 and 10	70±2 ±°C	20-50 %R.H.	24 Hours
18	Humidity Test	After test meet item 9 and 10	40±2 ±°C	90-95 %R.H.	24 Hours

PART NO. GF1004H UNITS: mm

DRAWN BY: PAGE NO: 1 of 2





CUI INC

9615 SW Allen, Suite 103
Beaverton, OR 97005
Phone: (503) 643-4899
800-275-4899
Fax: (503) 372-1266
Website: www.cui.com

TITLE:

PART NO.

GF1004H

UNITS:

mm

DRAWN BY:

Page No.

2 of 2



Tesis publicada con autorización del autor

COPYRIGHT 1997 BY CUI INC. Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

SOME RIGHTS RESERVED

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

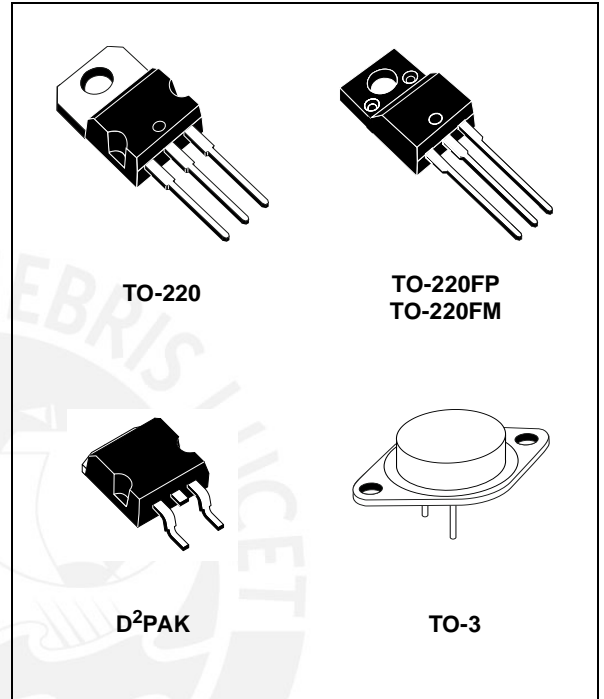


Figure 1: Schematic Diagram

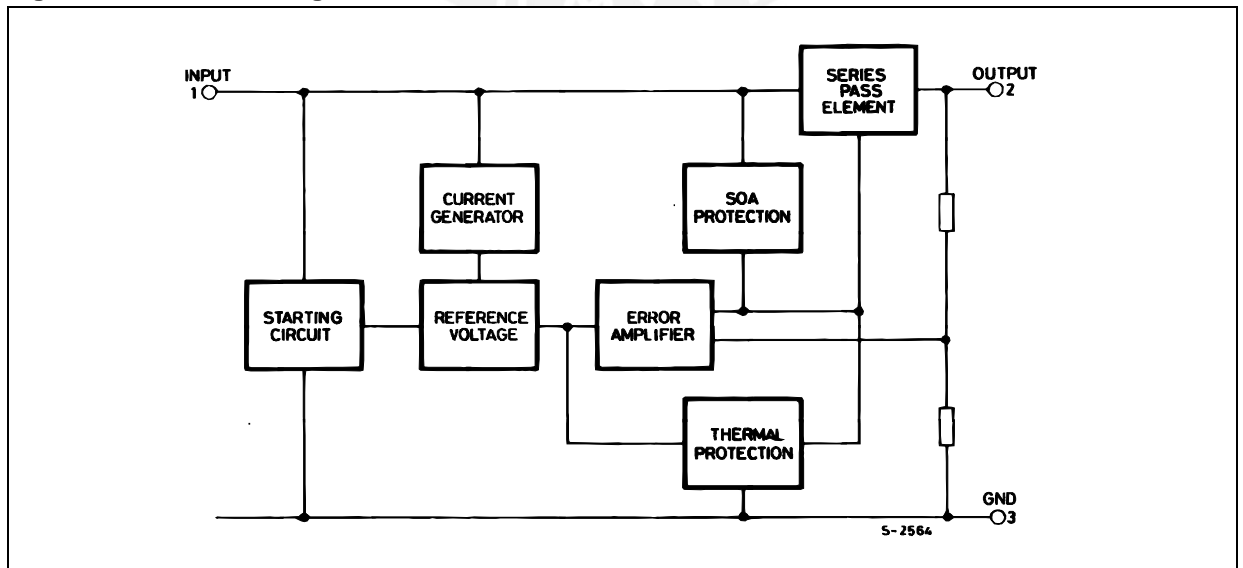


Table 1: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	DC Input Voltage	for $V_O = 5$ to 18V	35	V
		for $V_O = 20, 24V$	40	
I_O	Output Current		Internally Limited	
P_{tot}	Power Dissipation		Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	for L7800	-55 to 150	°C
		for L7800C	0 to 150	

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

Table 2: Thermal Data

Symbol	Parameter	D ² PAK	TO-220	TO-220FP	TO-220FM	TO-3	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case Max	3	5	5	5	4	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	60	35	°C/W

Figure 2: Schematic Diagram

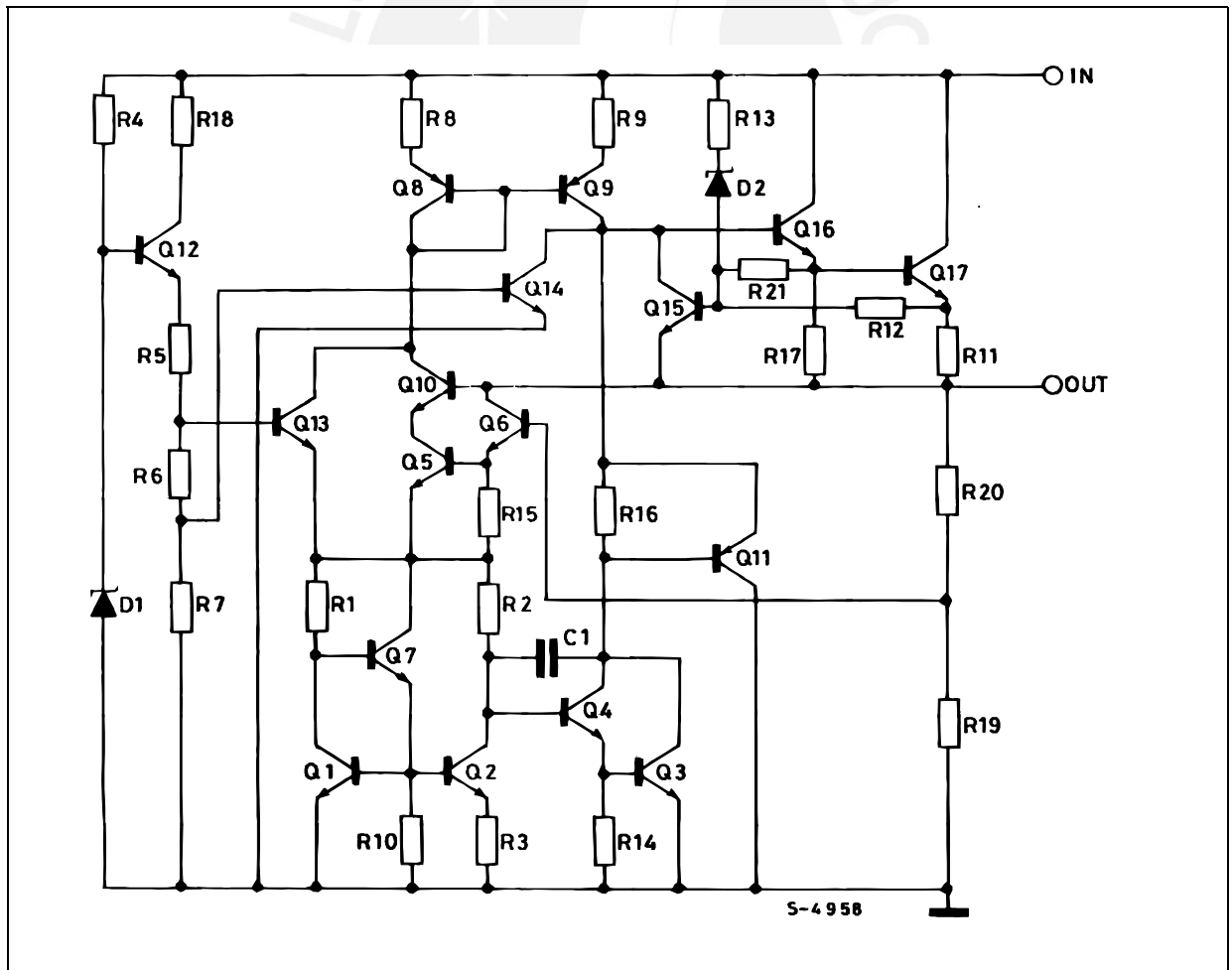


Figure 3: Connection Diagram (top view)

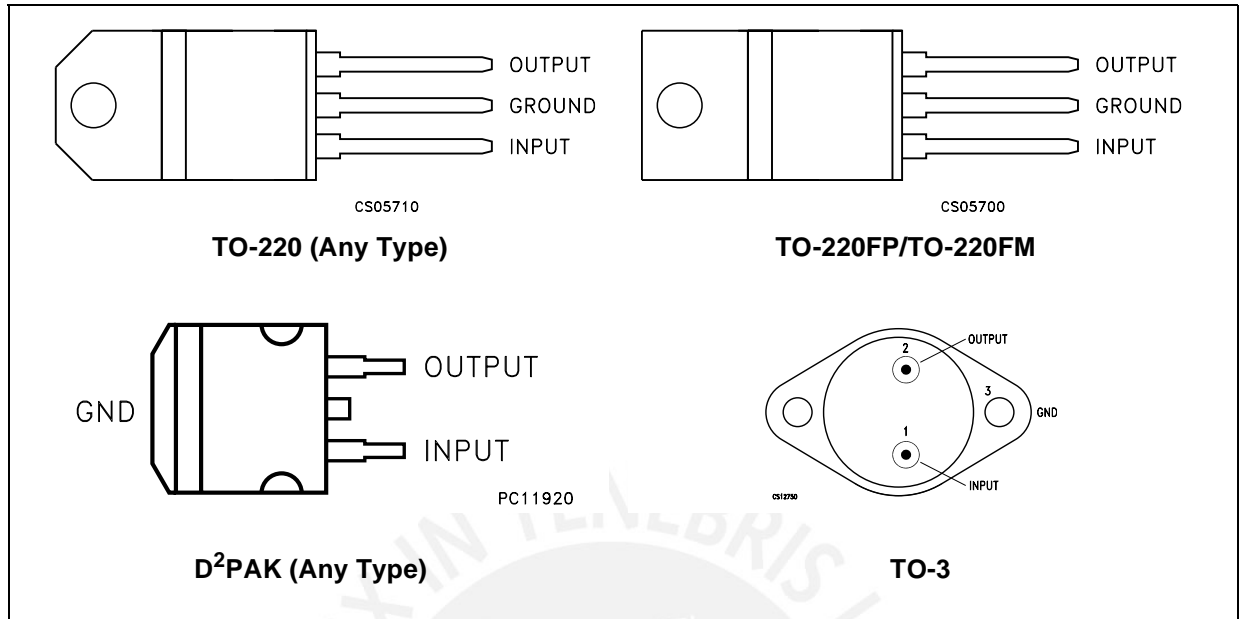
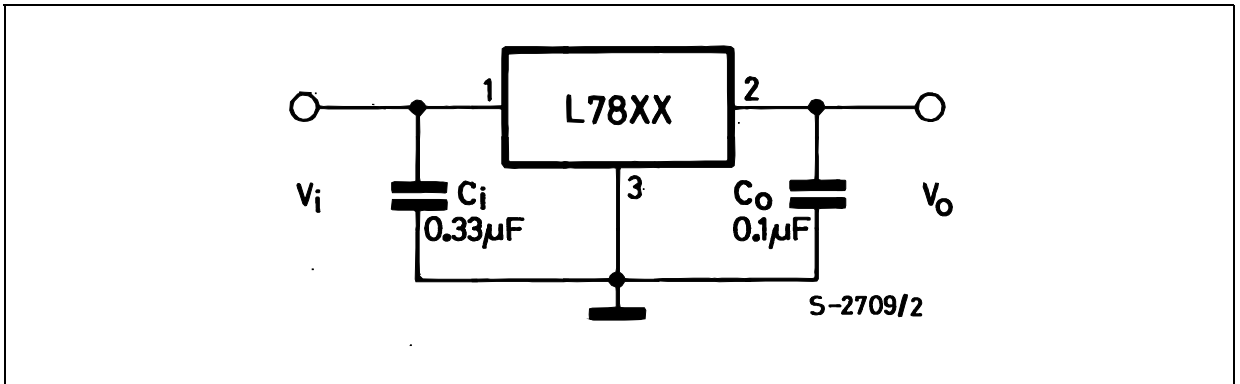


Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D ² PAK (A Type) (*)	D ² PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-220FM	TO-3
L7805								L7805T
L7805C	L7805CV	L7805C-V	L7805CV1	L7805CD2T	L7805C-D2TR	L7805CP	L7805CF	L7805CT
L7852C	L7852CV			L7852CD2T		L7852CP	L7852CF	L7852CT
L7806								L7806T
L7806C	L7806CV	L7806C-V		L7806CD2T		L7806CP	L7806CF	L7806CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7808CD2T		L7808CP	L7808CF	L7808CT
L7885C	L7885CV			L7885CD2T		L7885CP	L7885CF	L7885CT
L7809C	L7809CV	L7809C-V		L7809CD2T		L7809CP	L7809CF	L7809CT
L7810C	L7810CV			L7810CD2T		L7810CP		
L7812								L7812T
L7812C	L7812CV	L7812C-V		L7812CD2T		L7812CP	L7812CF	L7812CT
L7815								L7815T
L7815C	L7815CV	L7815C-V		L7815CD2T		L7815CP	L7815CF	L7815CT
L7818								L7818T
L7818C	L7818CV			L7818CD2T		L7818CP	L7818CF	L7818CT
L7820								L7820T
L7820C	L7820CV			L7820CD2T		L7820CP	L7820CF	L7820CT
L7824								L7824T
L7824C	L7824CV			L7824CD2T		L7824CP	L7824CF	L7824CT

(*) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

Figure 4: Application Circuits



TEST CIRCUITS

Figure 5: DC Parameter

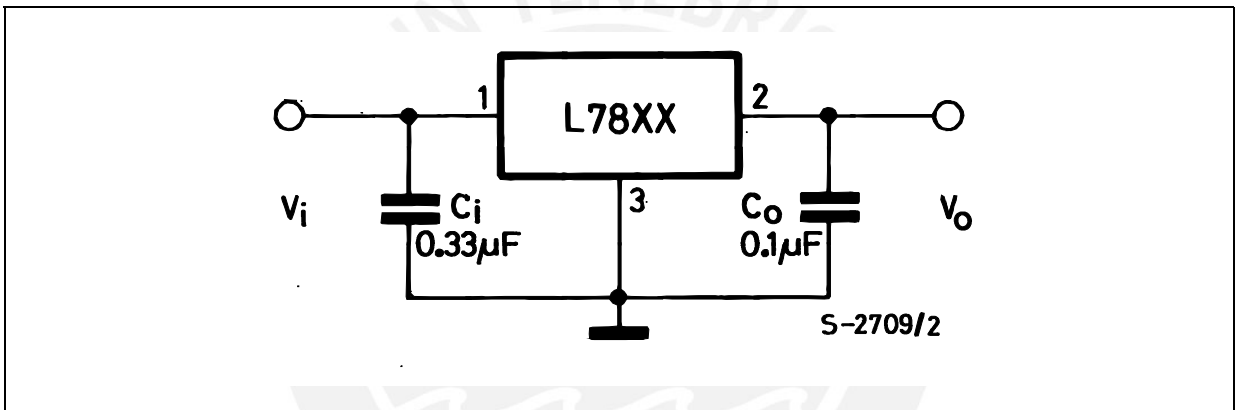


Figure 6: Load Regulation

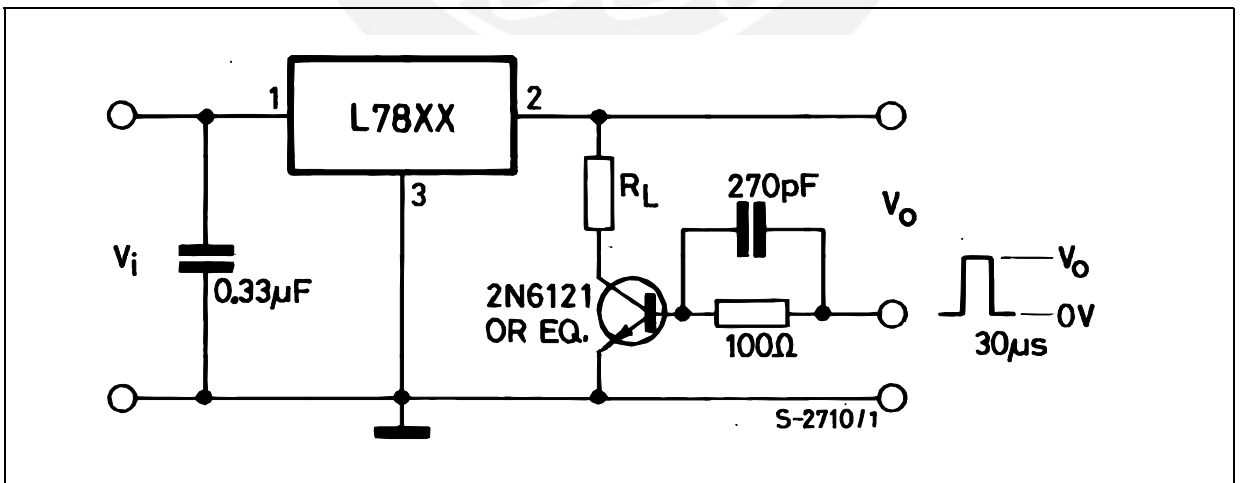


Figure 7: Ripple Rejection

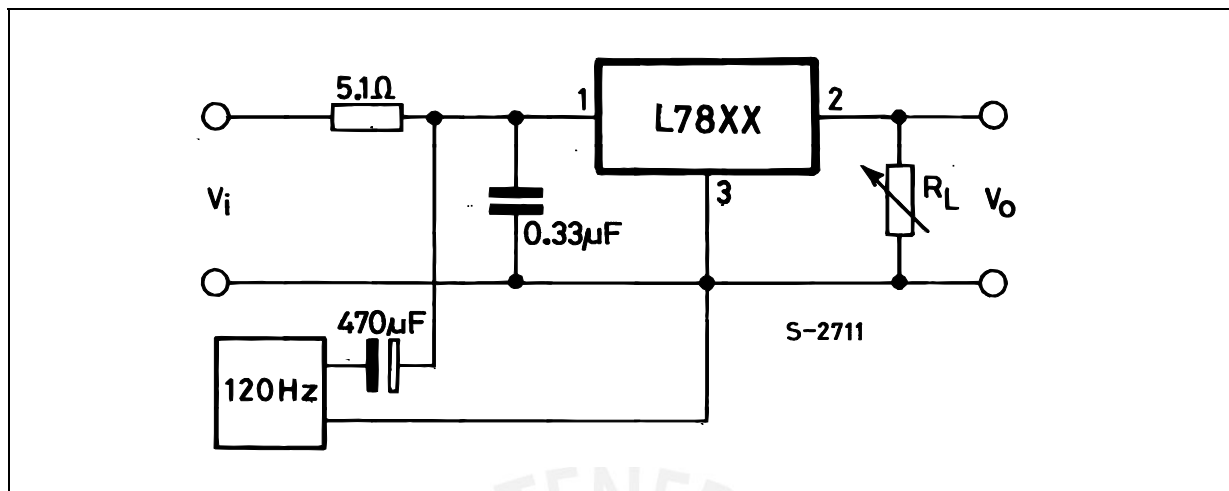


Table 4: Electrical Characteristics Of L7805 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to } 20\text{ V}$	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	50	mV
		$V_I = 8\text{ to } 12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	25	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			25	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{ to } 25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.6		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to } 18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	68			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 5: Electrical Characteristics Of L7806 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 9\text{ to }21\text{ V}$	5.65	6	6.35	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 9\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.7		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	65			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 6: Electrical Characteristics Of L7808 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.5\text{ to }23\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 7: Electrical Characteristics Of L7812 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 19\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 0.33$ μF , $C_O = 0.1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 15.5$ to 27 V	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 14.5$ to 30 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 16$ to 22 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 15$ to 30 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15$ to 25 V $f = 120\text{Hz}$	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1$ KHz		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35$ V $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 8: Electrical Characteristics Of L7815 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 0.33$ μF , $C_O = 0.1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 18.5$ to 30 V	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 17.5$ to 30 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$V_I = 20$ to 26 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 18.5$ to 30 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		1.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5$ to 28.5 V $f = 120\text{Hz}$	60			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35$ V $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 9: Electrical Characteristics Of L7818 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 10: Electrical Characteristics Of L7820 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 28\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	58			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 11: Electrical Characteristics Of L7824 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 33\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 28\text{ to } 38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to } 38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 30\text{ to } 36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 28\text{ to } 38\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to } 38\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 12: Electrical Characteristics Of L7805C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{ to } 20\text{ V}$	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
		$V_I = 8\text{ to } 12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	50	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to } 18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 13: Electrical Characteristics Of L7852C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.0	5.2	5.4	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to } 20\text{ V}$	4.95	5.2	5.45	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	105	mV
		$V_I = 8\text{ to } 12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	52	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			105	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			52	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to } 18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 14: Electrical Characteristics Of L7806C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to } 21\text{ V}$	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 9\text{ to } 13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{ to } 25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to } 19\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.55		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 15: Electrical Characteristics Of L7808C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11\text{ to } 17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		52		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to } 21.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 16: Electrical Characteristics Of L7885C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 14.5\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.2	8.5	8.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11\text{ to } 26\text{ V}$	8.1	8.5	8.9	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 11\text{ to } 27\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11.5\text{ to } 17.5\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11\text{ to } 27\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		55		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12\text{ to } 22\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 17: Electrical Characteristics Of L7809C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 15\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 0.33$ μF , $C_O = 0.1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.64	9	9.36	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.5$ to 26 V	8.55	9	9.45	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 11.5$ to 26 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 12$ to 18 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 11.5$ to 26 V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12$ to 23 V $f = 120\text{Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35$ V $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 18: Electrical Characteristics Of L7810C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 16\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 0.33$ μF , $C_O = 0.1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	9.6	10	10.4	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 12.5$ to 26 V	9.5	10	10.5	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 12.5$ to 26 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 13.5$ to 19 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 12.5$ to 26 V			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 13$ to 23 V $f = 120\text{Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35$ V $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 19: Electrical Characteristics Of L7812C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 19\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 14.5\text{ to } 27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to } 30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 16\text{ to } 22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 14.5\text{ to } 30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		75		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15\text{ to } 25\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.35		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 20: Electrical Characteristics Of L7815C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.5	15	15.6	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$V_I = 20\text{ to } 26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		90		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to } 28.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.23		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 21: Electrical Characteristics Of L7818C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 21\text{ to } 33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to } 33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = 24\text{ to } 30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 21\text{ to } 33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to } 32\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	53			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.20		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 22: Electrical Characteristics Of L7820C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 28\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 23\text{ to } 35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 22.5\text{ to } 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = 26\text{ to } 32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 23\text{ to } 35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		150		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to } 35\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	52			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.18		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 23: Electrical Characteristics Of L7824C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 33\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 27\text{ to } 38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to } 38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$V_I = 30\text{ to } 36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 27\text{ to } 38\text{ V}$			1	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		170		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to } 38\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	50			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.15		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Figure 8: Dropout Voltage vs Junction Temperature

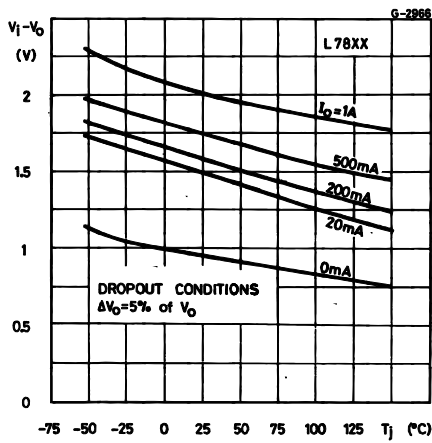


Figure 9: Peak Output Current vs Input/output Differential Voltage

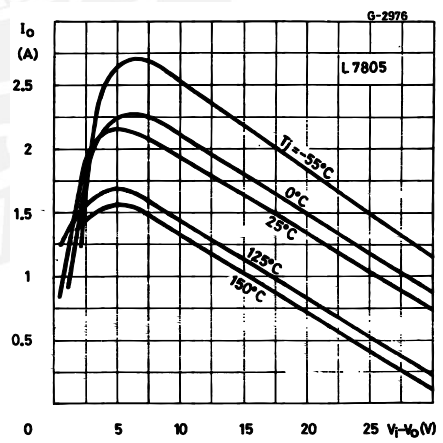


Figure 10: Supply Voltage Rejection vs Frequency

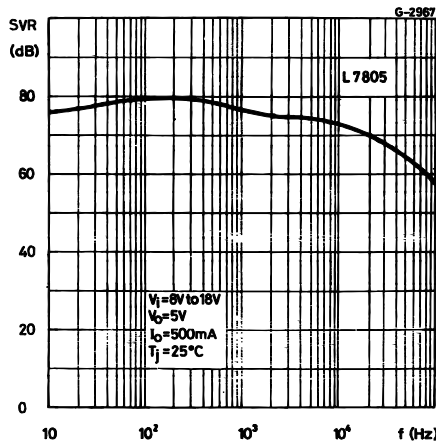


Figure 13: Quiescent Current vs Junction Temperature

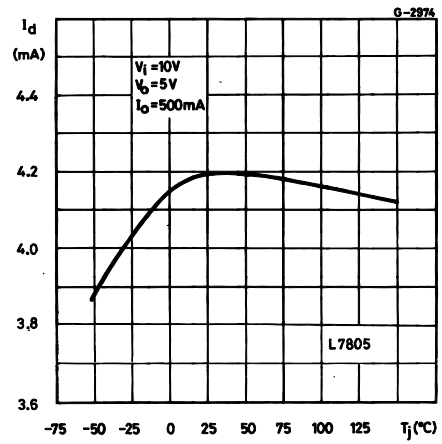


Figure 11: Output Voltage vs Junction Temperature

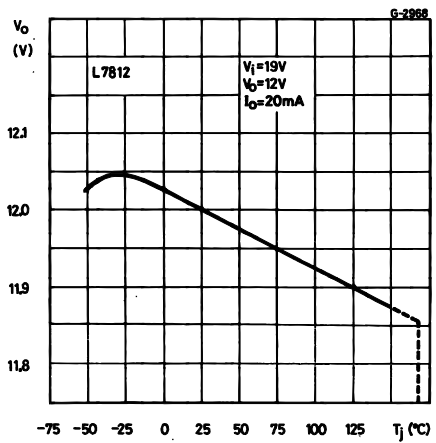


Figure 14: Load Transient Response

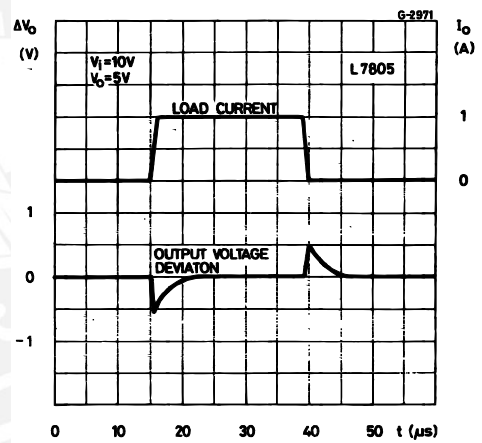


Figure 12: Output Impedance vs Frequency

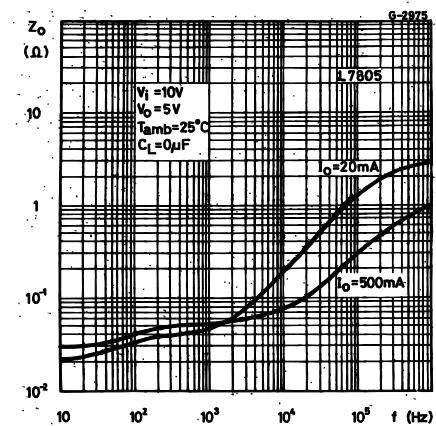


Figure 15: Line Transient Response

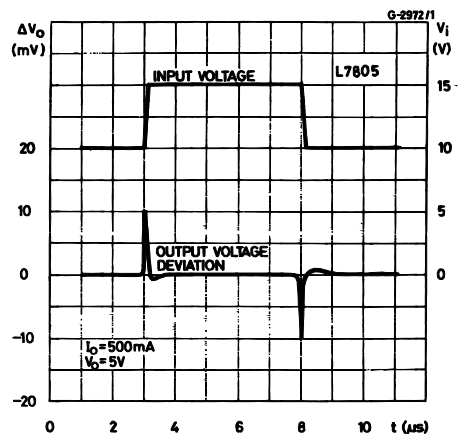


Figure 16: Quiescent Current vs Input Voltage

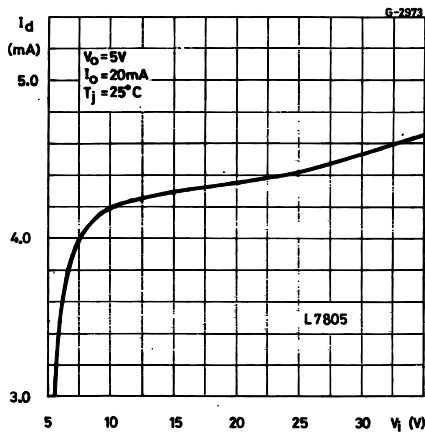
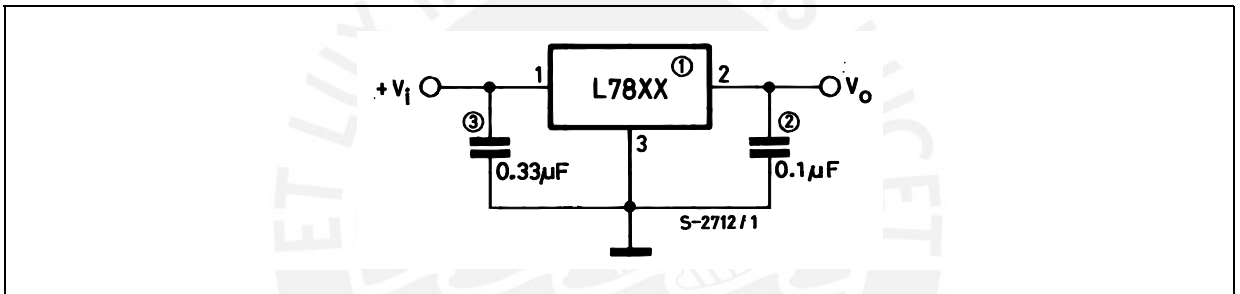


Figure 17: Fixed Output Regulator



NOTE:

1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is need for stability, it does improve transient response.
3. Required if regulator is locate an appreciable distance from power supply filter.

Figure 18: Current Regulator

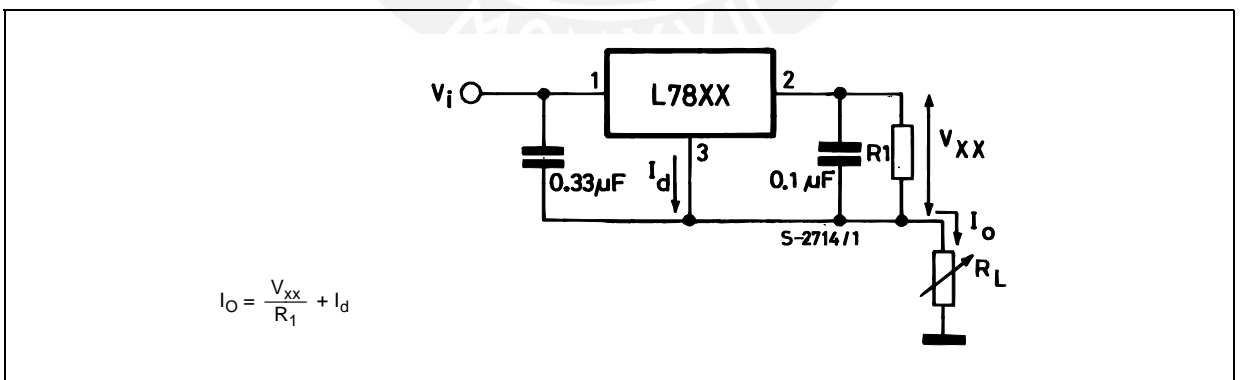


Figure 19: Circuit for Increasing Output Voltage

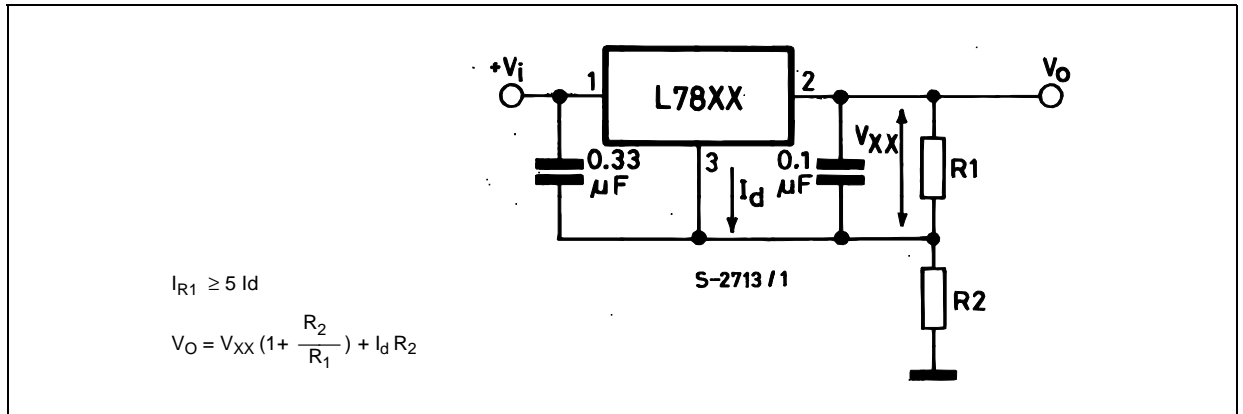


Figure 20: Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

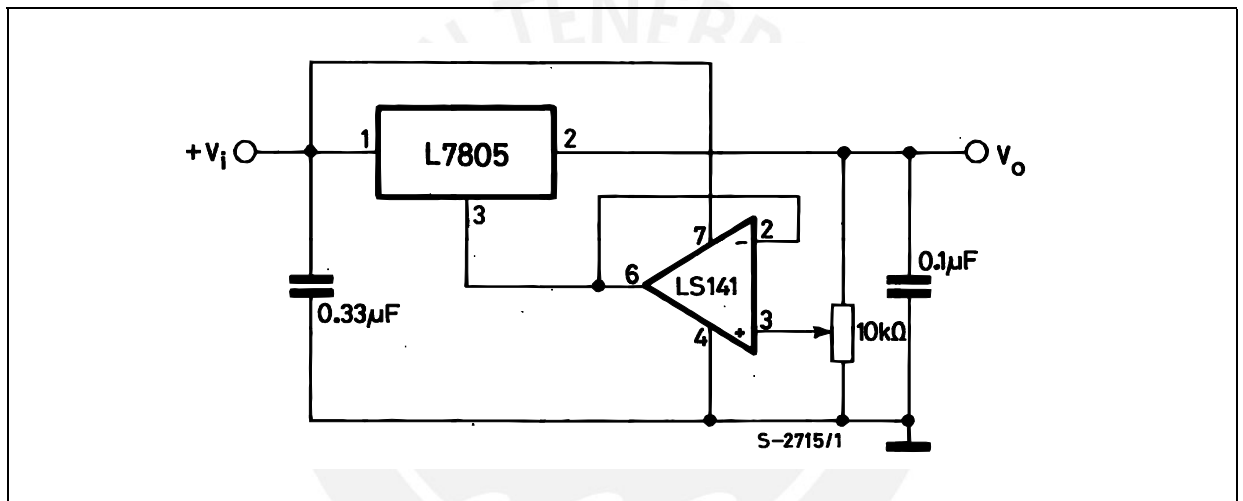


Figure 21: 0.5 to 10V Regulator

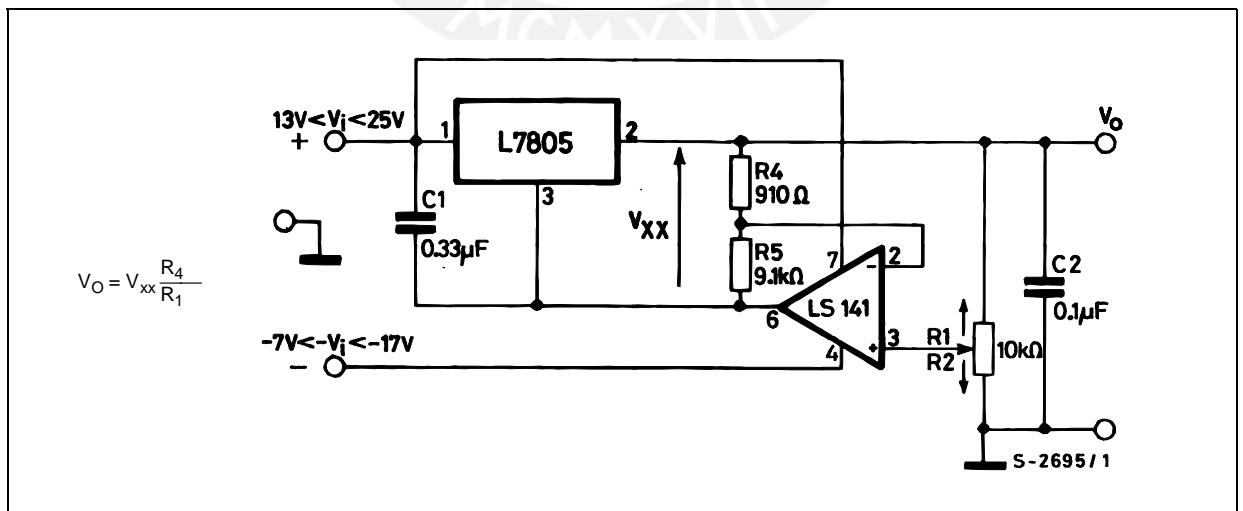


Figure 22: High Current Voltage Regulator

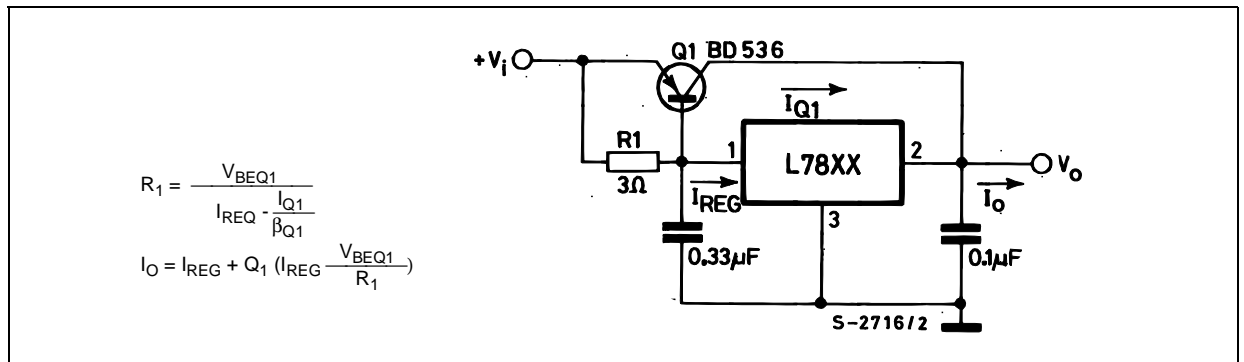


Figure 23: High Output Current with Short Circuit Protection

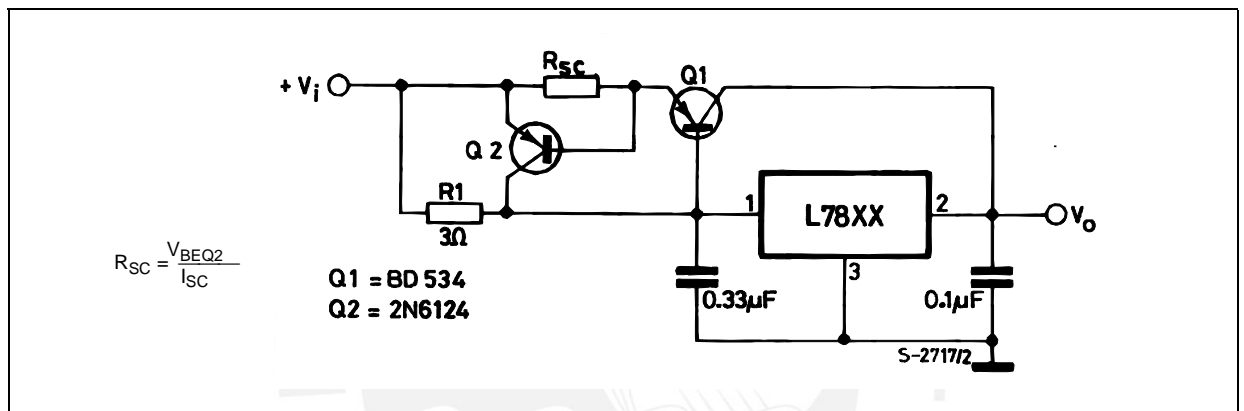


Figure 24: Tracking Voltage Regulator

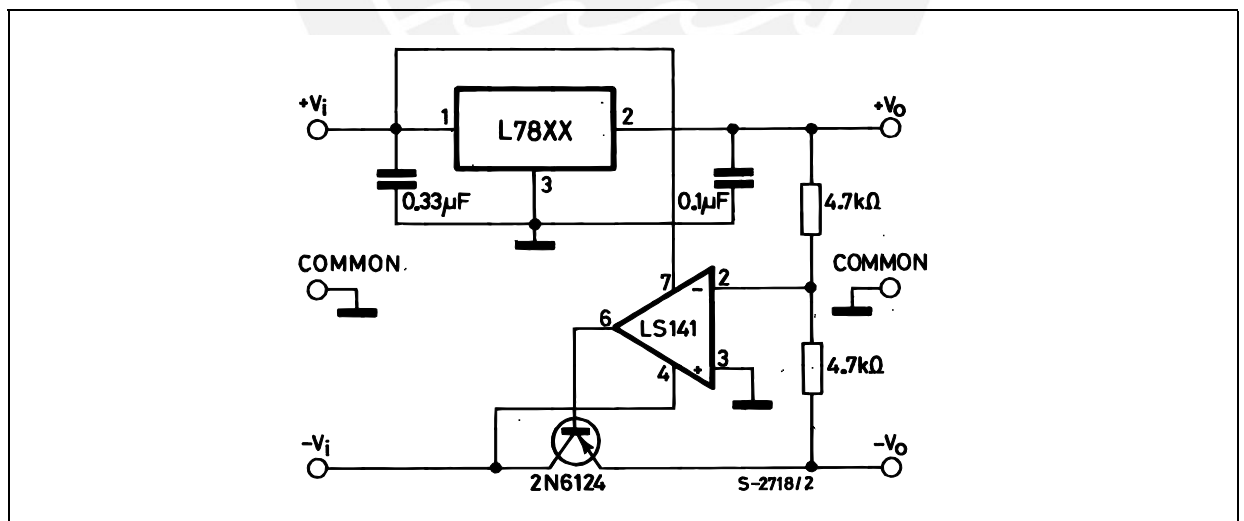
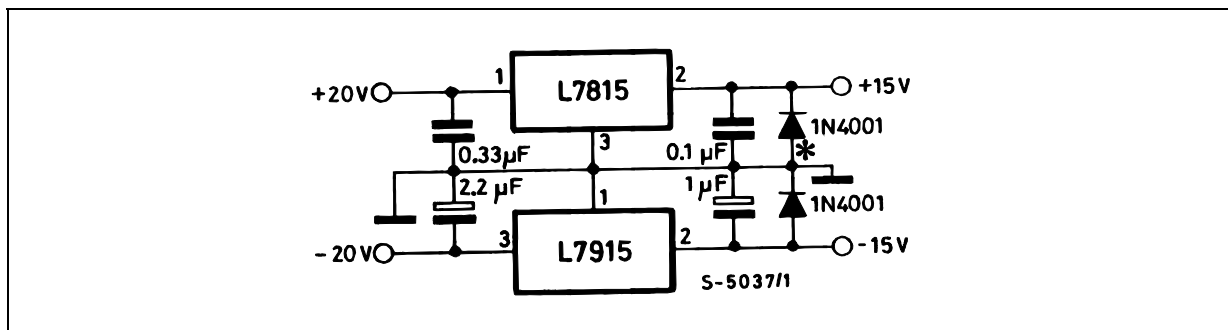


Figure 25: Split Power Supply ($\pm 15V - 1A$)



* Against potential latch-up problems.

Figure 26: Negative Output Voltage Circuit

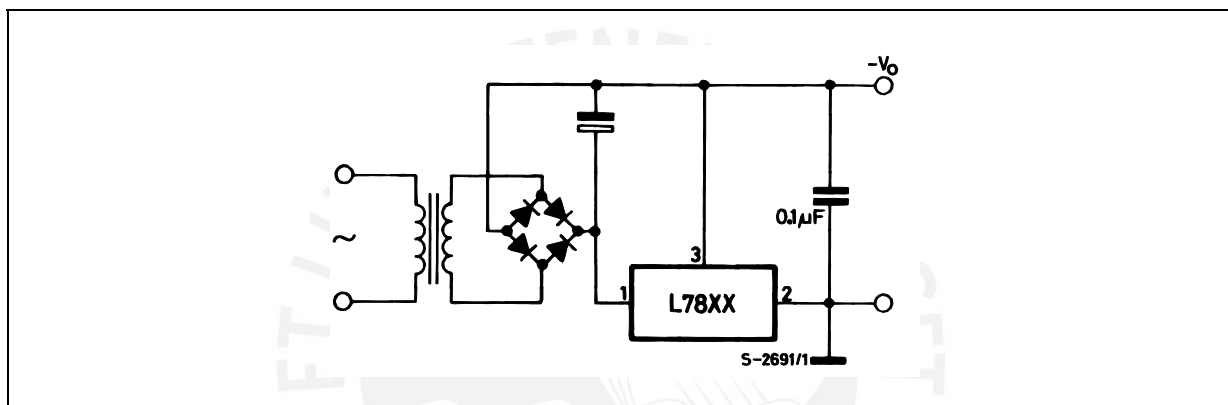


Figure 27: Switching Regulator

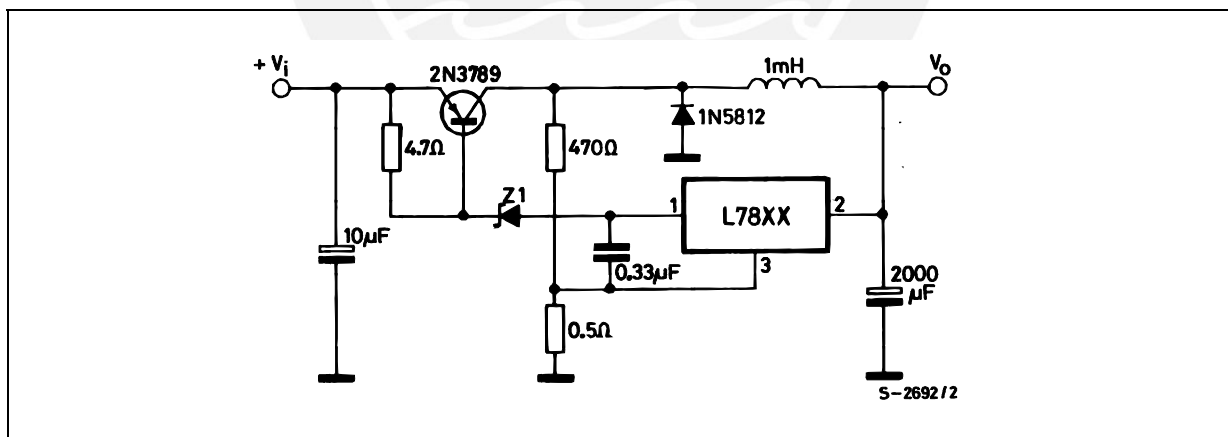


Figure 28: High Input Voltage Circuit

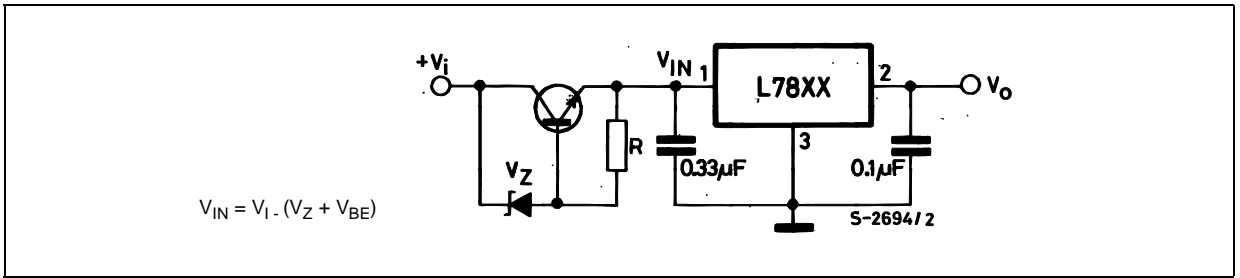


Figure 29: High Input Voltage Circuit

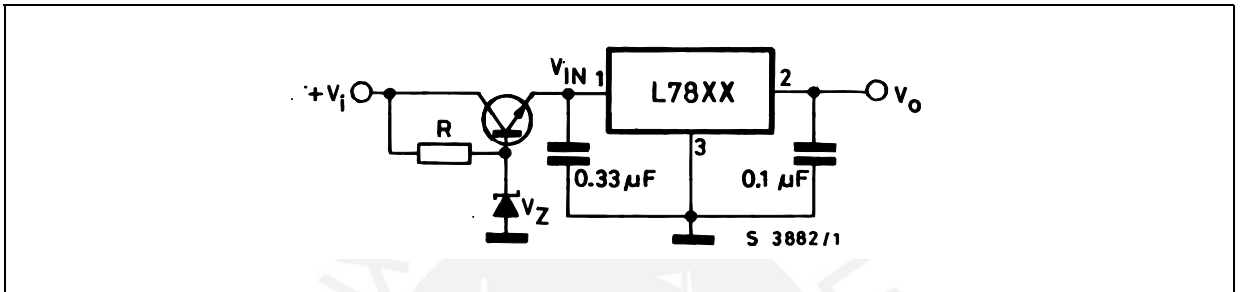


Figure 30: High Output Voltage Regulator

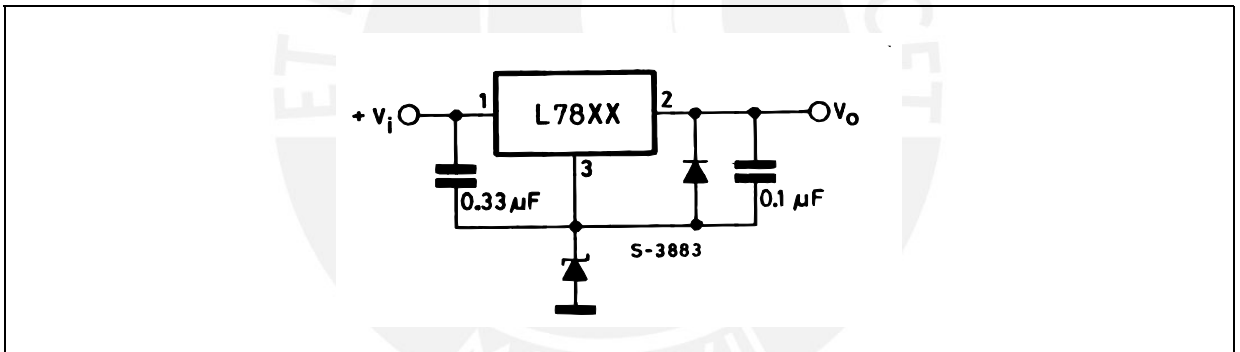


Figure 31: High Input and Output Voltage

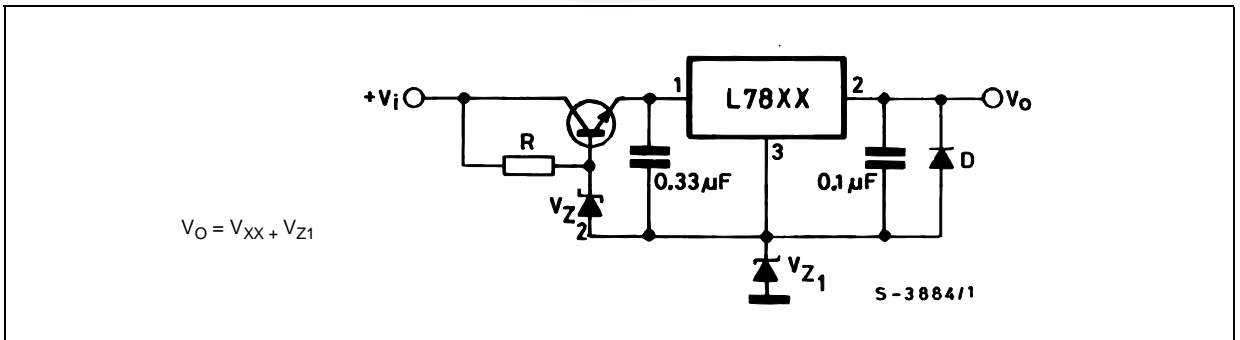


Figure 32: Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor

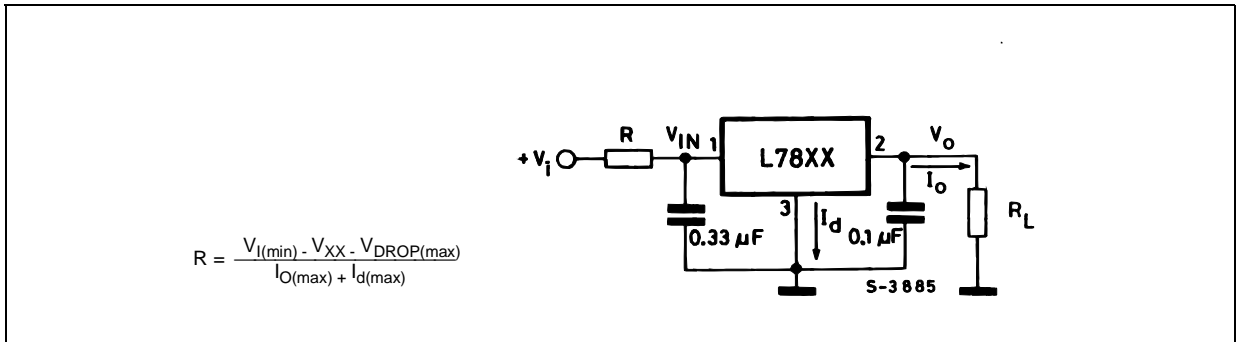


Figure 33: Remote Shutdown

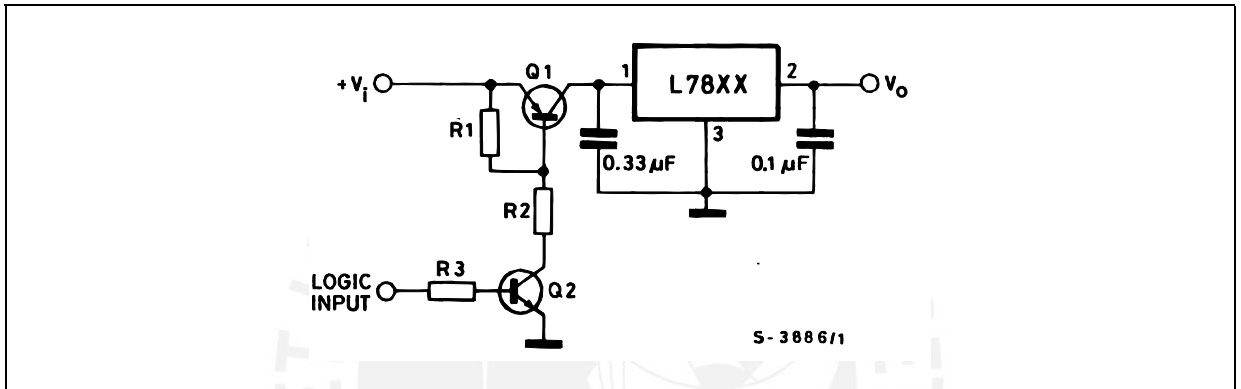
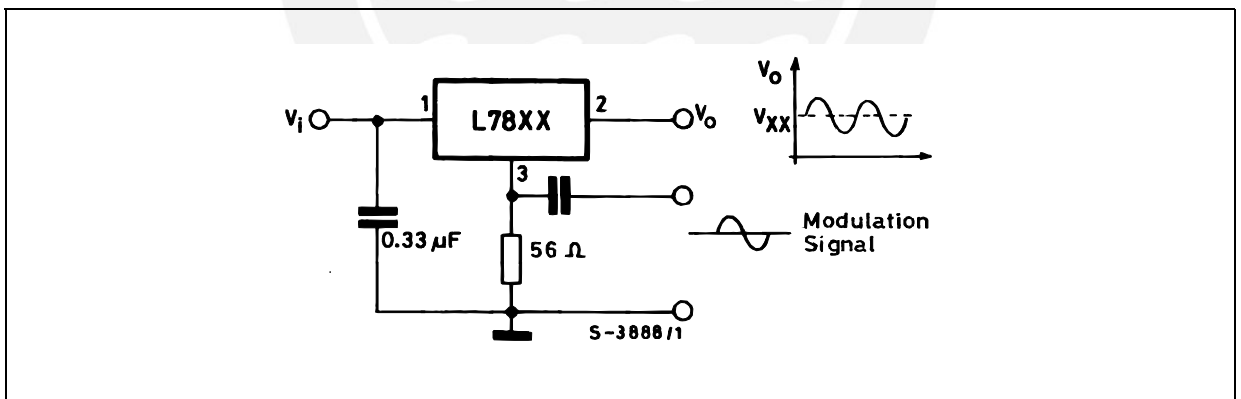
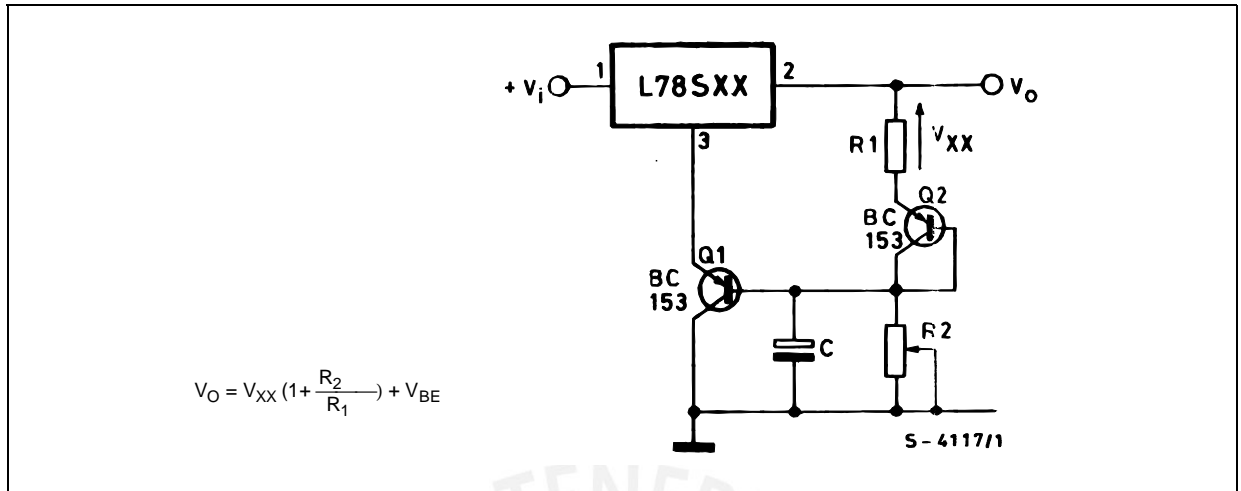


Figure 34: Power AM Modulator (unity voltage gain, $I_o \leq 0.5$)



NOTE: The circuit performs well up to 100 KHz.

Figure 35: Adjustable Output Voltage with Temperature Compensation



NOTE: Q₂ is connected as a diode in order to compensate the variation of the Q₁ V_{BE} with the temperature. C allows a slow rise time of the V_O.

Figure 36: Light Controllers ($V_{Omin} = V_{XX} + V_{BE}$)

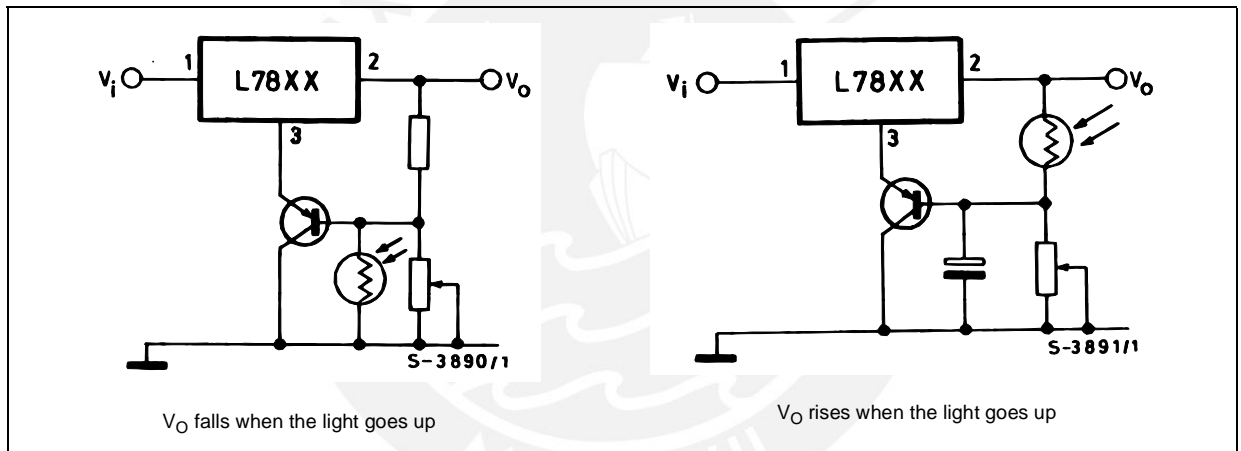
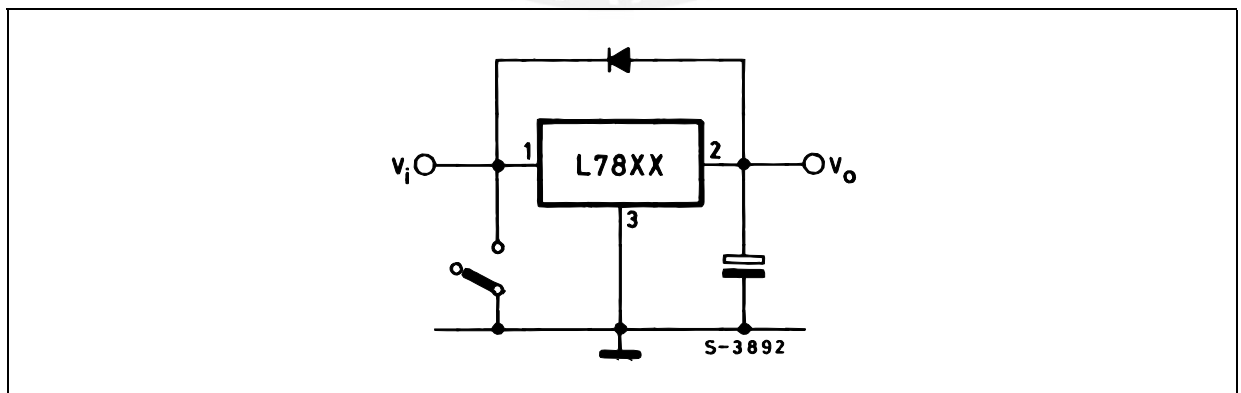


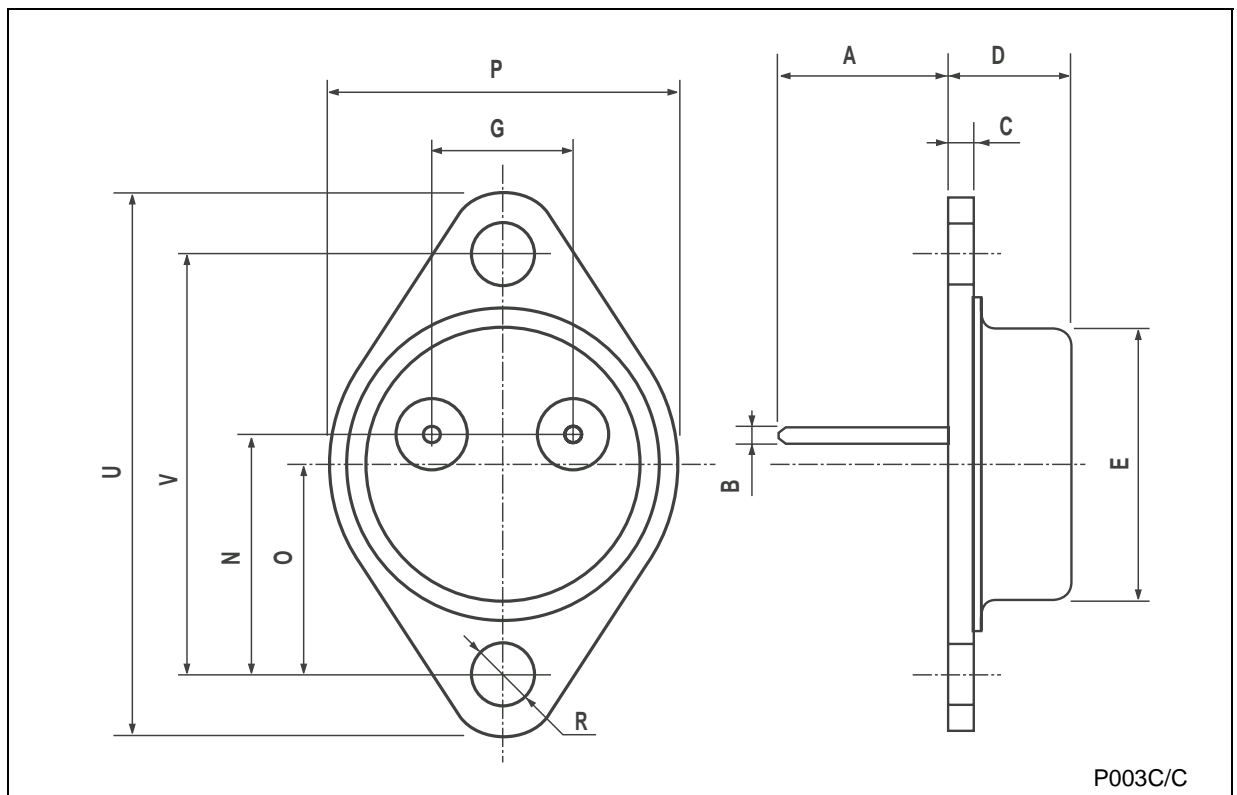
Figure 37: Protection against Input Short-Circuit with High Capacitance Loads



Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 6 volts need an external diode (see fig. 33) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.

TO-3 MECHANICAL DATA

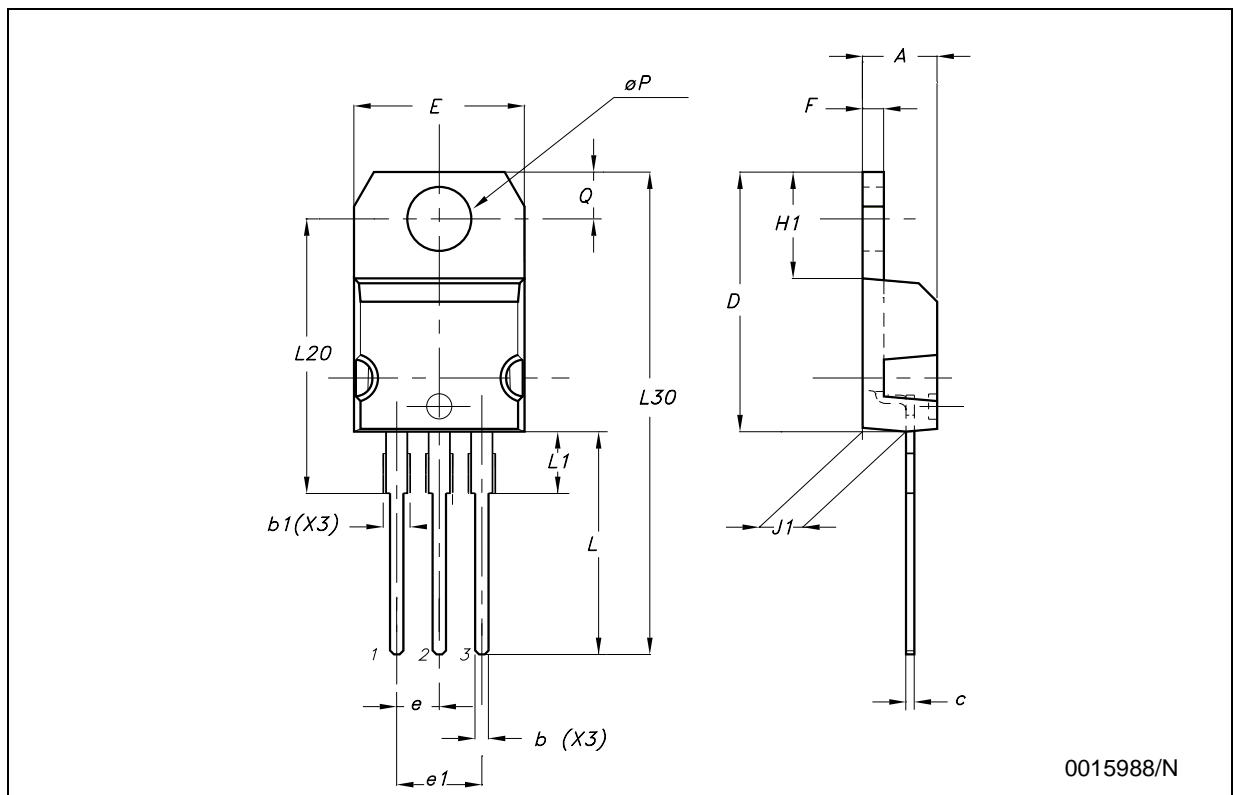
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.85			0.466	
B	0.96	1.05	1.10	0.037	0.041	0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.5			1.555
V		30.10			1.185	



P003C/C

TO-220 (A TYPE) MECHANICAL DATA

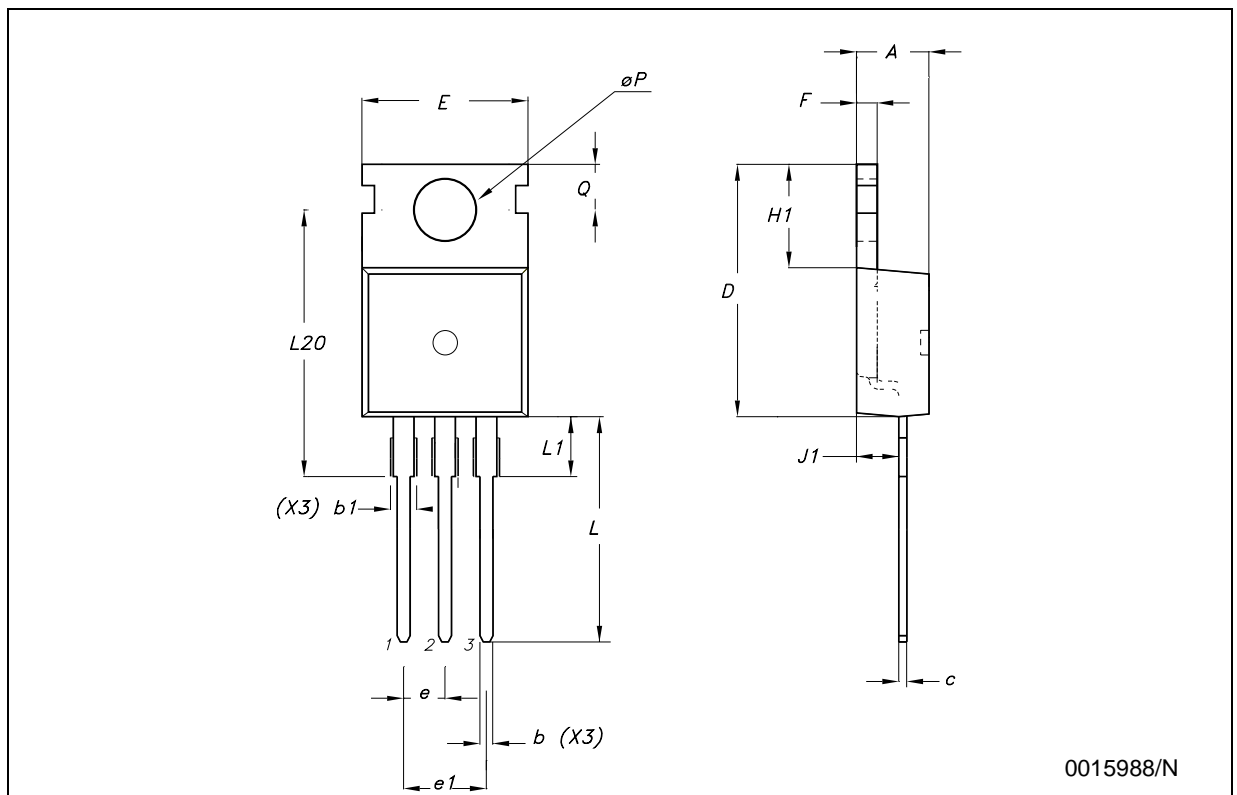
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
b	0.61		0.88	0.024		0.034
b1	1.15		1.70	0.045		0.067
c	0.49		0.70	0.019		0.027
D	15.25		15.75	0.600		0.620
E	10.0		10.40	0.393		0.409
e	2.4		2.7	0.094		0.106
e1	4.95		5.15	0.194		0.203
F	1.23		1.32	0.048		0.051
H1	6.2		6.6	0.244		0.260
J1	2.40		2.72	0.094		0.107
L	13.0		14.0	0.511		0.551
L1	3.5		3.93	0.137		0.154
L20		16.4			0.645	
L30		28.9			1.138	
φP	3.75		3.85	0.147		0.151
Q	2.65		2.95	0.104		0.116



0015988/N

TO-220 (C TYPE) MECHANICAL DATA

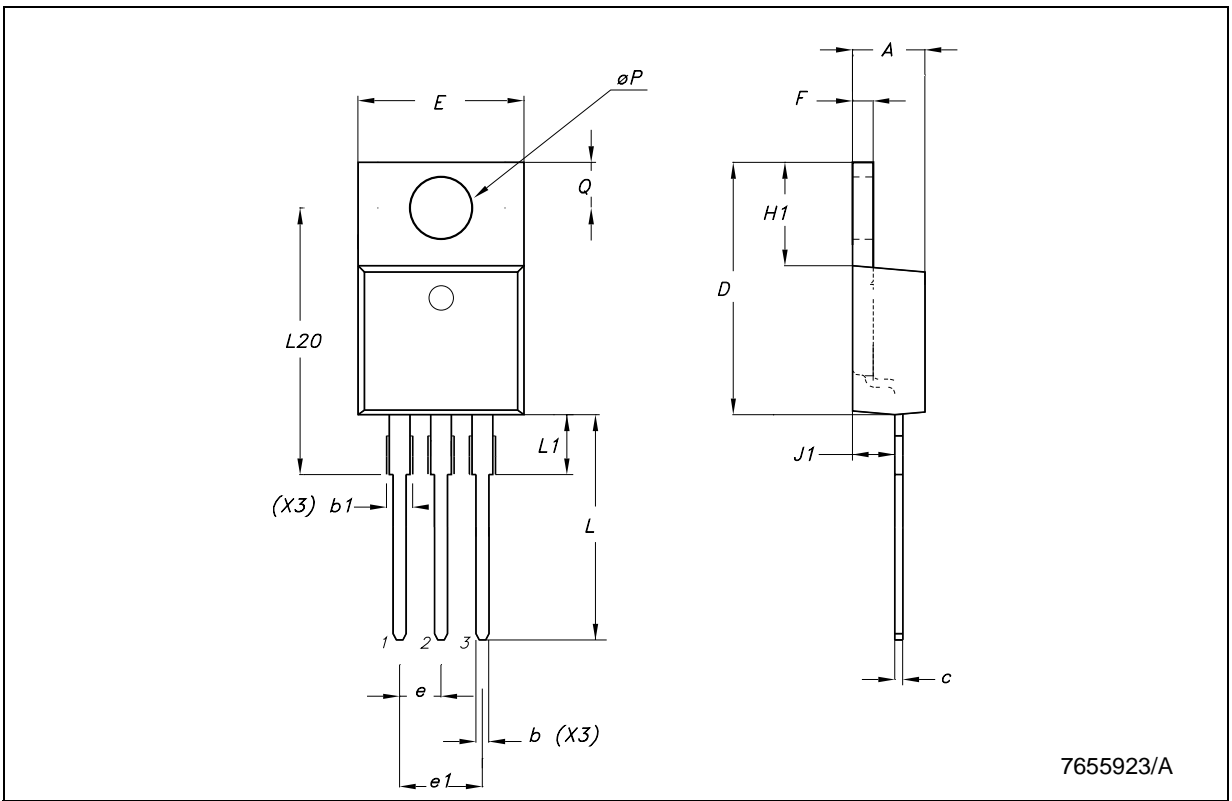
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.30		4.70	0.169		0.185
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b1	1.42		1.62	0.056		0.064
c	0.45		0.60	0.018		0.024
D		15.70			0.618	
E	9.80		10.20	0.386		0.402
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.25		1.39	0.049		0.055
H1		6.5			0.256	
J1	2.20		2.60	0.087		0.202
L	12.88		13.28	0.507		0.523
L1		3			0.118	
L20	15.70		16.1	0.618		0.634
L30		28.9			1.138	
φP	3.50		3.70	0.138		0.146
Q	2.70		2.90	0.106		0.114



0015988/N

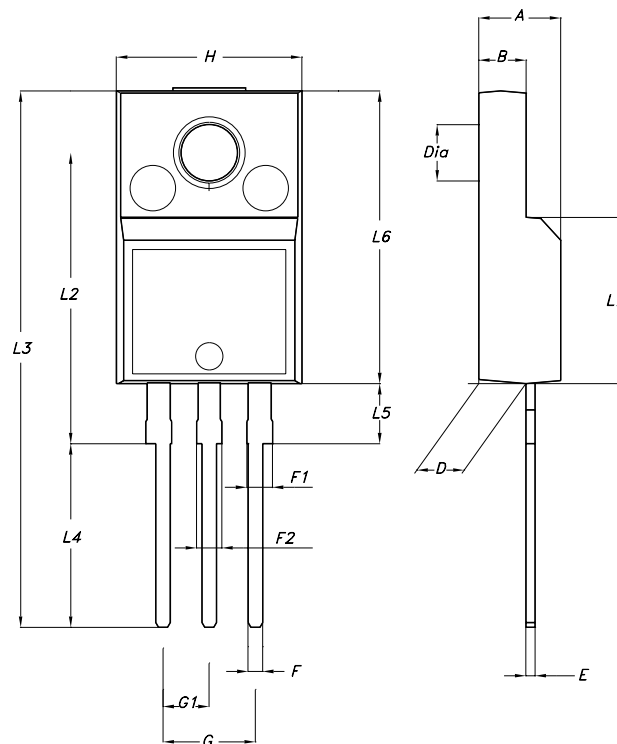
TO-220 (E TYPE) MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.47		4.67	0.176		0.184
b	0.70		0.91	0.028		0.036
b1	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.31		0.53	0.012		0.021
D	14.60		15.70	0.575		0.618
E	9.96		10.36	0.392		0.408
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.17		1.37	0.046		0.054
H1	6.1		6.8	0.240		0.268
J1	2.52		2.82	0.099		0.111
L	12.70		13.80	0.500		0.543
L1	3.20		3.96	0.126		0.156
L20	15.21		16.77	0.599		0.660
φP	3.73		3.94	0.147		0.155
Q	2.59		2.89	0.102		0.114



TO-220FP MECHANICAL DATA

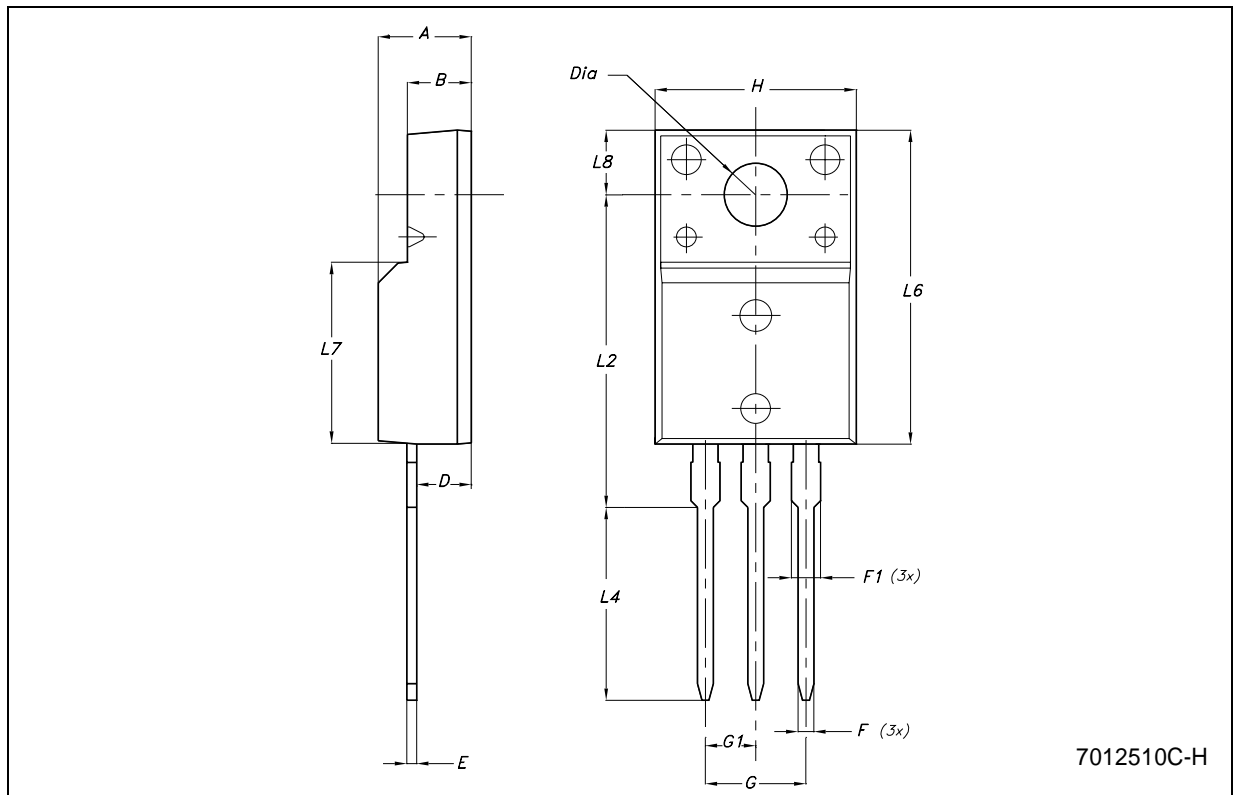
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.45		0.70	0.017		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.50	0.045		0.059
F2	1.15		1.50	0.045		0.059
G	4.95		5.2	0.194		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L5	2.9		3.6	0.114		0.142
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
DIA.	3		3.2	0.118		0.126



7012510A-H

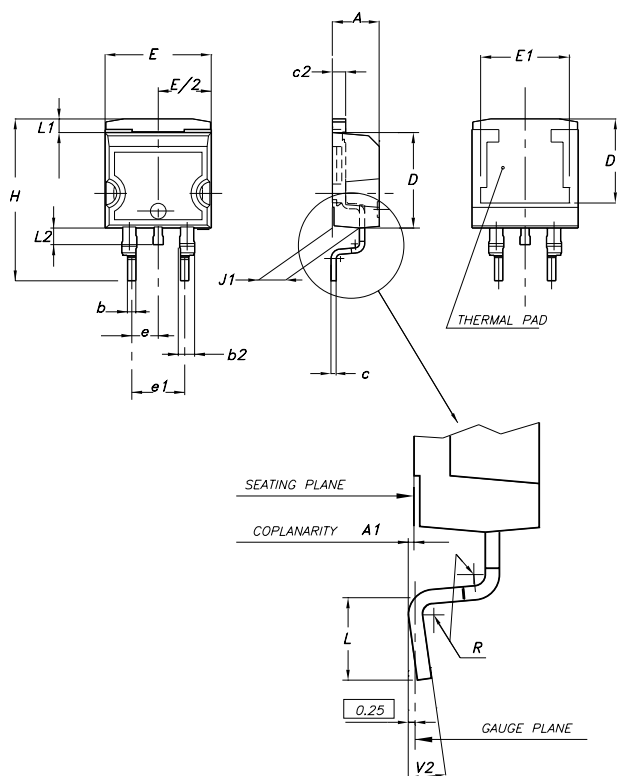
TO-220FM MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.50		4.90	0.177		0.193
B	2.34		2.74	0.092		0.108
D	2.56		2.96	0.101		0.117
E	0.45	0.50	0.60	0.018	0.020	0.024
F	0.70		0.90	0.028		0.035
F1			1.47			0.058
G		5.08			0.200	
G1	2.34	2.54	2.74	0.092	0.100	0.108
H	9.96		10.36	0.392		0.408
L2		15.8			0.622	
L4	9.45		10.05	0.372		0.396
L6	15.67		16.07	0.617		0.633
L7	8.99		9.39	0.354		0.370
L8		3.30			0.130	
DIA.	3.08		3.28	0.121		0.129



D²PAK (A TYPE) MECHANICAL DATA

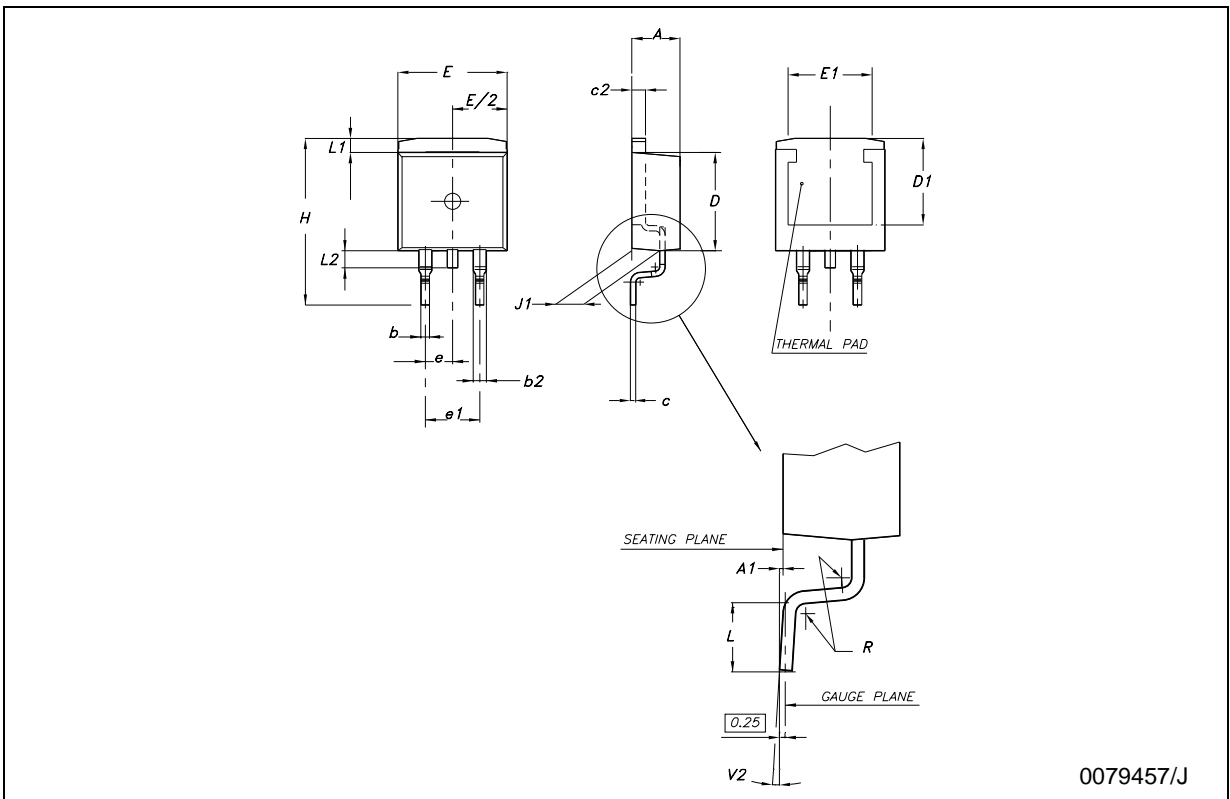
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	0.03		0.23	0.001		0.009
b	0.7		0.93	0.027		0.036
b2	1.14		1.7	0.044		0.067
c	0.45		0.6	0.017		0.023
c2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
D1	8			0.315		
E	10		10.4	0.393		0.409
E1	8.5			0.335		
e		2.54			0.100	
e1	4.88		5.28	0.192		0.208
H	15		15.85	0.590		0.624
J1	2.49		2.69	0.098		0.106
L	2.29		2.79	0.090		0.110
L1	1.27		1.4	0.050		0.055
L2	1.3		1.75	0.051		0.069
R		0.4			0.016	
V2	0°		8°	0°		8°



0079457/J

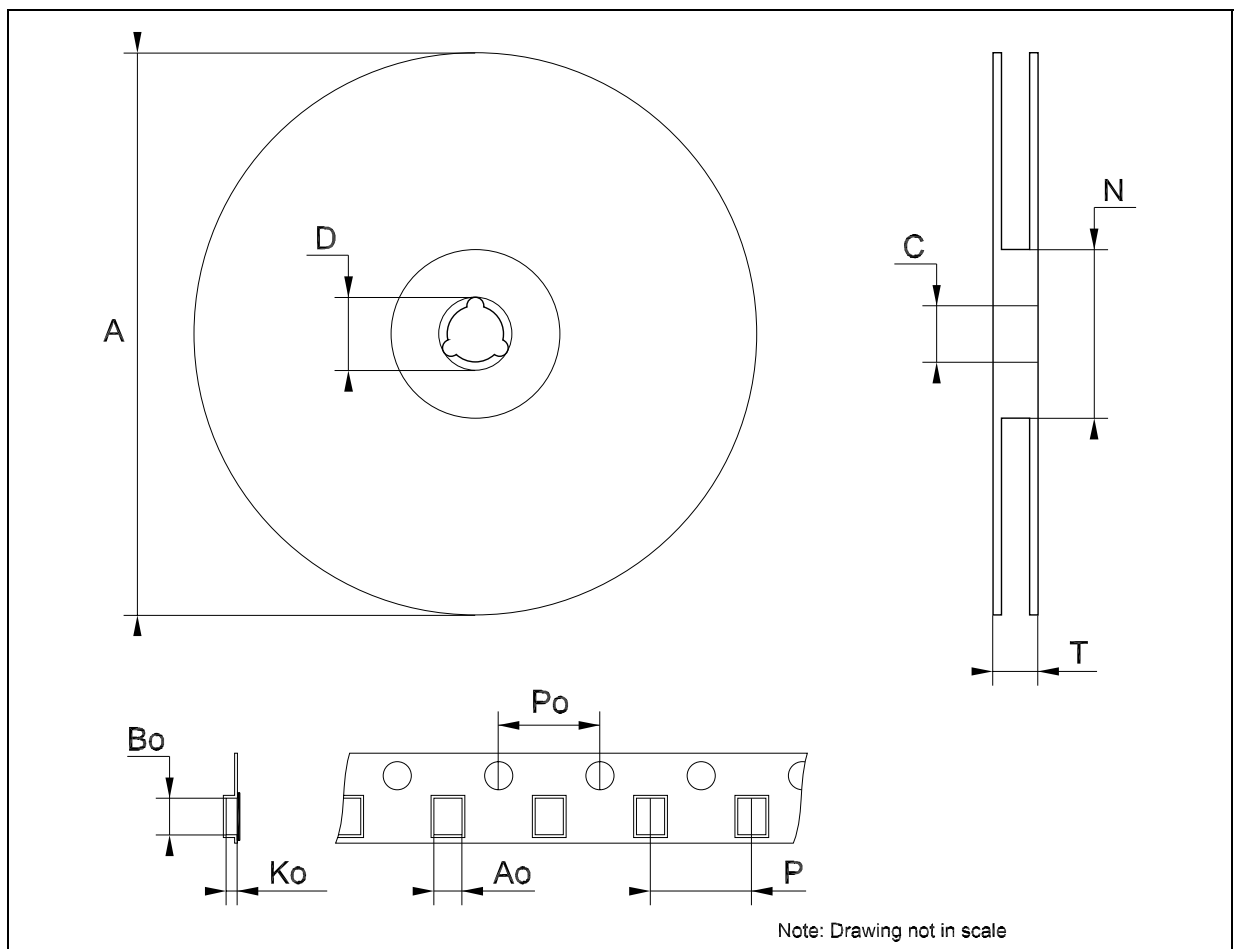
D²PAK (C TYPE) MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.3		4.7	0.169		0.185
A1	0		0.20	0.000		0.008
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b2	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.45	0.50	0.6	0.018	0.020	0.024
c2	1.25	1.30	1.40	0.049	0.051	0.055
D	9.0	9.2	9.4	0.354	0.362	0.370
D1	7.5			0.295		
E	9.8		10.2	0.386		0.402
E1	7.5			0.295		
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
H	15	15.30	15.60	0.591	0.602	0.614
J1	2.20		2.60	0.087		0.102
L	1.79		2.79	0.070		0.110
L1	1.0		1.4	0.039		0.055
L2	1.2		1.6	0.047		0.063
R		0.3			0.012	
V2	0°		3°	0°		3°



Tape & Reel D²PAK-P²PAK-D²PAK/A-P²PAK/A MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			180			7.086
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			14.4			0.567
Ao	10.50	10.6	10.70	0.413	0.417	0.421
Bo	15.70	15.80	15.90	0.618	0.622	0.626
Ko	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	11.9	12.0	12.1	0.468	0.472	0.476



Note: Drawing not in scale

Table 24: Revision History

Date	Revision	Description of Changes
09-Nov-2004	12	Add New Part Number.



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
All other names are the property of their respective owners

© 2004 STMicroelectronics - All Rights Reserved

STMicroelectronics group of companies

Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America

www.st.com

NEGATIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT UP TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF -5; -6; -8; -12; -15; -18; -20; -24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7900 series of three-terminal negative regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation; furthermore, having the same voltage option as the L7800 positive standard series, they are particularly suited for split power supplies. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1.5A output current.

Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

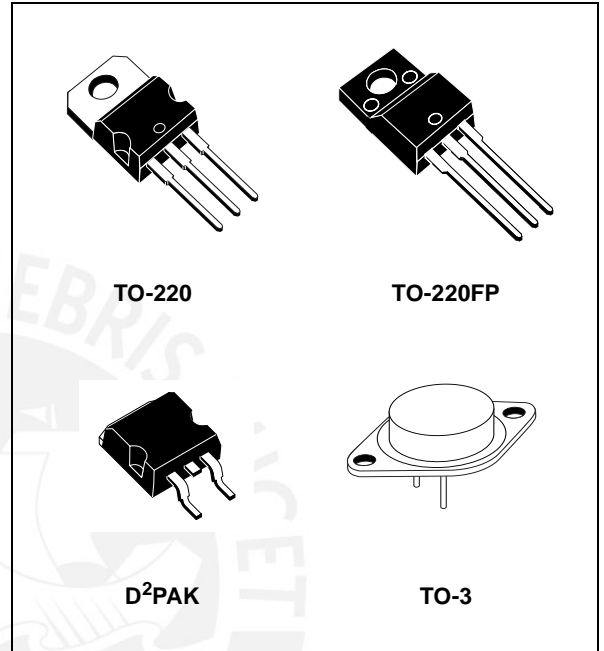


Figure 1: Schematic Diagram

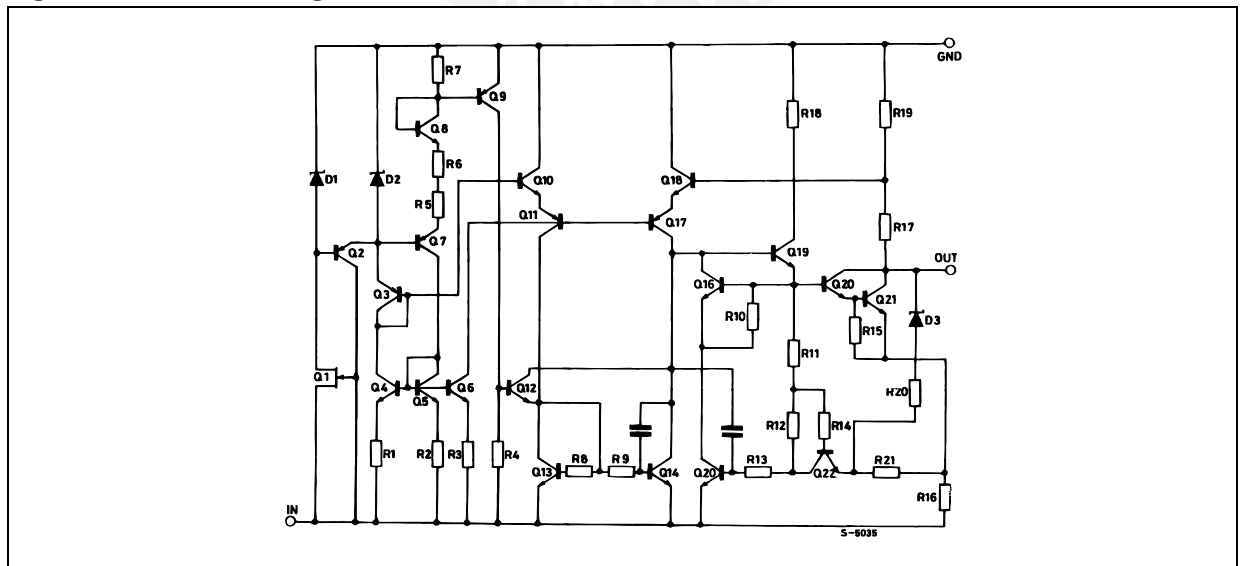


Table 1: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	DC Input Voltage	for $V_O = 5$ to 18V	-35	V
		for $V_O = 20, 24V$	-40	
I_O	Output Current		Internally Limited	
P_{tot}	Power Dissipation		Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range		0 to 150	°C

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

Table 2: Thermal Data

Symbol	Parameter		D ² PAK	TO-220	TO-220FP	TO-3	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	3	3	5	4	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	62.5	50	60	35	°C/W

Figure 2: Connection Diagram (top view)

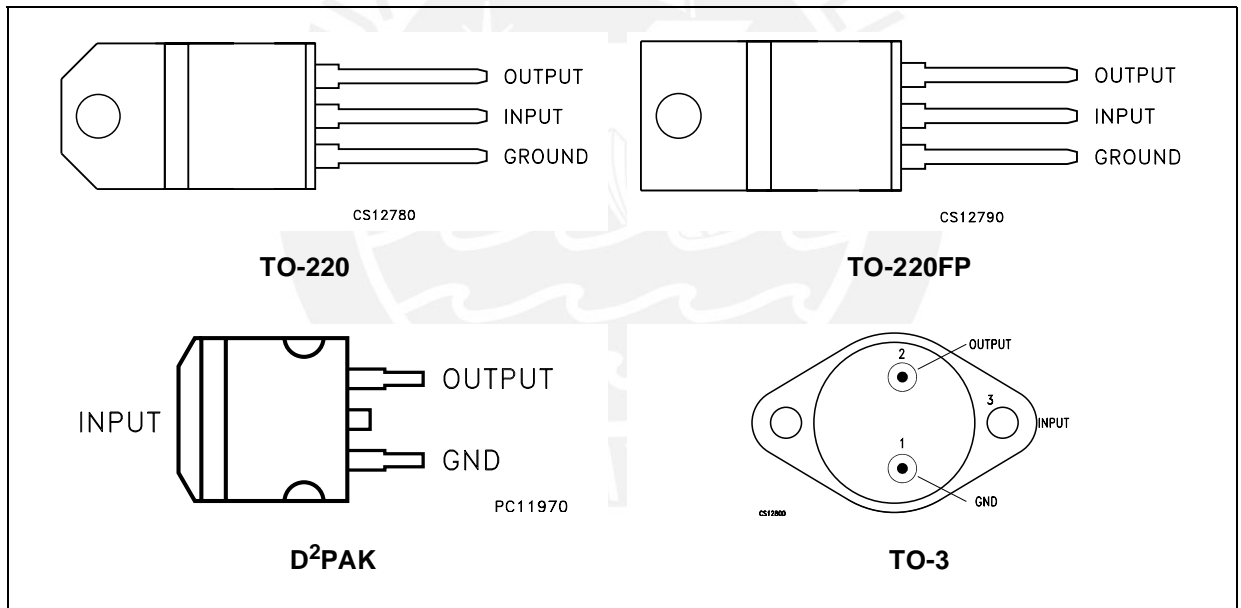


Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D ² PAK (A Type) (#)	D ² PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-3	OUTPUT VOLTAGE
L7905C	L7905CV	L7905C-V	L7905CV1	L7905CD2T	L7905C-D2TR	L7905CP	L7905CT (*)	-5 V
L7906C	L7906CV			L7906CD2T		L7906CP (*)	L7906CT (*)	-6 V
L7908C	L7908CV			L7908CD2T		L7908CP (*)	L7908CT (*)	-8 V
L7912C	L7912CV	L7912C-V	L7912CV1	L7912CD2T		L7912CP	L7912CT (*)	-12 V
L7915C	L7915CV			L7915CD2T		L7915CP	L7915CT	-15 V
L7918C	L7918CV			L7918CD2T(*)		L7918CP (*)	L7918CT (*)	-18 V
L7920C	L7920CV			L7920CD2T(*)		L7920CP (*)	L7920CT (*)	-20 V
L7924C	L7924CV			L7924CD2T(*)		L7924CP (*)	L7924CT	-24 V

(#) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

(*) Available on Request.

Figure 3: Test Circuit

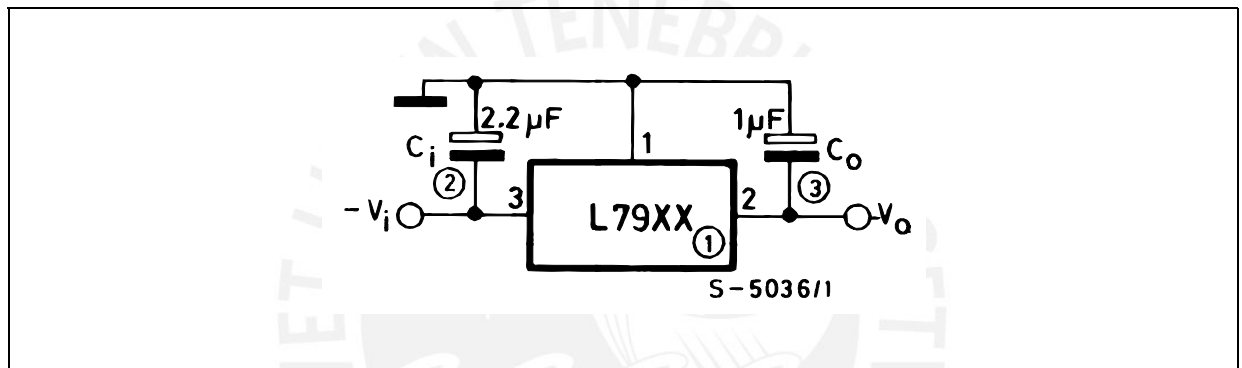


Table 4: Electrical Characteristics Of L7905C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -10\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 2.2$ μF , $C_O = 1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-4.8	-5	-5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5$ mA to -1 A $P_O \leq 15$ W $V_I = 8$ to 20 V	-4.75	-5	-5.25	V
ΔV_O (*)	Line Regulation	$V_I = -7$ to -25 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$V_I = -8$ to -12 V $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
ΔV_O (*)	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A $V_I = -8$ to -25 V			0.5 1.3	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		-0.4		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz}$ to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$		100		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10$ V $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100$ mV		1.4		V
I_{sc}	Short Circuit Current			2.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 5: Electrical Characteristics Of L7906C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\ \mu\text{F}$, $C_O = 1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-5.75	-6	-6.25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -9.5\text{ to } -21.5\text{ V}$	-5.7	-6	-6.3	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -8.5\text{ to } -25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = -9\text{ to } -15\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -9.5\text{ to } -25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.6		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		144		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.4		V
I_{sc}	Short Circuit Current			2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 6: Electrical Characteristics Of L7908C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\ \mu\text{F}$, $C_O = 1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-7.7	-8	-8.3	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -11.5\text{ to } -23\text{ V}$	-7.6	-8	-8.4	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -10.5\text{ to } -25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = -11\text{ to } -17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -11.5\text{ to } -25\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.6		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		175		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			1.5		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 7: Electrical Characteristics Of L7912C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -19\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-11.5	-12	-12.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -15.5\text{ to } -27\text{ V}$	-11.4	-12	-12.6	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -14.5\text{ to } -30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = -16\text{ to } -22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -15\text{ to } -30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		200		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			1.5		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 8: Electrical Characteristics Of L7915C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-14.4	-15	-15.6	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -18.5\text{ to } -30\text{ V}$	-14.3	-15	-15.7	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -17.5\text{ to } -30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$V_I = -20\text{ to } -26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -18.5\text{ to } -30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.9		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		250		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			1.3		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 9: Electrical Characteristics Of L7918C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -27\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\ \mu\text{F}$, $C_O = 1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-17.3	-18	-18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -22\text{ to } -33\text{ V}$	-17.1	-18	-18.9	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -21\text{ to } -33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = -24\text{ to } -30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -22\text{ to } -33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		300		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			1.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 10: Electrical Characteristics Of L7920C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -29\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\ \mu\text{F}$, $C_O = 1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-19.2	-20	-20.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -24\text{ to } -35\text{ V}$	-19	-20	-21	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -23\text{ to } -35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = -26\text{ to } -32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -24\text{ to } -35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		350		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			0.9		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

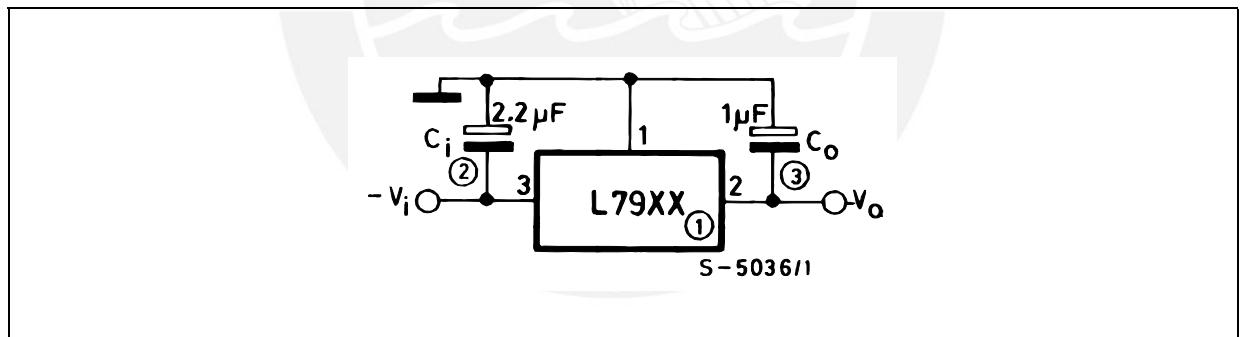
Table 11: Electrical Characteristics Of L7924C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = -33\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 2.2\ \mu\text{F}$, $C_O = 1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	-23	-24	-24.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = -5\text{ mA to } -1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = -27\text{ to } -38\text{ V}$	-22.8	-24	-25.2	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = -27\text{ to } -38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$V_I = -30\text{ to } -36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = -27\text{ to } -38\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		400		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$\Delta V_I = 10\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	54	60		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $\Delta V_O = 100\text{ mV}$		1.1		V
I_{sc}	Short Circuit Current			1.1		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

APPLICATIONS INFORMATION

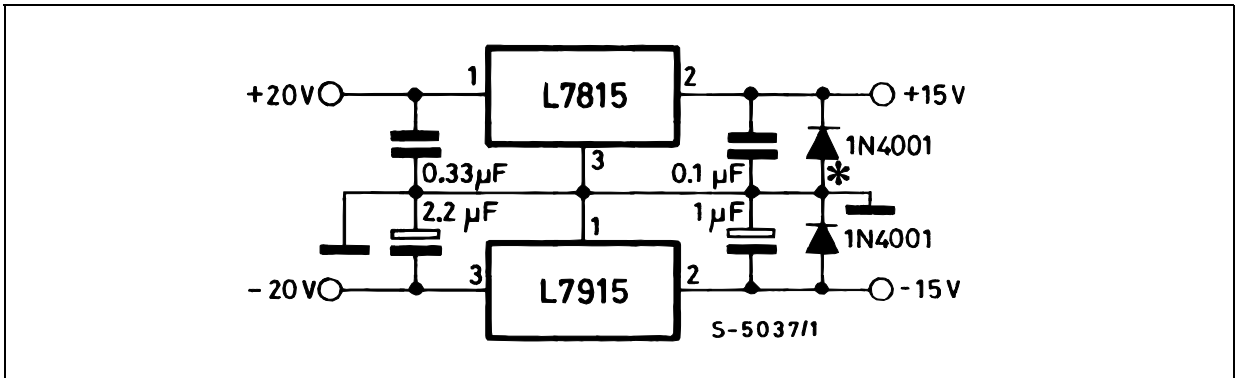
Figure 4: Fixed Output Regulator



NOTE:

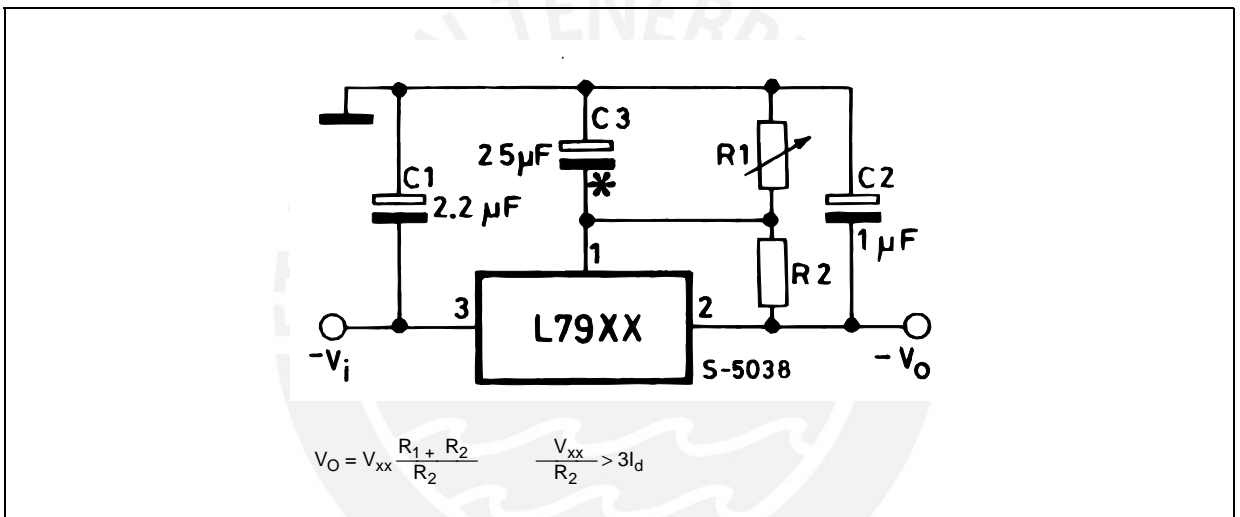
1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Required for stability. For value given, capacitor must be solid tantalum. If aluminium electrolytics are used, at least ten times value should be selected. C1 is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
3. To improve transient response. If large capacitors are used, a high current diode from input to output (1N4001 or similar) should be introduced to protect the device from momentary input short circuit.

Figure 5: Split Power Supply ($\pm 15V/1A$)



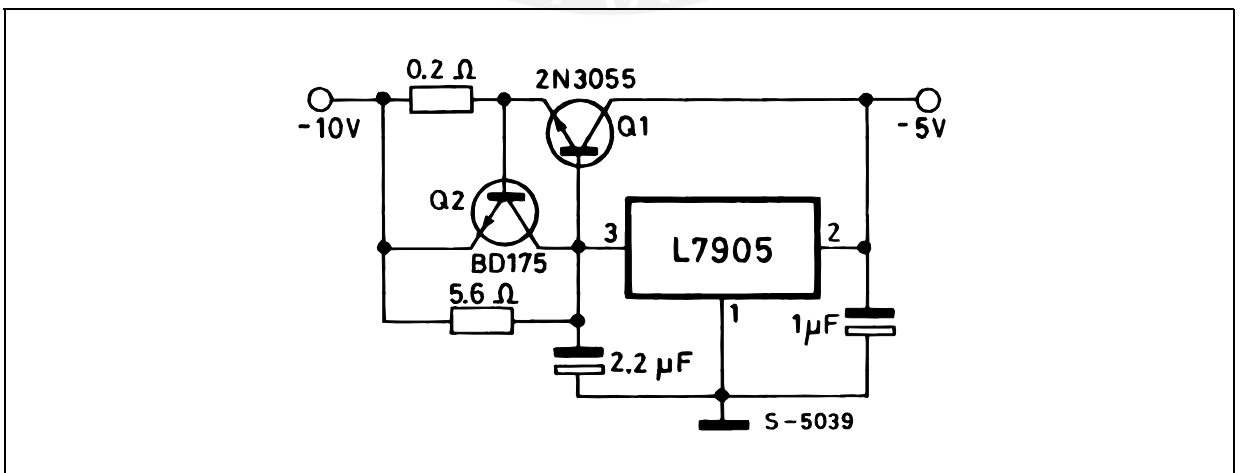
Against potential latch-up problems.

Figure 6: Circuit for Increasing Output Voltage



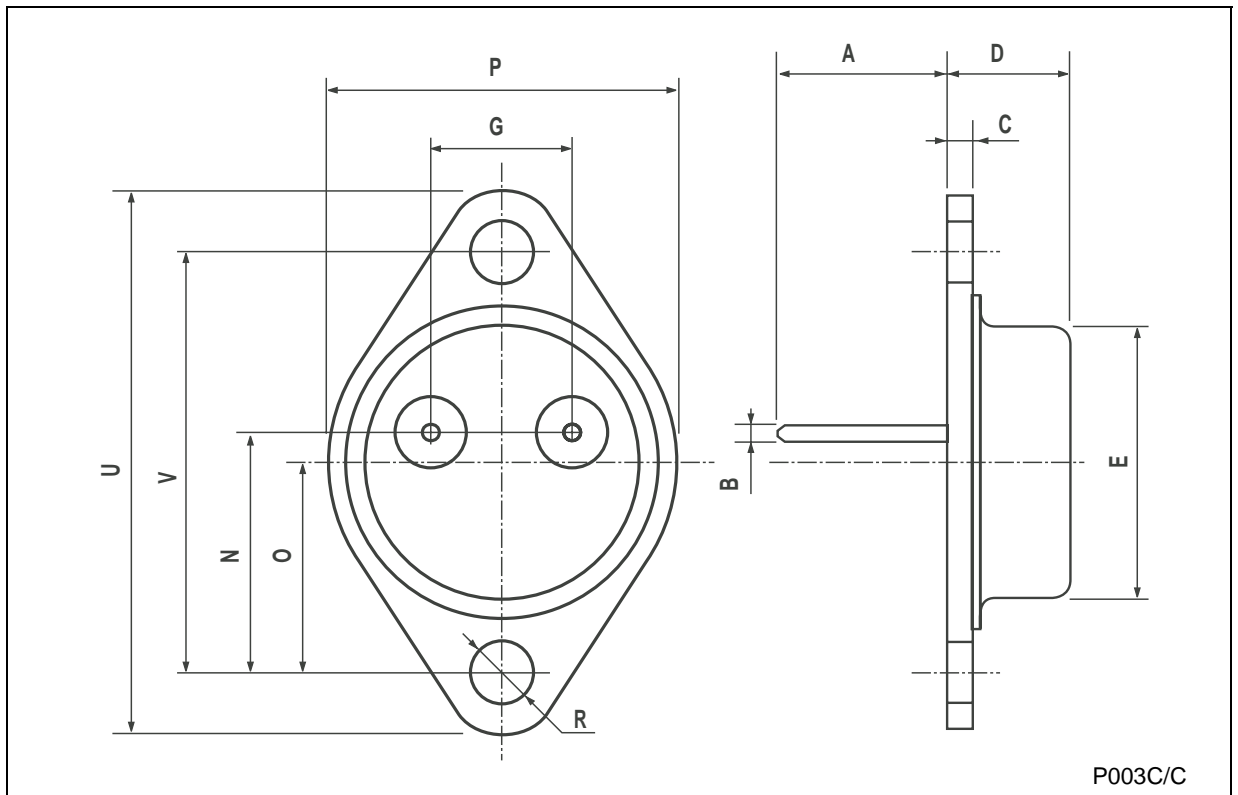
C3 Optional for improved transient response and ripple rejection.

Figure 7: High Current Negative Regulator ($-5V/4A$ with $5A$ current limiting)



TO-3 MECHANICAL DATA

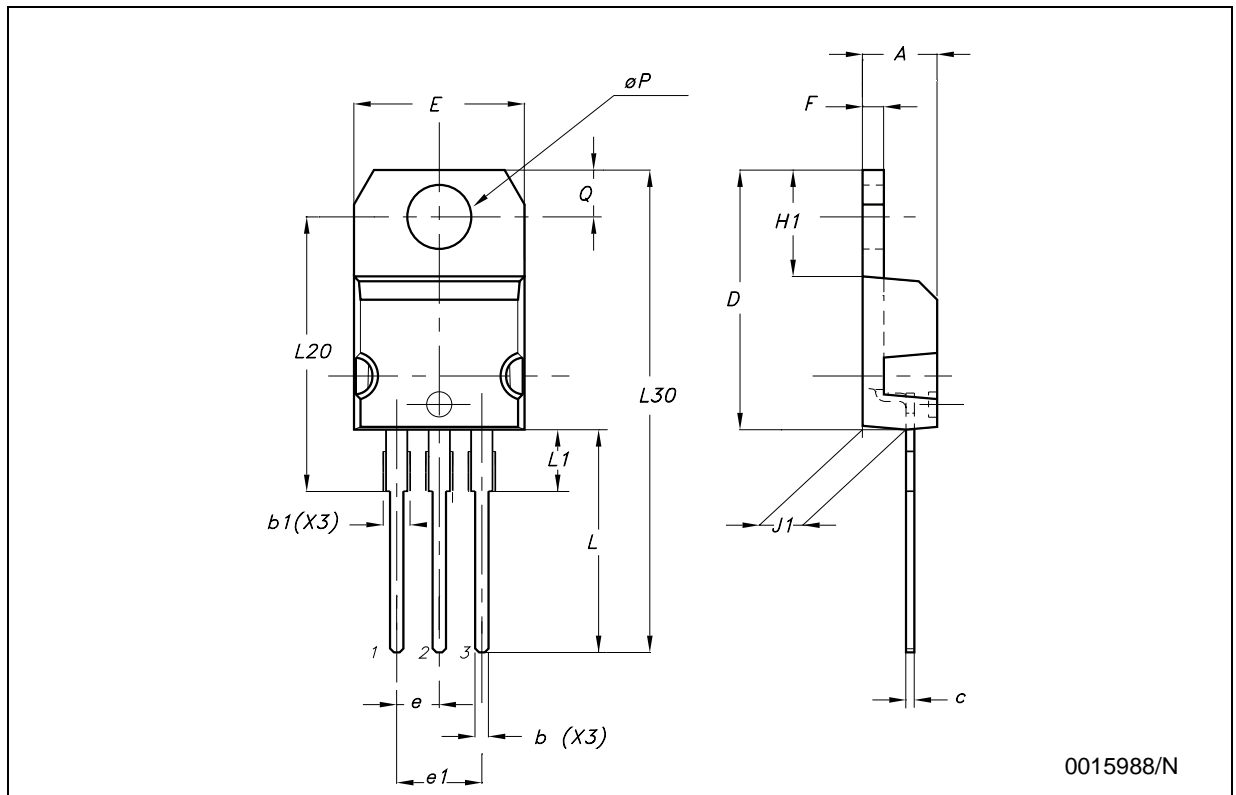
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.85			0.466	
B	0.96	1.05	1.10	0.037	0.041	0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.5			1.555
V		30.10			1.185	



P003C/C

TO-220 (A TYPE) MECHANICAL DATA

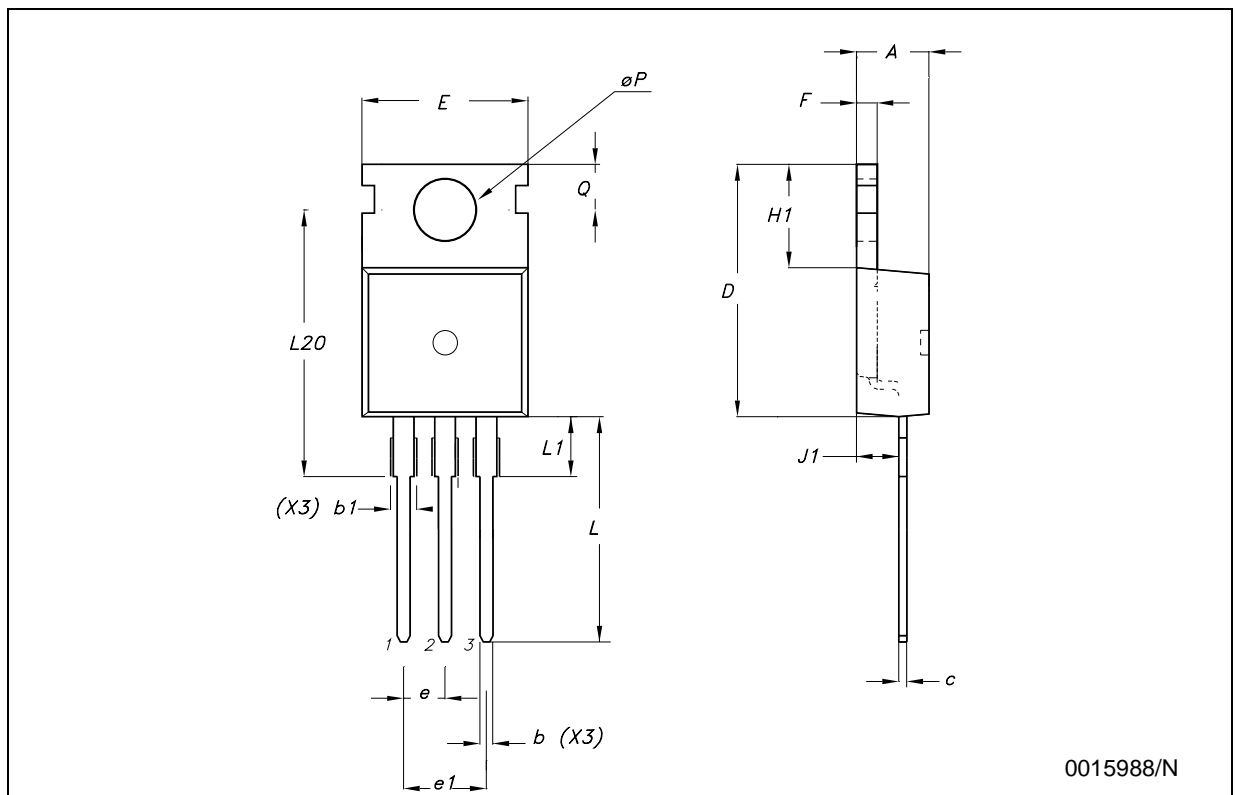
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
b	0.61		0.88	0.024		0.034
b1	1.15		1.70	0.045		0.067
c	0.49		0.70	0.019		0.027
D	15.25		15.75	0.600		0.620
E	10.0		10.40	0.393		0.409
e	2.4		2.7	0.094		0.106
e1	4.95		5.15	0.194		0.203
F	1.23		1.32	0.048		0.051
H1	6.2		6.6	0.244		0.260
J1	2.40		2.72	0.094		0.107
L	13.0		14.0	0.511		0.551
L1	3.5		3.93	0.137		0.154
L20		16.4			0.645	
L30		28.9			1.138	
φP	3.75		3.85	0.147		0.151
Q	2.65		2.95	0.104		0.116



0015988/N

TO-220 (C TYPE) MECHANICAL DATA

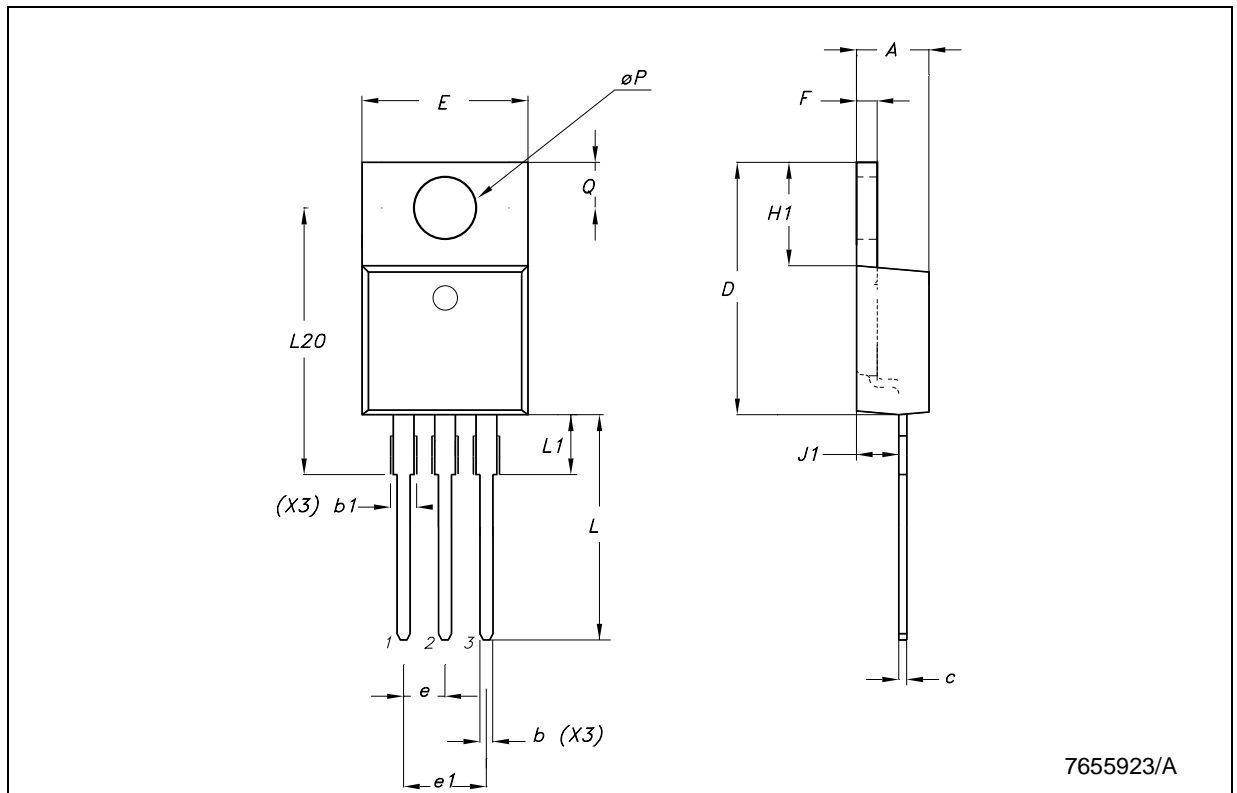
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.30		4.70	0.169		0.185
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b1	1.42		1.62	0.056		0.064
c	0.45		0.60	0.018		0.024
D		15.70			0.618	
E	9.80		10.20	0.386		0.402
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.25		1.39	0.049		0.055
H1		6.5			0.256	
J1	2.20		2.60	0.087		0.202
L	12.88		13.28	0.507		0.523
L1		3			0.118	
L20	15.70		16.1	0.618		0.634
L30		28.9			1.138	
φP	3.50		3.70	0.138		0.146
Q	2.70		2.90	0.106		0.114



0015988/N

TO-220 (E TYPE) MECHANICAL DATA

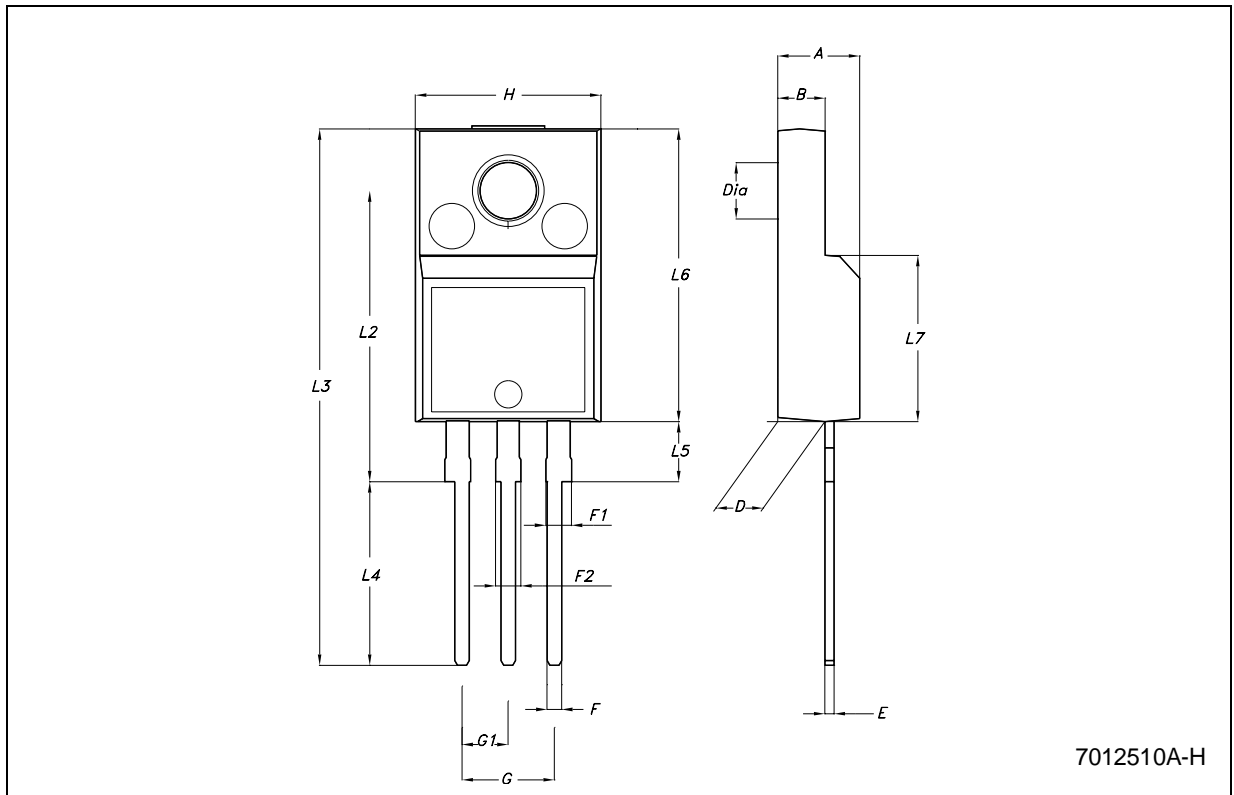
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.47		4.67	0.176		0.184
b	0.70		0.91	0.028		0.036
b1	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.31		0.53	0.012		0.021
D	14.60		15.70	0.575		0.618
E	9.96		10.36	0.392		0.408
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.17		1.37	0.046		0.054
H1	6.1		6.8	0.240		0.268
J1	2.52		2.82	0.099		0.111
L	12.70		13.80	0.500		0.543
L1	3.20		3.96	0.126		0.156
L20	15.21		16.77	0.599		0.660
φP	3.73		3.94	0.147		0.155
Q	2.59		2.89	0.102		0.114



7655923/A

TO-220FP MECHANICAL DATA

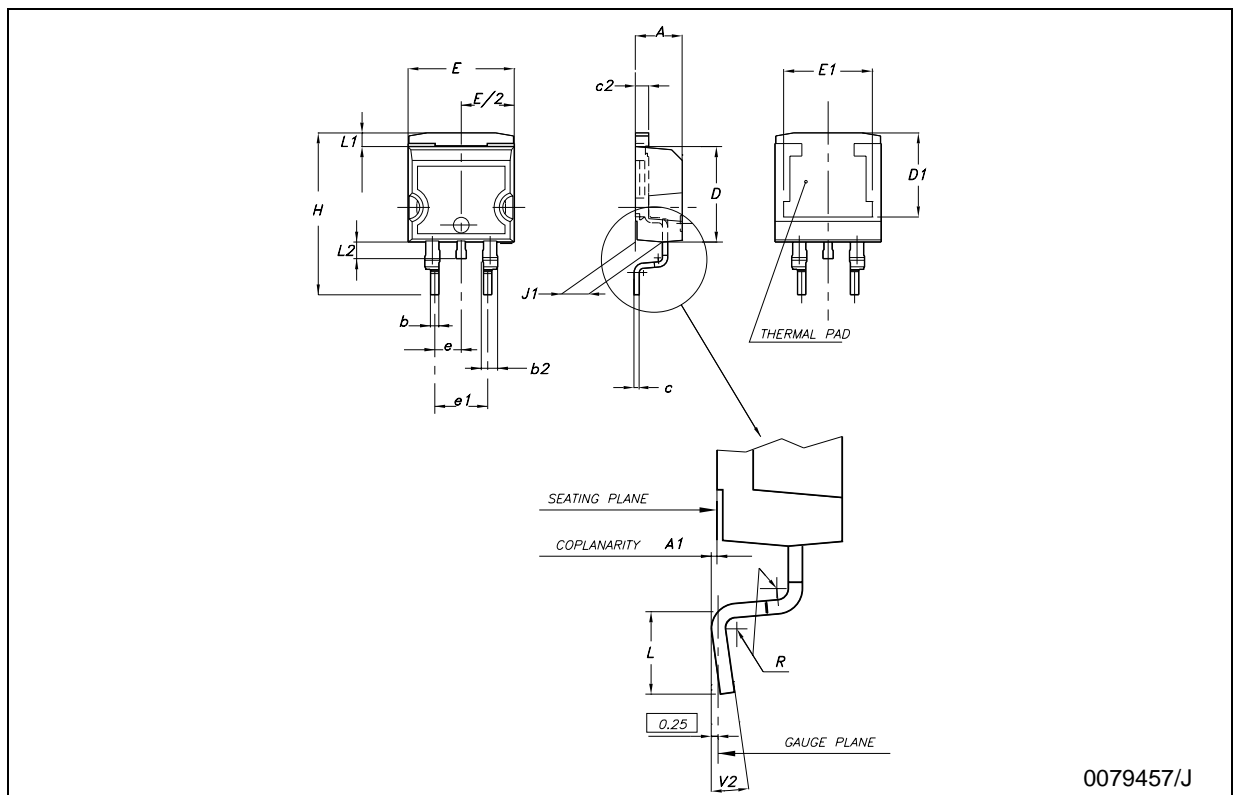
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.45		0.70	0.017		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.50	0.045		0.059
F2	1.15		1.50	0.045		0.059
G	4.95		5.2	0.194		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L5	2.9		3.6	0.114		0.142
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
DIA.	3		3.2	0.118		0.126



7012510A-H

D²PAK (A TYPE) MECHANICAL DATA

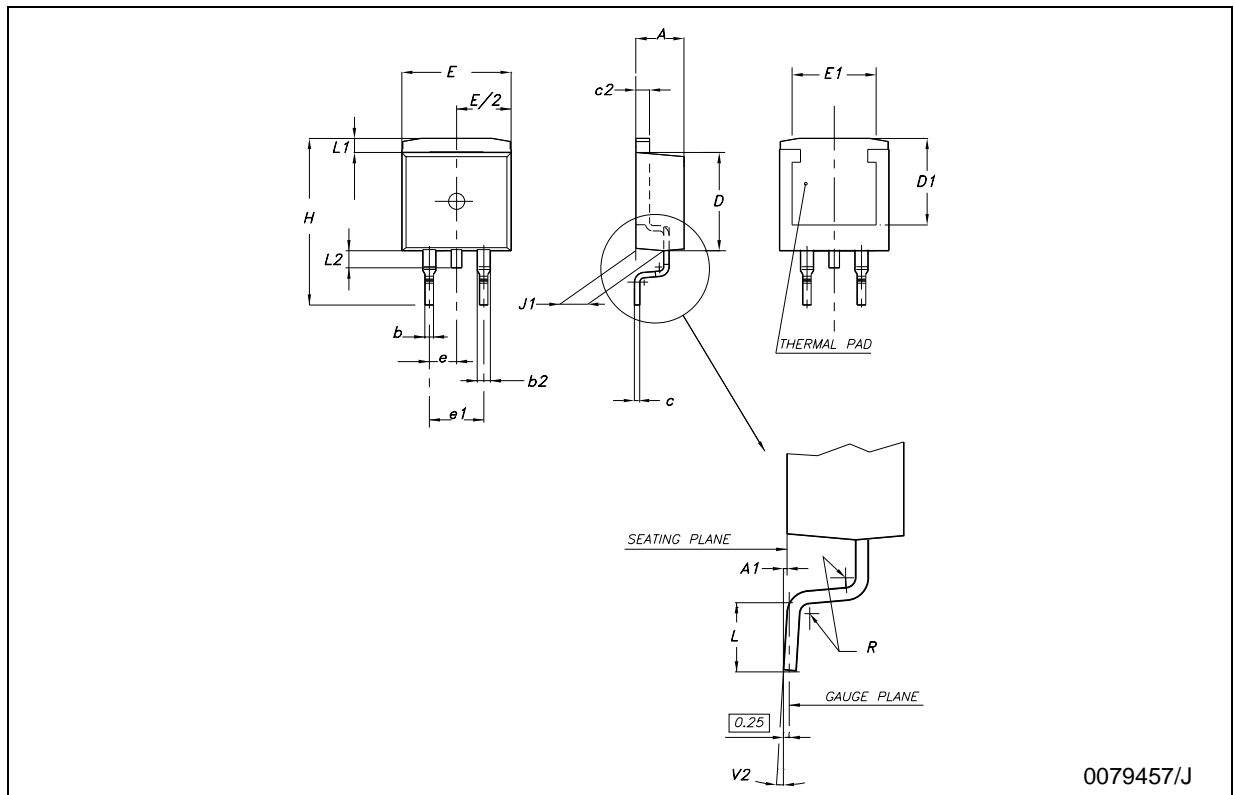
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	0.03		0.23	0.001		0.009
b	0.7		0.93	0.027		0.036
b2	1.14		1.7	0.044		0.067
c	0.45		0.6	0.017		0.023
c2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
D1	8			0.315		
E	10		10.4	0.393		0.409
E1	8.5			0.335		
e		2.54			0.100	
e1	4.88		5.28	0.192		0.208
H	15		15.85	0.590		0.624
J1	2.49		2.69	0.098		0.106
L	2.29		2.79	0.090		0.110
L1	1.27		1.4	0.050		0.055
L2	1.3		1.75	0.051		0.069
R		0.4			0.016	
V2	0°		8°	0°		8°



0079457/J

D²PAK (C TYPE) MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.3		4.7	0.169		0.185
A1	0		0.20	0.000		0.008
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b2	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.45	0.50	0.6	0.018	0.020	0.024
c2	1.25	1.30	1.40	0.049	0.051	0.055
D	9.0	9.2	9.4	0.354	0.362	0.370
D1	7.5			0.295		
E	9.8		10.2	0.386		0.402
E1	7.5			0.295		
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
H	15	15.30	15.60	0.591	0.602	0.614
J1	2.20		2.60	0.087		0.102
L	1.79		2.79	0.070		0.110
L1	1.0		1.4	0.039		0.055
L2	1.2		1.6	0.047		0.063
R		0.3			0.012	
V2	0°		3°	0°		3°



0079457/J

Tape & Reel D²PAK-P²PAK-D²PAK/A-P²PAK/A MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			180			7.086
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			14.4			0.567
Ao	10.50	10.6	10.70	0.413	0.417	0.421
Bo	15.70	15.80	15.90	0.618	0.622	0.626
Ko	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	11.9	12.0	12.1	0.468	0.472	0.476

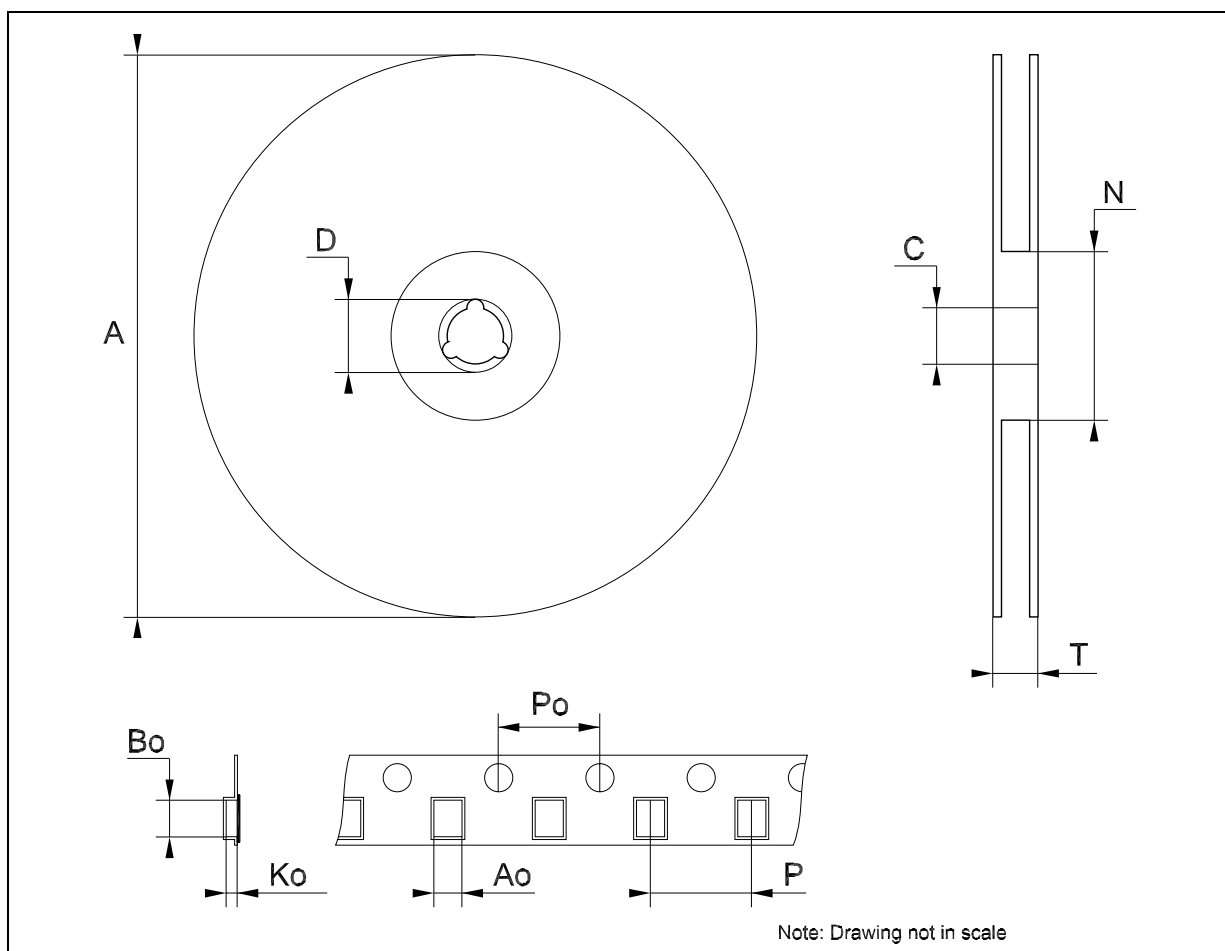


Table 12: Revision History

Date	Revision	Description of Changes
22-Jun-2004	9	Ordering Codes updated Table 3, pag. 3.
31-Aug-2005	10	Add new order codes (TO-220 E Type) on Table 3, pag. 3.



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
All other names are the property of their respective owners

© 2005 STMicroelectronics - All Rights Reserved

STMicroelectronics group of companies

Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America

www.st.com

LM1971 Overture™ Audio Attenuator Series

Digitally Controlled 62 dB Audio Attenuator with/Mute

General Description

The LM1971 is a digitally controlled single channel audio attenuator fabricated on a CMOS process. Attenuation is variable in 1 dB steps from 0 dB to -62 dB. A mute function disconnects the input from the output, providing over 100 dB of attenuation.

The performance of the device is exhibited by its ability to change attenuation levels without audible clicks or pops. In addition, the LM1971 features a low Total Harmonic Distortion (THD) of 0.0008%, and a Dynamic Range of 115 dB, making it suitable for digital audio needs. The LM1971 is available in both 8-pin plastic DIP or SO packages.

The LM1971 is controlled by a TTL/CMOS compatible 3-wire serial digital interface. The active low LOAD line enables the data input registers while the CLOCK line provides system timing. Its DATA pin receives serial data on the rising edge of each CLOCK pulse, allowing the desired attenuation setting to be selected.

Key Specifications

- Total harmonic distortion 0.0008% (typ)
- Frequency response > 200 kHz (-3 dB) (typ)

- Attenuation range (excluding mute) 62 dB (typ)
- Dynamic range 115 dB (typ)
- Mute attenuation 102 dB (typ)

Features

- 3-wire serial interface
- Mute function
- Click and pop free attenuation changes
- 8-pin plastic DIP and SO packages available

Applications

- Communication systems
- Cellular Phones and Pagers
- Personal computer audio control
- Electronic music (MIDI)
- Sound reinforcement systems
- Audio mixing automation

Typical Application

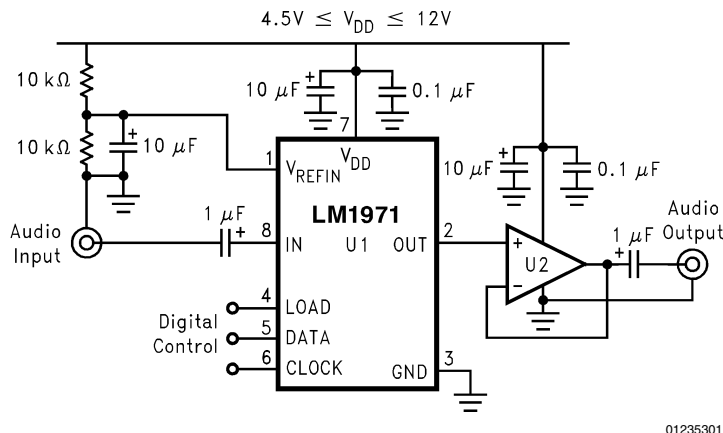
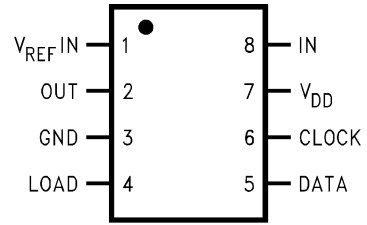


FIGURE 1. Typical Audio Attenuator Application Circuit

Overture™ is a trademark of National Semiconductor Corporation.

Connection Diagram

Dual-In-Line Plastic or Surface Mount Package



01235302

Top View

Order Number LM1971M or LM1971N
See NS Package Number M08A or N08E

Absolute Maximum Ratings (Notes 1,

2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage, V_{DD}	15V
Voltage at any pin (GND $-0.2V$) to ($V_{DD} + 0.2V$)	
ESD Susceptibility (Note 4)	3000V
Soldering Information	
N Package (10s)	260°C
M Package	
Vapor Phase (60s)	215°C
Infrared (15s)	220°C

Power Dissipation (Note 3)	150 mW
Junction Temperature	150°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C

Operating Ratings (Notes 1, 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
Thermal Resistance		
M08A Package, θ_{JA}		167°C/W
N08E Package, θ_{JA}		102°C/W
Supply Voltage		4.5V to 12V

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

The following specifications apply for $V_{DD} = +12V$ ($V_{REFIN} = +6V$), $V_{IN} = 5.5 V_{pk}$, and $f = 1$ kHz, unless otherwise specified. Limits apply for $T_A = 25^\circ\text{C}$. Digital inputs are TTL and CMOS compatible.

Symbol	Parameter	Conditions	LM1971		Units (Limits)	
			Typical (Note 5)	Limit (Note 6)		
I_S	Supply Current	Digital Inputs Tied to 6V	1.8	3	mA (max)	
THD	Total Harmonic Distortion	$V_{IN} = 0.5V_{pk}$ @ 0 dB Attenuation	0.0008	0.003	% (max)	
e_{IN}	Noise	Input is AC Grounded @ -12 dB Attenuation A-Weighted (Note 7)	4.0		μV	
DR	Dynamic Range	Referenced to Full Scale = +6 V_{pk}	115		dB	
A_M	Mute Attenuation		102	96	dB (min)	
	Attenuation Step Size Error	0 dB to -62 dB	0.009	0.2	dB (max)	
	Absolute Attenuation	Attenuation @ 0 dB		0.1	0.5	dB (min)
		Attenuation @ -20 dB		-20.3	-19.0	dB (min)
		Attenuation @ -40 dB		-40.5	-38.0	dB (min)
Attenuation @ -60 dB			-60.6	-57.0	dB (min)	
	Attenuation @ -62 dB		-62.6	-59.0	dB (min)	
I_{LEAK}	Analog Input Leakage Current	Input is AC Grounded	5.8	100	nA (max)	
	Frequency Response	20 Hz-100 kHz	± 0.1		dB	
R_{IN}	AC Input Impedance	Pin 8, $V_{IN} = 1.0 V_{pk}$, $f = 1$ kHz	40	20	k Ω (min)	
				60	k Ω (max)	
I_{IN}	Input Current	@ Pins 4, 5, 6 @ $0V < V_{IN} < 5V$	1.0	100	nA (max)	
f_{CLK}	Clock Frequency		3	2	MHz (max)	
V_{IH}	High-Level Input Voltage	@ Pins 4, 5, 6		2.0	V (min)	
V_{IL}	Low-Level Input Voltage	@ Pins 4, 5, 6		0.8	V (max)	

Note 1: *Absolute Maximum Ratings* indicate limits beyond which damage to the device may occur. *Operating Ratings* indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. *Electrical Characteristics* state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the *Operating Ratings*. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: All voltages are measured with respect to the GND pin (pin 3), unless otherwise specified.

Note 3: The maximum power dissipation must be derated at elevated temperatures and is dictated by T_{JMAX} , θ_{JA} , and the ambient temperature T_A . The maximum allowable power dissipation is $P_D = (T_{JMAX} - T_A)/\theta_{JA}$ or the number given in the *Absolute Maximum Ratings*, whichever is lower. For the LM1971N and LM1971M, $T_{JMAX} = +150^\circ\text{C}$, and the typical junction-to-ambient thermal resistance, θ_{JA} , when board mounted is 102°C/W and 167°C/W, respectively.

Note 4: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Note 5: Typical values are measured at 25°C and represent the parametric norm.

Note 6: Limits are guarantees that all parts are tested in production to meet the stated values.

Note 7: Due to production test limitations, there is no limit for the Noise test. Please refer to the noise measurements in the *Typical Performance Characteristics* section.

Pin Descriptions

V_{REF}IN (1): The V_{REF}IN pin provides the reference for the analog input signal. This pin should be biased at half of the supply voltage, V_{DD}, as shown in *Figure 1* and *Figure 6*.

OUT (2): The attenuated analog output signal comes from this pin.

GND (3): The GND pin references the digital input signals and is the lower voltage reference for the IC. Typically this pin would be labeled "V_{SS}" but the ground reference for the digital logic input control is tied to this same point. With a higher pin-count there would generally be separate pins for these functions; V_{SS} and Logic Ground. It is intended that the LM1971 always be operated using a single voltage supply configuration, for which pin 3 (GND) should always be at system ground. If a bipolar or split-supply configuration are desired, level shifting circuitry is needed for the digital logic control pins as they would be referenced through pin 3 which would be at the negative supply. It is highly recommended, however, that the LM1971 be used in a unipolar or single-supply configuration.

LOAD (4): The LOAD input accepts a TTL or CMOS level signal. This is the enable pin of the device, allowing data to be clocked in while this input is low (0V). The GND pin is the reference for this signal.

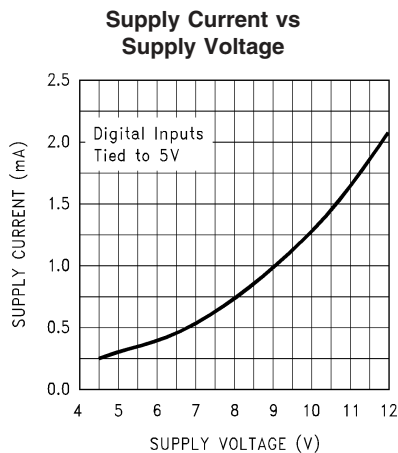
DATA (5): The DATA input accepts a TTL or CMOS level signal. This pin is used to accept serial data from a micro-controller that will be latched and decoded to change the channel's attenuation level. The GND pin is the reference for this signal.

CLOCK (6): The CLOCK input accepts a TTL or CMOS level signal. The clock input is used to load data into the internal shift register on the rising edge of the input clock waveform. The GND pin is the reference for this signal.

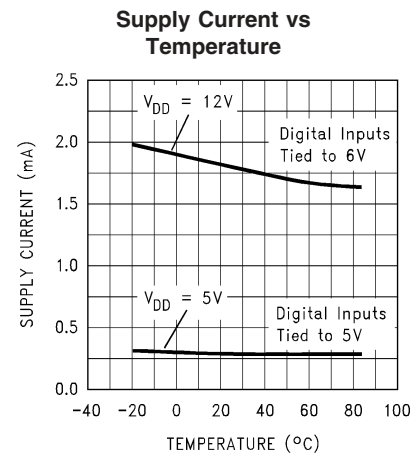
V_{DD} (7): The positive voltage supply should be placed to this pin.

IN (8): The analog input signal should be placed to this pin.

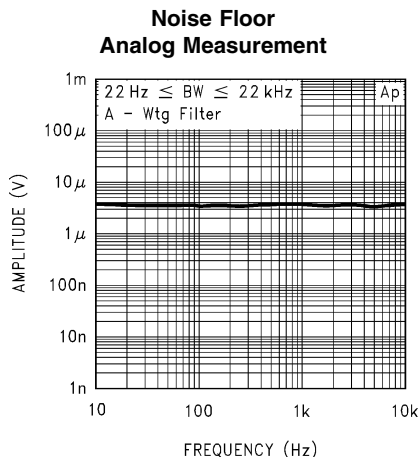
Typical Performance Characteristics



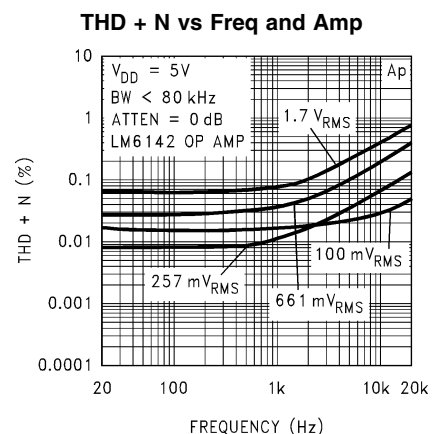
01235310



01235311



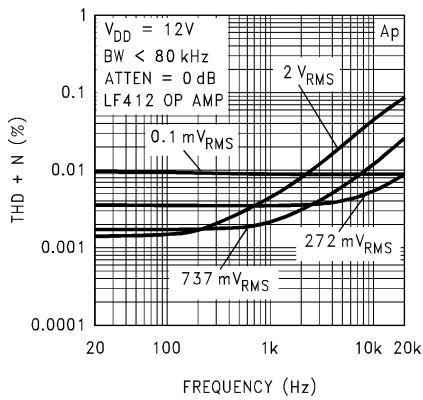
01235312



01235313

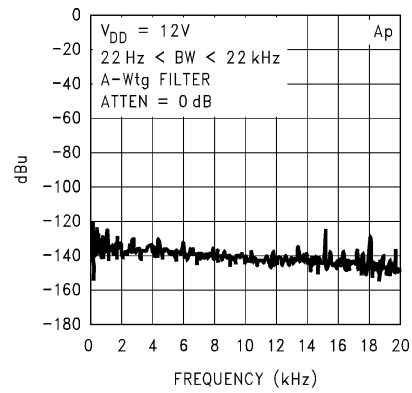
Typical Performance Characteristics (Continued)

THD + N vs Freq and Amp



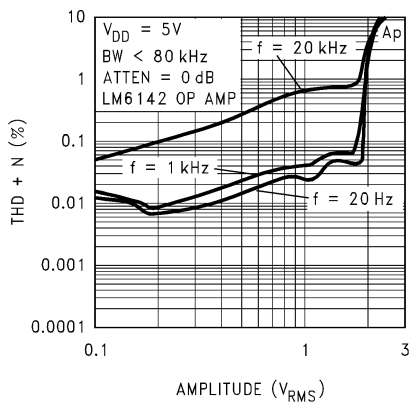
01235314

Noise Floor Spectrum by FFT



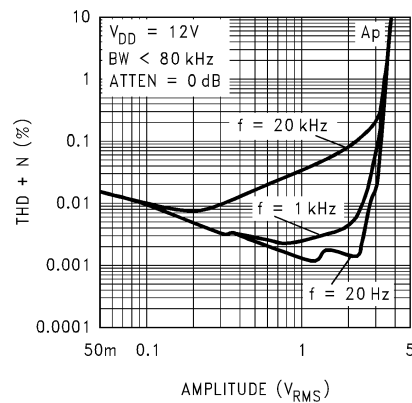
01235315

THD + N vs Amplitude



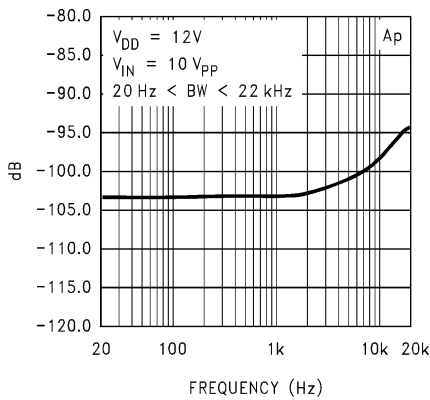
01235316

THD + N vs Amplitude



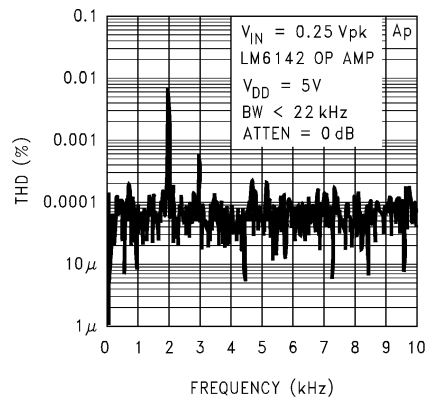
01235317

Mute Attenuation vs Frequency



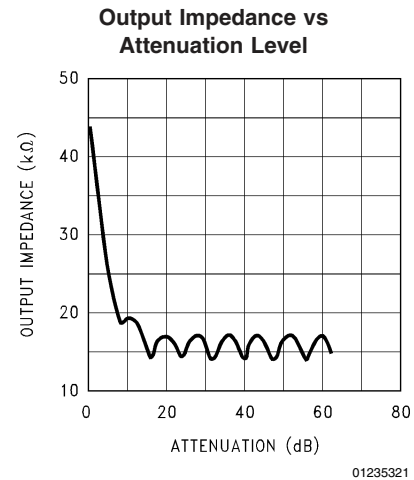
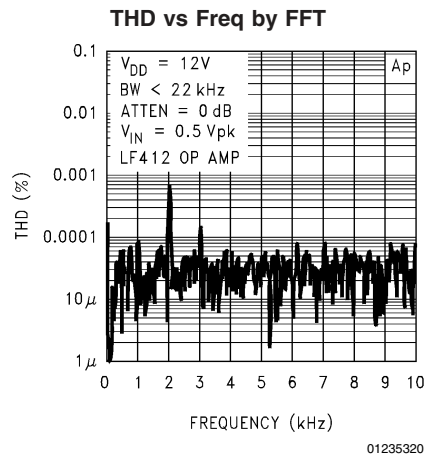
01235318

THD vs Freq by FFT



01235319

Typical Performance Characteristics (Continued)



Application Information

SERIAL DATA FORMAT

The LM1971 uses a 3-wire serial communication format that is easily controlled by a microcontroller. The timing for the 3-wire set, comprised of DATA, CLOCK, and LOAD is shown in *Figure 2*. As depicted in *Figure 2*, the LOAD line is to go low at least 150 ns before the rising edge of the first clock pulse and is to remain low throughout the transmission of the 16 data bits. The serial data is composed of an 8-bit address, which must always be set to 0000 0000 to select the single audio channel, and 8 bits for attenuation setting. For both address data and attenuation setting data, the MSB is sent first with the address data preceding the attenuation data. Please refer to *Figure 3* to confirm the serial data format transfer process.

Table 1 shows the various Address and Data byte values for different attenuation settings. Note that Address bytes other than 0000 0000 are ignored.

μPOT SYSTEM ARCHITECTURE

The μPot's digital interface is essentially a shift register where serial data is shifted in, latched, and then decoded. Once new data is shifted in, the LOAD line goes high, latching in the new data. The data is then decoded and the appropriate switch is activated to set the desired attenuation level. This process is continued each and every time an attenuation change is made. When the μPot is powered up, it is placed into the Mute mode.

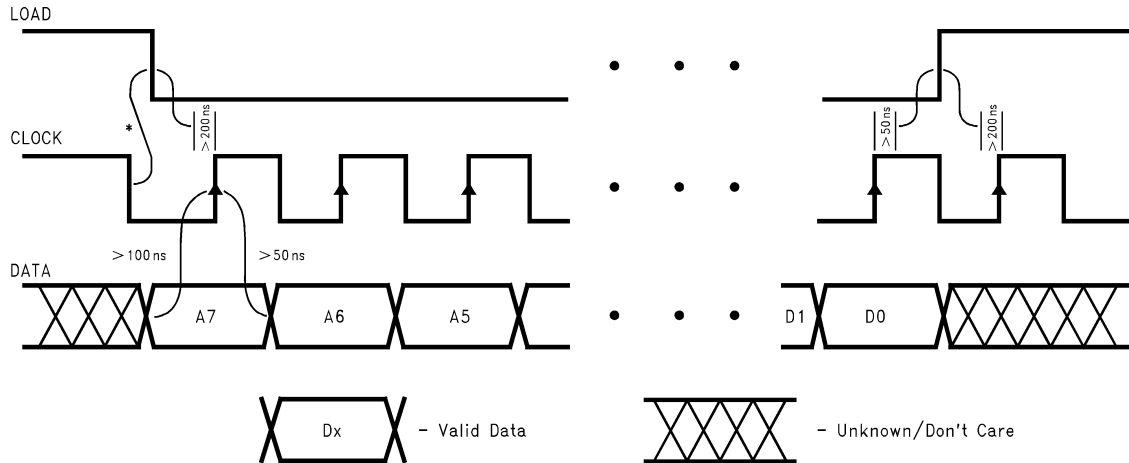
μPOT DIGITAL COMPATIBILITY

The μPot's digital interface section is compatible with TTL or CMOS logic. The shift register inputs act upon a threshold of two diode drops above the ground level (Pin 3) or approximately 1.4V.

TABLE 1. Attenuator Register Set Description

Address Register (Byte 0)		
MSB	LSB	
A7–A0		
0000	0000	Channel 1
0000	0001	Ignored
0000	0010	Ignored
Data Register (Byte 1)		
Contents	Attenuation (dB)	
MSB	LSB	
D7–D0		
0000	0000	0.0
0000	0001	1.0
0000	0010	2.0
0000	0011	3.0
::::		::
0001	0000	16.0
0001	0001	17.0
0001	0010	18.0
0001	0011	19.0
::::		::
0011	1101	61.0
0011	1110	62.0
0011	1111	96 (Mute)
0100	0000	96 (Mute)
::::		::
1111	1110	96 (Mute)
1111	1111	96 (Mute)

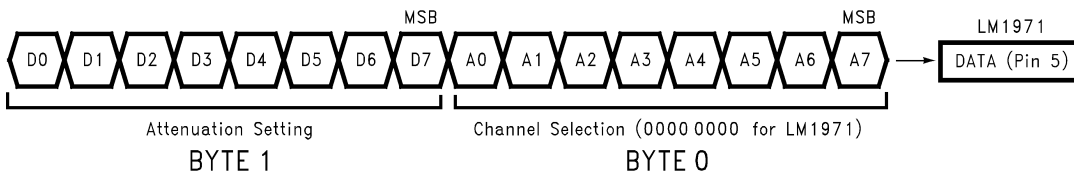
Application Information (Continued)



01235303

***Note:** Load and clock falling edges can be coincident, however, the clock falling edge cannot be delayed more than 20 ns from the falling edge of load. It is preferable that the falling edge of clock occurs before the falling edge of load.

FIGURE 2. Timing Diagram

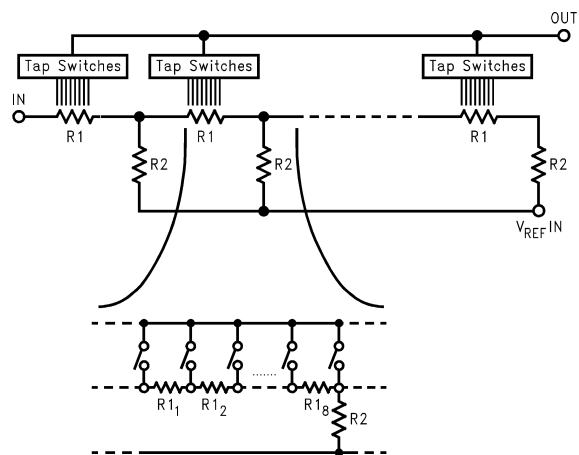


01235304

FIGURE 3. Serial Data Format Transfer Process

μPOT LADDER ARCHITECTURE

The μPot contains a chain of R1/R2 resistor dividers in a ladder form, as shown in *Figure 4*. Each R1 is actually a series of 8 resistors, with a CMOS switch that taps into the resistor chain according to the attenuation level chosen. For any given attenuation setting, there is only one CMOS switch closed (no paralleling of ladders). The input impedance therefore remains constant, while the output impedance changes as the attenuation level changes. It is important to note that the architecture is a series of resistor dividers, and not a straight, tapped resistor, so the μPot is not a variable resistor; it is a variable voltage divider.



01235305

FIGURE 4. Resistor Ladder Architecture

Application Information (Continued)

ATTENUATION STEP SCHEME

The fundamental attenuation step scheme for the LM1971 is shown in *Figure 5*. It is also possible to obtain any integer value attenuation step through programming, in addition to the 2 dB and 4 dB steps shown in *Figure 5*. All higher attenuation step schemes can have clickless and popless performance. Although it is possible to “skip” attenuation points by not sending all of the data, clickless and popless performance will suffer. It is highly recommended that all of the data points should be sent for each attenuation level. This ensures flawless operation and performance when making steps larger than 1 dB.

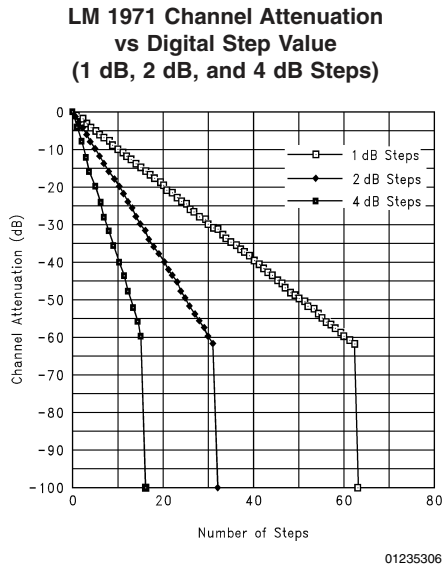


FIGURE 5. LM1971 Attenuation Step Scheme

INPUT IMPEDANCE

The input impedance of a μ Pot is constant at a nominal 40 k Ω . Since the LM1971 is a single-supply operating device, it is necessary to have both input and output coupling caps as shown in *Figure 1*. To ensure full low-frequency response, a 1 μ F coupling cap should be used.

OUTPUT IMPEDANCE

The output impedance of a μ Pot varies typically between 25 k Ω and 35 k Ω and changes nonlinearly with step changes. Since a μ Pot is made up of a resistor ladder network with logarithmic attenuation, the output impedance is nonlinear. Due to this configuration, a μ Pot cannot be considered as a linear potentiometer; it is a logarithmic attenuator.

The linearity of a μ Pot cannot be measured directly without a buffer because the input impedance of most measurement systems is not high enough to provide the required accuracy. The lower impedance of the measurement system would load down the output and an incorrect reading would result. To prevent loading, a JFET input op amp should be used as the buffer/amplifier.

OUTPUT BUFFERING

There are two performance issues to be aware of that are related to a μ Pot's output stage. The first concern is to prevent audible clicks with attenuation changes, while the

second is to prevent loading and subsequent linearity errors. The output stage of a μ Pot needs to be buffered with a low input bias current op amp to keep DC shifts inaudible. Additionally, the output of μ Pot needs to see a high impedance to keep linearity errors low.

Attenuation level changes cause changes in the output impedance of a μ Pot. Output impedance changes in the presence of a large input bias current for a buffer/amplifier will cause a DC shift to occur. Neglecting amplifier gains and speaker sensitivities, the audibility of a DC shift is dependent upon the output impedance change times the required input bias current. As an example, a 5 k Ω impedance change times a 1 μ A bias current results in a 5 mV DC shift; a level that is barely audible without any music material in the system. An op amp with a bias current of 200 pA for the same 5 k Ω change results in an inaudible 1 μ V DC shift. Since the worst case output impedance changes are on the order of several k Ω , a bias current much less than 1 μ A is required for highest performance. In order to further quantify DC shifts, please refer to the Output Impedance vs Attenuation graph in the **Typical Performance Characteristics** section and relate worst case impedance changes to the selected buffer/amplifier input bias current.

Without the use of a high input impedance (> 1 M Ω) op amp for the buffer/amplifier, loading will occur that causes linearity errors in the signal. To ensure the highest level of performance, a JFET or CMOS input high input impedance op amp is required.

One common application that requires gain at the output of a μ Pot is input signal volume control. Depending upon the input source material, the LM1971 provides a means of controlling the input signal level. With a supply voltage range of 4.5V to 12V, the LM1971 has the ability of controlling fairly inconsistent input source signal levels. Using an op amp with gain at the μ Pot's output, as shown in *Figure 7*, will also allow the system dynamic range to be increased. JFET op amps like the LF351 and the LF411 are well suited for this application. If active half-supply buffering is also desired, dual op amps like the LF353 and the LF412 could be used.

For low voltage supply applications, op amps like the CMOS LMC6041 are preferred. This part has a supply operating range from 4.5V–15.5V and also comes in a surface mount package.

μ POT HALF-SUPPLY REFERENCING

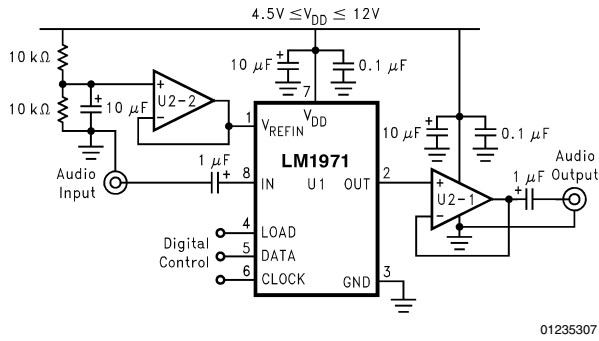
The LM1971 operates off of a single supply, with half-supply biasing supplied at the V_{REFIN} terminal (Pin 1). The easiest and most cost effective method of providing this half-supply is a simple resistor divider and bypass capacitor network shown in *Figure 1*. The capacitor not only stabilizes the half-supply node by “holding” the voltage nearly constant, but also decouples high frequency signals on the supply to ground. Signal feedthrough, power supply ripple and fluctuations that are not properly filtered could cause the performance of the LM1971 to be degraded.

A more stable half-supply node can be obtained by actively buffering the resistor divider network with a voltage follower as shown in *Figure 6*. Supply fluctuations are then isolated by the high input impedance/low output impedance mismatch associated with effective filtering. Since the LM1971 is a single channel device, using a dual JFET input op amp is optimum for both output buffering and half-supply biasing.

A 10 μ F capacitor or larger is recommended for better half-supply stabilization. For added rejection of higher fre-

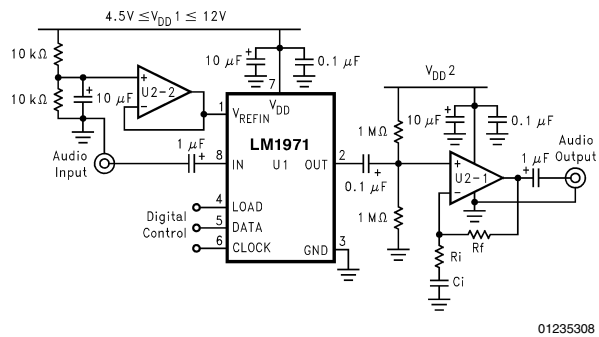
Application Information (Continued)

quency power supply fluctuations, a smaller capacitor (0.01 μF –0.1 μF) could be added in parallel to the 10 μF capacitor.



01235307

FIGURE 6. Higher Performance Active Half-Supply Buffering



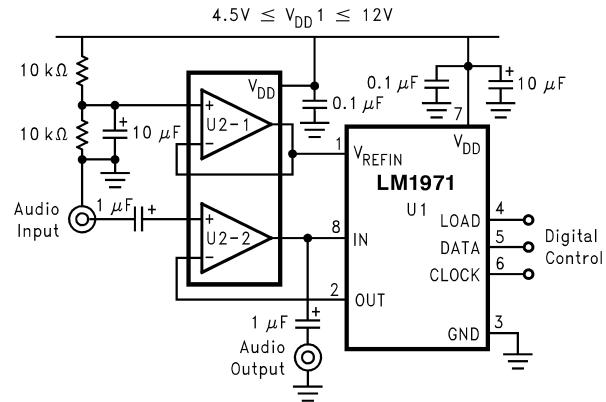
01235308

FIGURE 7. Active Reference with Active Gain Buffering

LOGARITHMIC GAIN AMPLIFIER

The μPot is capable of being used in the feedback loop of an op amp to create a gain controlled amplifier as shown in *Figure 8*. In this configuration the attenuation levels from *Table 1* become gain levels with the largest possible gain value being 62 dB. For most applications, 62 dB of gain will cause signal clipping to occur. However, this can be controlled through programming. It is important to note that when in mute mode the input is disconnected from the output, thus placing the amplifier in open-loop gain state. In

this mode, the amplifier will behave as a comparator. Care should be taken with the programming and design of this type of circuit. To provide the best overall performance, a high input impedance, low input bias current op amp should be used.



01235309

FIGURE 8. Logarithmic Gain Amplifier Circuit

MUTE FUNCTION

A major feature of the LM1971 is its ability to mute the input signal to an attenuation level of 102 dB. This is accomplished internally by physically disconnecting the output from the input while also grounding the output pin through approximately 2 k Ω .

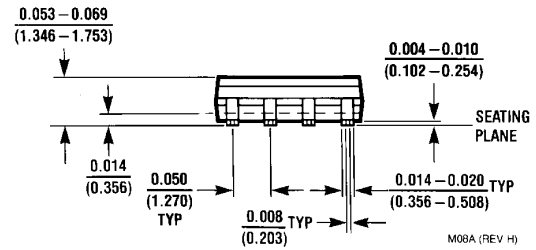
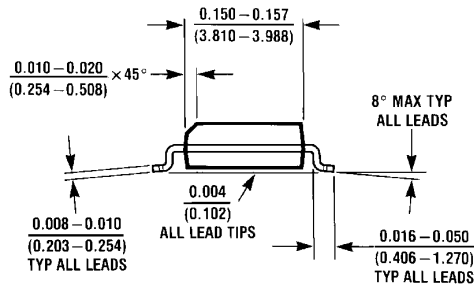
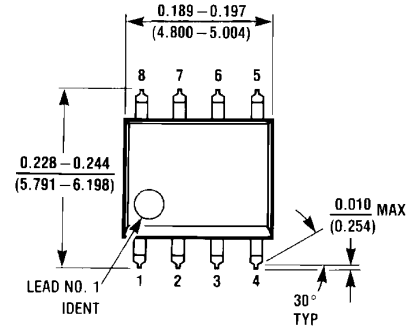
The mute function is obtained during power-up of the device or by sending any binary data of 0011 1111 and above serially to the device. The device may be placed into mute at any time during operation, allowing the designer to make the mute command accessible to the end-user.

DC INPUTS

Although the μPot was designed to be used as an attenuator for signals within the audio spectrum, it is also capable of tracking and attenuating an input DC voltage. The device will track voltages to either supply rail.

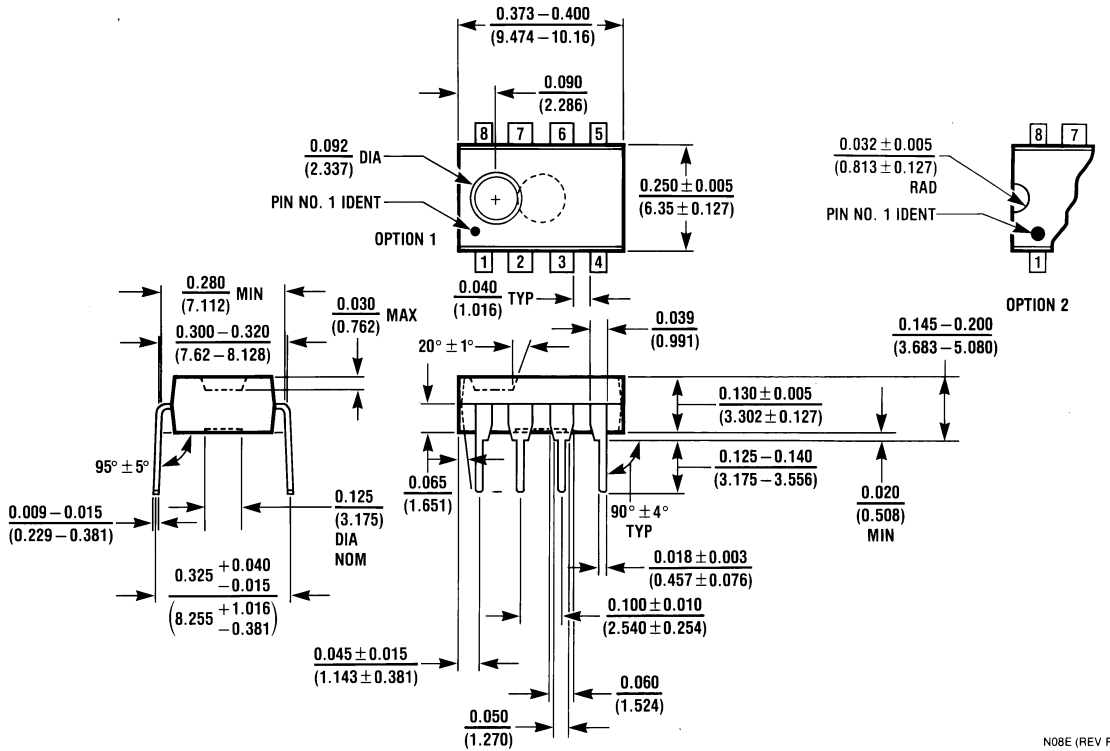
One point to remember about DC tracking is that with a buffer at the output of the μPot , the resolution of DC tracking will depend upon the gain configuration of that output buffer and its supply voltage. Also, the output buffer's supply voltage does not have to be the same as the μPot 's supply voltage. Giving the buffer some gain can provide more resolution when tracking small DC voltages.

Physical Dimensions inches (millimeters)
 unless otherwise noted



Order Number LM1971M
8-Lead (0.150" Wide) Molded Small Outline Package, JEDEC
NS Package Number M08A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)




Order Number LM1971N
8-Lead (0.300" Wide) Molded Dual-In-Line Package
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 **National Semiconductor Corporation**
 Americas
 Email: support@nsc.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 180-530 85 86
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
 Tel: 65-2544466
 Fax: 65-2504466
 Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-3-5639-7560
 Fax: 81-3-5639-7507

www.national.com

LM380

2.5W Audio Power Amplifier

General Description

The LM380 is a power audio amplifier for consumer applications. In order to hold system cost to a minimum, gain is internally fixed at 34 dB. A unique input stage allows ground referenced input signals. The output automatically self-centers to one-half the supply voltage.

The output is short circuit proof with internal thermal limiting. The package outline is standard dual-in-line. The LM380N uses a copper lead frame. The center three pins on either side comprise a heat sink. This makes the device easy to use in standard PC layouts.

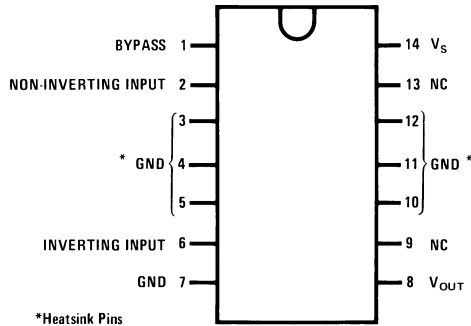
Uses include simple phonograph amplifiers, intercoms, line drivers, teaching machine outputs, alarms, ultrasonic drivers, TV sound systems, AM-FM radio, small servo drivers, power converters, etc.

A selected part for more power on higher supply voltages is available as the LM384. For more information see AN-69.

Features

- Wide supply voltage range: 10V-22V
- Low quiescent power drain: 0.13W ($V_S = 18V$)
- Voltage gain fixed at 50
- High peak current capability: 1.3A
- Input referenced to GND
- High input impedance: 150k Ω
- Low distortion
- Quiescent output voltage is at one-half of the supply voltage
- Standard dual-in-line package

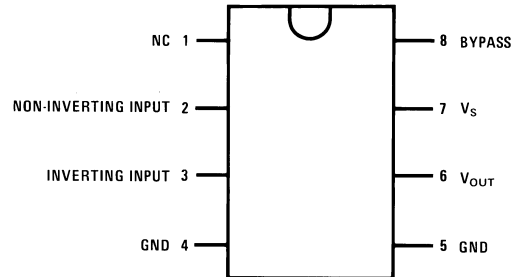
Connection Diagrams (Dual-In-Line Packages, Top View)



*Heatsink Pins

00697701

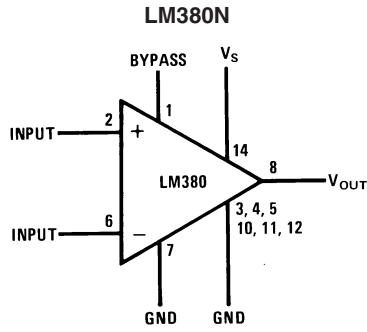
Order Number LM380N
See NS Package Number N14A



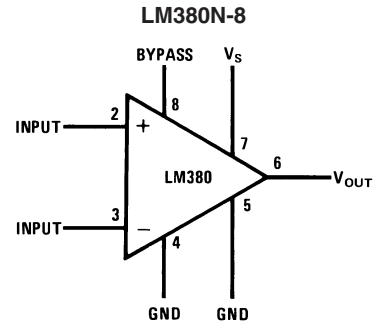
00697702

Order Number LM380N-8
See NS Package Number N08E

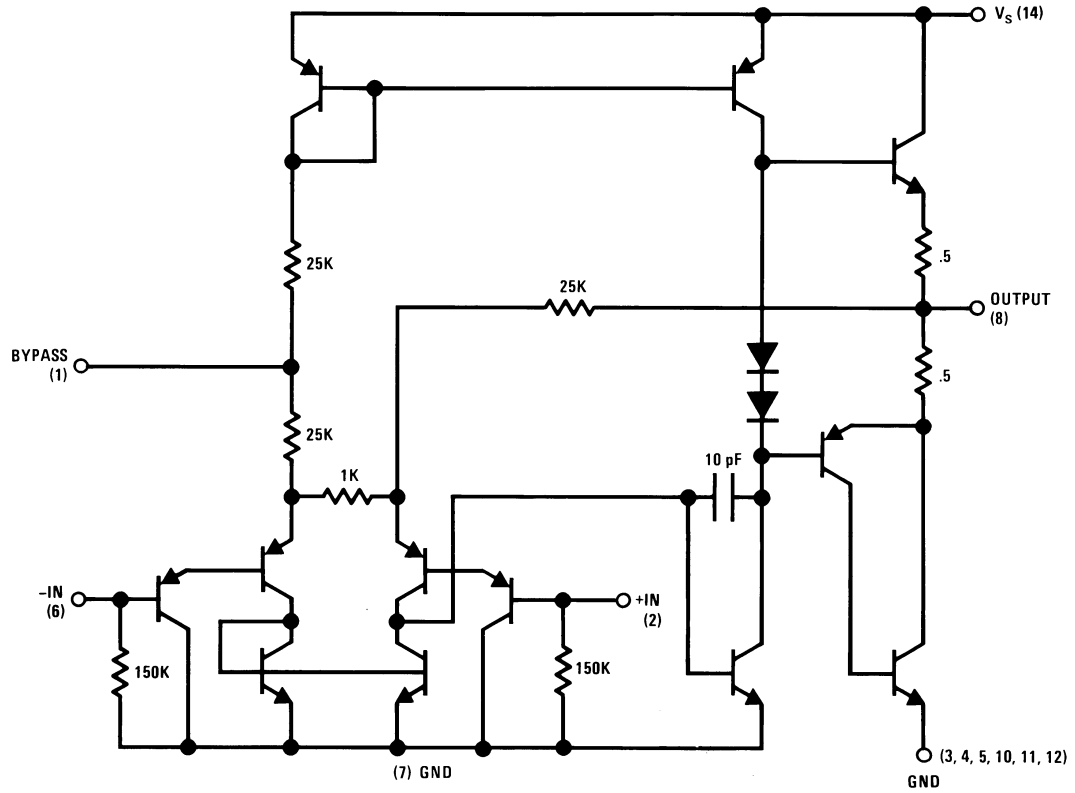
Block and Schematic Diagrams



00697703



00697704



00697705

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	22V
Peak Current	1.3A
Package Dissipation 14-Pin DIP (Note 7)	8.3W
Package Dissipation 8-Pin DIP (Note 7)	1.67W
Input Voltage	±0.5V
Storage Temperature	-65°C to +150°C

Operating Temperature	0°C to +70°C
Junction Temperature	+150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	+260°C
ESD rating to be determined	
Thermal Resistance	
θ_{JC} (14-Pin DIP)	30°C/W
θ_{JC} (8-Pin DIP)	37°C/W
θ_{JA} (14-Pin DIP)	79°C/W
θ_{JA} (8-Pin DIP)	107°C/W

Electrical Characteristics (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
$P_{OUT(RMS)}$	Output Power	$R_L = 8\Omega$, THD = 3% (Notes 4, 5)	2.5			W
A_V	Gain		40	50	60	V/V
V_{OUT}	Output Voltage Swing	$R_L = 8\Omega$		14		V_{P-P}
Z_{IN}	Input Resistance			150k		Ω
THD	Total Harmonic Distortion	(Notes 5, 6)		0.2		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	(Note 3)		38		dB
V_S	Supply Voltage		10		22	V
BW	Bandwidth	$P_{OUT} = 2W$, $R_L = 8\Omega$		100k		Hz
I_Q	Quiescent Supply Current			7	25	mA
V_{OUTQ}	Quiescent Output Voltage		8	9.0	10	V
I_{BIAS}	Bias Current	Inputs Floating		100		nA
I_{SC}	Short Circuit Current			1.3		A

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits.

Note 2: $V_S = 18V$ and $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise specified.

Note 3: Rejection ratio referred to the output with $C_{BYPASS} = 5 \mu F$.

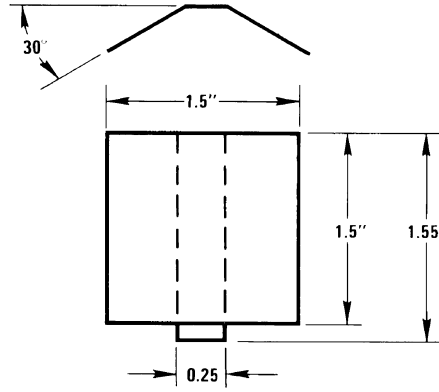
Note 4: With device Pins 3, 4, 5, 10, 11, 12 soldered into a 1/16" epoxy glass board with 2 ounce copper foil with a minimum surface of 6 square inches.

Note 5: $C_{BYPASS} = 0.47 \mu F$ on Pin 1.

Note 6: The maximum junction temperature of the LM380 is 150°C.

Note 7: The package is to be derated at 15°C/W junction to heat sink pins for 14-pin pkg; 75°C/W for 8-pin.

Heat Sink Dimensions

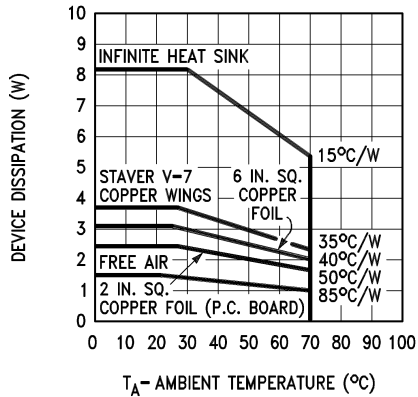


00697706

Staver Heat Sink #V-7
 Staver Company
 41 Saxon Ave.
 P.O. Drawer H
 Bayshore, NY 11706
 Tel: (516) 666-8000
 Copper Wings
 2 Required
 Soldered to
 Pins 3, 4, 5,
 10, 11, 12
 Thickness 0.04
 Inches

Typical Performance Characteristics

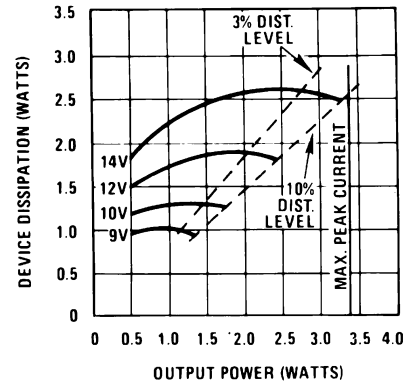
Maximum Device Dissipation vs Ambient Temperature



T_A - AMBIENT TEMPERATURE (°C)
 Note: 2 oz. copper foil, single-sided PC board.

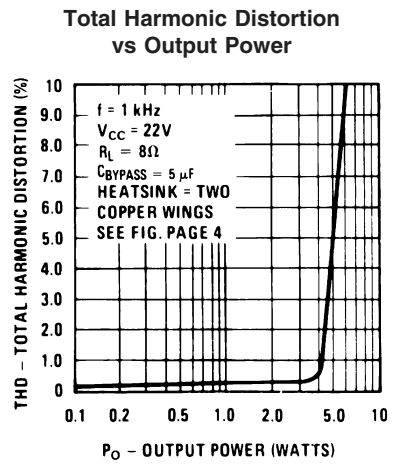
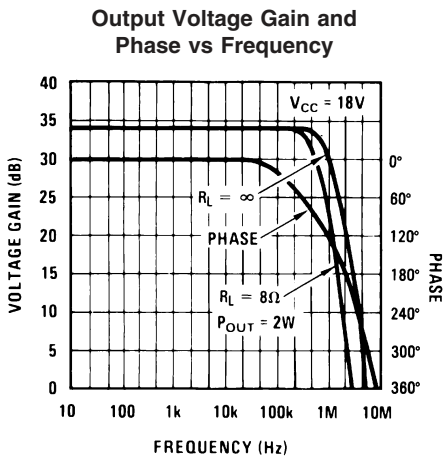
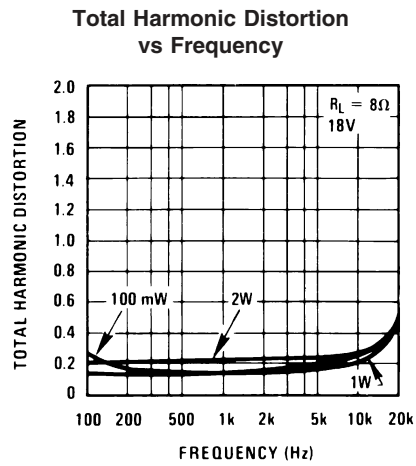
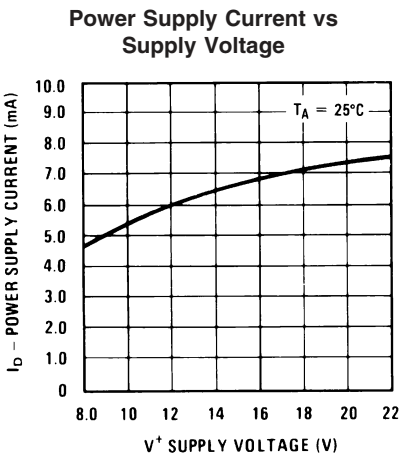
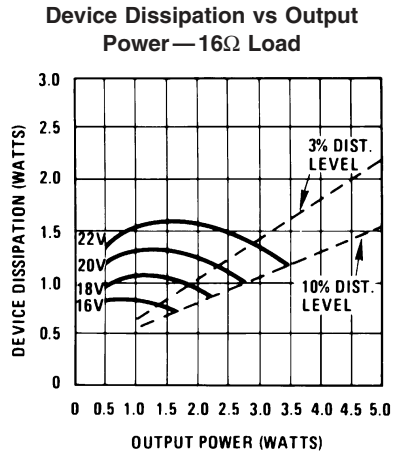
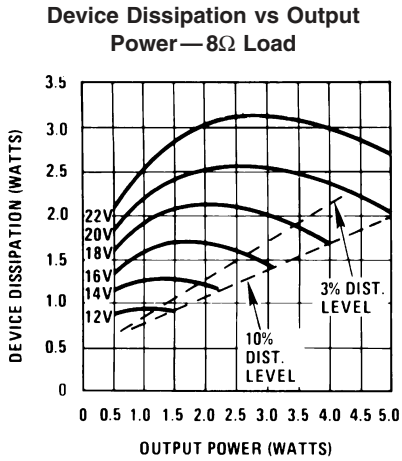
00697712

Device Dissipation vs Output Power — 4Ω Load

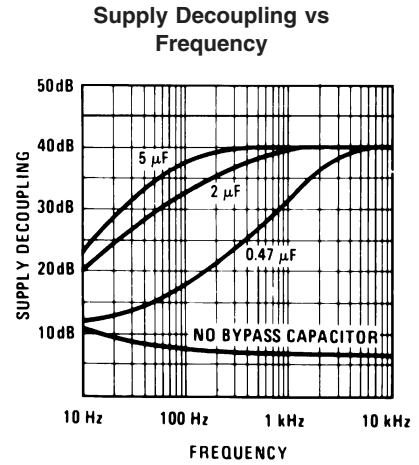
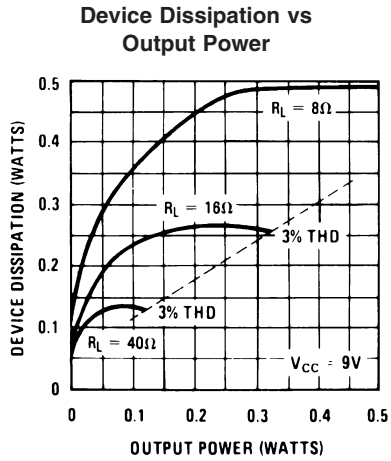


00697713

Typical Performance Characteristics (Continued)

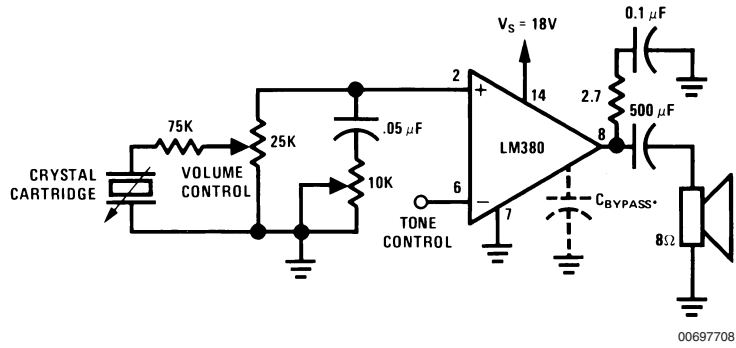


Typical Performance Characteristics (Continued)

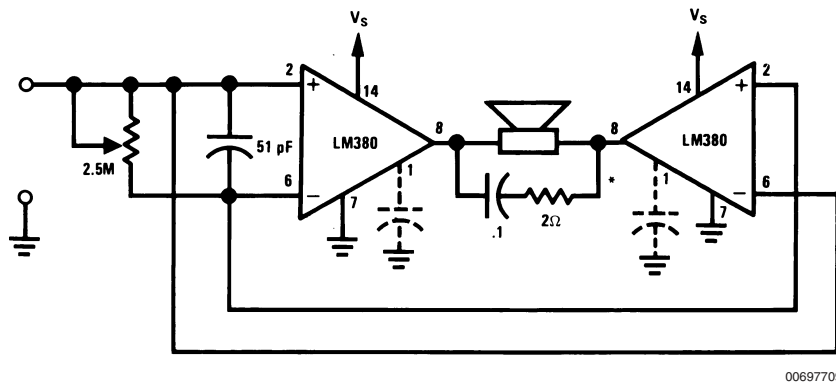


Typical Applications

Phono Amplifier

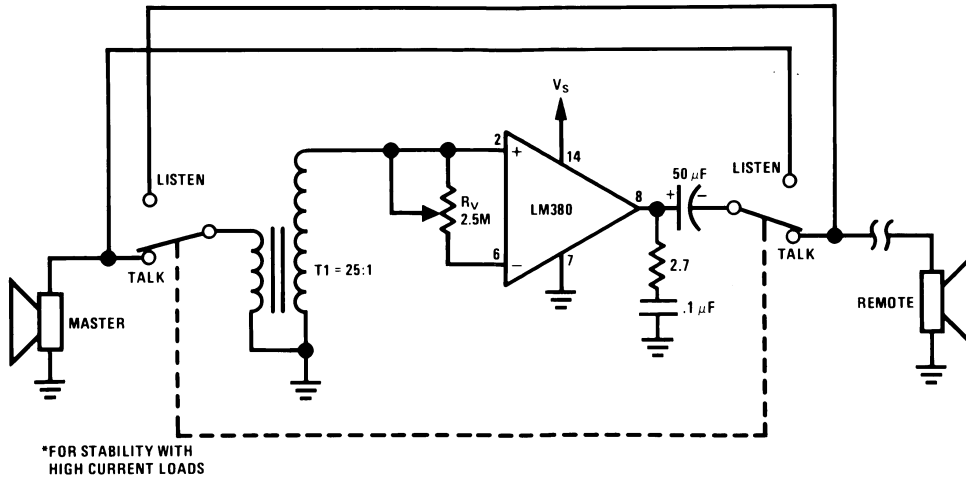


Bridge Amplifier



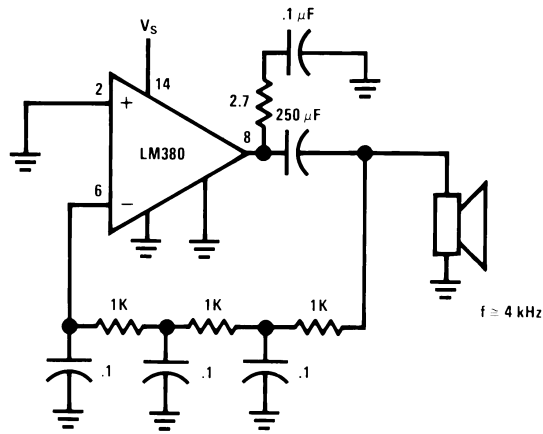
Typical Applications (Continued)

Intercom



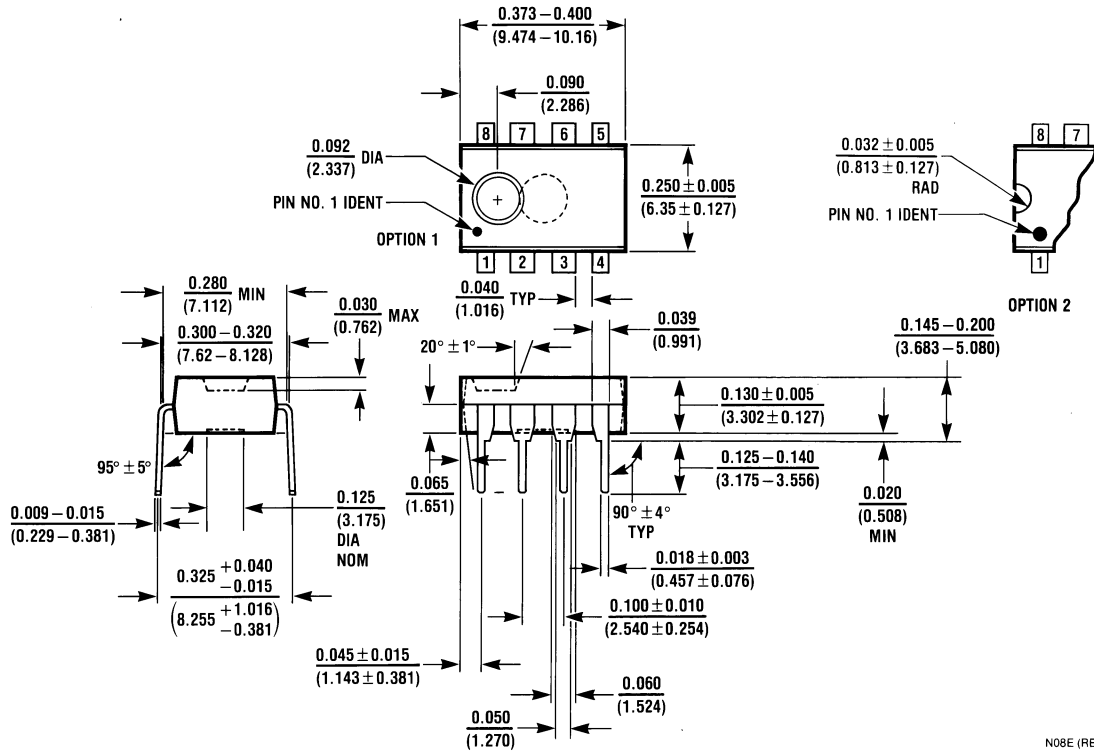
00697710

Phase Shift Oscillator

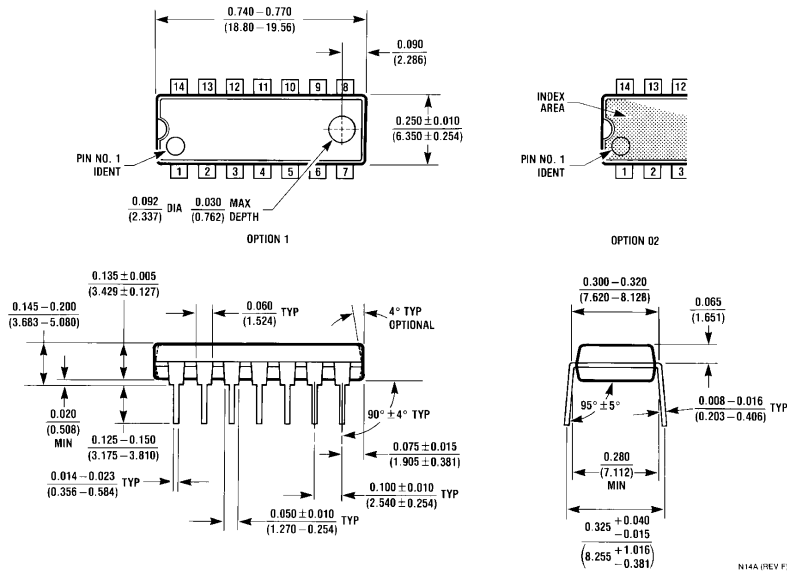


00697711

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM380N-8
NS Package Number N08E



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM380N
NS Package Number N14A

Notes

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

For the most current product information visit us at www.national.com.

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

- | | |
|--|---|
| <p>1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.</p> | <p>2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.</p> |
|--|---|

BANNED SUBSTANCE COMPLIANCE

National Semiconductor certifies that the products and packing materials meet the provisions of the Customer Products Stewardship Specification (CSP-9-111C2) and the Banned Substances and Materials of Interest Specification (CSP-9-111S2) and contain no "Banned Substances" as defined in CSP-9-111S2.



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
 Email: new.feedback@nsc.com
 Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
 Fax: +49 (0) 180-530 85 86
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

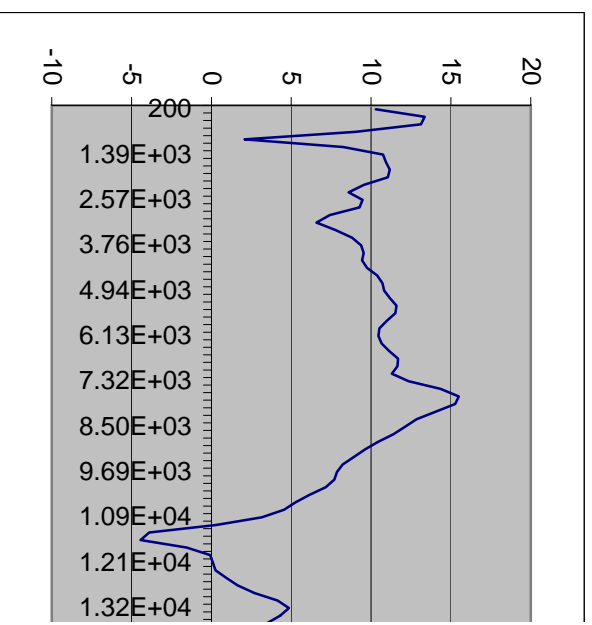
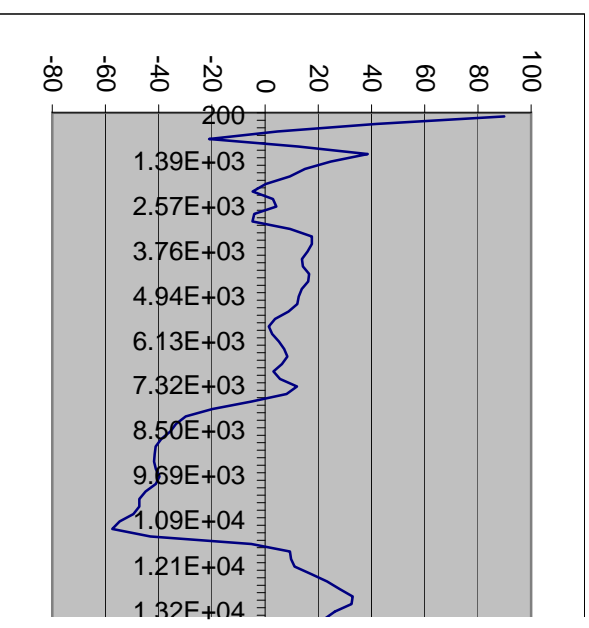
National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
 Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
 Fax: 81-3-5639-7507
 Email: jpn.feedback@nsc.com
 Tel: 81-3-5639-7560

TSR fund.

200	89.8709
397.656	41.7776
595.313	4.66944
792.969	-21.0358
990.625	12.483
1.19E+03	38.562
1.39E+03	24.6527
1.58E+03	14.9702
1.78E+03	9.2949
1.98E+03	2.31E-01
2.18E+03	-4.69417
2.37E+03	2.93523
2.57E+03	4.19672
2.77E+03	-4.05656
2.97E+03	-4.7244
3.16E+03	9.42407
3.36E+03	17.6031
3.56E+03	17.5949
3.76E+03	15.9322
3.96E+03	13.8214
4.15E+03	14.2117
4.35E+03	16.5533
4.55E+03	16.2207
4.75E+03	13.8022
4.94E+03	12.6754
5.14E+03	12.0927
5.34E+03	8.76997
5.54E+03	3.76523
5.73E+03	1.38517
5.93E+03	2.68788
6.13E+03	5.17513
6.33E+03	7.16219
6.53E+03	8.35497
6.72E+03	6.32119
6.92E+03	3.14136
7.12E+03	5.59563
7.32E+03	11.9553
7.51E+03	8.04715
7.71E+03	-5.11742
7.91E+03	-19.8458
8.11E+03	-29.8415
8.30E+03	-33.4748
8.50E+03	-35.5938
8.70E+03	-39.0155
8.90E+03	-41.1482
9.09E+03	-41.5247
9.29E+03	-41.7116
9.49E+03	-41.096
9.69E+03	-39.7218
9.89E+03	-41.0905
1.01E+04	-44.9052
1.03E+04	-47.2605
1.05E+04	-47.266
1.07E+04	-49.4784
1.09E+04	-54.6536

1.11E+04	-57.4212
1.13E+04	-43.105
1.15E+04	-5.18887
1.17E+04	9.32513
1.19E+04	9.75113
1.21E+04	11.0841
1.23E+04	17.2486
1.25E+04	23.3225
1.27E+04	27.9672
1.29E+04	32.9224
1.30E+04	32.4937
1.32E+04	26.2659
1.34E+04	22.3495
1.36E+04	29.039
1.38E+04	40.4969
1.40E+04	43.7069
1.42E+04	40.7662
1.44E+04	34.8078
1.46E+04	25.9774
1.48E+04	14.7614
1.50E+04	2.27838
1.52E+04	-9.20421
1.54E+04	-16.8089
1.56E+04	-17.9742
1.58E+04	-14.4151
1.60E+04	-10.0947
1.62E+04	-6.18927
1.64E+04	-3.03417
1.66E+04	-1.19828
1.68E+04	7.39E-01
1.70E+04	3.37497
1.72E+04	5.15315
1.74E+04	6.0601
1.76E+04	6.96705
1.78E+04	6.68947
1.80E+04	4.03182
1.82E+04	-2.69E-01
1.84E+04	-5.83199
1.86E+04	-12.3401
1.88E+04	-19.024
1.90E+04	-24.7818
1.92E+04	-28.3079
1.94E+04	-29.4375
1.96E+04	-28.1403
1.98E+04	-23.9024
2.00E+04	-17.0205
0	

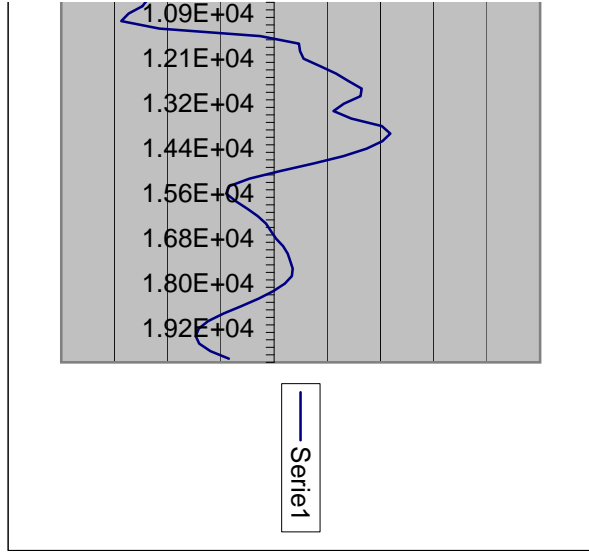
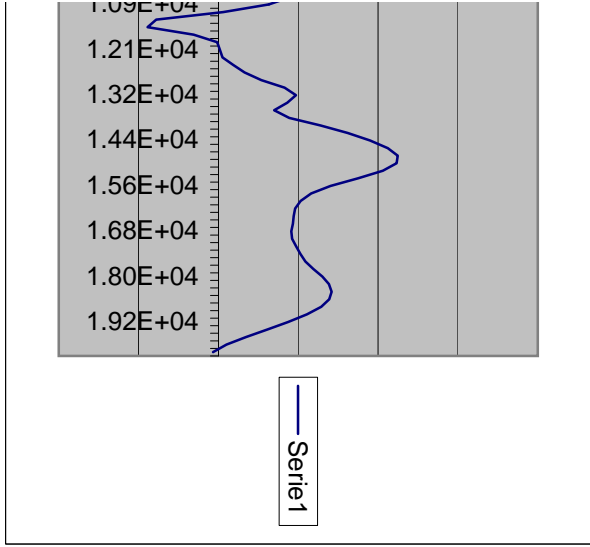


TSR fund.

200	10.2938
397.656	13.3523
595.313	13.1212
792.969	9.03244
990.625	2.07752
1.19E+03	8.2594
1.39E+03	10.7509

1.58E+03	10.9281
1.78E+03	11.1682
1.98E+03	11.046
2.18E+03	9.55679
2.37E+03	8.59382
2.57E+03	9.46916
2.77E+03	9.27117
2.97E+03	7.40822
3.16E+03	6.57503
3.36E+03	7.78526
3.56E+03	8.80318
3.76E+03	9.37158
3.96E+03	9.53263
4.15E+03	9.43885
4.35E+03	9.74957
4.55E+03	10.3753
4.75E+03	10.7069
4.94E+03	10.8163
5.14E+03	11.182
5.34E+03	11.5931
5.54E+03	11.5216
5.73E+03	10.9806
5.93E+03	10.516
6.13E+03	10.4568
6.33E+03	10.6619
6.53E+03	11.1436
6.72E+03	11.6893
6.92E+03	11.6552
7.12E+03	11.3027
7.32E+03	12.3514
7.51E+03	14.3617
7.71E+03	15.489
7.91E+03	15.2726
8.11E+03	14.0808
8.30E+03	12.8531
8.50E+03	12.1298
8.70E+03	11.3994
8.90E+03	10.4492
9.09E+03	9.63447
9.29E+03	8.9216
9.49E+03	8.22341
9.69E+03	7.85963
9.89E+03	7.70521
1.01E+04	7.16001
1.03E+04	6.15962
1.05E+04	5.27149
1.07E+04	4.54156
1.09E+04	3.1627
1.11E+04	2.96E-01
1.13E+04	-3.89973
1.15E+04	-4.44019
1.17E+04	-1.5508
1.19E+04	-8.05E-02
1.21E+04	9.24E-02
1.23E+04	2.50E-01
1.25E+04	9.29E-01

1.27E+04	1.63E+00
1.29E+04	2.69E+00
1.30E+04	4.14E+00
1.32E+04	4.86E+00
1.34E+04	4.31E+00
1.36E+04	3.50E+00
1.38E+04	4.43E+00
1.40E+04	6.38E+00
1.42E+04	8.09E+00
1.44E+04	9.50E+00
1.46E+04	1.06E+01
1.48E+04	1.12E+01
1.50E+04	1.12E+01
1.52E+04	1.03E+01
1.54E+04	8.76E+00
1.56E+04	7.02E+00
1.58E+04	5.80E+00
1.60E+04	5.14E+00
1.62E+04	4.80634
1.64E+04	4.72E+00
1.66E+04	4.66E+00
1.68E+04	4.56E+00
1.70E+04	4.61E+00
1.72E+04	4.87E+00
1.74E+04	5.13E+00
1.76E+04	5.45E+00
1.78E+04	5.94E+00
1.80E+04	6.50E+00
1.82E+04	6.92E+00
1.84E+04	7.09E+00
1.86E+04	6.94E+00
1.88E+04	6.44E+00
1.90E+04	5.55E+00
1.92E+04	4.37E+00
1.94E+04	3.06E+00
1.96E+04	1.73E+00
1.98E+04	5.07E-01
2.00E+04	-3.39E-01
0	





PCM54
PCM55

DESIGNED FOR AUDIO

16-Bit Monolithic DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTERS

FEATURES

- PARALLEL INPUT FORMAT
- 16-BIT RESOLUTION
- 15-BIT MONOTONICITY (typ)
- -92dB TOTAL HARMONIC DISTORTION (K Grade)
- 3 μ s SETTling TIME (Voltage Out)
- 96dB DYNAMIC RANGE
- \pm 3V or \pm 1mA AUDIO OUTPUT
- OPERATES ON \pm 5V (PCM55) TO \pm 12V (PCM54) SUPPLIES
- 28-PIN DIP (PCM54)
- 24-LEAD SOIC (PCM55)

DESCRIPTION

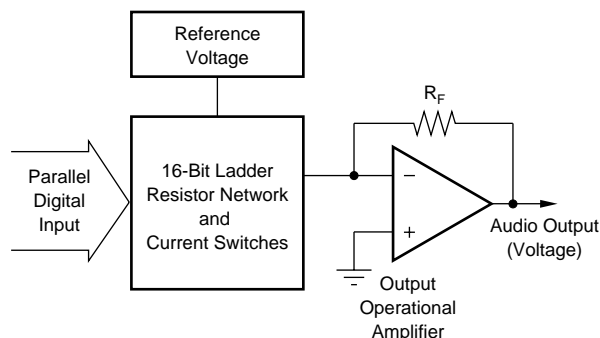
The PCM54 and PCM55 family of converters are parallel input, fully monotonic, 16-bit digital-to-analog converters that are designed and specified for digital audio applications. These devices employ ultra-stable nichrome (NiCr) thin-film resistors to provide monotonicity, low distortion, and low differential linearity error (especially around bipolar zero) over long periods of time and over the full operating temperature.

These converters are completely self-contained with a stable, low noise, internal, zener voltage reference; high speed current switches; a resistor ladder network; and a fast settling, low noise output operational amplifier all on a single monolithic chip. The converters are operated using two power supplies that

can range from \pm 5V (PCM55) to \pm 12V (PCM54). Power dissipation with \pm 5V supplies is typically less than 200mW. Also included is a provision for external adjustment of the MSB error (differential linearity error at bipolar zero, PCM54 only) to further improve Total Harmonic Distortion (THD) specifications if desired.

A current output (I_{OUT}) wiring option is provided. This output typically settles to within \pm 0.006% of FSR final value in 350ns (in response to a full-scale change in the digital input code).

The PCM54 is packaged in 28-pin plastic DIP package. The PCM55 is available in a 24-lead plastic mini-flatpak.



International Airport Industrial Park • Mailing Address: PO Box 11400, Tucson, AZ 85734 • Street Address: 6730 S. Tucson Blvd., Tucson, AZ 85706 • Tel: (520) 746-1111 • Twx: 910-952-1111
Internet: <http://www.burr-brown.com/> • FAXLine: (800) 548-6133 (US/Canada Only) • Cable: BBRCORP • Telex: 066-6491 • FAX: (520) 889-1510 • Immediate Product Info: (800) 548-6132

SPECIFICATIONS

ELECTRICAL

At +25°C and $\pm V_{CC} = 12V$, unless otherwise noted.

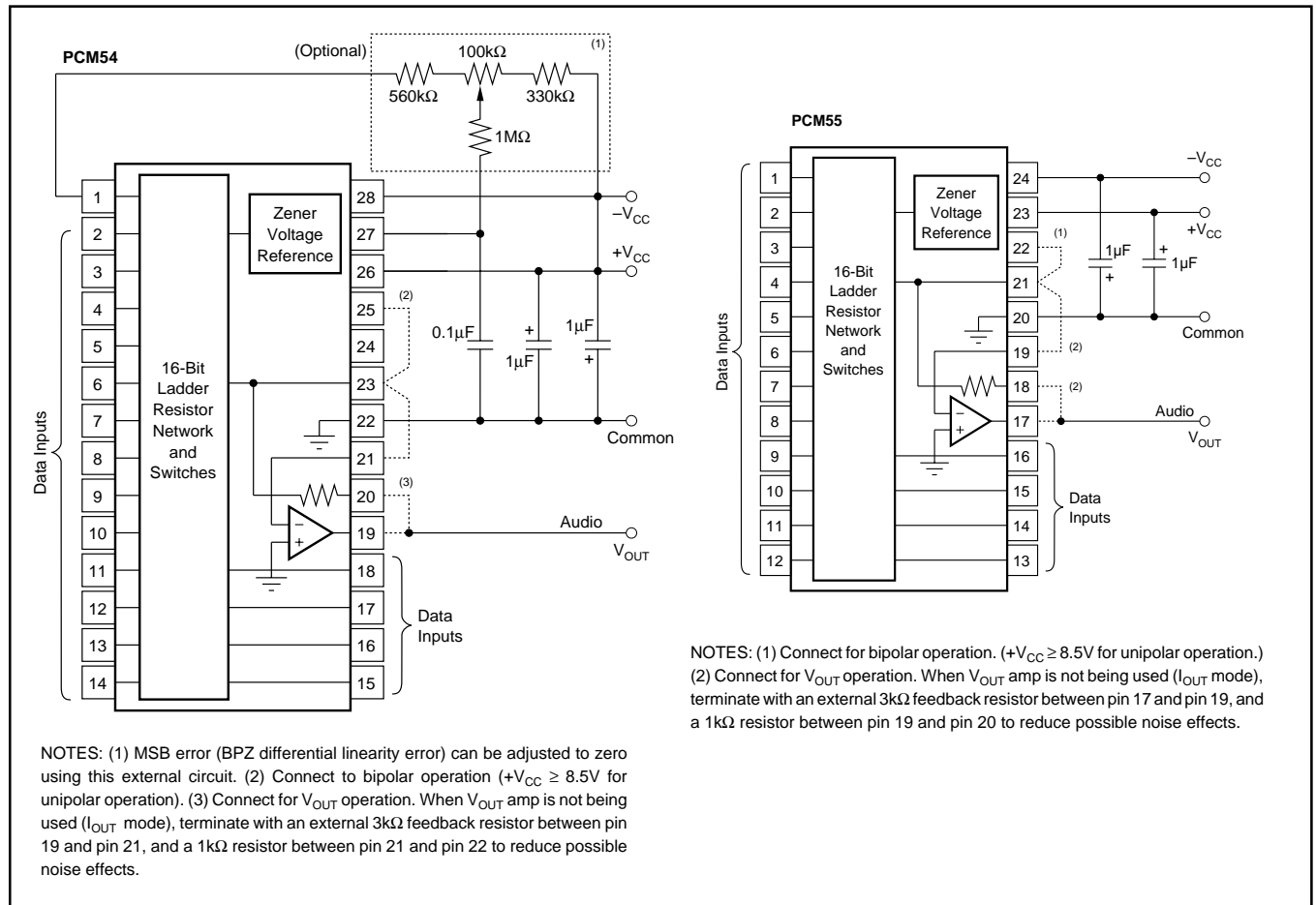
PARAMETER	PCM54HP, PCM55HP			PCM54JP, PCM55JP			PCM54KP			UNITS
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
DIGITAL INPUTS										
Resolution		16			*			*		Bits
Dynamic Range		96			*			*		dB
Logic Levels (TTL/CMOS Compatible):										
V_{IH}	+2.4		+5.25	*		*	*		*	V
V_{IL}	0		+0.8	*		*	*		*	V
$I_{IH}, V_{IN} = +2.7V$			+40			*			*	μA
$I_{IL}, V_{IN} = +0.4V$			-0.5			*			*	mA
TRANSFER CHARACTERISTICS										
ACCURACY										
Gain Error		± 2			*			*		%
Bipolar Zero Error		± 30			*			*		mV
Differential Linearity Error at Bipolar Zero ⁽¹⁾		± 0.001			*			*		% FSR ⁽²⁾
Noise (rms) (20Hz to 20kHz) at Bipolar Zero		12			*			*		μV
TOTAL HARMONIC DISTORTION⁽³⁾ (16-Bit Resolution)										
$V_O = \pm FS$ at $f = 991Hz$		-94	-82		*	-88	*	*	-92	dB
$V_O = -20dB$ at $f = 991Hz$		-74	-68		*	*	*	-80	-74	dB
$V_O = -60dB$ at $f = 991Hz$		-34	-28		*	*	*	-40	-34	dB
MONOTONICITY		15			*			*		Bits
SETTLING TIME (to $\pm 0.006\%$ of FSR)										
Voltage Output: 6V Step		3			*			*		μs
1LSB Step		1			*			*		μs
Current Output (1mA Step): 10 Ω to 100 Ω Load		350			*			*		ns
1k Ω Load ⁽⁴⁾		350			*			*		ns
Deglitcher Delay (THD Test) ⁽⁵⁾		2.5	4		*	*		*	*	μs
Slew Rate		10			*			*		V/ μs
WARM-UP TIME	1			*			*			Min
ANALOG OUTPUT										
Voltage Output: Bipolar Range		± 3			*			*		V
Output Current	± 2			*			*			mA
Output Impedance		0.1			*			*		Ω
Short-Circuit Duration		Indefinite to Common			*			*		
Current Output: ⁽⁶⁾										
Bipolar Range ($\pm 30\%$)		± 1			*			*		mA
Bipolar Output Impedance ($\pm 30\%$)		1.2			*			*		k Ω
POWER SUPPLY REQUIREMENTS										
Voltage: $+V_{CC}$ (PCM54)	+4.75	+12	+15.75	*	*	*	*	*	*	V
$-V_{CC}$ (PCM54)	-4.75	-12	-15.75	*	*	*	*	*	*	V
$+V_{CC}$ (PCM55)	+4.75	+5	+7.5	*	*	*	*	*	*	V
$-V_{CC}$ (PCM55)	-4.75	-5	-7.5	*	*	*	*	*	*	V
Supply Drain: $+V_{CC}$		+13	+20		*	*		*	*	mA
$-V_{CC}$		-16	-25		*	*		*	*	mA
TEMPERATURE RANGE										
Operating	0		+70	*		*	*		*	$^{\circ}C$
Storage	-55		+100	*		*	*		*	$^{\circ}C$

* Specifications same as for PCM54HP.

NOTES: (1) Externally adjustable. If external adjustment is not used, connect a 0.01 μF capacitor to Common to reduce noise pickup. (2) FSR means Full-Scale Range and is 6V for $\pm 3V$ output. (3) The measurement of total harmonic distortion is highly dependent on the characteristics of the measurement circuit. Burr-Brown may calculate THD from the measured linearity errors using Equation 2 in the section on "Total Harmonic Distortion," but specifies that the maximum THD measured with the circuit shown in Figure 2 will be less than the limits indicated. (4) Measured with an active clamp to provide a low impedance for approximately 200ns. (5) Deglitcher or sample/hold delay used in THD measurement test circuit. See Figures 2 and 3. (6) Output amplifier disconnected.

The information provided herein is believed to be reliable; however, BURR-BROWN assumes no responsibility for inaccuracies or omissions. BURR-BROWN assumes no responsibility for the use of this information, and all use of such information shall be entirely at the user's own risk. Prices and specifications are subject to change without notice. No patent rights or licenses to any of the circuits described herein are implied or granted to any third party. BURR-BROWN does not authorize or warrant any BURR-BROWN product for use in life support devices and/or systems.

CONNECTION DIAGRAMS



PIN ASSIGNMENTS

PIN	PCM54-DIP	PIN	PCM54-DIP
1	Trim	15	Bit 13
2	Bit 1 (MSB)	16	Bit 14
3	Bit 2	17	Bit 15
4	NC	18	Bit 16 (LSB)
5	Bit 3	19	V _{OUT}
6	Bit 4	20	R _{FB}
7	Bit 5	21	SJ
8	Bit 6	22	Common
9	Bit 7	23	I _{OUT}
10	Bit 8	24	NC
11	Bit 9	25	I _{BPO}
12	Bit 10	26	+V _{CC}
13	Bit 11	27	MSB Adjust
14	Bit 12	28	-V _{CC}

PIN ASSIGNMENTS

PIN	PCM55-SOIC	PIN	PCM55-SOIC
1	Bit 1 (MSB)	13	Bit 13
2	Bit 2	14	Bit 14
3	Bit 3	15	Bit 15
4	Bit 4	16	Bit 16
5	Bit 5	17	V _{OUT}
6	Bit 6	18	Feedback Resistor
7	Bit 7	19	Summing Junction
8	Bit 8	20	Common
9	Bit 9	21	Current Output
10	Bit 10	22	Bipolar Offset
11	Bit 11	23	+V _{CC}
12	Bit 12	24	-V _{CC}

PACKAGE INFORMATION

PRODUCT	PACKAGE	PACKAGE DRAWING NUMBER ⁽¹⁾
PCM54HP	28-Pin DIP	215
PCM54JP	28-Pin DIP	215
PCM54KP	28-Pin DIP	215
PCM55HP	24-Lead SOIC	178
PCM55JP	24-Lead SOIC	178

NOTE: (1) For detailed drawing and dimension table, please see end of data sheet, or Appendix C of Burr-Brown IC Data Book.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DC Supply Voltage	±18VDC
Input Logic Voltage	-1V to +5.5V
Power Dissipation	PCM54 800mW, PCM55 400mW
Storage Temperature	-55°C to +100°C
Lead Temperature, (soldering, 10s)	+300°C

ORDERING INFORMATION

PRODUCT	THD at FS	PACKAGE
PCM54HP	0.008	28-Pin DIP
PCM54JP	0.004	28-Pin DIP
PCM54KP	0.0025	28-Pin DIP
PCM55HP	0.008	24-Lead SOIC
PCM55JP	0.004	24-Lead SOIC

DISCUSSION OF SPECIFICATIONS

The PCM54 and PCM55 are specified to provide critical performance criteria for a wide variety of applications. The most critical specifications for a D/A converter in audio applications are total harmonic distortion, differential linearity error, bipolar zero error, parameter shifts with time and temperature, and settling time effects on accuracy.

The PCM54 and PCM55 are factory-trimmed and tested for all critical key specifications.

The accuracy of a D/A converter is described by the transfer function shown in Figure 1. Digital input to analog output relationship is shown in Table I. The errors in the D/A converter are combinations of analog errors due to the linear circuitry, matching and tracking properties of the ladder and scaling networks, power supply rejection, and reference errors. In summary, these errors consist of initial errors including gain, offset, linearity, differential linearity, and power supply sensitivity. Gain drift over temperature rotates

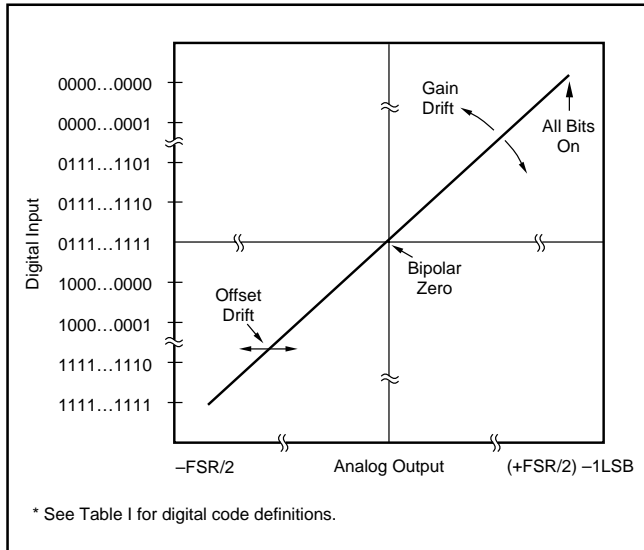


FIGURE 1. Input vs Output for an Ideal Bipolar D/A Converter.

the line (Figure 1) about the bipolar zero point and offset drift shifts the line left or right over the operating temperature range. Most of the offset and gain drift with temperature or time is due to the drift of the internal reference zener diode. The converter is designed so that these drifts are in opposite directions. This way, the bipolar zero voltage is virtually unaffected by variations in the reference voltage.

DIGITAL INPUT CODES

The PCM54 and PCM55 accept complementary digital input codes in any of three binary formats (CSB, unipolar; or COB, bipolar; or CTC, Complementary Two's Complement, bipolar). See Table II.

Digital Input Codes	ANALOG OUTPUT		
	Complementary Straight Binary (CSB)	Complementary Offset Binary (COB)	Complementary Two's Complement (CTS) ⁽¹⁾
0000 _H	+Full Scale	+Full Scale	-1LSB
7FFF _H	+1/2 Full Scale	Bipolar Zero	-Full Scale
8000 _H	+1/2 Full Scale	-1LSB	+Full Scale
FFFF _H	-1LSB Zero	-Full Scale	Bipolar Zero

NOTE: (1) Invert the MSB of the COB code with an external inverter to obtain CTC code.

TABLE II. Digital Input Codes.

BIPOLAR ZERO ERROR

Initial Bipolar Zero (BPZ) error (Bit 1 "ON" and all other bits "OFF") is the deviation from 0V out and is factory-trimmed to typically $\pm 10\text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$.

DIFFERENTIAL LINEARITY ERROR

Differential Linearity Error (DLE) is the deviation from an ideal 1LSB change from one adjacent output state to the next. DLE is important in audio applications because excessive DLE at bipolar zero (at the "major carry") can result in audible crossover distortion for low level output signals. Initial DLE on the PCM54 and PCM55 is factory-trimmed to typically $\pm 0.001\%$ of FSR. This error is adjustable to zero using the circuit shown in the connection diagram (PCM54 only).

VOLTAGE OUTPUT MODE							
Digital Input Code		Analog Output					
		Unipolar ⁽¹⁾			Bipolar		
		16-Bit	15-Bit	14-Bit	16-Bit	15-Bit	14-Bit
One LSB	(μV)	91.6	183	366	91.6	183	366
0000 _H	(V)	+5.99991	+5.99982	+5.99963	+2.99991	+2.99982	+2.99963
FFFF _H	(V)	0	0	0	-3.0000	-3.0000	-3.0000
CURRENT OUTPUT MODE							
Digital Input Code		Analog Output					
		Unipolar			Bipolar		
		16-Bit	15-Bit	14-Bit	16-Bit	15-Bit	14-Bit
One LSB	(μA)	0.031	0.061	0.122	0.031	0.061	0.122
0000 _H	(mA)	-1.99997	-1.99994	-1.99988	-0.99997	-0.99994	-0.99988
FFFF _H	(mA)	0	0	0	+1.00000	+1.00000	+1.00000

NOTE: (1) $+V_{CC}$ must be at least +8.5VDC to allow output to swing to +6.0VDC.

TABLE I. Digital Input to Analog Output Relationship.

POWER SUPPLY SENSITIVITY

Changes in the DC power supplies will affect accuracy.

The PCM54 and PCM55 power supply sensitivity is shown by Figure 2. Normally, regulated power supplies with 1% or less ripple are recommended for use with the DAC. See also Power Supply Connections paragraph in the Installation and Operating Instructions section.

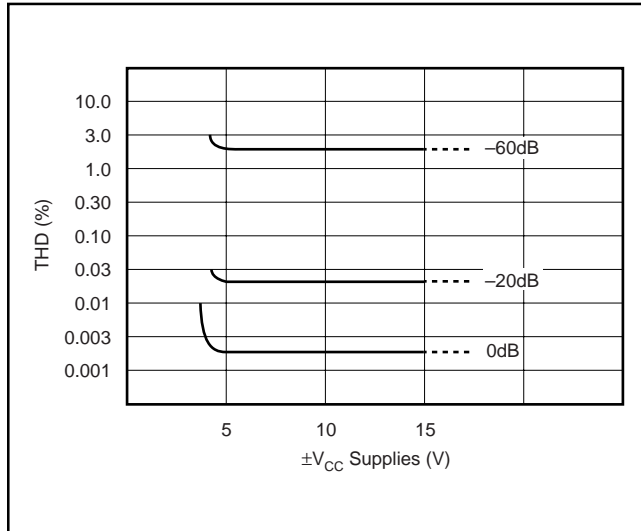


FIGURE 2. Effects of $\pm V_{CC}$ on Total Harmonic Distortion (PCM54JP; V_{CC} s with approximately 2% ripple).

SETTLING TIME

Settling time is the total time (including slew time) required for the output to settle within an error band around its final value after a change in input (see Figure 3).

Settling times are specified to $\pm 0.006\%$ of FSR; one for a large output voltage change of 3V and one for a 1LSB change. The 1LSB change is measured at the major carry (0111...11 to 10000.00), the point at which the worst-case settling time occurs.

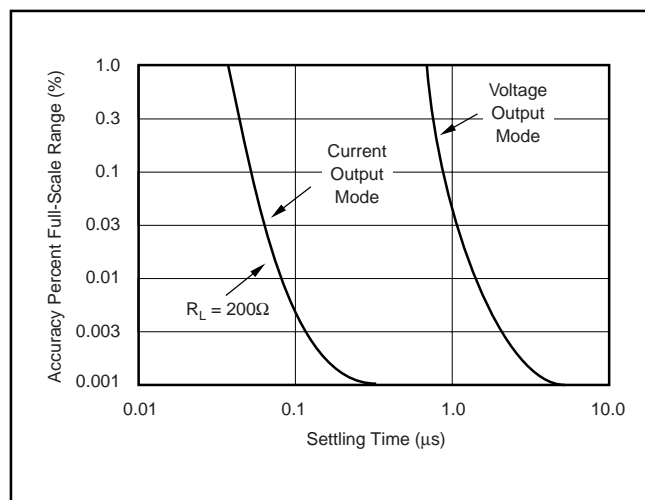


FIGURE 3. Full-Scale Range Settling Time vs Accuracy.

STABILITY WITH TIME AND TEMPERATURE

The parameters of a D/A converter designed for audio applications should be stable over a relatively wide temperature range and over long periods of time to avoid undesirable periodic readjustment. The most important parameters are bipolar zero, differential linearity error, and total harmonic distortion. Most of the offset and gain drift with temperature or time is due to the drift of the internal reference zener diode. The PCM54 and PCM55 are designed so that these drifts are in opposite directions so that the bipolar zero voltage is virtually unaffected by variations in the reference voltage. Both DLE and THD are dependent upon the matching and tracking of resistor ratios and upon V_{BE} and h_{FE} of the current-source transistors. The PCM54 and PCM55 were designed so that any absolute shift in these components has virtually no effect on DLE or THD. The resistors are made of identical links of ultra-stable nichrome thin-film. The current density in these resistors is very low to further enhance their stability.

DYNAMIC RANGE

The dynamic range is a measure of the ratio of the smallest signals the converter can produce to the full-scale range and is usually expressed in decibels (dB). The theoretical dynamic range of a converter is approximately $6 \times n$, or about 96dB for a 16-bit converter. The actual, or useful, dynamic range is limited by noise and linearity errors and is therefore somewhat less than the theoretical limit. However, this does point out that a resolution of at least 16 bits is required to obtain a 90dB minimum dynamic range, regardless of the accuracy of the converter. Another specification that is useful for audio applications is total harmonic distortion.

TOTAL HARMONIC DISTORTION

THD is useful in audio applications and is a measure of the magnitude and distribution of the linearity error, differential linearity error, and noise as well as quantization error. To be useful, THD should be specified for both high level and low level input signals. This error is unadjustable and is the most meaningful indicator of D/A converter accuracy for audio applications.

The THD is defined as the ratio of the square root of the sum of the squares of the values of the harmonics to the value of the fundamental input frequency and is expressed in percent or dB. The rms value of the PCM54/55 error referred to the input can be shown to be:

(1)

$$\epsilon_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [E_L(i) + E_Q(i)]^2}$$

where n is the number of samples in one cycle of any given sine wave, $E_L(i)$ is the linearity error of the PCM54 or PCM55 at each sampling point, and $E_Q(i)$ is the quantization

error at each sampling point. The THD can then be expressed as:

(2)

$$\text{THD} = \frac{\epsilon_{\text{rms}}}{E_{\text{rms}}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [E_L(i) + E_Q(i)]^2}{E_{\text{rms}}}} \cdot 100\%$$

where E_{rms} is the rms signal voltage level.

This expression indicates that, in general, there is a correlation between the THD and the square root of the sum of the squares of the linearity errors at each digital word of interest. However, this expression does not mean that the worst-case linearity error of the D/A is directly correlated to the THD.

For PCM54/55 the test period was chosen to be 22.7 μ s (44.1kHz) which is compatible with the EIAJ STC-007 specification for PCM audio. The test frequency is 420Hz and the amplitude of the input signal is 0dB, -20dB, and -60dB down from full scale.

Figure 4 shows the typical THD as a function of output voltage.

Figure 5 shows typical THD as a function of frequency.

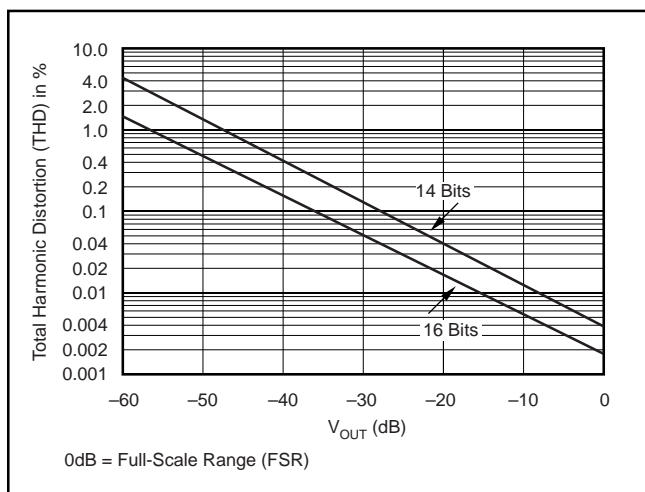


FIGURE 4. Total Harmonic Distortion (THD) vs V_{OUT} .

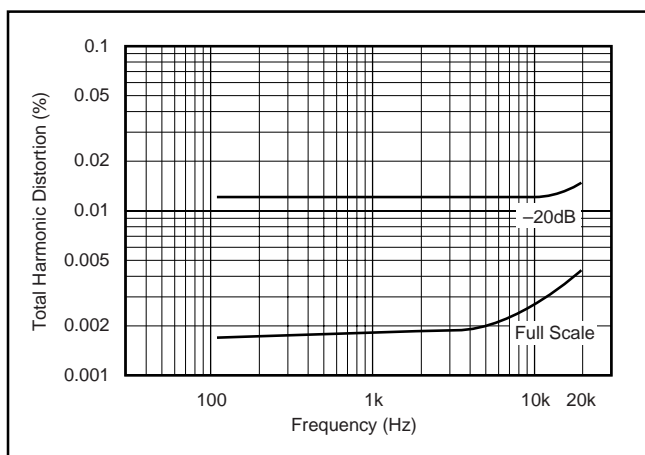


FIGURE 5. Total Harmonic Distortion (THD) vs Frequency.

INSTALLATION AND OPERATING INSTRUCTIONS

POWER SUPPLY CONNECTIONS

For optimum performance and noise rejection, power supply decoupling capacitors should be added as shown in the connections diagram. These capacitors (1 μ F tantalum or electrolytic recommended) should be located close to the converter.

MSB ERROR ADJUSTMENT PROCEDURE (OPTIONAL)

The MSB error of the PCM54 and PCM55 can be adjusted to make the differential linearity error (DLE) at BPZ essentially zero. This is important when the signal output levels are very low because zero crossing noise (DLE at BPZ) becomes very significant when compared to the small code changes occurring in the LSB portion of the converter.

Differential linearity error at bipolar zero is guaranteed to meet data sheet specifications without any external adjustment. However, a provision has been made for an optional adjustment of the MSB linearity point which makes it possible to eliminate DLE error at BPZ (PCM54 only). Two procedures are given to allow either static or dynamic adjustment. The dynamic procedure is preferred because of the difficulty associated with the static method (accurately measuring 16-bit LSB steps).

To statically adjust DLE at BPZ, refer to the circuit shown in Figure 6 or the PCM54 connection diagram. After allowing ample warm-up time (20-30 minutes) to assure stable operation of the PCM54, select input code 8000 hexadecimal (all bits off except the MSB). Measure and record it. Change the digital input code to 7FFF hexadecimal (all bits off except the MSB). Adjust the 100k Ω potentiometer to make the audio output read 92 μ V more than the voltage reading of the previous code (a 1LSB step = 92 μ V).

A much simpler method is to dynamically adjust the DLE at BPZ. Again, refer to Figure 6 or the PCM54 connection diagram for circuitry and component values. Assuming the device has been installed in a digital audio application circuit, send the appropriate digital input to produce a -60dB level sinusoidal output. While measuring the THD of the audio circuit output, adjust the 100k Ω potentiometer until a minimum level of distortion is observed.

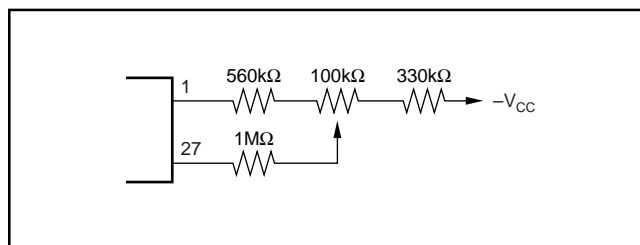


FIGURE 6. MSB Differential Linearity at Bipolar Zero Adjustment Circuit (optional).

INSTALLATION CONSIDERATIONS

If the optional external MSB error circuitry is used (PCM54), a potentiometer with adequate resolution and a TCR of 100ppm/°C or less is required. Also, extra care must be taken to insure that no leakage path (either AC or DC) exists to pin 27 (PCM54). If circuit is not used, pin 1 (PCM54) should be terminated to common with a 0.01μF capacitor.

The PCM converter and the wiring to its connectors should be located to provide the optimum isolation from sources of RFI and EMI. The important consideration in the elimination of RF radiation or pickup is loop area; therefore, signal leads and their return conductors should be kept close together. This reduces the external magnetic field along with any radiation. Also, if a signal lead and its return conductor are wired close together, they represent a small flux-capture cross section for any external field. This reduces radiation pickup in the circuit.

APPLICATIONS

A sample/hold amplifier, or “deglitcher”, is required at the output of the D/A converter for both the left and right channel, as shown in Figure 7. The S/H amplifier for the left channel is composed of A_2 , SW_1 , and associated circuitry. A_2 is used as an integrator to hold the analog voltage in C_1 . Since the source and drain of the FET switch operates at a virtual ground when “C” and “B” are closed in the simple mode, there is no increase in distortion caused by the modulation effect of R_{ON} by the audio signal.

Figure 8 shows the deglitcher control signals for both the left and right channels which are produced by the timing control logic. A delay of 2.5μs (t_w) is provided to eliminate the glitch and allow the output of the PCM54-V to settle within a small error band around its final value before connecting it to the channel output.

Due to the fast settling time of the PCM54-V, it is possible to minimize the delay between the left channel and right channel outputs when using a single D/A converter for both channels. This is important because the left and right channel data is recorded in phase and use of a slower D/A converter would result in significant phase error at the higher audio frequencies.

A low-pass filter is required at the S/H output to remove all unwanted frequency components caused by the sampling frequency as well as the discrete nature of the D/A converter output. The filter must have a flat amplitude response over the entire audio band (0 to 20kHz) and a very high attenuation above 20kHz. Most previous digital audio circuits used a high-order (9-13 pole) analog filter. However, the phase response of an analog filter with these amplitude characteristics is nonlinear and can disturb the pulse-shaped characteristics of the transients contained in music.

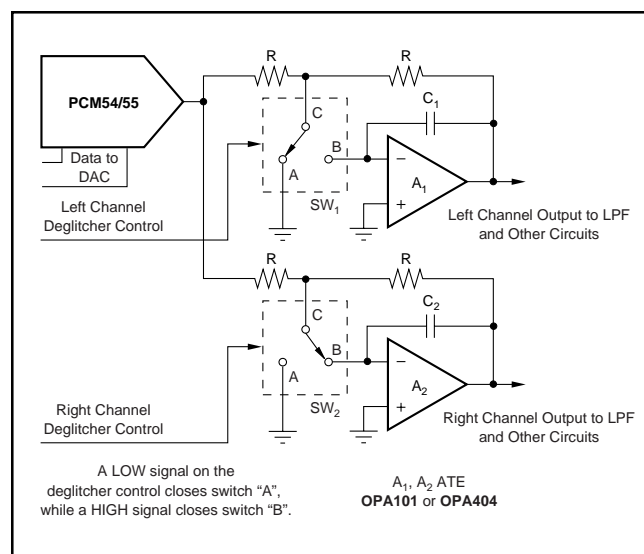


FIGURE 7. A Sample/Hold Amplifier (deglitcher) is Required at the Digital-to-Analog Output for Both Left and Right Channels.

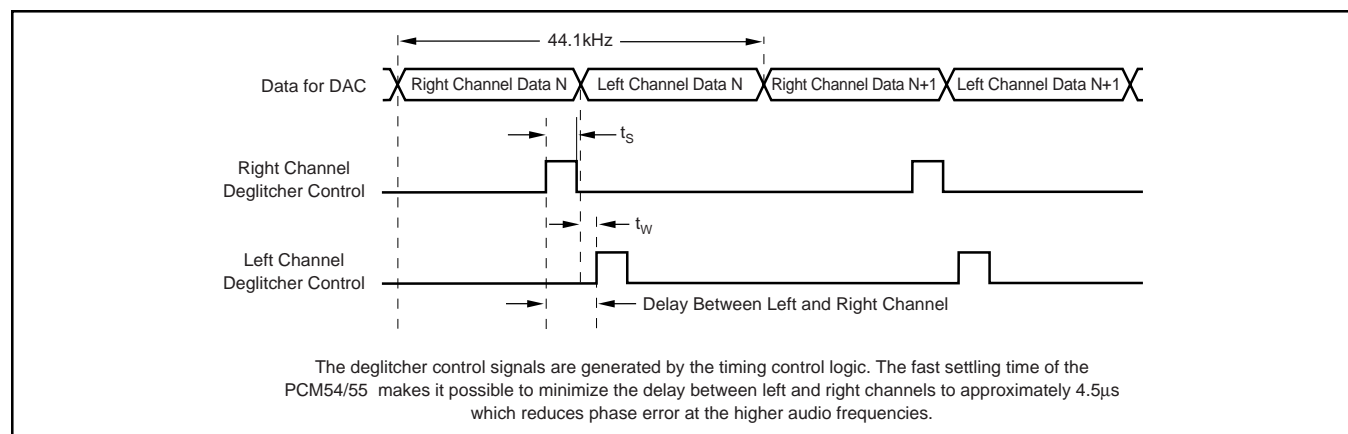


FIGURE 8. Timing Diagram for the Deglitcher Control Signals.

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
PCM54HP	ACTIVE	PDIP	NTD	28	12	TBD	Call TI	Call TI
PCM55HP	ACTIVE	SOP	DVK	24	30	Green (RoHS & no Sb/Br)	Call TI	Level-2-260C-1 YEAR
PCM55HP/1K	ACTIVE	SOP	DVK	24	1000	Green (RoHS & no Sb/Br)	Call TI	Level-2-260C-1 YEAR
PCM55JP	ACTIVE	SOP	DVK	24		TBD	Call TI	Call TI

⁽¹⁾ The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBSOLETE: TI has discontinued the production of the device.

⁽²⁾ Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

⁽³⁾ MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated

Header Siz 78
Pulse Vers 42
Decimal Sy.
Date Form: dd/MM/yyy
Time Form HH:mm:ss:
Data Type: Real
Slice: FALSO
Z-Axis type Linear
Z-Axis size 1
Z-Axis unit:
Z-Axis first 0.00E+00
Z-Axis delt: 1.00E+00
X-Axis type Linear
X-Axis size 401
X-Axis unit Hz
X-Axis first 0.00E+00
X-Axis delt: 6.40E+01
AcousticWt None
AmplitudeL Pa
Analyzer: FFT_Spect
AnalyzerN: FFT Analyz

CenterFrec 1.28E+04

Coordinate Real
dBReferen 2.00E-05

Domain: 1
Function: Autospectr

InputRange 6.04E+02

jwWeightin None
MultiBuffer Input
NBW: 1.50E+00

OverlapFai FALSO
Overrun: FALSO
Power: FALSO

RecordLen 1.56E-02
ReducedSi #####

SamplingR 2.56E+00
Signal: medida

SignalUnit: Pa
SpectralUn RMS

Title: Autospectr
Title1: Working : l

ZoomOn: FALSO

Measurem FALSO

Z-index: 1
Date: #####
Time: 16:23:55:810
Relative tin 0.00E+00
Z-axis: 0.00E+00

1	0.00E+00	5.29E-02
2	6.40E+01	7.79E-02
3	1.28E+02	4.05E-02
4	1.92E+02	6.01E-03
5	2.56E+02	4.79E-03
6	3.20E+02	8.21E-03
7	3.84E+02	7.74E-03
8	4.48E+02	3.73E-03
9	5.12E+02	2.35E-03
10	5.76E+02	3.48E-03
11	6.40E+02	3.34E-03
12	7.04E+02	2.04E-03
13	7.68E+02	1.77E-03
14	8.32E+02	2.04E-03
15	8.96E+02	2.32E-03
16	9.60E+02	2.94E-03
17	1.02E+03	5.11E-03
18	1.09E+03	5.65E-03
19	1.15E+03	1.68E-02
20	1.22E+03	2.20E-02
21	1.28E+03	1.62E-02
22	1.34E+03	1.31E-02
23	1.41E+03	1.59E-02
24	1.47E+03	1.26E-02
25	1.54E+03	1.24E-02
26	1.60E+03	1.48E-02
27	1.66E+03	8.45E-03
28	1.73E+03	4.22E-03
29	1.79E+03	3.77E-03

30	1.86E+03	3.27E-03
31	1.92E+03	2.69E-03
32	1.98E+03	5.31E-03
33	2.05E+03	5.87E-03
34	2.11E+03	3.89E-03
35	2.18E+03	6.61E-03
36	2.24E+03	7.38E-03
37	2.30E+03	4.61E-03
38	2.37E+03	4.21E-03
39	2.43E+03	5.56E-03
40	2.50E+03	6.62E-03
41	2.56E+03	5.64E-03
42	2.62E+03	4.55E-03
43	2.69E+03	4.83E-03
44	2.75E+03	2.73E-03
45	2.82E+03	1.76E-03
46	2.88E+03	1.67E-03
47	2.94E+03	1.41E-03
48	3.01E+03	1.28E-03
49	3.07E+03	1.30E-03
50	3.14E+03	1.25E-03
51	3.20E+03	1.56E-03
52	3.26E+03	1.79E-03
53	3.33E+03	2.71E-03
54	3.39E+03	3.94E-03
55	3.46E+03	2.98E-03
56	3.52E+03	2.05E-03
57	3.58E+03	1.72E-03
58	3.65E+03	1.84E-03
59	3.71E+03	1.48E-03
60	3.78E+03	1.56E-03
61	3.84E+03	1.95E-03
62	3.90E+03	2.09E-03
63	3.97E+03	1.52E-03
64	4.03E+03	1.74E-03
65	4.10E+03	1.84E-03
66	4.16E+03	1.36E-03
67	4.22E+03	1.14E-03
68	4.29E+03	1.06E-03
69	4.35E+03	1.12E-03
70	4.42E+03	1.11E-03
71	4.48E+03	1.08E-03
72	4.54E+03	1.12E-03
73	4.61E+03	1.14E-03
74	4.67E+03	1.34E-03
75	4.74E+03	1.69E-03
76	4.80E+03	1.93E-03
77	4.86E+03	1.78E-03
78	4.93E+03	1.71E-03
79	4.99E+03	1.32E-03
80	5.06E+03	1.28E-03
81	5.12E+03	1.42E-03
82	5.18E+03	1.68E-03
83	5.25E+03	1.36E-03
84	5.31E+03	1.08E-03
85	5.38E+03	1.04E-03

86	5.44E+03	1.04E-03
87	5.50E+03	1.02E-03
88	5.57E+03	1.09E-03
89	5.63E+03	1.12E-03
90	5.70E+03	1.36E-03
91	5.76E+03	1.64E-03
92	5.82E+03	1.54E-03
93	5.89E+03	1.39E-03
94	5.95E+03	1.47E-03
95	6.02E+03	1.76E-03
96	6.08E+03	2.08E-03
97	6.14E+03	2.58E-03
98	6.21E+03	3.01E-03
99	6.27E+03	2.22E-03
100	6.34E+03	1.82E-03
101	6.40E+03	1.80E-03
102	6.46E+03	1.41E-03
103	6.53E+03	1.26E-03
104	6.59E+03	1.26E-03
105	6.66E+03	1.16E-03
106	6.72E+03	1.19E-03
107	6.78E+03	1.08E-03
108	6.85E+03	9.68E-04
109	6.91E+03	9.26E-04
110	6.98E+03	9.73E-04
111	7.04E+03	1.03E-03
112	7.10E+03	1.08E-03
113	7.17E+03	1.07E-03
114	7.23E+03	1.01E-03
115	7.30E+03	1.03E-03
116	7.36E+03	1.18E-03
117	7.42E+03	1.70E-03
118	7.49E+03	1.54E-03
119	7.55E+03	1.26E-03
120	7.62E+03	1.17E-03
121	7.68E+03	1.28E-03
122	7.74E+03	1.12E-03
123	7.81E+03	1.24E-03
124	7.87E+03	1.15E-03
125	7.94E+03	1.02E-03
126	8.00E+03	9.90E-04
127	8.06E+03	9.49E-04
128	8.13E+03	9.69E-04
129	8.19E+03	1.05E-03
130	8.26E+03	9.57E-04
131	8.32E+03	9.51E-04
132	8.38E+03	1.04E-03
133	8.45E+03	1.07E-03
134	8.51E+03	9.94E-04
135	8.58E+03	1.01E-03
136	8.64E+03	1.06E-03
137	8.70E+03	1.07E-03
138	8.77E+03	1.07E-03
139	8.83E+03	9.74E-04
140	8.90E+03	9.69E-04
141	8.96E+03	1.02E-03

142	9.02E+03	1.00E-03
143	9.09E+03	9.75E-04
144	9.15E+03	1.01E-03
145	9.22E+03	1.00E-03
146	9.28E+03	1.01E-03
147	9.34E+03	9.53E-04
148	9.41E+03	9.08E-04
149	9.47E+03	9.31E-04
150	9.54E+03	9.38E-04
151	9.60E+03	9.24E-04
152	9.66E+03	9.24E-04
153	9.73E+03	9.56E-04
154	9.79E+03	9.91E-04
155	9.86E+03	1.04E-03
156	9.92E+03	9.96E-04
157	9.98E+03	9.26E-04
158	1.00E+04	9.35E-04
159	1.01E+04	9.45E-04
160	1.02E+04	9.28E-04
161	1.02E+04	9.36E-04
162	1.03E+04	9.78E-04
163	1.04E+04	9.41E-04
164	1.04E+04	9.28E-04
165	1.05E+04	9.33E-04
166	1.06E+04	9.35E-04
167	1.06E+04	9.33E-04
168	1.07E+04	9.34E-04
169	1.08E+04	9.50E-04
170	1.08E+04	9.38E-04
171	1.09E+04	9.24E-04
172	1.09E+04	9.35E-04
173	1.10E+04	9.44E-04
174	1.11E+04	9.28E-04
175	1.11E+04	9.17E-04
176	1.12E+04	9.11E-04
177	1.13E+04	9.25E-04
178	1.13E+04	9.17E-04
179	1.14E+04	8.99E-04
180	1.15E+04	9.39E-04
181	1.15E+04	9.27E-04
182	1.16E+04	9.24E-04
183	1.16E+04	9.37E-04
184	1.17E+04	9.29E-04
185	1.18E+04	9.23E-04
186	1.18E+04	9.03E-04
187	1.19E+04	9.08E-04
188	1.20E+04	9.37E-04
189	1.20E+04	9.45E-04
190	1.21E+04	9.41E-04
191	1.22E+04	9.26E-04
192	1.22E+04	9.31E-04
193	1.23E+04	9.58E-04
194	1.24E+04	9.75E-04
195	1.24E+04	9.65E-04
196	1.25E+04	9.41E-04
197	1.25E+04	9.31E-04

198	1.26E+04	9.48E-04
199	1.27E+04	9.62E-04
200	1.27E+04	9.46E-04
201	1.28E+04	9.72E-04
202	1.29E+04	9.65E-04
203	1.29E+04	9.33E-04
204	1.30E+04	9.56E-04
205	1.31E+04	9.51E-04
206	1.31E+04	9.61E-04
207	1.32E+04	9.55E-04
208	1.32E+04	9.54E-04
209	1.33E+04	9.42E-04
210	1.34E+04	9.43E-04
211	1.34E+04	9.33E-04
212	1.35E+04	9.30E-04
213	1.36E+04	9.63E-04
214	1.36E+04	9.75E-04
215	1.37E+04	9.73E-04
216	1.38E+04	9.93E-04
217	1.38E+04	1.02E-03
218	1.39E+04	1.02E-03
219	1.40E+04	9.66E-04
220	1.40E+04	9.85E-04
221	1.41E+04	9.99E-04
222	1.41E+04	1.01E-03
223	1.42E+04	9.76E-04
224	1.43E+04	9.61E-04
225	1.43E+04	9.80E-04
226	1.44E+04	9.56E-04
227	1.45E+04	9.62E-04
228	1.45E+04	9.69E-04
229	1.46E+04	9.55E-04
230	1.47E+04	9.34E-04
231	1.47E+04	9.55E-04
232	1.48E+04	9.89E-04
233	1.48E+04	1.00E-03
234	1.49E+04	9.87E-04
235	1.50E+04	9.79E-04
236	1.50E+04	1.00E-03
237	1.51E+04	1.01E-03
238	1.52E+04	9.84E-04
239	1.52E+04	9.73E-04
240	1.53E+04	9.64E-04
241	1.54E+04	9.71E-04
242	1.54E+04	9.69E-04
243	1.55E+04	9.50E-04
244	1.56E+04	9.55E-04
245	1.56E+04	9.70E-04
246	1.57E+04	9.51E-04
247	1.57E+04	9.80E-04
248	1.58E+04	9.93E-04
249	1.59E+04	9.96E-04
250	1.59E+04	9.85E-04
251	1.60E+04	9.94E-04
252	1.61E+04	9.79E-04
253	1.61E+04	9.71E-04

254	1.62E+04	9.99E-04
255	1.63E+04	1.00E-03
256	1.63E+04	9.87E-04
257	1.64E+04	9.70E-04
258	1.64E+04	9.75E-04
259	1.65E+04	9.89E-04
260	1.66E+04	1.00E-03
261	1.66E+04	9.70E-04
262	1.67E+04	9.80E-04
263	1.68E+04	9.96E-04
264	1.68E+04	9.83E-04
265	1.69E+04	1.00E-03
266	1.70E+04	1.02E-03
267	1.70E+04	1.03E-03
268	1.71E+04	1.16E-03
269	1.72E+04	1.05E-03
270	1.72E+04	1.01E-03
271	1.73E+04	1.01E-03
272	1.73E+04	9.73E-04
273	1.74E+04	9.77E-04
274	1.75E+04	1.01E-03
275	1.75E+04	1.01E-03
276	1.76E+04	9.86E-04
277	1.77E+04	1.01E-03
278	1.77E+04	9.79E-04
279	1.78E+04	9.70E-04
280	1.79E+04	9.86E-04
281	1.79E+04	1.02E-03
282	1.80E+04	1.02E-03
283	1.80E+04	9.85E-04
284	1.81E+04	9.88E-04
285	1.82E+04	1.01E-03
286	1.82E+04	1.03E-03
287	1.83E+04	1.02E-03
288	1.84E+04	1.00E-03
289	1.84E+04	1.03E-03
290	1.85E+04	1.04E-03
291	1.86E+04	1.02E-03
292	1.86E+04	1.00E-03
293	1.87E+04	9.91E-04
294	1.88E+04	9.90E-04
295	1.88E+04	1.03E-03
296	1.89E+04	1.01E-03
297	1.89E+04	1.00E-03
298	1.90E+04	1.02E-03
299	1.91E+04	1.02E-03
300	1.91E+04	1.01E-03
301	1.92E+04	1.01E-03
302	1.93E+04	1.01E-03
303	1.93E+04	9.83E-04
304	1.94E+04	1.02E-03
305	1.95E+04	1.02E-03
306	1.95E+04	1.01E-03
307	1.96E+04	1.03E-03
308	1.96E+04	1.03E-03
309	1.97E+04	1.03E-03

310	1.98E+04	1.04E-03
311	1.98E+04	1.03E-03
312	1.99E+04	1.02E-03
313	2.00E+04	1.02E-03
314	2.00E+04	1.03E-03
315	2.01E+04	1.01E-03
316	2.02E+04	1.01E-03
317	2.02E+04	1.02E-03
318	2.03E+04	1.01E-03
319	2.04E+04	1.00E-03
320	2.04E+04	1.01E-03
321	2.05E+04	1.02E-03
322	2.05E+04	1.03E-03
323	2.06E+04	1.02E-03
324	2.07E+04	1.02E-03
325	2.07E+04	1.03E-03
326	2.08E+04	1.03E-03
327	2.09E+04	1.03E-03
328	2.09E+04	1.01E-03
329	2.10E+04	1.02E-03
330	2.11E+04	1.02E-03
331	2.11E+04	9.81E-04
332	2.12E+04	1.00E-03
333	2.12E+04	1.02E-03
334	2.13E+04	1.03E-03
335	2.14E+04	1.04E-03
336	2.14E+04	1.04E-03
337	2.15E+04	1.04E-03
338	2.16E+04	1.02E-03
339	2.16E+04	1.04E-03
340	2.17E+04	1.03E-03
341	2.18E+04	1.12E-03
342	2.18E+04	2.04E-03
343	2.19E+04	1.75E-03
344	2.20E+04	1.04E-03
345	2.20E+04	1.06E-03
346	2.21E+04	1.03E-03
347	2.21E+04	1.01E-03
348	2.22E+04	1.04E-03
349	2.23E+04	1.02E-03
350	2.23E+04	1.03E-03
351	2.24E+04	1.04E-03
352	2.25E+04	1.02E-03
353	2.25E+04	1.03E-03
354	2.26E+04	1.06E-03
355	2.27E+04	1.07E-03
356	2.27E+04	1.07E-03
357	2.28E+04	1.05E-03
358	2.28E+04	1.07E-03
359	2.29E+04	1.06E-03
360	2.30E+04	1.04E-03
361	2.30E+04	1.04E-03
362	2.31E+04	1.01E-03
363	2.32E+04	1.03E-03
364	2.32E+04	1.02E-03
365	2.33E+04	1.03E-03

366	2.34E+04	1.04E-03
367	2.34E+04	1.04E-03
368	2.35E+04	1.05E-03
369	2.36E+04	1.05E-03
370	2.36E+04	1.05E-03
371	2.37E+04	1.07E-03
372	2.37E+04	1.09E-03
373	2.38E+04	1.19E-03
374	2.39E+04	1.12E-03
375	2.39E+04	1.06E-03
376	2.40E+04	1.05E-03
377	2.41E+04	1.04E-03
378	2.41E+04	1.05E-03
379	2.42E+04	1.08E-03
380	2.43E+04	1.08E-03
381	2.43E+04	1.06E-03
382	2.44E+04	1.05E-03
383	2.44E+04	1.02E-03
384	2.45E+04	1.03E-03
385	2.46E+04	1.05E-03
386	2.46E+04	1.04E-03
387	2.47E+04	1.08E-03
388	2.48E+04	1.08E-03
389	2.48E+04	1.06E-03
390	2.49E+04	1.08E-03
391	2.50E+04	1.06E-03
392	2.50E+04	1.08E-03
393	2.51E+04	1.07E-03
394	2.52E+04	1.06E-03
395	2.52E+04	1.05E-03
396	2.53E+04	1.06E-03
397	2.53E+04	1.07E-03
398	2.54E+04	1.06E-03
399	2.55E+04	1.08E-03
400	2.55E+04	1.04E-03
401	2.56E+04	1.02E-03

TagsBegin

OverLoad: FALSO

AverageNu 1.00E+04

OverLoadF 1.19E-07

TagsEnd:

TagScalesl

TagScalesl

*** Cursor Reading: Cursor Values

Y = 13.1m Pa

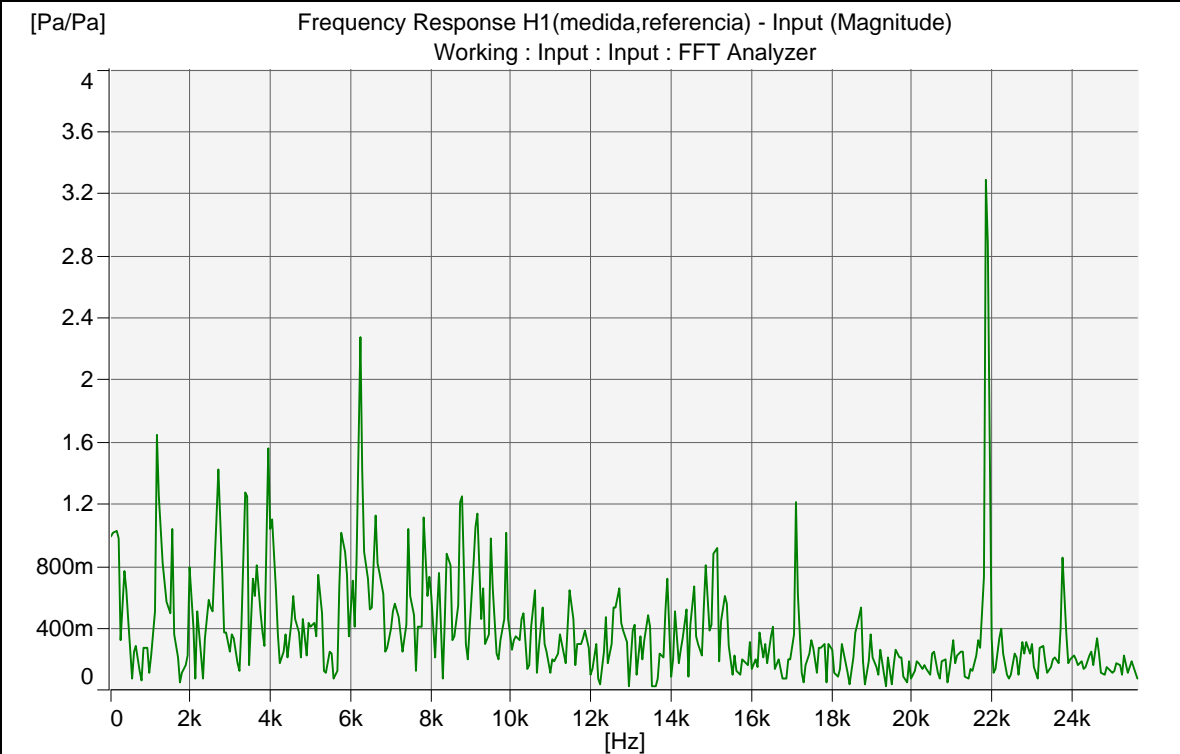
X = 1.344k Hz

*** Cursor Reading: Status

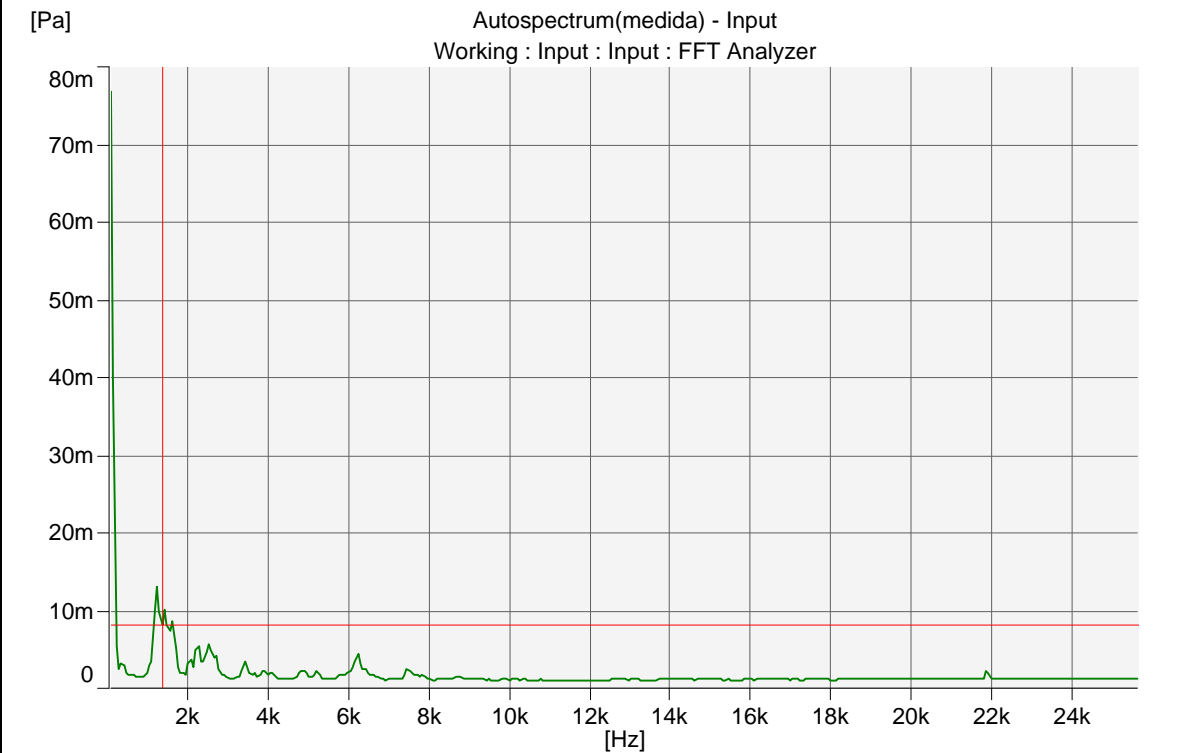
23:55.8

Averages: 10000

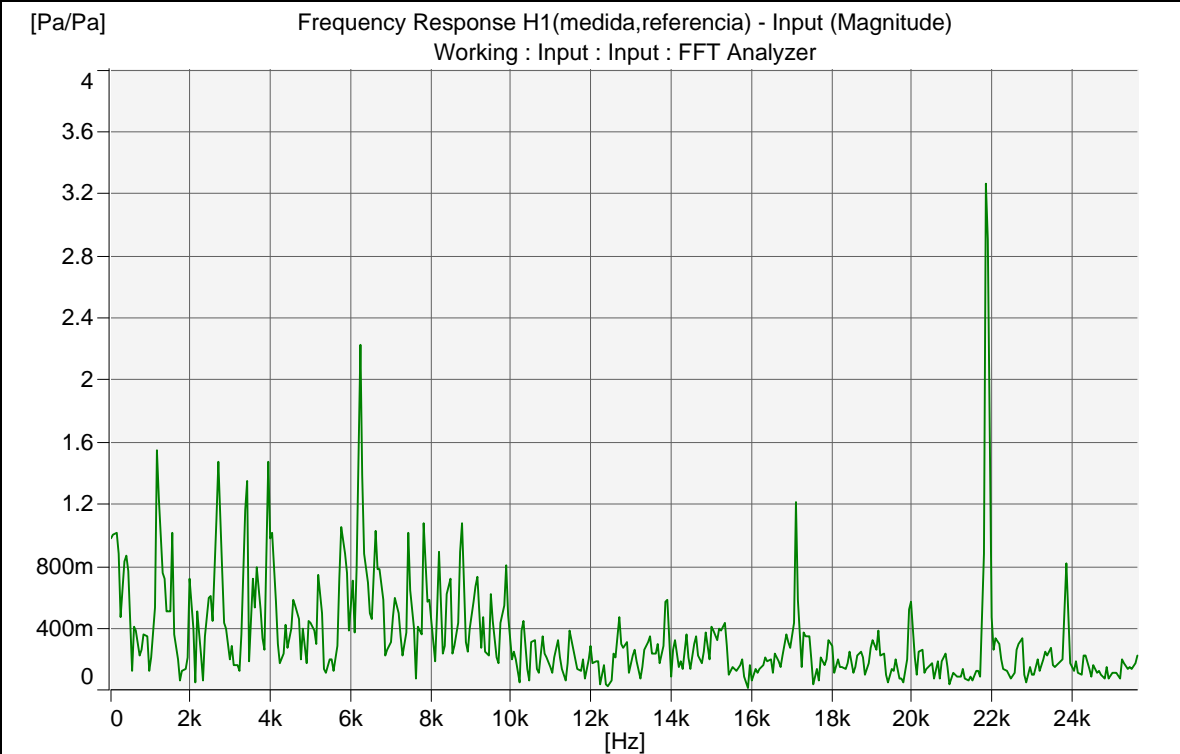
Overload: 0.00 %



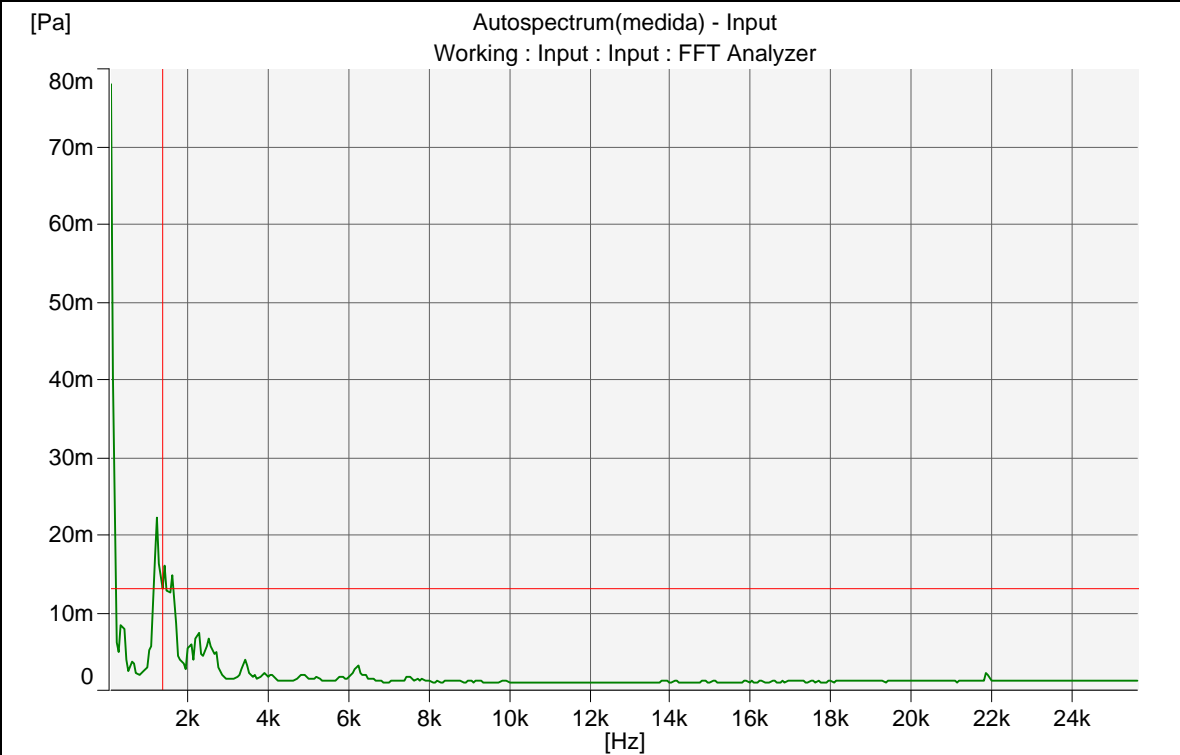
Respuesta de frecuencia – ruido blanco



Auto espectro



Resp freq rosado



Auto espectro rosado

Header Size: 78
Pulse Version: 42
Decimal Symbol: .
Date Format: dd/MM/yyyy

Time Format: HH:mm:ss:mmm
Data Type: Real
Slice: FALSE
Z-Axis type: Linear
Z-Axis size: 1
Z-Axis unit:
Z-Axis first value: 0.00E+00
Z-Axis delta: 1.00E+00
X-Axis type: ISO
X-Axis size: 49
X-Axis unit: Hz
X-Axis first band: 60
X-Axis ISO: 6
AcousticWeighting: None
AmplitudeUnit: V
Analyzer: SSR_Spectrum
AnalyzerName: SSR Analyzer

Coordinate: Magnitude
dBReference: 1.00E+00

Domain: 1
Function: Output Response

InputRange: 7.07E+00

jwWeighting: None
MultiBufferName: Input

Power: FALSE

SamplingRatio: 2.56E+00
Signal: Entrada

SignalUnit: V
SpectralUnit: RMS

Title: Output Response(Entrada) - Input
Title1: Working : Input : Input : SSR Analyzer

MeasurementSlice: FALSO

Z-index:			1
Date:			01/09/2005
Time:		17:16:19:545	
Relative time:			0.00E+00
Z-axis:			0.00E+00
	1	1.00E+02	2.99E-02
	2	1.12E+02	3.35E-02
	3	1.25E+02	3.74E-02
	4	1.40E+02	4.21E-02
	5	1.60E+02	4.78E-02
	6	1.80E+02	5.28E-02
	7	2.00E+02	5.71E-02
	8	2.24E+02	6.21E-02
	9	2.50E+02	6.73E-02
	10	2.80E+02	7.30E-02
	11	3.15E+02	7.93E-02
	12	3.55E+02	8.57E-02
	13	4.00E+02	9.22E-02
	14	4.50E+02	9.85E-02
	15	5.00E+02	1.04E-01
	16	5.60E+02	1.09E-01
	17	6.30E+02	1.15E-01
	18	7.10E+02	1.20E-01
	19	8.00E+02	1.24E-01
	20	9.00E+02	1.28E-01
	21	1.00E+03	1.31E-01
	22	1.12E+03	1.33E-01
	23	1.25E+03	1.36E-01
	24	1.40E+03	1.38E-01
	25	1.60E+03	1.40E-01
	26	1.80E+03	1.41E-01
	27	2.00E+03	1.43E-01

28	2.24E+03	1.44E-01
29	2.50E+03	1.44E-01
30	2.80E+03	1.45E-01
31	3.15E+03	1.46E-01
32	3.55E+03	1.46E-01
33	4.00E+03	1.47E-01
34	4.50E+03	1.47E-01
35	5.00E+03	1.48E-01
36	5.60E+03	1.49E-01
37	6.30E+03	1.49E-01
38	7.10E+03	1.50E-01
39	8.00E+03	1.50E-01
40	9.00E+03	1.50E-01
41	1.00E+04	1.51E-01
42	1.12E+04	1.52E-01
43	1.25E+04	1.52E-01
44	1.40E+04	1.52E-01
45	1.60E+04	1.53E-01
46	1.80E+04	1.54E-01
47	2.00E+04	1.55E-01
48	2.24E+04	1.55E-01
49	2.50E+04	1.56E-01

TagsBegin:

OverLoad:

FALSO

OverLoadRatio: []

0.00E+00

TagsEnd:

TagScalesBegin:

TagScalesEnd:

*** Cursor Reading: Cursor Values

Y = 145m V

X = 2.800k Hz

*** Cursor Reading: Status

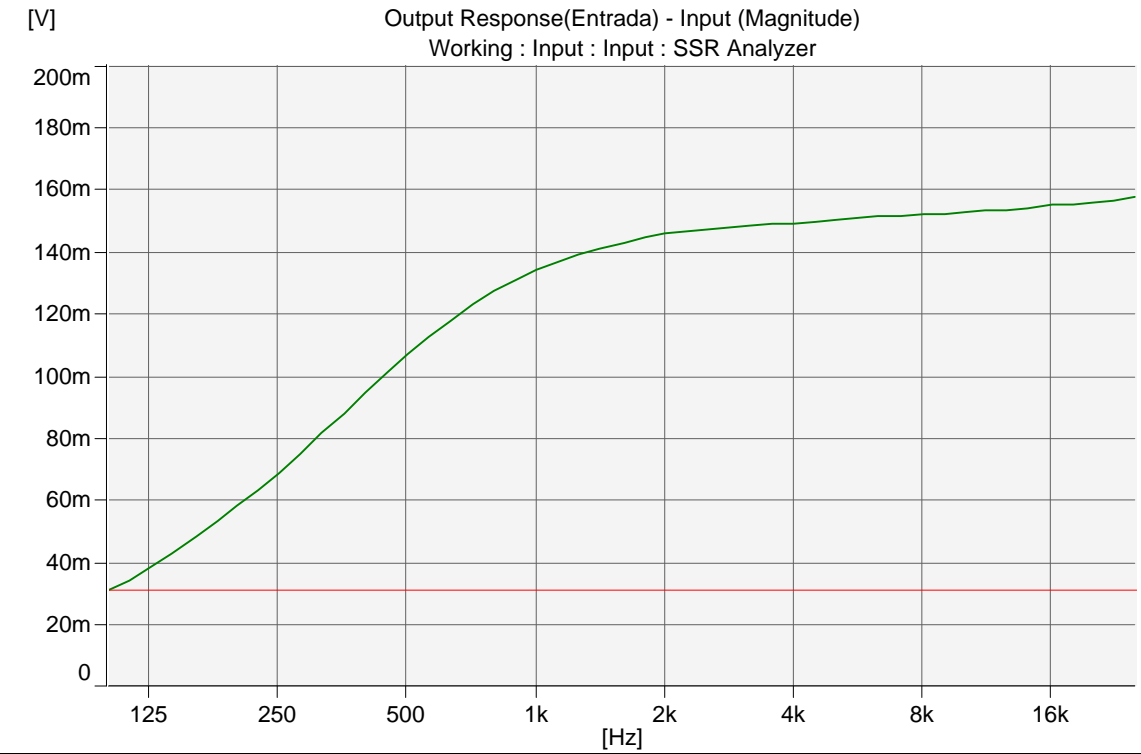
16:19.5

Overload: 0.00 %

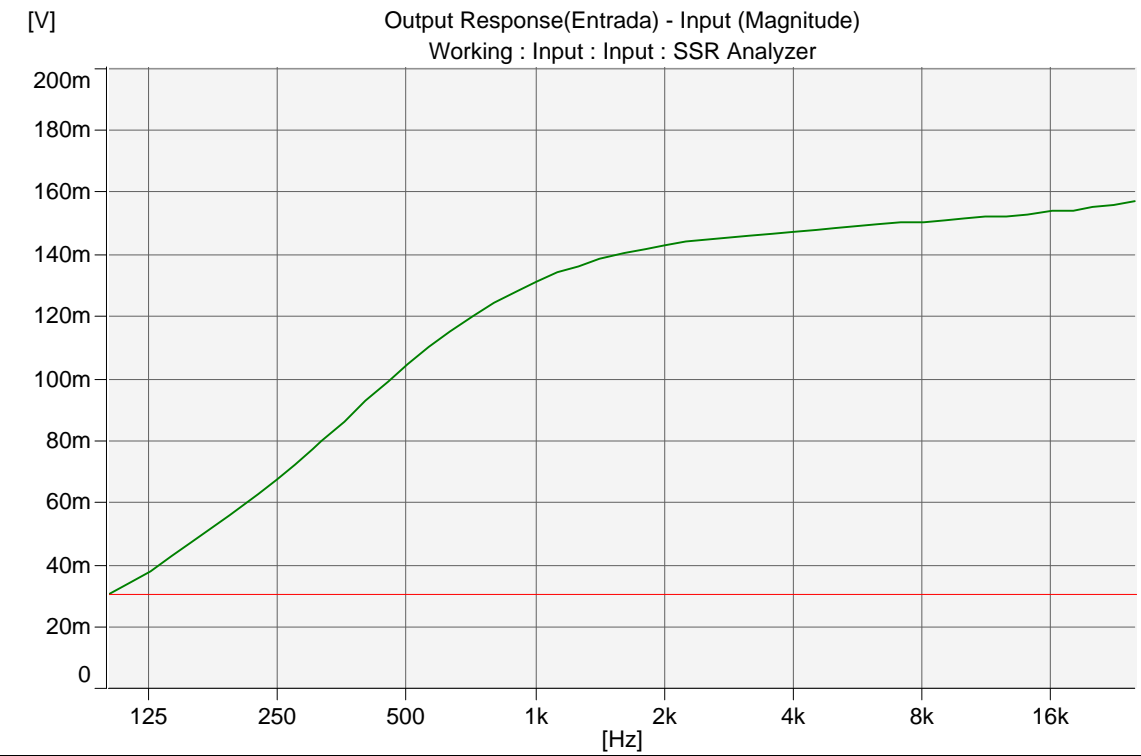
Segunda Medida

	BRUEL & KJAER TIPO 3560	2398413
--	-------------------------	---------

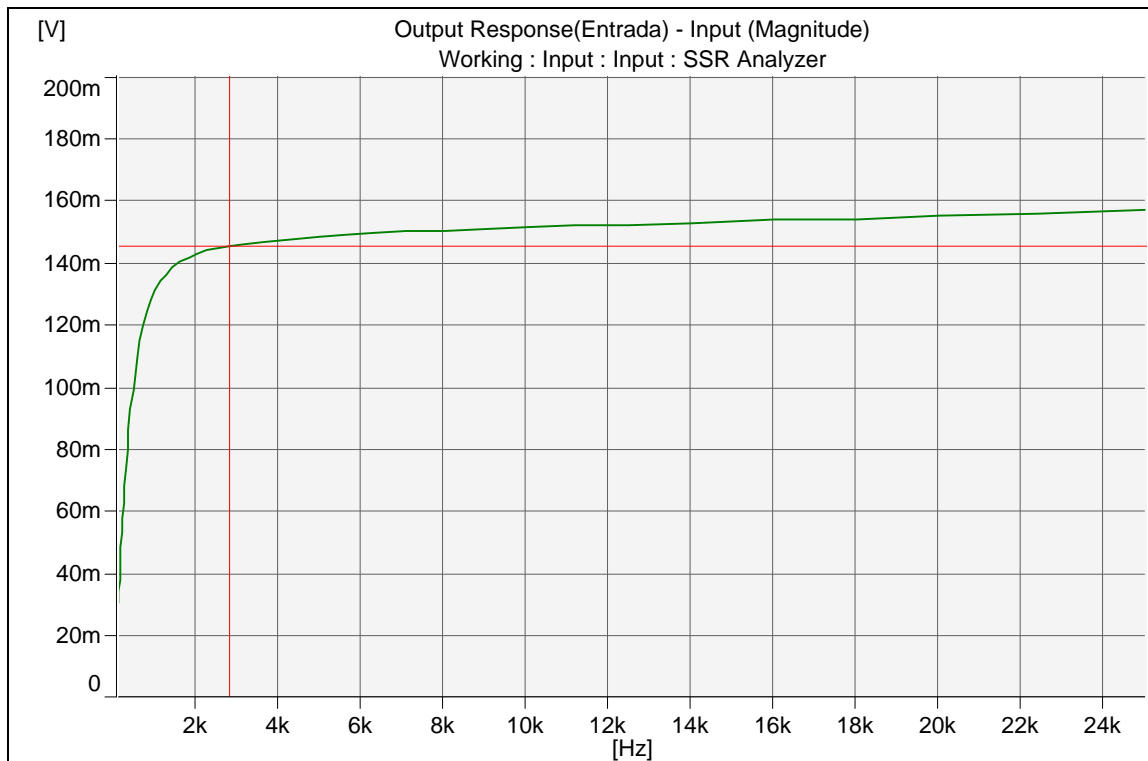
Primera Prueba 1/9/05 5:07



Segunda Medida Vin 250mV, Vout: 400mV (ikHz) (logaritmica)

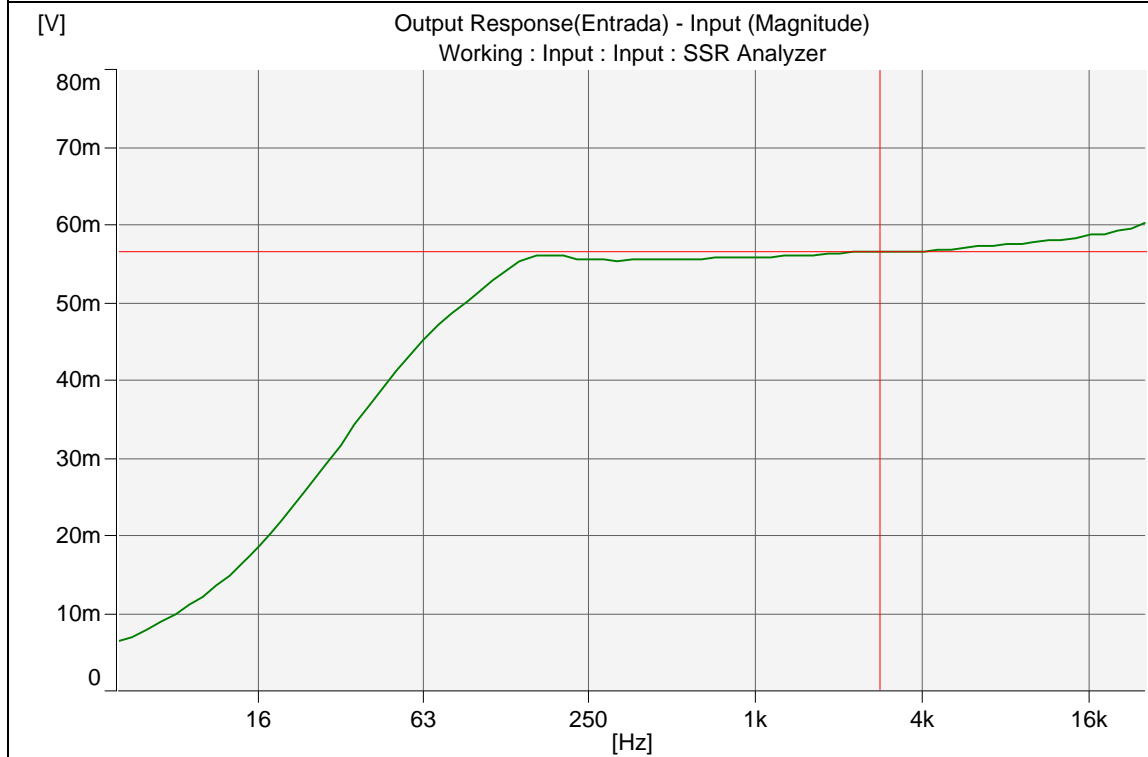


Misma Medida (Lineal)

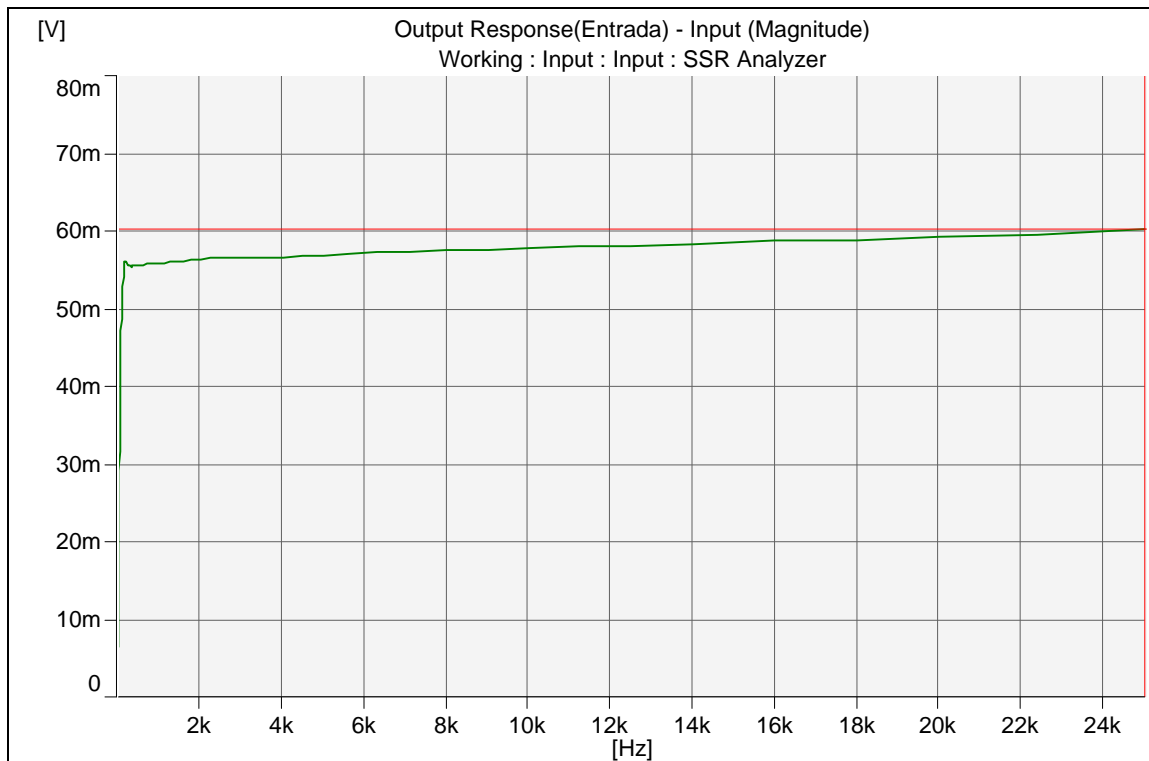


Tercera Medida

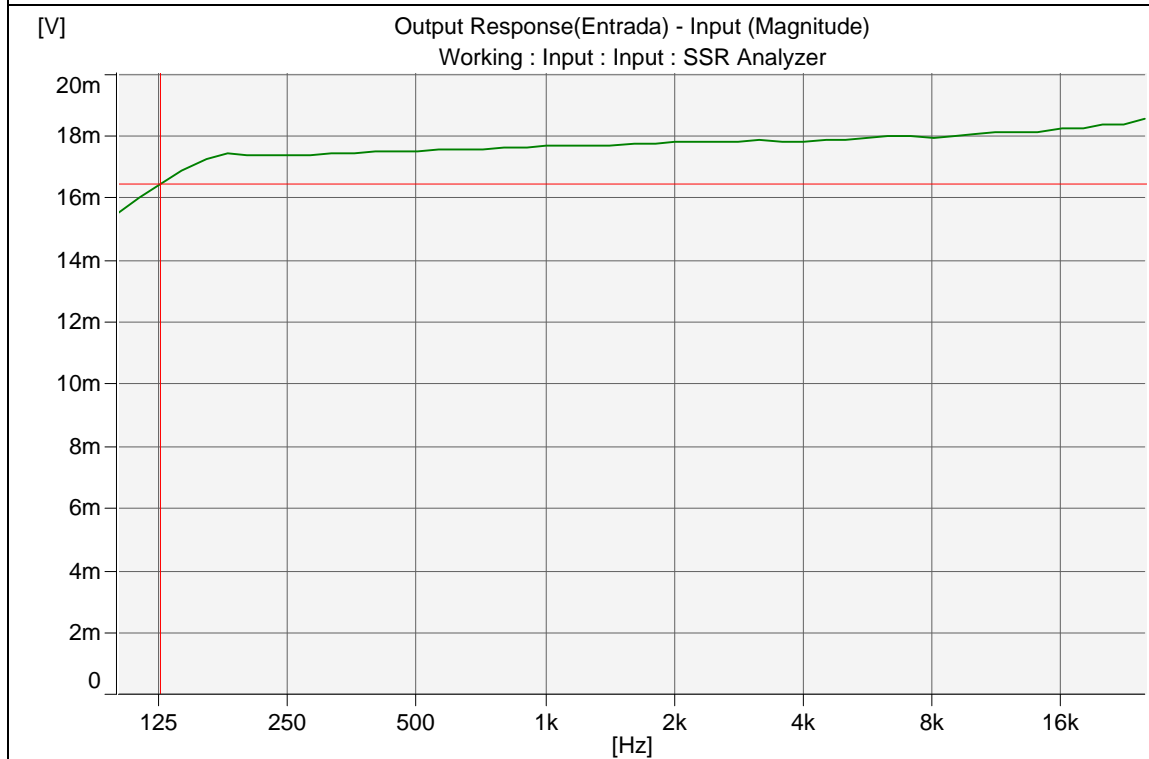
Potenciometro extremo minimo (logaritmico en X) Vin: 1Vrms Vout:150mV

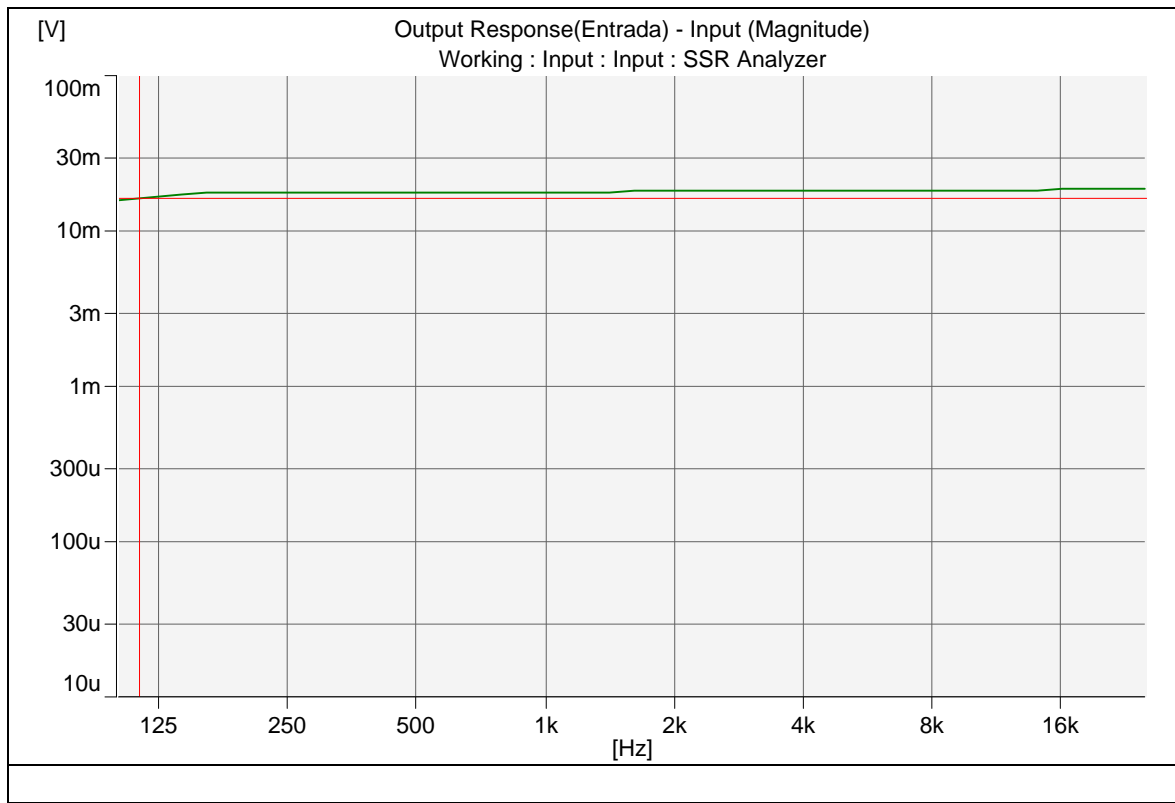


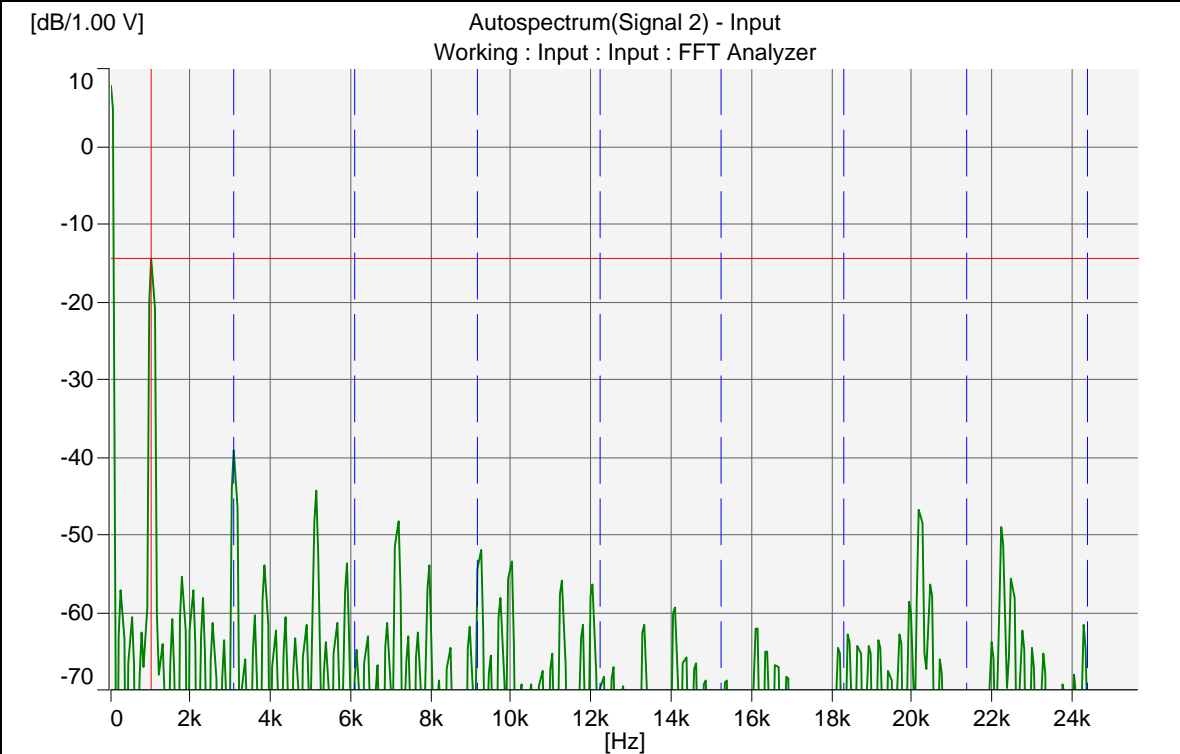
Potenciometro extremo minimo (Lineal en X) Vin: 1Vrms Vout:150mV



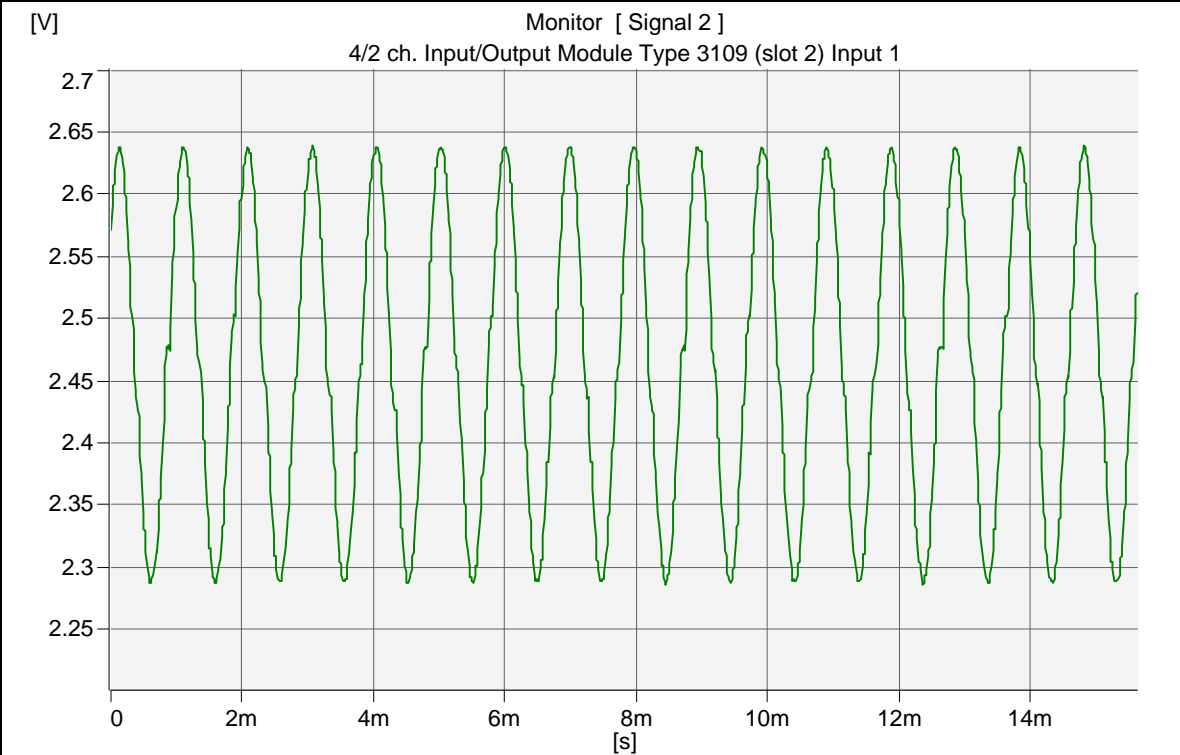
Cuarta Medida







Espectro de la señal sinusoidal



Señal Original

Header Siz 78
Pulse Vers 42
Decimal Sy.
Date Form: dd/MM/yyyy
Time Form HH:mm:ss:mmm
Data Type: Real
Slice: FALSE
Z-Axis type Linear
Z-Axis size 1
Z-Axis unit:
Z-Axis first 0.00E+00
Z-Axis delt: 1.00E+00
X-Axis type Linear
X-Axis size 401
X-Axis unit Hz
X-Axis first 0.00E+00
X-Axis delt: 6.40E+01
AcousticWt None
AmplitudeL dB/1.00 V
Analyzer: FFT_Spectrum_Ave
AnalyzerN: FFT Analyzer

CenterFrec 1.28E+04

Coordinate Real
dBReferen 1.00E+00

Domain: 1
Function: Autospectrum

InputRange 7.07E+00

jwWeightin None
MultiBuffer Input
NBW: 1.50E+00

OverlapFai FALSE
Overrun: FALSE
Power: FALSE

RecordLen 1.56E-02
ReducedSi VERDADERO

SamplingR 2.56E+00
Signal: Signal 2

SignalUnit: V
SpectralUn RMS

Title: Autospectrum(Signals)
Title1: Working : Input : Inp

ZoomOn: FALSE

Measurem: FALSE

Z-index:		1
Date:		03/10/2005
Time:	17:18:10:562	
Relative tin		0.00E+00
Z-axis:		0.00E+00
1	0.00E+00	7.82E+00
2	6.40E+01	4.81E+00
3	1.28E+02	-9.26E+01
4	1.92E+02	-6.65E+01
5	2.56E+02	-6.08E+01
6	3.20E+02	-6.70E+01
7	3.84E+02	-9.84E+01
8	4.48E+02	-7.05E+01
9	5.12E+02	-6.46E+01
10	5.76E+02	-7.08E+01
11	6.40E+02	-9.38E+01
12	7.04E+02	-7.30E+01
13	7.68E+02	-6.67E+01
14	8.32E+02	-7.17E+01
15	8.96E+02	-6.35E+01
16	9.60E+02	-2.41E+01
17	1.02E+03	-1.85E+01
18	1.09E+03	-2.49E+01
19	1.15E+03	-6.44E+01
20	1.22E+03	-7.24E+01
21	1.28E+03	-6.80E+01
22	1.34E+03	-7.49E+01
23	1.41E+03	-9.33E+01
24	1.47E+03	-7.03E+01
25	1.54E+03	-6.50E+01
26	1.60E+03	-7.18E+01
27	1.66E+03	-9.53E+01
28	1.73E+03	-6.50E+01
29	1.79E+03	-5.97E+01

30	1.86E+03	-6.64E+01
31	1.92E+03	-9.72E+01
32	1.98E+03	-6.64E+01
33	2.05E+03	-6.11E+01
34	2.11E+03	-6.78E+01
35	2.18E+03	-9.71E+01
36	2.24E+03	-6.72E+01
37	2.30E+03	-6.21E+01
38	2.37E+03	-6.92E+01
39	2.43E+03	-9.86E+01
40	2.50E+03	-7.04E+01
41	2.56E+03	-6.53E+01
42	2.62E+03	-7.24E+01
43	2.69E+03	-9.80E+01
44	2.75E+03	-7.27E+01
45	2.82E+03	-6.78E+01
46	2.88E+03	-7.46E+01
47	2.94E+03	-7.79E+01
48	3.01E+03	-4.82E+01
49	3.07E+03	-4.34E+01
50	3.14E+03	-5.07E+01
51	3.20E+03	-8.10E+01
52	3.26E+03	-7.41E+01
53	3.33E+03	-6.97E+01
54	3.39E+03	-7.69E+01
55	3.46E+03	-9.42E+01
56	3.52E+03	-6.91E+01
57	3.58E+03	-6.45E+01
58	3.65E+03	-7.22E+01
59	3.71E+03	-9.01E+01
60	3.78E+03	-6.26E+01
61	3.84E+03	-5.81E+01
62	3.90E+03	-6.58E+01
63	3.97E+03	-9.18E+01
64	4.03E+03	-7.10E+01
65	4.10E+03	-6.66E+01
66	4.16E+03	-7.45E+01
67	4.22E+03	-9.24E+01
68	4.29E+03	-6.91E+01
69	4.35E+03	-6.48E+01
70	4.42E+03	-7.27E+01
71	4.48E+03	-9.65E+01
72	4.54E+03	-7.17E+01
73	4.61E+03	-6.75E+01
74	4.67E+03	-7.55E+01
75	4.74E+03	-9.59E+01
76	4.80E+03	-7.01E+01
77	4.86E+03	-6.60E+01
78	4.93E+03	-7.36E+01
79	4.99E+03	-7.75E+01
80	5.06E+03	-5.25E+01
81	5.12E+03	-4.85E+01
82	5.18E+03	-5.67E+01
83	5.25E+03	-8.25E+01
84	5.31E+03	-7.15E+01
85	5.38E+03	-6.76E+01

86	5.44E+03	-7.55E+01
87	5.50E+03	-9.12E+01
88	5.57E+03	-6.91E+01
89	5.63E+03	-6.53E+01
90	5.70E+03	-7.37E+01
91	5.76E+03	-8.46E+01
92	5.82E+03	-6.15E+01
93	5.89E+03	-5.78E+01
94	5.95E+03	-6.63E+01
95	6.02E+03	-8.92E+01
96	6.08E+03	-7.29E+01
97	6.14E+03	-6.92E+01
98	6.21E+03	-7.77E+01
99	6.27E+03	-9.19E+01
100	6.34E+03	-7.06E+01
101	6.40E+03	-6.70E+01
102	6.46E+03	-7.57E+01
103	6.53E+03	-9.38E+01
104	6.59E+03	-7.39E+01
105	6.66E+03	-7.05E+01
106	6.72E+03	-7.93E+01
107	6.78E+03	-9.02E+01
108	6.85E+03	-6.86E+01
109	6.91E+03	-6.54E+01
110	6.98E+03	-7.41E+01
111	7.04E+03	-7.73E+01
112	7.10E+03	-5.56E+01
113	7.17E+03	-5.23E+01
114	7.23E+03	-6.15E+01
115	7.30E+03	-8.41E+01
116	7.36E+03	-7.03E+01
117	7.42E+03	-6.73E+01
118	7.49E+03	-7.64E+01
119	7.55E+03	-8.99E+01
120	7.62E+03	-6.97E+01
121	7.68E+03	-6.66E+01
122	7.74E+03	-7.61E+01
123	7.81E+03	-8.22E+01
124	7.87E+03	-6.11E+01
125	7.94E+03	-5.81E+01
126	8.00E+03	-6.75E+01
127	8.06E+03	-8.91E+01
128	8.13E+03	-7.63E+01
129	8.19E+03	-7.32E+01
130	8.26E+03	-8.27E+01
131	8.32E+03	-9.11E+01
132	8.38E+03	-7.11E+01
133	8.45E+03	-6.83E+01
134	8.51E+03	-7.78E+01
135	8.58E+03	-9.38E+01
136	8.64E+03	-7.71E+01
137	8.70E+03	-7.47E+01
138	8.77E+03	-8.46E+01
139	8.83E+03	-8.89E+01
140	8.90E+03	-6.86E+01
141	8.96E+03	-6.60E+01

142	9.02E+03	-7.58E+01
143	9.09E+03	-7.77E+01
144	9.15E+03	-5.85E+01
145	9.22E+03	-5.60E+01
146	9.28E+03	-6.61E+01
147	9.34E+03	-8.63E+01
148	9.41E+03	-7.17E+01
149	9.47E+03	-6.94E+01
150	9.54E+03	-7.91E+01
151	9.60E+03	-8.32E+01
152	9.66E+03	-6.45E+01
153	9.73E+03	-6.21E+01
154	9.79E+03	-7.24E+01
155	9.86E+03	-7.87E+01
156	9.92E+03	-5.99E+01
157	9.98E+03	-5.77E+01
158	1.00E+04	-6.80E+01
159	1.01E+04	-8.72E+01
160	1.02E+04	-7.56E+01
161	1.02E+04	-7.33E+01
162	1.03E+04	-8.37E+01
163	1.04E+04	-9.27E+01
164	1.04E+04	-7.58E+01
165	1.05E+04	-7.37E+01
166	1.06E+04	-8.41E+01
167	1.06E+04	-9.28E+01
168	1.07E+04	-7.40E+01
169	1.08E+04	-7.18E+01
170	1.08E+04	-8.23E+01
171	1.09E+04	-8.86E+01
172	1.09E+04	-7.14E+01
173	1.10E+04	-6.97E+01
174	1.11E+04	-8.03E+01
175	1.11E+04	-7.97E+01
176	1.12E+04	-6.19E+01
177	1.13E+04	-6.01E+01
178	1.13E+04	-7.15E+01
179	1.14E+04	-8.84E+01
180	1.15E+04	-7.97E+01
181	1.15E+04	-7.87E+01
182	1.16E+04	-8.93E+01
183	1.16E+04	-8.47E+01
184	1.17E+04	-6.76E+01
185	1.18E+04	-6.61E+01
186	1.18E+04	-7.76E+01
187	1.19E+04	-7.91E+01
188	1.20E+04	-6.20E+01
189	1.20E+04	-6.05E+01
190	1.21E+04	-7.20E+01
191	1.22E+04	-8.76E+01
192	1.22E+04	-7.42E+01
193	1.23E+04	-7.28E+01
194	1.24E+04	-8.41E+01
195	1.24E+04	-8.86E+01
196	1.25E+04	-7.24E+01
197	1.25E+04	-7.09E+01

198	1.26E+04	-8.24E+01
199	1.27E+04	-9.02E+01
200	1.27E+04	-7.46E+01
201	1.28E+04	-7.35E+01
202	1.29E+04	-8.49E+01
203	1.29E+04	-9.28E+01
204	1.30E+04	-7.60E+01
205	1.31E+04	-7.45E+01
206	1.31E+04	-8.43E+01
207	1.32E+04	-8.23E+01
208	1.32E+04	-6.66E+01
209	1.33E+04	-6.55E+01
210	1.34E+04	-7.78E+01
211	1.34E+04	-9.20E+01
212	1.35E+04	-7.73E+01
213	1.36E+04	-7.65E+01
214	1.36E+04	-8.86E+01
215	1.37E+04	-9.30E+01
216	1.38E+04	-7.97E+01
217	1.38E+04	-7.83E+01
218	1.39E+04	-8.83E+01
219	1.40E+04	-7.97E+01
220	1.40E+04	-6.44E+01
221	1.41E+04	-6.36E+01
222	1.41E+04	-7.60E+01
223	1.42E+04	-8.53E+01
224	1.43E+04	-7.06E+01
225	1.43E+04	-6.99E+01
226	1.44E+04	-8.27E+01
227	1.45E+04	-8.54E+01
228	1.45E+04	-7.11E+01
229	1.46E+04	-7.06E+01
230	1.47E+04	-8.36E+01
231	1.47E+04	-8.75E+01
232	1.48E+04	-7.34E+01
233	1.48E+04	-7.32E+01
234	1.49E+04	-8.59E+01
235	1.50E+04	-9.57E+01
236	1.50E+04	-8.10E+01
237	1.51E+04	-8.01E+01
238	1.52E+04	-9.22E+01
239	1.52E+04	-8.74E+01
240	1.53E+04	-7.34E+01
241	1.54E+04	-7.30E+01
242	1.54E+04	-8.61E+01
243	1.55E+04	-9.54E+01
244	1.56E+04	-8.12E+01
245	1.56E+04	-8.10E+01
246	1.57E+04	-9.56E+01
247	1.57E+04	-9.69E+01
248	1.58E+04	-8.30E+01
249	1.59E+04	-8.19E+01
250	1.59E+04	-9.27E+01
251	1.60E+04	-7.99E+01
252	1.61E+04	-6.61E+01
253	1.61E+04	-6.62E+01

254	1.62E+04	-8.04E+01
255	1.63E+04	-8.24E+01
256	1.63E+04	-6.90E+01
257	1.64E+04	-6.91E+01
258	1.64E+04	-8.30E+01
259	1.65E+04	-8.34E+01
260	1.66E+04	-7.05E+01
261	1.66E+04	-7.08E+01
262	1.67E+04	-8.53E+01
263	1.68E+04	-8.54E+01
264	1.68E+04	-7.21E+01
265	1.69E+04	-7.25E+01
266	1.70E+04	-8.75E+01
267	1.70E+04	-9.10E+01
268	1.71E+04	-7.94E+01
269	1.72E+04	-7.95E+01
270	1.72E+04	-9.41E+01
271	1.73E+04	-9.58E+01
272	1.73E+04	-8.85E+01
273	1.74E+04	-9.02E+01
274	1.75E+04	-9.92E+01
275	1.75E+04	-9.21E+01
276	1.76E+04	-7.86E+01
277	1.77E+04	-7.89E+01
278	1.77E+04	-9.42E+01
279	1.78E+04	-9.13E+01
280	1.79E+04	-7.87E+01
281	1.79E+04	-7.94E+01
282	1.80E+04	-9.17E+01
283	1.80E+04	-8.22E+01
284	1.81E+04	-6.89E+01
285	1.82E+04	-6.95E+01
286	1.82E+04	-8.40E+01
287	1.83E+04	-8.07E+01
288	1.84E+04	-6.75E+01
289	1.84E+04	-6.81E+01
290	1.85E+04	-8.36E+01
291	1.86E+04	-8.15E+01
292	1.86E+04	-6.86E+01
293	1.87E+04	-6.95E+01
294	1.88E+04	-8.53E+01
295	1.88E+04	-8.05E+01
296	1.89E+04	-6.86E+01
297	1.89E+04	-6.98E+01
298	1.90E+04	-8.56E+01
299	1.91E+04	-7.93E+01
300	1.91E+04	-6.76E+01
301	1.92E+04	-6.89E+01
302	1.93E+04	-8.51E+01
303	1.93E+04	-8.32E+01
304	1.94E+04	-7.15E+01
305	1.95E+04	-7.27E+01
306	1.95E+04	-8.83E+01
307	1.96E+04	-7.81E+01
308	1.96E+04	-6.68E+01
309	1.97E+04	-6.83E+01

310	1.98E+04	-8.48E+01
311	1.98E+04	-7.45E+01
312	1.99E+04	-6.27E+01
313	2.00E+04	-6.40E+01
314	2.00E+04	-7.81E+01
315	2.01E+04	-6.26E+01
316	2.02E+04	-5.10E+01
317	2.02E+04	-5.24E+01
318	2.03E+04	-6.92E+01
319	2.04E+04	-7.17E+01
320	2.04E+04	-6.04E+01
321	2.05E+04	-6.20E+01
322	2.05E+04	-7.97E+01
323	2.06E+04	-8.19E+01
324	2.07E+04	-7.07E+01
325	2.07E+04	-7.23E+01
326	2.08E+04	-8.91E+01
327	2.09E+04	-8.71E+01
328	2.09E+04	-7.73E+01
329	2.10E+04	-7.96E+01
330	2.11E+04	-9.82E+01
331	2.11E+04	-9.78E+01
332	2.12E+04	-8.75E+01
333	2.12E+04	-8.87E+01
334	2.13E+04	-9.77E+01
335	2.14E+04	-9.72E+01
336	2.14E+04	-9.04E+01
337	2.15E+04	-9.20E+01
338	2.16E+04	-9.85E+01
339	2.16E+04	-8.63E+01
340	2.17E+04	-7.56E+01
341	2.18E+04	-7.76E+01
342	2.18E+04	-9.15E+01
343	2.19E+04	-7.90E+01
344	2.20E+04	-6.79E+01
345	2.20E+04	-6.99E+01
346	2.21E+04	-8.28E+01
347	2.21E+04	-6.35E+01
348	2.22E+04	-5.30E+01
349	2.23E+04	-5.52E+01
350	2.23E+04	-7.38E+01
351	2.24E+04	-7.01E+01
352	2.25E+04	-5.97E+01
353	2.25E+04	-6.20E+01
354	2.26E+04	-8.08E+01
355	2.27E+04	-7.68E+01
356	2.27E+04	-6.66E+01
357	2.28E+04	-6.90E+01
358	2.28E+04	-8.82E+01
359	2.29E+04	-7.95E+01
360	2.30E+04	-6.89E+01
361	2.30E+04	-7.13E+01
362	2.31E+04	-9.08E+01
363	2.32E+04	-7.97E+01
364	2.32E+04	-6.96E+01
365	2.33E+04	-7.23E+01

Header Siz 74
Pulse Vers 42
Decimal Sy.
Date Form: dd/MM/yyy
Time Form HH:mm:ss:
Data Type: Real
Slice: FALSO
Z-Axis type Table
Z-Axis size 241
Z-Axis unit: Hz (Gen. S
X-Axis type Table
X-Axis size 5
X-Axis unit Order
AcousticW: None
AmplitudeL dB/1.00 V
Analyzer: SSR_Spec
AnalyzerN: SSR Analy

Coordinate Magnitude
dBReferen: 1.00E+00

Domain: 1
Function: Harm Distc

InputRang: 7.07E+00

jwWeightin None
MultiBuffer Multi-buffer

Power: FALSO

SamplingR 2.56E+00
Signal: Signal 2

SignalUnit: V
SpectralUn RMS

Title: Distortion(ξ
Title1: Working : I

Measurement: FALSE

Z-index:	1	2	3	4	5	6	7
Date:	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
Time:	17:36:18:1	17:36:19:5	17:36:21:0	17:36:22:5	17:36:24:0	17:36:25:5	17:36:26:9
Relative tin	0.00E+00	1.45E+00	2.95E+00	4.45E+00	5.94E+00	7.37E+00	8.81E+00
Z-axis:	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
1	1.00E+00	-5.07E+01	-5.04E+01	-5.02E+01	-4.99E+01	-4.97E+01	-4.95E+01
2	2.00E+00	-1.06E+02	-1.03E+02	-1.05E+02	-1.12E+02	-1.03E+02	-1.08E+02
3	3.00E+00	-8.35E+01	-1.07E+02	-1.07E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.15E+02
4	4.00E+00	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.13E+02	-1.12E+02	-1.11E+02	-1.16E+02
5	5.00E+00	-1.11E+02	-1.19E+02	-1.17E+02	-1.10E+02	-1.22E+02	-1.22E+02
TagsBegin							
OverLoad:	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
OverLoadF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Step Freq	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
TagsEnd:							
TagScalesI							
TagScalesI							

*** Cursor Reading: Cursor Values

Y = -Infinite

X = 4.000 Order

Z = 17.50k Hz (Gen. Step)

*** Cursor Reading: Status

38:00.8

Overload: 0.00 %

*** Tag Reading: Step Frequencies

Z = 17.50k Hz (1.050M RPM)

8	9	10	11	12	13	14	15	16
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:36:28:3	17:36:29:8	17:36:31:2	17:36:32:7	17:36:34:1	17:36:35:5	17:36:37:0	17:36:38:4	17:36:39:8
1.03E+01	1.17E+01	1.31E+01	1.46E+01	1.60E+01	1.74E+01	1.89E+01	2.03E+01	2.17E+01
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01
-4.90E+01	-4.87E+01	-4.85E+01	-4.82E+01	-4.80E+01	-4.78E+01	-4.75E+01	-4.72E+01	-4.70E+01
-1.12E+02	-1.11E+02	-1.05E+02	-1.01E+02	-1.06E+02	-1.10E+02	-1.18E+02	-8.31E+01	-9.26E+01
-1.12E+02	-1.09E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.01E+02	-1.03E+02	-1.11E+02	-1.05E+02	-1.06E+02
-1.15E+02	-1.04E+02	-1.15E+02	-1.12E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-1.19E+02	-1.08E+02	-1.09E+02
-1.17E+02	-1.18E+02	-1.22E+02	-1.10E+02	-1.05E+02	-1.11E+02	-9.92E+01	-1.15E+02	-1.10E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01

17	18	19	20	21	22	23	24	25
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:36:41:3	17:36:42:7	17:36:44:2	17:36:45:6	17:36:47:0	17:36:48:5	17:36:49:3	17:36:50:1	17:36:50:9
2.32E+01	2.46E+01	2.61E+01	2.75E+01	2.89E+01	3.04E+01	3.12E+01	3.20E+01	3.28E+01
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01
-4.67E+01	-4.65E+01	-4.62E+01	-4.59E+01	-4.57E+01	-4.55E+01	-4.52E+01	-4.50E+01	-4.47E+01
-9.68E+01	-9.97E+01	-1.06E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.03E+02
-1.15E+02	-1.07E+02	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.04E+02	-9.88E+01	-1.10E+02	-1.05E+02
-1.13E+02	-9.90E+01	-1.12E+02	-1.05E+02	-1.14E+02	-1.18E+02	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.14E+02
-1.08E+02	-1.18E+02	-1.19E+02	-1.14E+02	-1.17E+02	-1.07E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.04E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01

26	27	28	29	30	31	32	33	34
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:36:51:7	17:36:52:4	17:36:53:2	17:36:54:0	17:36:54:8	17:36:55:6	17:36:56:4	17:36:57:2	17:36:58:0
3.36E+01	3.43E+01	3.51E+01	3.59E+01	3.67E+01	3.75E+01	3.83E+01	3.91E+01	3.99E+01
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01
-4.44E+01	-4.42E+01	-4.39E+01	-4.37E+01	-4.34E+01	-4.32E+01	-4.30E+01	-4.28E+01	-4.25E+01
-1.07E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-9.91E+01	-1.07E+02	-1.07E+02	-1.06E+02	-1.09E+02	-1.04E+02
-1.11E+02	-1.12E+02	-1.10E+02	-1.09E+02	-1.04E+02	-1.10E+02	-1.01E+02	-1.06E+02	-1.02E+02
-1.11E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-1.15E+02	-1.10E+02	-1.13E+02	-1.11E+02	-9.96E+01	-1.12E+02
-1.08E+02	-1.16E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.15E+02	-1.14E+02	-1.09E+02	-1.04E+02	-9.78E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01

35	36	37	38	39	40	41	42	43
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:36:58:7	17:36:59:5	17:37:00:3	17:37:01:0	17:37:01:8	17:37:02:6	17:37:03:4	17:37:04:2	17:37:04:9
4.06E+01	4.14E+01	4.22E+01	4.30E+01	4.37E+01	4.45E+01	4.53E+01	4.61E+01	4.68E+01
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01
-4.23E+01	-4.21E+01	-4.17E+01	-4.15E+01	-4.12E+01	-4.09E+01	-4.07E+01	-4.05E+01	-4.03E+01
-1.00E+02	-1.04E+02	-1.07E+02	-1.14E+02	-1.01E+02	-1.17E+02	-1.03E+02	-1.08E+02	-1.03E+02
-1.09E+02	-1.09E+02	-1.22E+02	-1.10E+02	-1.30E+02	-1.11E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.04E+02
-1.16E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-1.08E+02	-1.11E+02	-1.14E+02	-1.15E+02	-1.26E+02	-9.89E+01
-1.04E+02	-1.10E+02	-1.09E+02	-1.13E+02	-9.52E+01	-1.10E+02	-1.12E+02	-1.14E+02	-1.13E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01

44	45	46	47	48	49	50	51	52
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:05:6	17:37:06:4	17:37:07:2	17:37:07:6	17:37:08:1	17:37:08:5	17:37:09:0	17:37:09:5	17:37:10:0
4.75E+01	4.83E+01	4.91E+01	4.95E+01	5.00E+01	5.04E+01	5.09E+01	5.14E+01	5.19E+01
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01
-4.00E+01	-3.98E+01	-3.95E+01	-3.93E+01	-3.90E+01	-3.88E+01	-3.85E+01	-3.83E+01	-3.80E+01
-1.03E+02	-9.80E+01	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.03E+02	-1.00E+02	-1.11E+02	-9.64E+01	-9.76E+01
-9.93E+01	-1.05E+02	-1.04E+02	-9.63E+01	-1.01E+02	-1.00E+02	-1.16E+02	-1.12E+02	-1.10E+02
-1.12E+02	-1.16E+02	-1.13E+02	-9.63E+01	-1.05E+02	-1.15E+02	-1.11E+02	-1.06E+02	-1.08E+02
-1.03E+02	-1.22E+02	-1.19E+02	-1.10E+02	-1.08E+02	-1.10E+02	-1.06E+02	-9.99E+01	-1.02E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01

53	54	55	56	57	58	59	60	61
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:10:4	17:37:10:9	17:37:11:4	17:37:11:9	17:37:12:4	17:37:12:8	17:37:13:3	17:37:13:8	17:37:14:3
5.23E+01	5.28E+01	5.33E+01	5.38E+01	5.43E+01	5.48E+01	5.52E+01	5.57E+01	5.62E+01
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02
-3.78E+01	-3.75E+01	-3.73E+01	-3.71E+01	-3.69E+01	-3.67E+01	-3.64E+01	-3.62E+01	-3.60E+01
-1.00E+02	-1.01E+02	-9.89E+01	-9.70E+01	-9.25E+01	-9.45E+01	-9.17E+01	-9.27E+01	-9.37E+01
-1.07E+02	-1.06E+02	-1.03E+02	-9.87E+01	-9.26E+01	-9.93E+01	-9.60E+01	-9.76E+01	-1.10E+02
-1.05E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.06E+02	-1.10E+02	-1.07E+02	-1.09E+02
-1.06E+02	-9.80E+01	-1.12E+02	-1.08E+02	-9.72E+01	-1.04E+02	-1.05E+02	-1.01E+02	-1.19E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02

62	63	64	65	66	67	68	69	70
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:14:7	17:37:15:2	17:37:15:7	17:37:16:2	17:37:16:6	17:37:17:0	17:37:17:5	17:37:17:9	17:37:18:4
5.66E+01	5.71E+01	5.76E+01	5.81E+01	5.85E+01	5.90E+01	5.94E+01	5.98E+01	6.03E+01
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02
-3.57E+01	-3.55E+01	-3.53E+01	-3.51E+01	-3.49E+01	-3.46E+01	-3.44E+01	-3.41E+01	-3.39E+01
-9.40E+01	-9.27E+01	-9.71E+01	-9.42E+01	-9.08E+01	-9.24E+01	-8.87E+01	-8.97E+01	-8.99E+01
-1.02E+02	-9.99E+01	-9.87E+01	-1.06E+02	-1.06E+02	-1.06E+02	-1.10E+02	-9.29E+01	-1.08E+02
-1.16E+02	-1.11E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-9.96E+01	-1.05E+02	-9.85E+01	-1.09E+02	-9.97E+01
-1.11E+02	-1.09E+02	-1.15E+02	-1.25E+02	-1.08E+02	-9.93E+01	-1.11E+02	-1.13E+02	-1.08E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02

71	72	73	74	75	76	77	78	79
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:18:7	17:37:19:1	17:37:19:5	17:37:19:8	17:37:20:2	17:37:20:5	17:37:20:9	17:37:21:3	17:37:21:6
6.06E+01	6.10E+01	6.14E+01	6.17E+01	6.21E+01	6.25E+01	6.28E+01	6.32E+01	6.35E+01
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02
-3.36E+01	-3.33E+01	-3.31E+01	-3.29E+01	-3.26E+01	-3.24E+01	-3.22E+01	-3.20E+01	-3.18E+01
-8.78E+01	-9.07E+01	-8.79E+01	-8.87E+01	-8.68E+01	-8.87E+01	-8.58E+01	-8.60E+01	-8.52E+01
-1.03E+02	-1.05E+02	-1.17E+02	-1.20E+02	-9.99E+01	-1.03E+02	-9.67E+01	-1.18E+02	-1.06E+02
-1.06E+02	-9.68E+01	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.00E+02	-1.01E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-1.01E+02
-1.16E+02	-1.03E+02	-1.10E+02	-1.10E+02	-1.15E+02	-1.01E+02	-1.08E+02	-1.01E+02	-1.07E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02

80	81	82	83	84	85	86	87	88
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:21:9	17:37:22:3	17:37:22:7	17:37:23:0	17:37:23:4	17:37:23:7	17:37:24:1	17:37:24:4	17:37:24:8
6.38E+01	6.42E+01	6.46E+01	6.49E+01	6.53E+01	6.56E+01	6.60E+01	6.63E+01	6.67E+01
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02
-3.16E+01	-3.14E+01	-3.12E+01	-3.10E+01	-3.08E+01	-3.06E+01	-3.04E+01	-3.02E+01	-3.00E+01
-8.53E+01	-8.54E+01	-8.64E+01	-8.23E+01	-8.34E+01	-8.38E+01	-8.36E+01	-8.36E+01	-8.26E+01
-1.06E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.10E+02	-1.00E+02	-9.79E+01	-1.05E+02	-9.18E+01
-1.02E+02	-1.01E+02	-9.86E+01	-9.91E+01	-9.72E+01	-9.85E+01	-1.01E+02	-9.84E+01	-1.01E+02
-1.19E+02	-1.08E+02	-8.65E+01	-1.14E+02	-1.15E+02	-1.06E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.03E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02

89	90	91	92	93	94	95	96	97
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:25:1	17:37:25:5	17:37:25:8	17:37:26:1	17:37:26:5	17:37:26:9	17:37:27:2	17:37:27:4	17:37:27:7
6.70E+01	6.74E+01	6.77E+01	6.80E+01	6.84E+01	6.88E+01	6.91E+01	6.94E+01	6.96E+01
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02
-2.98E+01	-2.96E+01	-2.94E+01	-2.92E+01	-2.90E+01	-2.88E+01	-2.86E+01	-2.85E+01	-2.83E+01
-8.24E+01	-8.19E+01	-8.10E+01	-8.15E+01	-8.06E+01	-8.07E+01	-8.02E+01	-7.98E+01	-8.02E+01
-9.58E+01	-1.04E+02	-9.68E+01	-9.93E+01	-1.02E+02	-9.77E+01	-9.57E+01	-9.76E+01	-9.78E+01
-9.75E+01	-9.35E+01	-9.58E+01	-9.47E+01	-9.45E+01	-9.42E+01	-9.11E+01	-9.44E+01	-8.92E+01
-1.25E+02	-1.03E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.07E+02	-1.09E+02	-1.03E+02	-9.81E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02

98	99	100	101	102	103	104	105	106
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:28:0	17:37:28:3	17:37:28:6	17:37:28:8	17:37:29:1	17:37:29:4	17:37:29:7	17:37:30:0	17:37:30:2
6.99E+01	7.02E+01	7.05E+01	7.08E+01	7.10E+01	7.13E+01	7.16E+01	7.19E+01	7.21E+01
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02
-2.81E+01	-2.79E+01	-2.78E+01	-2.76E+01	-2.74E+01	-2.73E+01	-2.71E+01	-2.69E+01	-2.68E+01
-7.96E+01	-8.02E+01	-7.90E+01	-7.83E+01	-7.80E+01	-7.89E+01	-7.70E+01	-7.77E+01	-7.77E+01
-9.43E+01	-9.79E+01	-1.03E+02	-9.76E+01	-9.77E+01	-9.69E+01	-9.79E+01	-9.94E+01	-9.60E+01
-9.16E+01	-9.43E+01	-9.08E+01	-9.27E+01	-9.12E+01	-8.96E+01	-9.03E+01	-9.03E+01	-9.16E+01
-9.82E+01	-1.01E+02	-1.06E+02	-9.85E+01	-9.75E+01	-1.10E+02	-9.91E+01	-1.00E+02	-9.92E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02

107	108	109	110	111	112	113	114	115
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:30:6	17:37:30:8	17:37:31:1	17:37:31:4	17:37:31:7	17:37:31:9	17:37:32:2	17:37:32:5	17:37:32:8
7.25E+01	7.27E+01	7.30E+01	7.33E+01	7.36E+01	7.38E+01	7.41E+01	7.44E+01	7.47E+01
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02
-2.66E+01	-2.65E+01	-2.64E+01	-2.62E+01	-2.61E+01	-2.60E+01	-2.59E+01	-2.58E+01	-2.57E+01
-7.72E+01	-7.67E+01	-7.66E+01	-7.63E+01	-7.62E+01	-7.56E+01	-7.36E+01	-7.41E+01	-7.58E+01
-9.19E+01	-9.57E+01	-9.41E+01	-9.21E+01	-9.47E+01	-9.46E+01	-9.37E+01	-9.20E+01	-9.18E+01
-8.96E+01	-9.01E+01	-9.00E+01	-8.96E+01	-8.87E+01	-8.92E+01	-9.04E+01	-8.75E+01	-8.82E+01
-9.78E+01	-1.00E+02	-9.82E+01	-9.53E+01	-9.87E+01	-9.79E+01	-9.71E+01	-9.36E+01	-9.85E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02

116	117	118	119	120	121	122	123	124
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:33:0	17:37:33:3	17:37:33:6	17:37:33:9	17:37:34:1	17:37:34:4	17:37:34:7	17:37:35:0	17:37:35:2
7.50E+01	7.52E+01	7.55E+01	7.58E+01	7.60E+01	7.63E+01	7.66E+01	7.69E+01	7.72E+01
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02
-2.55E+01	-2.54E+01	-2.53E+01	-2.52E+01	-2.51E+01	-2.50E+01	-2.49E+01	-2.48E+01	-2.48E+01
-7.53E+01	-7.52E+01	-7.48E+01	-7.46E+01	-7.46E+01	-7.42E+01	-7.43E+01	-7.40E+01	-7.40E+01
-9.40E+01	-9.14E+01	-9.16E+01	-9.19E+01	-9.01E+01	-9.09E+01	-8.98E+01	-8.89E+01	-9.07E+01
-8.84E+01	-8.80E+01	-8.68E+01	-8.70E+01	-8.78E+01	-8.58E+01	-8.72E+01	-8.58E+01	-8.60E+01
-9.59E+01	-9.44E+01	-9.58E+01	-9.39E+01	-9.10E+01	-9.51E+01	-9.22E+01	-9.33E+01	-9.15E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02

125	126	127	128	129	130	131	132	133
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:35:5	17:37:35:8	17:37:36:1	17:37:36:4	17:37:36:6	17:37:36:9	17:37:37:2	17:37:37:4	17:37:37:7
7.74E+01	7.77E+01	7.80E+01	7.83E+01	7.85E+01	7.88E+01	7.91E+01	7.94E+01	7.96E+01
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02
-2.47E+01	-2.46E+01	-2.45E+01	-2.44E+01	-2.44E+01	-2.43E+01	-2.42E+01	-2.42E+01	-2.41E+01
-7.38E+01	-7.40E+01	-7.33E+01	-7.33E+01	-7.34E+01	-7.33E+01	-7.34E+01	-7.29E+01	-7.26E+01
-9.12E+01	-8.90E+01	-8.89E+01	-8.89E+01	-8.98E+01	-8.89E+01	-8.64E+01	-8.83E+01	-8.70E+01
-8.58E+01	-8.62E+01	-8.43E+01	-8.49E+01	-8.49E+01	-8.32E+01	-8.35E+01	-8.43E+01	-8.30E+01
-9.34E+01	-9.20E+01	-9.36E+01	-9.18E+01	-9.08E+01	-8.98E+01	-9.17E+01	-9.56E+01	-9.03E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02

134	135	136	137	138	139	140	141	142
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:38:0	17:37:38:3	17:37:38:6	17:37:38:8	17:37:39:1	17:37:39:3	17:37:39:6	17:37:39:9	17:37:40:2
7.99E+01	8.02E+01	8.05E+01	8.07E+01	8.10E+01	8.13E+01	8.15E+01	8.18E+01	8.21E+01
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03
-2.41E+01	-2.40E+01	-2.40E+01	-2.39E+01	-2.39E+01	-2.38E+01	-2.38E+01	-2.37E+01	-2.37E+01
-7.24E+01	-7.22E+01	-7.22E+01	-7.19E+01	-7.21E+01	-7.16E+01	-7.18E+01	-7.14E+01	-7.11E+01
-8.48E+01	-8.59E+01	-8.62E+01	-8.58E+01	-8.62E+01	-8.53E+01	-8.49E+01	-8.44E+01	-8.48E+01
-8.34E+01	-8.24E+01	-8.26E+01	-8.15E+01	-8.37E+01	-8.21E+01	-8.16E+01	-8.17E+01	-7.99E+01
-9.25E+01	-9.13E+01	-8.99E+01	-9.00E+01	-8.81E+01	-8.77E+01	-8.79E+01	-8.96E+01	-8.76E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03

143	144	145	146	147	148	149	150	151
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:40:4	17:37:40:7	17:37:41:0	17:37:41:3	17:37:41:5	17:37:41:8	17:37:42:0	17:37:42:3	17:37:42:5
8.24E+01	8.26E+01	8.29E+01	8.32E+01	8.35E+01	8.37E+01	8.40E+01	8.42E+01	8.44E+01
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03
-2.37E+01	-2.36E+01	-2.36E+01	-2.36E+01	-2.35E+01	-2.35E+01	-2.35E+01	-2.34E+01	-2.34E+01
-7.11E+01	-7.07E+01	-7.07E+01	-7.10E+01	-7.07E+01	-7.03E+01	-7.04E+01	-6.99E+01	-6.98E+01
-8.44E+01	-8.42E+01	-8.35E+01	-8.45E+01	-8.39E+01	-8.33E+01	-8.29E+01	-8.25E+01	-8.26E+01
-8.08E+01	-8.02E+01	-7.99E+01	-7.98E+01	-7.88E+01	-7.89E+01	-7.88E+01	-7.87E+01	-7.84E+01
-8.80E+01	-8.82E+01	-8.77E+01	-8.55E+01	-8.54E+01	-8.67E+01	-8.54E+01	-8.56E+01	-8.53E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03

152	153	154	155	156	157	158	159	160
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:42:8	17:37:43:0	17:37:43:2	17:37:43:5	17:37:43:7	17:37:44:0	17:37:44:2	17:37:44:4	17:37:44:7
8.47E+01	8.49E+01	8.52E+01	8.54E+01	8.57E+01	8.59E+01	8.61E+01	8.63E+01	8.66E+01
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03
-2.34E+01	-2.34E+01	-2.33E+01	-2.33E+01	-2.33E+01	-2.33E+01	-2.33E+01	-2.32E+01	-2.32E+01
-6.93E+01	-6.93E+01	-6.91E+01	-6.88E+01	-6.87E+01	-6.85E+01	-6.85E+01	-6.79E+01	-6.80E+01
-8.38E+01	-8.22E+01	-8.16E+01	-8.12E+01	-8.04E+01	-8.11E+01	-8.04E+01	-8.04E+01	-7.99E+01
-7.83E+01	-7.77E+01	-7.72E+01	-7.65E+01	-7.64E+01	-7.57E+01	-7.55E+01	-7.54E+01	-7.52E+01
-8.47E+01	-8.58E+01	-8.47E+01	-8.41E+01	-8.41E+01	-8.34E+01	-8.30E+01	-8.26E+01	-8.28E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03

161	162	163	164	165	166	167	168	169
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:45:0	17:37:45:2	17:37:45:4	17:37:45:7	17:37:45:9	17:37:46:1	17:37:46:4	17:37:46:6	17:37:46:9
8.69E+01	8.71E+01	8.73E+01	8.76E+01	8.78E+01	8.80E+01	8.83E+01	8.85E+01	8.88E+01
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03
-2.32E+01	-2.32E+01	-2.32E+01	-2.32E+01	-2.32E+01	-2.32E+01	-2.32E+01	-2.31E+01	-2.31E+01
-6.79E+01	-6.75E+01	-6.72E+01	-6.69E+01	-6.68E+01	-6.64E+01	-6.63E+01	-6.62E+01	-6.58E+01
-8.02E+01	-8.02E+01	-7.95E+01	-7.91E+01	-7.94E+01	-7.86E+01	-7.87E+01	-7.81E+01	-7.78E+01
-7.41E+01	-7.44E+01	-7.41E+01	-7.33E+01	-7.37E+01	-7.24E+01	-7.25E+01	-7.28E+01	-7.35E+01
-8.26E+01	-8.18E+01	-8.22E+01	-8.19E+01	-8.03E+01	-7.97E+01	-8.06E+01	-8.04E+01	-8.01E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03

170	171	172	173	174	175	176	177	178
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:47:1	17:37:47:4	17:37:47:6	17:37:47:9	17:37:48:1	17:37:48:3	17:37:48:6	17:37:48:8	17:37:49:1
8.90E+01	8.93E+01	8.95E+01	8.98E+01	9.00E+01	9.02E+01	9.05E+01	9.07E+01	9.10E+01
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03
-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01
-6.56E+01	-6.53E+01	-6.46E+01	-6.53E+01	-6.47E+01	-6.42E+01	-6.39E+01	-6.38E+01	-6.36E+01
-7.74E+01	-7.65E+01	-7.70E+01	-7.67E+01	-7.65E+01	-7.58E+01	-7.42E+01	-7.62E+01	-7.50E+01
-7.23E+01	-7.28E+01	-7.20E+01	-7.20E+01	-7.18E+01	-7.16E+01	-7.15E+01	-7.14E+01	-7.14E+01
-7.97E+01	-7.91E+01	-7.95E+01	-7.85E+01	-7.70E+01	-7.78E+01	-7.78E+01	-7.81E+01	-7.70E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03

179	180	181	182	183	184	185	186	187
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:49:3	17:37:49:6	17:37:49:8	17:37:50:1	17:37:50:3	17:37:50:5	17:37:50:7	17:37:51:0	17:37:51:3
9.13E+01	9.15E+01	9.17E+01	9.20E+01	9.22E+01	9.24E+01	9.26E+01	9.29E+01	9.32E+01
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03
-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.31E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01
-6.33E+01	-6.28E+01	-6.24E+01	-6.21E+01	-6.18E+01	-6.13E+01	-6.14E+01	-6.10E+01	-6.04E+01
-7.51E+01	-7.46E+01	-7.55E+01	-7.38E+01	-7.32E+01	-7.32E+01	-7.33E+01	-7.27E+01	-7.26E+01
-7.13E+01	-7.15E+01	-7.12E+01	-7.12E+01	-7.14E+01	-7.14E+01	-7.15E+01	-7.14E+01	-7.17E+01
-7.80E+01	-7.71E+01	-7.64E+01	-7.66E+01	-7.64E+01	-7.66E+01	-7.59E+01	-7.57E+01	-7.55E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03

188	189	190	191	192	193	194	195	196
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:51:5	17:37:51:7	17:37:52:0	17:37:52:2	17:37:52:4	17:37:52:7	17:37:52:9	17:37:53:2	17:37:53:4
9.34E+01	9.36E+01	9.39E+01	9.41E+01	9.43E+01	9.46E+01	9.49E+01	9.51E+01	9.53E+01
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03
-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01
-6.02E+01	-6.00E+01	-5.97E+01	-5.95E+01	-5.92E+01	-5.91E+01	-5.89E+01	-5.59E+01	-5.83E+01
-7.21E+01	-7.17E+01	-7.15E+01	-7.14E+01	-7.09E+01	-7.08E+01	-7.04E+01	-7.04E+01	-7.04E+01
-7.16E+01	-7.18E+01	-7.19E+01	-7.24E+01	-7.22E+01	-7.25E+01	-7.26E+01	-7.25E+01	-7.32E+01
-7.61E+01	-7.48E+01	-7.48E+01	-7.49E+01	-7.44E+01	-7.39E+01	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03

197	198	199	200	201	202	203	204	205
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:53:6i	17:37:53:9i	17:37:54:2i	17:37:54:4i	17:37:54:6i	17:37:54:8i	17:37:55:0i	17:37:55:2i	17:37:55:4i
9.55E+01	9.58E+01	9.61E+01	9.63E+01	9.65E+01	9.67E+01	9.69E+01	9.71E+01	9.73E+01
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03
-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01
-5.83E+01	-5.82E+01	-5.81E+01	-5.79E+01	-5.79E+01	-5.80E+01	-5.78E+01	-5.78E+01	-5.78E+01
-7.01E+01	-7.00E+01	-6.93E+01	-6.96E+01	-6.91E+01	-6.93E+01	-6.87E+01	-6.87E+01	-6.83E+01
-7.31E+01	-7.30E+01	-7.33E+01	-7.34E+01	-7.37E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03

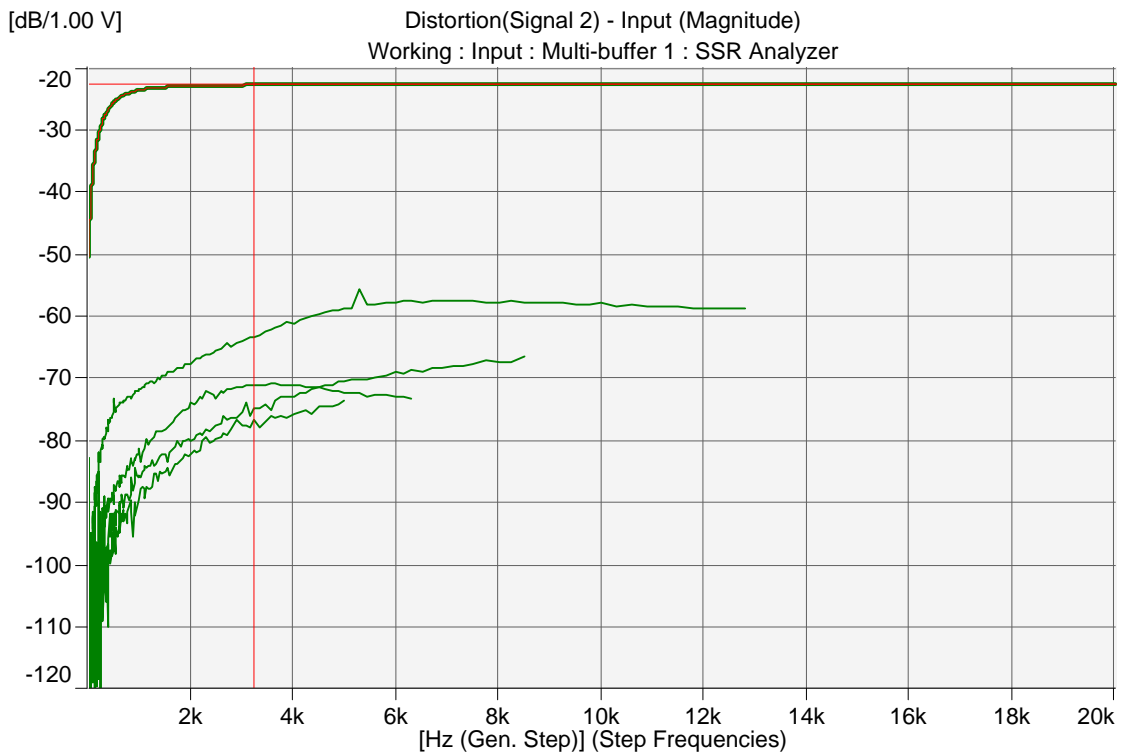
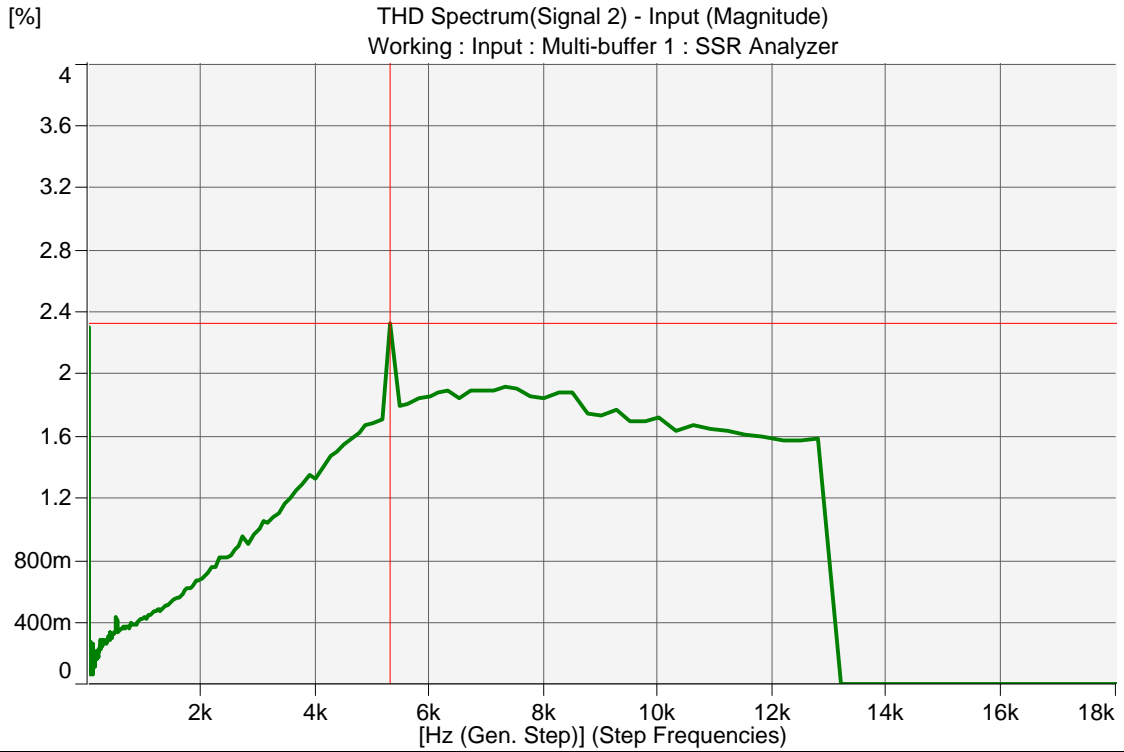
206	207	208	209	210	211	212	213	214
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:55:6:	17:37:55:8:	17:37:56:0:	17:37:56:2:	17:37:56:4:	17:37:56:6:	17:37:56:7:	17:37:56:9:	17:37:57:1:
9.75E+01	9.77E+01	9.79E+01	9.81E+01	9.83E+01	9.85E+01	9.87E+01	9.88E+01	9.90E+01
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03
-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.30E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01
-5.77E+01	-5.78E+01	-5.81E+01	-5.82E+01	-5.80E+01	-5.80E+01	-5.82E+01	-5.82E+01	-5.81E+01
-6.82E+01	-6.79E+01	-6.75E+01	-6.76E+01	-6.76E+01	-6.69E+01	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03

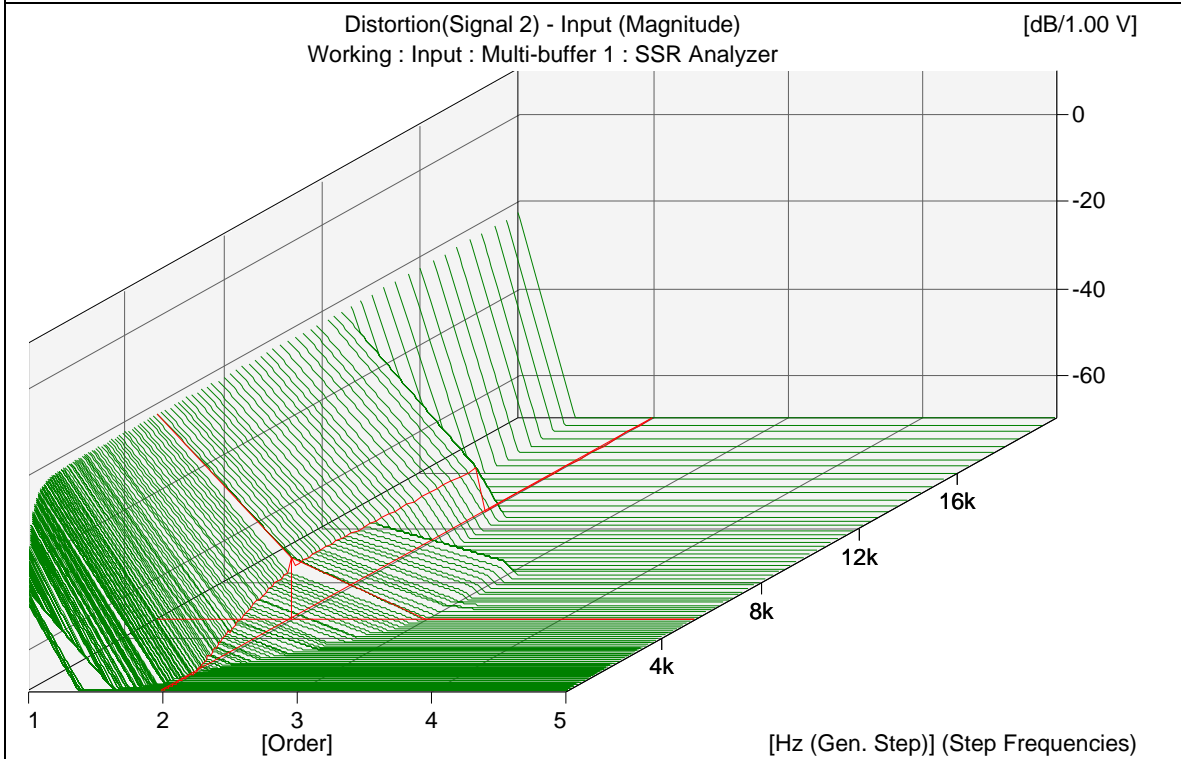
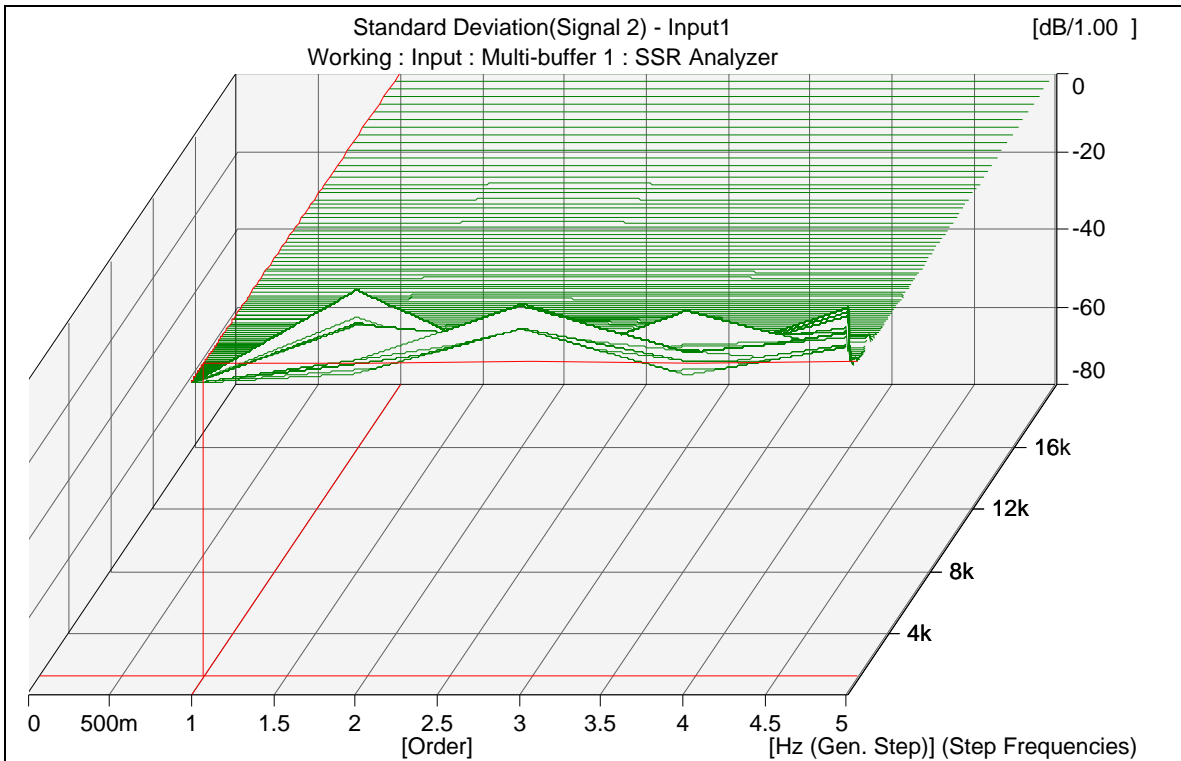
215	216	217	218	219	220	221	222	223
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:57:2	17:37:57:4	17:37:57:6	17:37:57:7	17:37:57:9	17:37:58:1	17:37:58:2	17:37:58:4	17:37:58:6
9.91E+01	9.93E+01	9.95E+01	9.96E+01	9.98E+01	1.00E+02	1.00E+02	1.00E+02	1.00E+02
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04
-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.30E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01
-5.84E+01	-5.84E+01	-5.82E+01	-5.87E+01	-5.86E+01	-5.86E+01	-5.87E+01	-5.88E+01	-5.89E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04

224	225	226	227	228	229	230	231	232
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:37:58:8	17:37:58:9	17:37:59:1	17:37:59:3	17:37:59:4	17:37:59:6	17:37:59:8	17:38:00:0	17:38:00:1
1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.02E+02	1.02E+02	1.02E+02	1.02E+02
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04
-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.28E+01
-5.90E+01	-5.91E+01	-5.89E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04

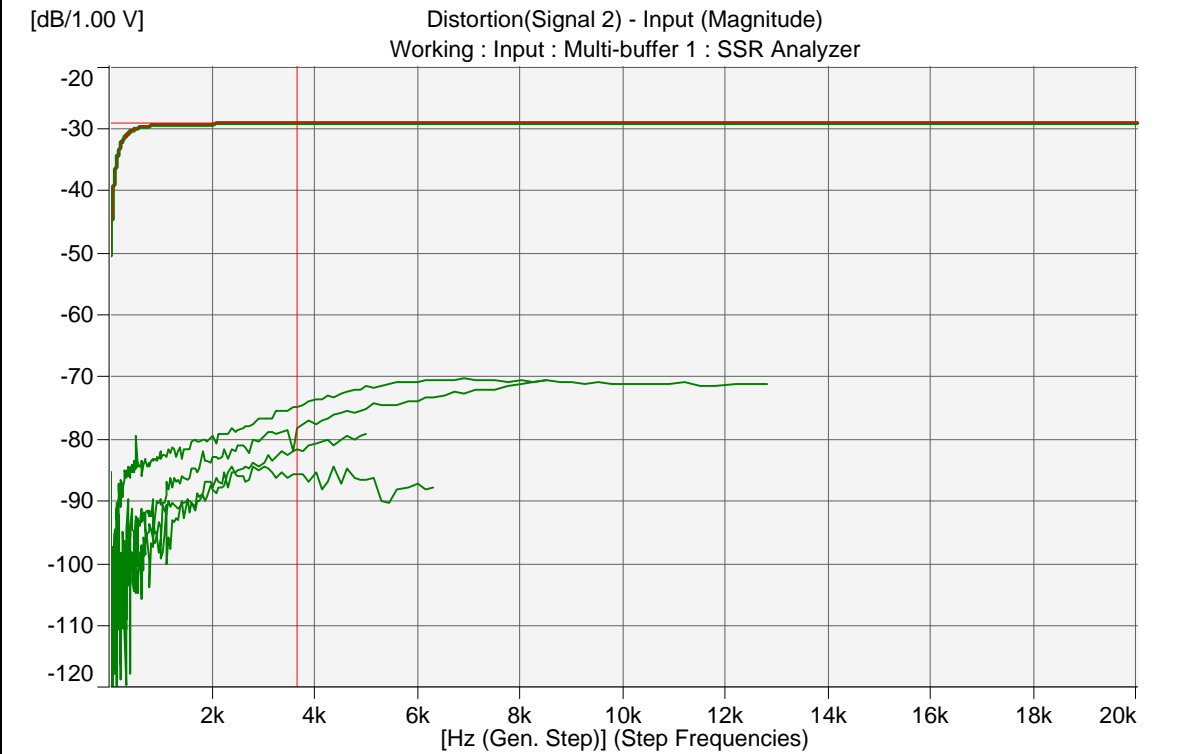
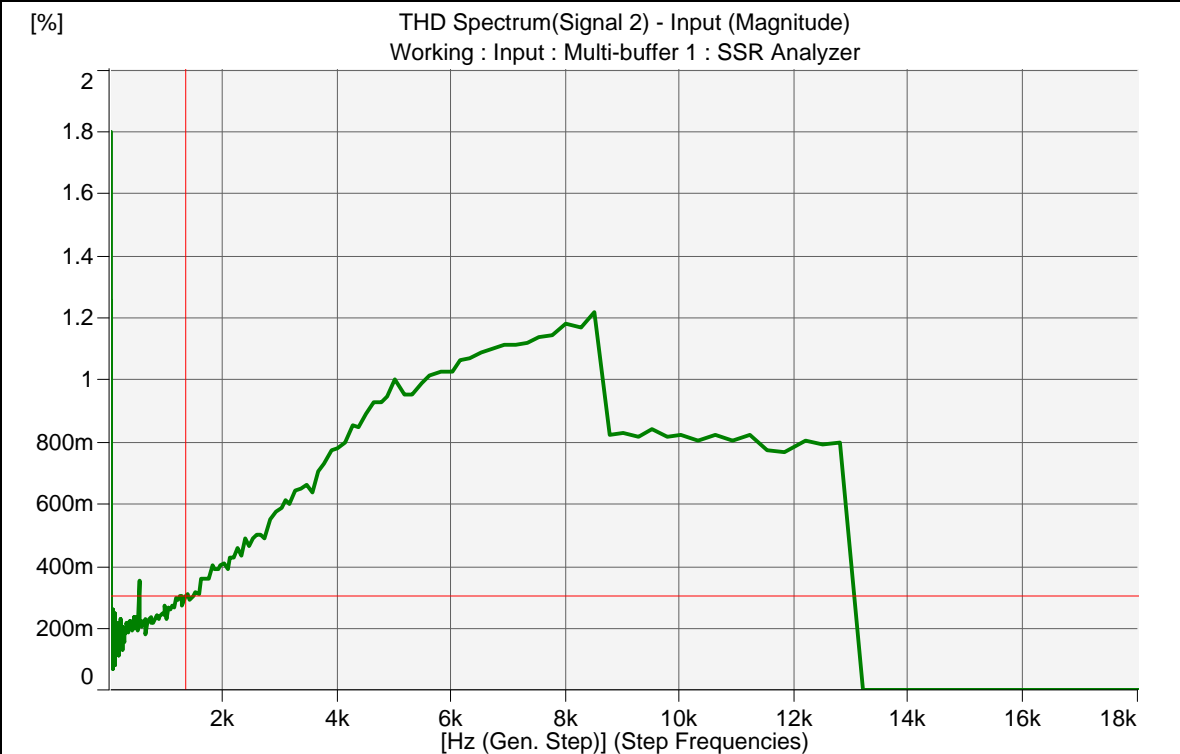
233	234	235	236	237	238	239	240	241
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:38:00:3	17:38:00:4	17:38:00:6	17:38:00:8	17:38:00:9	17:38:01:1	17:38:01:3	17:38:01:5	17:38:01:6
1.02E+02	1.02E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.04E+02
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04
-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.29E+01	-2.28E+01	-2.28E+01	-2.28E+01	-2.28E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04

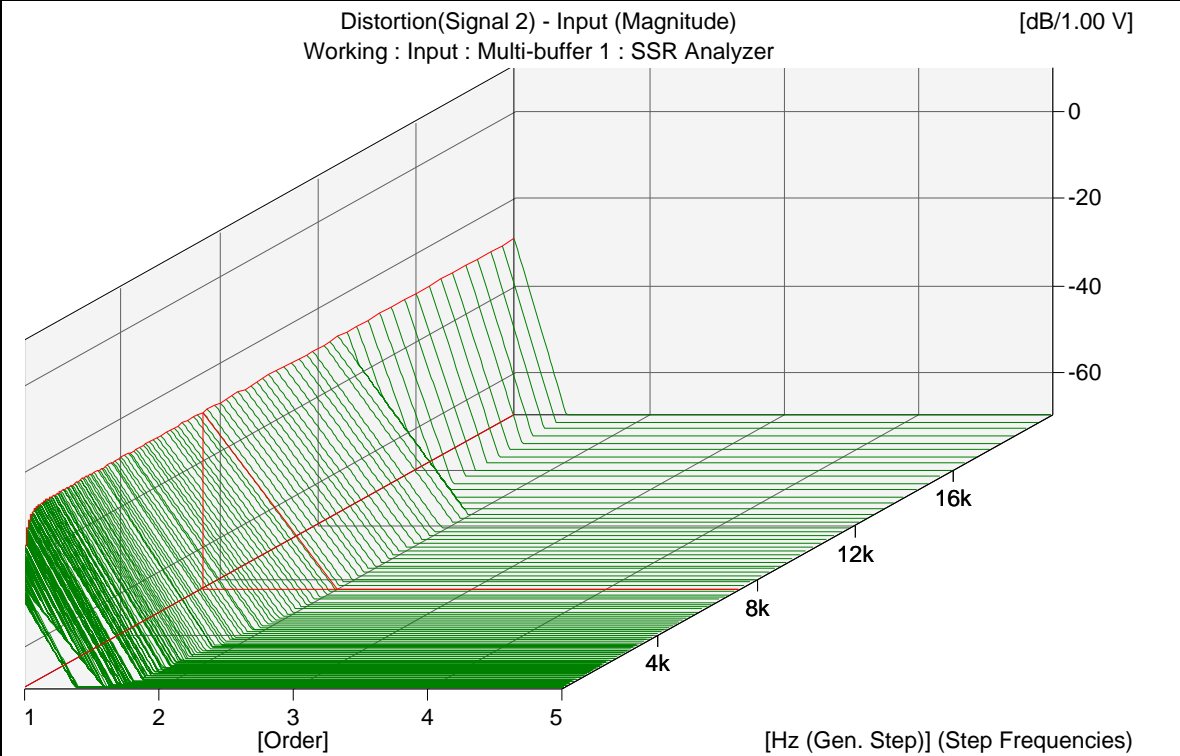
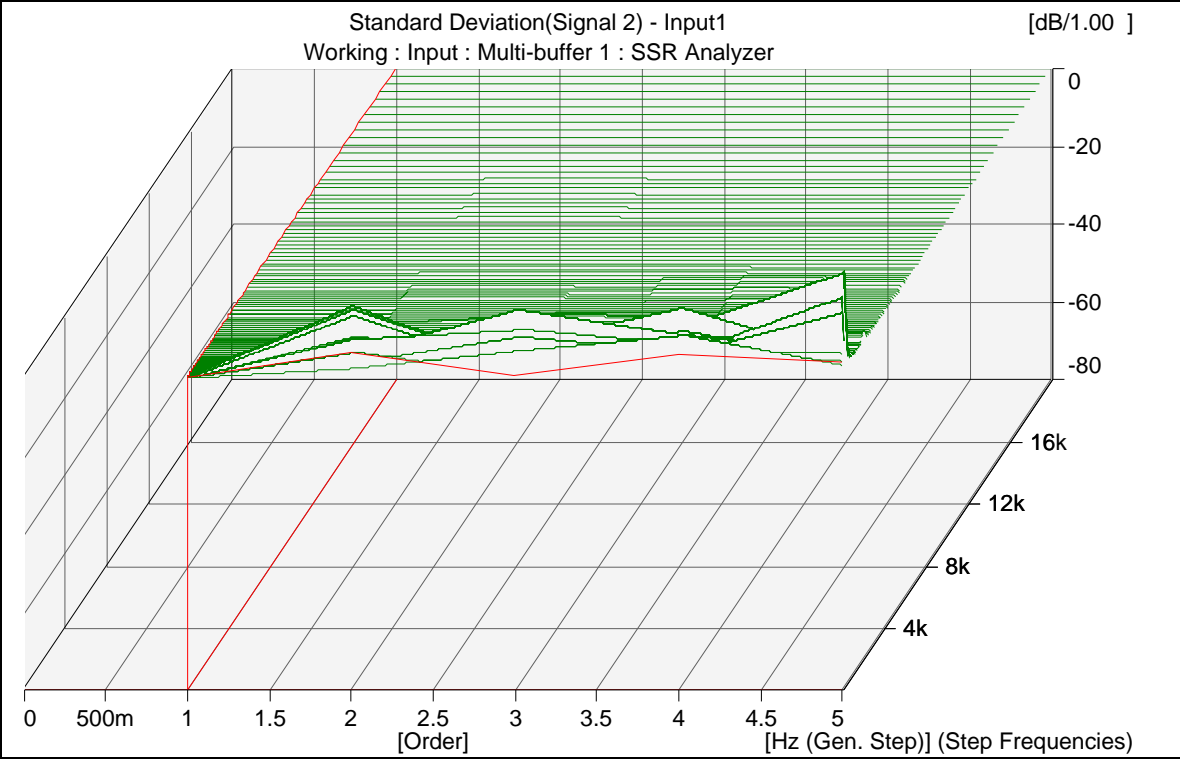
THD maxima potencia



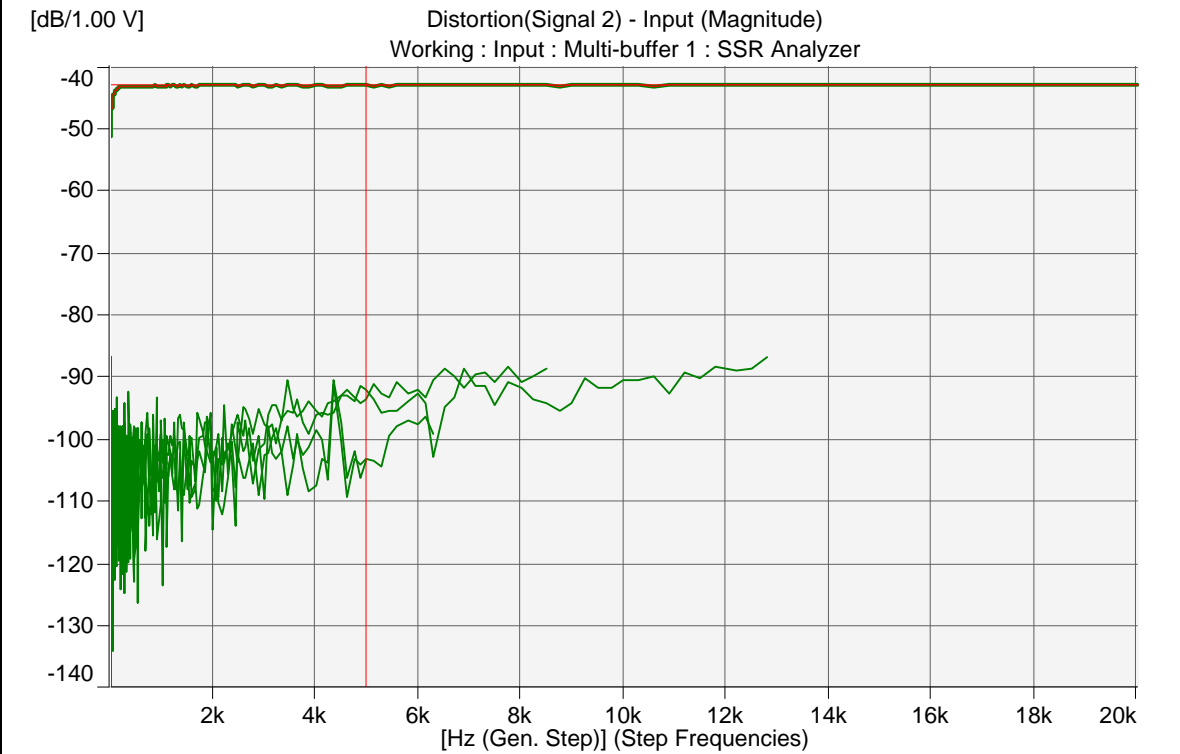
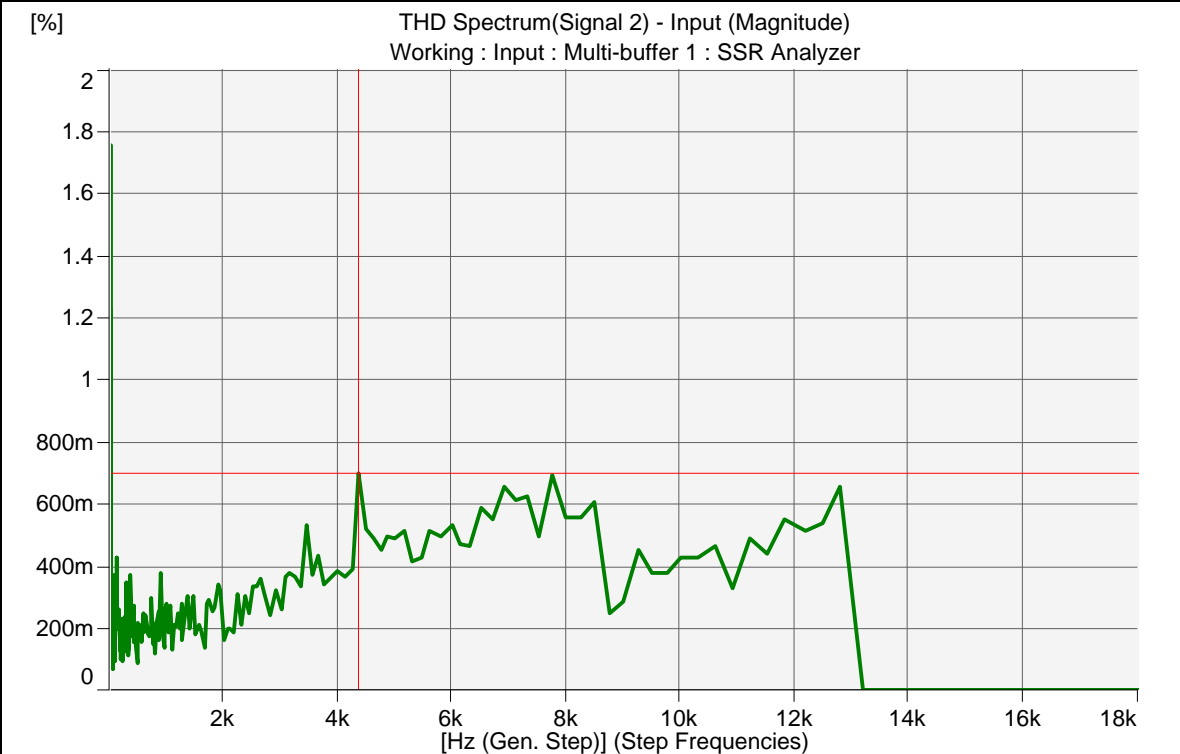


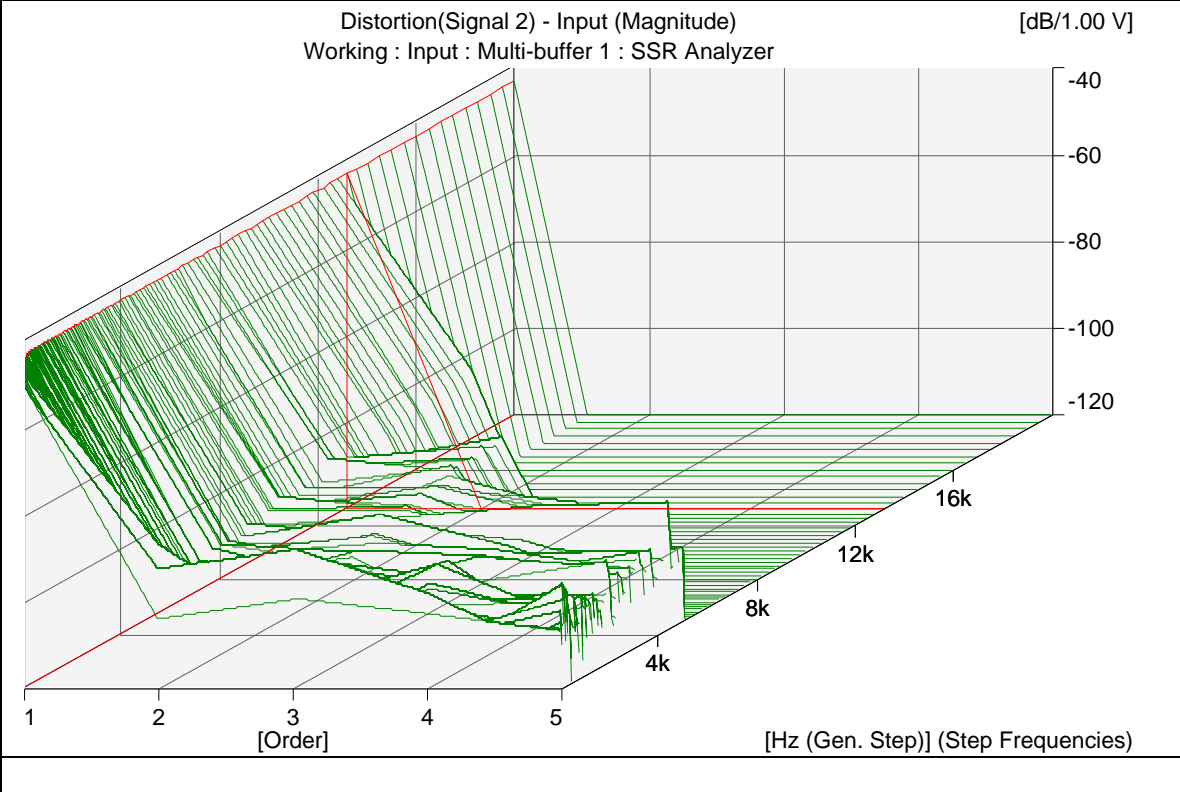
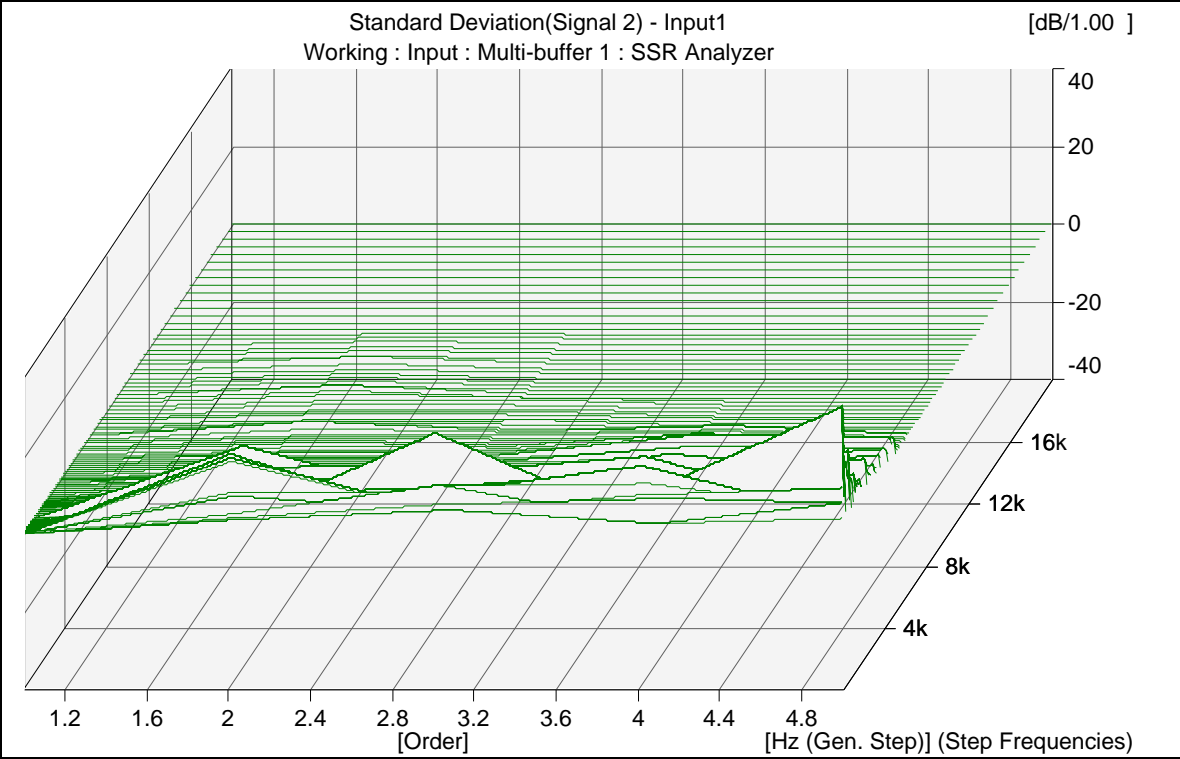
Media Potencia





Minima Potencia





Header Siz 74
Pulse Vers 42
Decimal Sy.
Date Form: dd/MM/yyy
Time Form HH:mm:ss:
Data Type: Real
Slice: FALSO
Z-Axis type Table
Z-Axis size 241
Z-Axis unit: Hz (Gen. S
X-Axis type Table
X-Axis size 5
X-Axis unit Order
AcousticW: None
AmplitudeL dB/1.00 V
Analyzer: SSR_Spec
AnalyzerN: SSR Analy

Coordinate Magnitude
dBReferen: 1.00E+00

Domain: 1
Function: Harm Distc

InputRang: 7.07E+00

jwWeightin None
MultiBuffer Multi-buffer

Power: FALSO

SamplingR 2.56E+00
Signal: Signal 2

SignalUnit: V
SpectralUn RMS

Title: Distortion(%)
Title1: Working : I

Measurement: FALSE

Z-index:	1	2	3	4	5	6	7
Date:	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
Time:	18:05:44:0	18:05:45:5	18:05:47:0	18:05:48:5	18:05:49:9	18:05:51:4	18:05:52:8
Relative tin	0.00E+00	1.50E+00	3.00E+00	4.49E+00	5.92E+00	7.37E+00	8.86E+00
Z-axis:	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
1	1.00E+00	-5.09E+01	-5.06E+01	-5.04E+01	-5.02E+01	-5.00E+01	-4.98E+01
2	2.00E+00	-9.72E+01	-1.00E+02	-9.48E+01	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.04E+02
3	3.00E+00	-8.56E+01	-1.00E+02	-9.65E+01	-9.71E+01	-1.11E+02	-1.03E+02
4	4.00E+00	-1.06E+02	-1.02E+02	-1.01E+02	-1.08E+02	-1.03E+02	-1.13E+02
5	5.00E+00	-9.35E+01	-9.96E+01	-1.08E+02	-9.77E+01	-9.89E+01	-9.51E+01
TagsBegin							
OverLoad:	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
OverLoadF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Step Freq	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
TagsEnd:							
TagScalesI							
TagScalesI							

*** Cursor Reading: Cursor Values
Y = -37.5 dB/1.00 V

X = 1.000 Order
Z = 20.00k Hz (Gen. Step)

*** Cursor Reading: Status
07:29.1

Overload: 0.00 %

*** Tag Reading: Step Frequencies
Z = 20.00k Hz (1.200M RPM)

8	9	10	11	12	13	14	15	16
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:05:54:3	18:05:55:7	18:05:57:2	18:05:58:6	18:06:00:0	18:06:01:5	18:06:02:9	18:06:04:3	18:06:05:8
1.03E+01	1.17E+01	1.32E+01	1.46E+01	1.60E+01	1.75E+01	1.89E+01	2.04E+01	2.18E+01
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01
-4.93E+01	-4.90E+01	-4.88E+01	-4.86E+01	-4.84E+01	-4.82E+01	-4.79E+01	-4.76E+01	-4.74E+01
-1.17E+02	-1.04E+02	-1.01E+02	-9.49E+01	-1.01E+02	-1.09E+02	-1.00E+02	-8.71E+01	-9.88E+01
-9.66E+01	-9.89E+01	-1.03E+02	-1.00E+02	-1.21E+02	-1.06E+02	-1.06E+02	-1.19E+02	-1.14E+02
-1.03E+02	-9.46E+01	-9.61E+01	-9.74E+01	-9.93E+01	-1.14E+02	-1.12E+02	-1.27E+02	-1.14E+02
-9.58E+01	-1.15E+02	-1.03E+02	-1.01E+02	-1.22E+02	-1.10E+02	-1.08E+02	-1.03E+02	-1.01E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01

17	18	19	20	21	22	23	24	25
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:07:21	18:06:08:61	18:06:10:11	18:06:11:51	18:06:13:01	18:06:14:41	18:06:15:21	18:06:16:01	18:06:16:91
2.32E+01	2.47E+01	2.61E+01	2.75E+01	2.90E+01	3.04E+01	3.12E+01	3.21E+01	3.29E+01
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01
-4.72E+01	-4.70E+01	-4.68E+01	-4.65E+01	-4.63E+01	-4.61E+01	-4.59E+01	-4.57E+01	-4.54E+01
-9.92E+01	-9.72E+01	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.02E+02	-9.74E+01	-1.01E+02	-1.03E+02
-1.15E+02	-1.02E+02	-1.01E+02	-9.76E+01	-9.74E+01	-9.68E+01	-9.56E+01	-9.87E+01	-1.11E+02
-1.17E+02	-1.00E+02	-9.91E+01	-9.89E+01	-1.15E+02	-1.16E+02	-1.01E+02	-9.78E+01	-1.04E+02
-1.00E+02	-1.09E+02	-9.75E+01	-1.01E+02	-1.00E+02	-9.89E+01	-9.70E+01	-1.01E+02	-1.11E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01

26	27	28	29	30	31	32	33	34
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:17:6i	18:06:18:5	18:06:19:2i	18:06:20:0i	18:06:20:8	18:06:21:6	18:06:22:4i	18:06:23:2	18:06:23:9i
3.37E+01	3.45E+01	3.53E+01	3.60E+01	3.68E+01	3.76E+01	3.84E+01	3.92E+01	4.00E+01
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01
-4.52E+01	-4.50E+01	-4.48E+01	-4.46E+01	-4.44E+01	-4.42E+01	-4.41E+01	-4.39E+01	-4.37E+01
-1.04E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.04E+02	-1.14E+02	-1.04E+02	-1.09E+02	-9.90E+01	-1.11E+02
-1.05E+02	-1.13E+02	-9.86E+01	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.03E+02	-1.13E+02	-1.09E+02	-9.94E+01
-1.03E+02	-9.56E+01	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.09E+02	-9.78E+01	-1.05E+02	-1.05E+02	-1.07E+02
-9.93E+01	-1.11E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.12E+02	-9.83E+01	-1.01E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01

35	36	37	38	39	40	41	42	43
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:24:8	18:06:25:5	18:06:26:3	18:06:27:1	18:06:27:9	18:06:28:6	18:06:29:4	18:06:30:2	18:06:31:0
4.08E+01	4.16E+01	4.23E+01	4.31E+01	4.39E+01	4.47E+01	4.54E+01	4.62E+01	4.70E+01
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01
-4.35E+01	-4.33E+01	-4.31E+01	-4.29E+01	-4.27E+01	-4.26E+01	-4.25E+01	-4.22E+01	-4.21E+01
-1.19E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.12E+02	-1.00E+02	-9.72E+01	-9.87E+01
-9.84E+01	-1.03E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.11E+02	-1.00E+02
-1.00E+02	-9.75E+01	-1.01E+02	-1.15E+02	-1.08E+02	-1.19E+02	-9.95E+01	-1.07E+02	-1.02E+02
-9.83E+01	-1.01E+02	-1.16E+02	-1.14E+02	-1.08E+02	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.04E+02	-1.04E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01

44	45	46	47	48	49	50	51	52
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:31:7!	18:06:32:5!	18:06:33:3!	18:06:33:7!	18:06:34:2!	18:06:34:6!	18:06:35:1!	18:06:35:6!	18:06:36:1!
4.78E+01	4.85E+01	4.93E+01	4.98E+01	5.02E+01	5.07E+01	5.12E+01	5.17E+01	5.21E+01
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01
-4.19E+01	-4.18E+01	-4.16E+01	-4.15E+01	-4.13E+01	-4.11E+01	-4.10E+01	-4.09E+01	-4.07E+01
-1.00E+02	-1.02E+02	-1.10E+02	-1.15E+02	-1.02E+02	-9.64E+01	-1.04E+02	-1.02E+02	-9.92E+01
-1.02E+02	-1.00E+02	-1.01E+02	-1.08E+02	-1.08E+02	-9.85E+01	-1.01E+02	-1.04E+02	-1.04E+02
-1.05E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.12E+02	-1.18E+02	-1.09E+02	-1.10E+02	-1.02E+02	-1.07E+02
-1.08E+02	-1.05E+02	-1.19E+02	-1.15E+02	-1.15E+02	-1.17E+02	-1.09E+02	-1.19E+02	-1.07E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01

53	54	55	56	57	58	59	60	61
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:36:6	18:06:37:1	18:06:37:5	18:06:38:0	18:06:38:5	18:06:39:0	18:06:39:4	18:06:39:8	18:06:40:3
5.26E+01	5.31E+01	5.35E+01	5.40E+01	5.45E+01	5.50E+01	5.54E+01	5.58E+01	5.63E+01
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02
-4.06E+01	-4.05E+01	-4.04E+01	-4.03E+01	-4.02E+01	-4.00E+01	-3.99E+01	-3.98E+01	-3.97E+01
-1.09E+02	-1.06E+02	-1.05E+02	-1.17E+02	-9.84E+01	-1.03E+02	-9.83E+01	-9.58E+01	-1.06E+02
-1.13E+02	-1.01E+02	-1.32E+02	-1.09E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.03E+02
-1.08E+02	-9.82E+01	-1.11E+02	-1.04E+02	-1.11E+02	-1.09E+02	-1.09E+02	-1.02E+02	-9.69E+01
-1.03E+02	-9.59E+01	-9.66E+01	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.08E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02

62	63	64	65	66	67	68	69	70
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:40:7	18:06:41:2	18:06:41:6	18:06:42:1	18:06:42:6	18:06:43:0	18:06:43:5	18:06:43:9	18:06:44:4
5.67E+01	5.72E+01	5.76E+01	5.81E+01	5.86E+01	5.90E+01	5.95E+01	5.99E+01	6.04E+01
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02
-3.97E+01	-3.96E+01	-3.95E+01	-3.94E+01	-3.93E+01	-3.92E+01	-3.92E+01	-3.91E+01	-3.90E+01
-9.90E+01	-9.99E+01	-1.06E+02	-1.05E+02	-1.03E+02	-9.47E+01	-1.05E+02	-1.05E+02	-1.03E+02
-1.09E+02	-1.03E+02	-1.00E+02	-1.01E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-1.08E+02	-1.16E+02	-1.16E+02
-1.03E+02	-1.05E+02	-1.12E+02	-1.00E+02	-1.20E+02	-1.05E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.10E+02
-1.01E+02	-1.05E+02	-9.97E+01	-1.03E+02	-9.93E+01	-1.12E+02	-1.11E+02	-1.03E+02	-1.06E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02

71	72	73	74	75	76	77	78	79
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:44:7	18:06:45:0	18:06:45:4	18:06:45:8	18:06:46:2	18:06:46:5	18:06:46:9	18:06:47:2	18:06:47:6
6.07E+01	6.11E+01	6.15E+01	6.18E+01	6.22E+01	6.25E+01	6.29E+01	6.32E+01	6.36E+01
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02
-3.89E+01	-3.88E+01	-3.88E+01	-3.87E+01	-3.87E+01	-3.86E+01	-3.85E+01	-3.85E+01	-3.84E+01
-1.13E+02	-1.09E+02	-1.21E+02	-1.14E+02	-1.07E+02	-1.03E+02	-9.64E+01	-9.60E+01	-9.48E+01
-1.05E+02	-1.29E+02	-1.02E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.13E+02	-1.06E+02	-1.03E+02
-1.29E+02	-1.08E+02	-1.23E+02	-1.01E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-9.67E+01	-1.01E+02	-9.95E+01
-1.12E+02	-1.05E+02	-1.04E+02	-1.09E+02	-1.01E+02	-1.14E+02	-1.27E+02	-1.05E+02	-1.09E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02

80	81	82	83	84	85	86	87	88
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:47:9	18:06:48:3	18:06:48:6	18:06:49:0	18:06:49:4	18:06:49:7	18:06:50:0	18:06:50:4	18:06:50:8
6.39E+01	6.43E+01	6.47E+01	6.50E+01	6.54E+01	6.58E+01	6.61E+01	6.64E+01	6.68E+01
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02
-3.84E+01	-3.84E+01	-3.83E+01	-3.83E+01	-3.82E+01	-3.82E+01	-3.82E+01	-3.82E+01	-3.81E+01
-9.49E+01	-9.78E+01	-9.65E+01	-9.37E+01	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.01E+02
-1.11E+02	-1.09E+02	-1.14E+02	-1.01E+02	-1.12E+02	-1.14E+02	-1.12E+02	-1.13E+02	-1.06E+02
-9.85E+01	-9.70E+01	-1.03E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.14E+02	-1.04E+02	-1.11E+02	-1.27E+02
-1.03E+02	-1.06E+02	-1.01E+02	-1.07E+02	-1.12E+02	-1.13E+02	-1.16E+02	-1.15E+02	-1.11E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02

89	90	91	92	93	94	95	96	97
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:51:1	18:06:51:5	18:06:51:8	18:06:52:2	18:06:52:5	18:06:52:9	18:06:53:2	18:06:53:4	18:06:53:7
6.72E+01	6.75E+01	6.79E+01	6.82E+01	6.85E+01	6.89E+01	6.92E+01	6.95E+01	6.97E+01
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02
-3.81E+01	-3.81E+01	-3.80E+01	-3.80E+01	-3.80E+01	-3.80E+01	-3.79E+01	-3.79E+01	-3.79E+01
-1.03E+02	-1.09E+02	-1.01E+02	-9.97E+01	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.07E+02	-1.01E+02
-1.08E+02	-9.62E+01	-1.12E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-9.95E+01	-9.97E+01	-9.94E+01	-1.00E+02
-1.04E+02	-1.04E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.18E+02	-1.11E+02	-1.09E+02	-1.06E+02
-1.29E+02	-1.07E+02	-1.10E+02	-1.07E+02	-1.07E+02	-1.16E+02	-1.14E+02	-1.04E+02	-1.14E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02

98	99	100	101	102	103	104	105	106
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:54:0	18:06:54:3	18:06:54:6	18:06:54:8	18:06:55:1	18:06:55:4	18:06:55:7	18:06:56:0	18:06:56:3
7.00E+01	7.03E+01	7.06E+01	7.08E+01	7.11E+01	7.14E+01	7.17E+01	7.20E+01	7.23E+01
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02
-3.79E+01	-3.79E+01	-3.79E+01	-3.78E+01	-3.78E+01	-3.78E+01	-3.78E+01	-3.78E+01	-3.78E+01
-1.01E+02	-1.00E+02	-1.02E+02	-9.67E+01	-1.03E+02	-1.01E+02	-1.17E+02	-1.04E+02	-1.13E+02
-1.01E+02	-1.05E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.06E+02	-9.99E+01	-9.88E+01	-9.96E+01
-1.07E+02	-1.11E+02	-1.06E+02	-1.03E+02	-1.11E+02	-1.14E+02	-1.16E+02	-1.07E+02	-1.10E+02
-9.62E+01	-1.09E+02	-1.12E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.30E+02	-1.05E+02	-1.08E+02	-1.11E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02

107	108	109	110	111	112	113	114	115
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:56:5!	18:06:56:8	18:06:57:1!	18:06:57:4!	18:06:57:7!	18:06:58:0	18:06:58:3	18:06:58:5!	18:06:58:8!
7.26E+01	7.28E+01	7.31E+01	7.35E+01	7.37E+01	7.40E+01	7.43E+01	7.46E+01	7.48E+01
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02
-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01
-1.06E+02	-9.90E+01	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.00E+02	-1.00E+02	-8.80E+01	-1.04E+02
-1.02E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-1.09E+02	-1.01E+02	-1.13E+02	-9.84E+01	-9.81E+01	-1.00E+02
-1.06E+02	-1.07E+02	-1.13E+02	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.13E+02	-1.15E+02	-1.07E+02	-1.04E+02
-1.10E+02	-1.09E+02	-1.10E+02	-1.11E+02	-1.08E+02	-1.18E+02	-1.17E+02	-1.08E+02	-1.01E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02

116	117	118	119	120	121	122	123	124
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:06:59:1	18:06:59:4	18:06:59:6	18:06:59:9	18:07:00:2	18:07:00:5	18:07:00:7	18:07:01:0	18:07:01:3
7.51E+01	7.54E+01	7.57E+01	7.59E+01	7.62E+01	7.65E+01	7.68E+01	7.70E+01	7.73E+01
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02
-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.77E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01
-1.03E+02	-1.05E+02	-1.02E+02	-9.68E+01	-1.01E+02	-1.04E+02	-9.85E+01	-1.10E+02	-1.04E+02
-1.02E+02	-9.68E+01	-9.82E+01	-9.53E+01	-9.99E+01	-9.63E+01	-9.98E+01	-9.78E+01	-9.77E+01
-1.13E+02	-1.24E+02	-1.06E+02	-1.20E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.08E+02	-1.10E+02	-1.08E+02
-1.02E+02	-1.02E+02	-9.86E+01	-1.09E+02	-1.08E+02	-9.64E+01	-1.01E+02	-9.22E+01	-9.97E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02

125	126	127	128	129	130	131	132	133
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:01:6	18:07:01:8	18:07:02:1	18:07:02:4	18:07:02:7	18:07:02:9	18:07:03:2	18:07:03:5	18:07:03:8
7.76E+01	7.79E+01	7.81E+01	7.84E+01	7.87E+01	7.90E+01	7.92E+01	7.95E+01	7.98E+01
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02
-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01
-1.01E+02	-1.00E+02	-1.23E+02	-1.03E+02	-1.08E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-9.71E+01	-9.99E+01
-1.04E+02	-9.32E+01	-9.91E+01	-9.98E+01	-9.73E+01	-9.58E+01	-9.55E+01	-9.66E+01	-9.53E+01
-1.06E+02	-1.03E+02	-1.14E+02	-1.03E+02	-9.96E+01	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.18E+02	-1.11E+02
-1.01E+02	-9.56E+01	-1.00E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.04E+02	-1.04E+02	-1.02E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02

134	135	136	137	138	139	140	141	142
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:04:1	18:07:04:3	18:07:04:6	18:07:04:9	18:07:05:2	18:07:05:4	18:07:05:7	18:07:06:0	18:07:06:3
8.01E+01	8.04E+01	8.06E+01	8.09E+01	8.12E+01	8.15E+01	8.17E+01	8.20E+01	8.23E+01
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03
-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01
-1.02E+02	-9.82E+01	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.05E+02	-1.04E+02	-9.82E+01	-9.95E+01
-9.56E+01	-9.60E+01	-9.56E+01	-9.74E+01	-9.35E+01	-9.72E+01	-9.74E+01	-9.54E+01	-9.31E+01
-1.07E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.06E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-9.88E+01	-1.04E+02
-1.12E+02	-1.01E+02	-1.09E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-9.88E+01	-9.74E+01	-9.81E+01	-9.98E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03

143	144	145	146	147	148	149	150	151
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:06:5	18:07:06:8	18:07:07:0	18:07:07:2	18:07:07:5	18:07:07:7	18:07:08:0	18:07:08:2	18:07:08:4
8.26E+01	8.28E+01	8.30E+01	8.33E+01	8.35E+01	8.37E+01	8.40E+01	8.42E+01	8.44E+01
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03
-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.75E+01	-3.76E+01	-3.76E+01	-3.75E+01	-3.76E+01
-1.01E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-9.93E+01	-9.81E+01	-9.94E+01	-9.87E+01	-9.76E+01	-9.75E+01
-9.43E+01	-9.31E+01	-9.38E+01	-9.21E+01	-9.20E+01	-9.02E+01	-9.36E+01	-9.30E+01	-9.25E+01
-1.00E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-9.97E+01	-1.01E+02	-1.08E+02	-9.95E+01	-9.85E+01	-1.01E+02
-9.93E+01	-9.99E+01	-9.63E+01	-9.63E+01	-9.84E+01	-9.95E+01	-9.81E+01	-9.49E+01	-9.96E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03

152	153	154	155	156	157	158	159	160
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:08:6	18:07:08:9	18:07:09:1	18:07:09:4	18:07:09:6	18:07:09:9	18:07:10:1	18:07:10:4	18:07:10:6
8.47E+01	8.49E+01	8.51E+01	8.54E+01	8.57E+01	8.59E+01	8.61E+01	8.64E+01	8.66E+01
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-1.00E+02	-9.68E+01	-9.60E+01	-9.56E+01	-9.59E+01	-9.90E+01	-9.67E+01	-9.53E+01	-9.55E+01
-9.47E+01	-9.43E+01	-9.17E+01	-9.13E+01	-9.21E+01	-9.12E+01	-9.25E+01	-9.23E+01	-9.08E+01
-1.14E+02	-1.01E+02	-9.91E+01	-9.75E+01	-9.99E+01	-9.70E+01	-9.90E+01	-9.96E+01	-9.94E+01
-9.76E+01	-9.87E+01	-9.95E+01	-9.70E+01	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.03E+02	-9.60E+01	-9.56E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03

161	162	163	164	165	166	167	168	169
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:10:9	18:07:11:1	18:07:11:4	18:07:11:6	18:07:11:8	18:07:12:1	18:07:12:3	18:07:12:6	18:07:12:8
8.69E+01	8.71E+01	8.74E+01	8.76E+01	8.78E+01	8.81E+01	8.83E+01	8.86E+01	8.88E+01
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-9.47E+01	-9.39E+01	-9.70E+01	-9.09E+01	-9.63E+01	-9.42E+01	-9.52E+01	-9.48E+01	-9.40E+01
-8.87E+01	-8.91E+01	-8.94E+01	-9.11E+01	-8.90E+01	-8.99E+01	-8.94E+01	-8.76E+01	-8.93E+01
-1.01E+02	-9.91E+01	-9.70E+01	-1.01E+02	-9.28E+01	-9.41E+01	-9.86E+01	-1.01E+02	-9.71E+01
-9.81E+01	-9.92E+01	-9.96E+01	-9.95E+01	-9.78E+01	-9.24E+01	-9.55E+01	-9.83E+01	-9.86E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03

170	171	172	173	174	175	176	177	178
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:13:1	18:07:13:3	18:07:13:5	18:07:13:8	18:07:14:0	18:07:14:2	18:07:14:5	18:07:14:7	18:07:15:0
8.91E+01	8.93E+01	8.95E+01	8.98E+01	9.00E+01	9.02E+01	9.05E+01	9.08E+01	9.10E+01
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.76E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.76E+01
-9.53E+01	-9.34E+01	-9.32E+01	-9.26E+01	-9.36E+01	-9.29E+01	-9.52E+01	-9.26E+01	-9.43E+01
-8.72E+01	-8.81E+01	-8.72E+01	-8.81E+01	-8.77E+01	-8.69E+01	-8.60E+01	-8.65E+01	-8.57E+01
-9.79E+01	-9.69E+01	-9.46E+01	-9.67E+01	-9.67E+01	-9.65E+01	-9.42E+01	-9.47E+01	-9.92E+01
-9.89E+01	-9.45E+01	-9.52E+01	-9.58E+01	-9.55E+01	-9.46E+01	-9.53E+01	-9.31E+01	-9.25E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03

179	180	181	182	183	184	185	186	187
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:15:2	18:07:15:4	18:07:15:7	18:07:15:9	18:07:16:2	18:07:16:4	18:07:16:7	18:07:16:9	18:07:17:2
9.12E+01	9.15E+01	9.17E+01	9.20E+01	9.22E+01	9.25E+01	9.27E+01	9.29E+01	9.32E+01
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.76E+01	-3.75E+01	-3.76E+01	-3.75E+01
-9.30E+01	-8.98E+01	-8.92E+01	-9.10E+01	-8.98E+01	-9.05E+01	-9.06E+01	-8.95E+01	-8.99E+01
-8.53E+01	-8.45E+01	-8.70E+01	-8.56E+01	-8.48E+01	-8.43E+01	-8.45E+01	-8.44E+01	-8.31E+01
-9.46E+01	-9.10E+01	-9.53E+01	-9.33E+01	-9.61E+01	-9.78E+01	-9.65E+01	-9.63E+01	-9.70E+01
-9.45E+01	-9.51E+01	-9.22E+01	-9.25E+01	-9.48E+01	-9.17E+01	-9.18E+01	-9.09E+01	-9.17E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03

188	189	190	191	192	193	194	195	196
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:17:4:	18:07:17:7:	18:07:17:9:	18:07:18:1:	18:07:18:4:	18:07:18:6:	18:07:18:9:	18:07:19:1:	18:07:19:3:
9.34E+01	9.37E+01	9.39E+01	9.41E+01	9.44E+01	9.46E+01	9.49E+01	9.51E+01	9.53E+01
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-8.89E+01	-8.83E+01	-8.93E+01	-8.94E+01	-8.81E+01	-8.83E+01	-8.84E+01	-8.87E+01	-8.73E+01
-8.33E+01	-8.32E+01	-8.30E+01	-8.21E+01	-8.27E+01	-8.19E+01	-8.21E+01	-8.13E+01	-8.21E+01
-9.39E+01	-9.59E+01	-9.33E+01	-9.61E+01	-9.66E+01	-9.55E+01	-9.50E+01	-9.95E+01	-9.22E+01
-9.36E+01	-8.97E+01	-9.10E+01	-9.05E+01	-9.01E+01	-9.13E+01	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03

197	198	199	200	201	202	203	204	205
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:19:5	18:07:19:8	18:07:20:1	18:07:20:3	18:07:20:5	18:07:20:7	18:07:21:0	18:07:21:3	18:07:21:5
9.56E+01	9.58E+01	9.61E+01	9.63E+01	9.65E+01	9.68E+01	9.70E+01	9.73E+01	9.75E+01
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-8.80E+01	-8.82E+01	-8.77E+01	-8.72E+01	-8.87E+01	-8.70E+01	-8.76E+01	-8.79E+01	-8.72E+01
-8.08E+01	-8.06E+01	-8.06E+01	-8.02E+01	-8.07E+01	-8.00E+01	-8.06E+01	-7.92E+01	-7.94E+01
-9.60E+01	-9.68E+01	-9.24E+01	-9.26E+01	-9.25E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03

206	207	208	209	210	211	212	213	214
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:21:8	18:07:22:0	18:07:22:2	18:07:22:5	18:07:22:7	18:07:23:0	18:07:23:2	18:07:23:4	18:07:23:6
9.78E+01	9.80E+01	9.83E+01	9.85E+01	9.88E+01	9.90E+01	9.92E+01	9.94E+01	9.97E+01
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-8.82E+01	-8.75E+01	-8.69E+01	-8.75E+01	-8.82E+01	-8.90E+01	-8.73E+01	-8.75E+01	-8.94E+01
-7.89E+01	-7.89E+01	-7.85E+01	-7.80E+01	-7.84E+01	-7.79E+01	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03

215	216	217	218	219	220	221	222	223
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:23:9	18:07:24:2	18:07:24:4	18:07:24:7	18:07:24:9	18:07:25:1	18:07:25:4	18:07:25:6	18:07:25:9
9.99E+01	1.00E+02	1.00E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.02E+02	1.02E+02
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.74E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-8.90E+01	-8.86E+01	-8.81E+01	-8.87E+01	-9.01E+01	-8.93E+01	-8.85E+01	-8.88E+01	-8.89E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04

224	225	226	227	228	229	230	231	232
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:26:1	18:07:26:4	18:07:26:6	18:07:26:8	18:07:26:9	18:07:27:1	18:07:27:3	18:07:27:4	18:07:27:6
1.02E+02	1.02E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.04E+02
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
-9.13E+01	-8.93E+01	-8.96E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04

233	234	235	236	237	238	239	240	241
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
18:07:27:8	18:07:27:9	18:07:28:1	18:07:28:3	18:07:28:4	18:07:28:6	18:07:28:8	18:07:28:9	18:07:29:1
1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.05E+02	1.05E+02	1.05E+02	1.05E+02
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04
-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01	-3.75E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04

Header Siz 74
Pulse Vers 42
Decimal Sy.
Date Form: dd/MM/yyy
Time Form HH:mm:ss:
Data Type: Real
Slice: FALSO
Z-Axis type Table
Z-Axis size 241
Z-Axis unit: Hz (Gen. S
X-Axis type Table
X-Axis size 5
X-Axis unit Order
AcousticW: None
AmplitudeL dB/1.00 V
Analyzer: SSR_Spec
AnalyzerN: SSR Analy

Coordinate Magnitude
dBReferen: 1.00E+00

Domain: 1
Function: Harm Distc

InputRang: 7.07E+00

jwWeightin None
MultiBuffer Multi-buffer

Power: FALSO

SamplingR 2.56E+00
Signal: Signal 2

SignalUnit: V
SpectralUn RMS

Title: Distortion(ξ
Title1: Working : I

Measurement: FALSE

Z-index:	1	2	3	4	5	6	7
Date:	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
Time:	17:56:52:5	17:56:54:0	17:56:55:5	17:56:56:9	17:56:58:4	17:56:59:8	17:57:01:2
Relative tin	0.00E+00	1.47E+00	2.95E+00	4.39E+00	5.83E+00	7.26E+00	8.70E+00
Z-axis:	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
1	1.00E+00	-5.15E+01	-5.12E+01	-5.09E+01	-5.08E+01	-5.06E+01	-5.04E+01
2	2.00E+00	-9.27E+01	-1.04E+02	-1.08E+02	-9.87E+01	-1.06E+02	-1.05E+02
3	3.00E+00	-8.82E+01	-9.93E+01	-1.02E+02	-9.95E+01	-1.09E+02	-1.10E+02
4	4.00E+00	-9.82E+01	-1.03E+02	-1.16E+02	-1.04E+02	-1.02E+02	-1.23E+02
5	5.00E+00	-1.13E+02	-1.07E+02	-1.16E+02	-1.06E+02	-1.08E+02	-1.10E+02
TagsBegin							
OverLoad:	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
OverLoadF	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Step Freq	2.00E+01	2.00E+01	2.10E+01	2.10E+01	2.20E+01	2.30E+01	2.30E+01
TagsEnd:							
TagScalesI							
TagScalesI							

*** Cursor Reading: Cursor Values
Y = -43.2 dB/1.00 V

X = 1.000 Order
Z = 20.00k Hz (Gen. Step)

*** Cursor Reading: Status
58:37.2

Overload: 0.00 %

*** Tag Reading: Step Frequencies
Z = 20.00k Hz (1.200M RPM)

8	9	10	11	12	13	14	15	16
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:02:7:	17:57:04:1:	17:57:05:6:	17:57:07:0:	17:57:08:4:	17:57:09:9:	17:57:11:3:	17:57:12:7:	17:57:14:2:
1.01E+01	1.16E+01	1.30E+01	1.45E+01	1.59E+01	1.73E+01	1.88E+01	2.02E+01	2.16E+01
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01
-5.00E+01	-4.99E+01	-4.96E+01	-4.94E+01	-4.93E+01	-4.91E+01	-4.89E+01	-4.87E+01	-4.85E+01
-1.11E+02	-1.19E+02	-1.16E+02	-1.04E+02	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.10E+02	-8.71E+01	-9.16E+01
-1.12E+02	-1.10E+02	-1.14E+02	-1.06E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.01E+02	-1.07E+02	-1.08E+02
-1.28E+02	-1.09E+02	-1.21E+02	-1.16E+02	-1.20E+02	-1.09E+02	-1.15E+02	-1.10E+02	-1.19E+02
-1.07E+02	-1.09E+02	-1.15E+02	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.13E+02	-1.09E+02	-1.11E+02	-1.13E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.40E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.60E+01	2.70E+01	2.80E+01	2.90E+01	3.00E+01	3.00E+01

17	18	19	20	21	22	23	24	25
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:15:6	17:57:17:10	17:57:18:5	17:57:19:9	17:57:21:4	17:57:22:8	17:57:23:6	17:57:24:4	17:57:25:2
2.31E+01	2.45E+01	2.60E+01	2.74E+01	2.88E+01	3.03E+01	3.11E+01	3.18E+01	3.27E+01
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01
-4.84E+01	-4.82E+01	-4.80E+01	-4.79E+01	-4.77E+01	-4.75E+01	-4.74E+01	-4.72E+01	-4.71E+01
-9.96E+01	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.13E+02	-1.18E+02	-1.09E+02	-1.05E+02
-1.09E+02	-1.02E+02	-1.10E+02	-1.04E+02	-9.75E+01	-1.06E+02	-1.03E+02	-1.12E+02	-9.96E+01
-1.14E+02	-1.19E+02	-1.11E+02	-1.08E+02	-1.11E+02	-1.08E+02	-1.10E+02	-1.08E+02	-1.11E+02
-1.14E+02	-1.43E+02	-1.14E+02	-1.09E+02	-1.07E+02	-1.15E+02	-1.13E+02	-1.08E+02	-1.13E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.10E+01	3.20E+01	3.30E+01	3.40E+01	3.50E+01	3.60E+01	3.70E+01	3.80E+01	4.00E+01

26	27	28	29	30	31	32	33	34
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:26:0	17:57:26:8	17:57:27:5	17:57:28:4	17:57:29:2	17:57:29:9	17:57:30:7	17:57:31:5	17:57:32:2
3.35E+01	3.42E+01	3.50E+01	3.58E+01	3.66E+01	3.74E+01	3.81E+01	3.89E+01	3.97E+01
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01
-4.69E+01	-4.68E+01	-4.67E+01	-4.65E+01	-4.64E+01	-4.63E+01	-4.62E+01	-4.61E+01	-4.60E+01
-1.10E+02	-1.09E+02	-1.18E+02	-1.07E+02	-1.06E+02	-1.17E+02	-1.08E+02	-1.08E+02	-1.13E+02
-1.17E+02	-1.06E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.10E+02	-9.56E+01	-1.05E+02	-1.00E+02	-1.06E+02
-1.23E+02	-1.04E+02	-1.13E+02	-1.09E+02	-1.05E+02	-1.13E+02	-1.11E+02	-1.09E+02	-1.11E+02
-1.13E+02	-1.07E+02	-1.28E+02	-1.02E+02	-1.17E+02	-1.27E+02	-1.12E+02	-1.06E+02	-1.11E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.10E+01	4.20E+01	4.30E+01	4.50E+01	4.60E+01	4.70E+01	4.80E+01	5.00E+01	5.10E+01

35	36	37	38	39	40	41	42	43
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:33:0	17:57:33:8	17:57:34:6	17:57:35:4	17:57:36:2	17:57:36:9	17:57:37:7	17:57:38:5	17:57:39:3
4.05E+01	4.13E+01	4.20E+01	4.28E+01	4.36E+01	4.44E+01	4.52E+01	4.59E+01	4.67E+01
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01
-4.58E+01	-4.57E+01	-4.56E+01	-4.56E+01	-4.54E+01	-4.53E+01	-4.52E+01	-4.51E+01	-4.51E+01
-9.86E+01	-1.05E+02	-1.20E+02	-1.20E+02	-1.18E+02	-1.08E+02	-1.18E+02	-1.08E+02	-1.11E+02
-1.34E+02	-1.01E+02	-1.14E+02	-1.06E+02	-1.11E+02	-9.90E+01	-1.20E+02	-1.06E+02	-1.19E+02
-1.00E+02	-1.04E+02	-1.12E+02	-1.08E+02	-1.11E+02	-1.17E+02	-1.17E+02	-1.17E+02	-1.08E+02
-1.13E+02	-1.10E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.10E+02	-1.12E+02	-9.98E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.30E+01	5.40E+01	5.60E+01	5.80E+01	6.00E+01	6.10E+01	6.30E+01	6.50E+01	6.70E+01

44	45	46	47	48	49	50	51	52
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:40:0	17:57:40:8	17:57:41:6	17:57:42:0	17:57:42:5	17:57:42:9	17:57:43:4	17:57:43:8	17:57:44:3
4.75E+01	4.83E+01	4.90E+01	4.95E+01	5.00E+01	5.04E+01	5.08E+01	5.13E+01	5.18E+01
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01
-4.50E+01	-4.49E+01	-4.48E+01	-4.48E+01	-4.47E+01	-4.46E+01	-4.46E+01	-4.45E+01	-4.45E+01
-1.14E+02	-1.07E+02	-1.17E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.07E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-1.03E+02
-9.96E+01	-1.10E+02	-1.10E+02	-1.09E+02	-1.05E+02	-1.14E+02	-1.08E+02	-1.20E+02	-1.06E+02
-1.07E+02	-1.10E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.14E+02	-1.05E+02	-1.10E+02	-1.23E+02
-1.25E+02	-1.27E+02	-1.15E+02	-1.06E+02	-1.07E+02	-9.62E+01	-1.09E+02	-1.08E+02	-1.01E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6.90E+01	7.10E+01	7.30E+01	7.50E+01	7.70E+01	8.00E+01	8.20E+01	8.50E+01	8.70E+01

53	54	55	56	57	58	59	60	61
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:44:8	17:57:45:3	17:57:45:7	17:57:46:2	17:57:46:7	17:57:47:2	17:57:47:6	17:57:48:1	17:57:48:6
5.22E+01	5.27E+01	5.32E+01	5.37E+01	5.42E+01	5.46E+01	5.51E+01	5.56E+01	5.60E+01
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02
-4.44E+01	-4.44E+01	-4.43E+01	-4.43E+01	-4.42E+01	-4.42E+01	-4.41E+01	-4.41E+01	-4.41E+01
-1.17E+02	-9.64E+01	-1.01E+02	-9.92E+01	-1.09E+02	-1.02E+02	-1.03E+02	-1.05E+02	-1.01E+02
-9.54E+01	-9.69E+01	-1.16E+02	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.07E+02	-1.06E+02	-1.14E+02	-1.20E+02
-1.09E+02	-1.16E+02	-1.02E+02	-1.05E+02	-1.01E+02	-9.74E+01	-9.96E+01	-9.62E+01	-1.03E+02
-1.03E+02	-1.02E+02	-1.10E+02	-1.13E+02	-1.00E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.06E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.00E+01	9.20E+01	9.50E+01	9.70E+01	1.00E+02	1.03E+02	1.06E+02	1.09E+02	1.12E+02

62	63	64	65	66	67	68	69	70
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:49:0	17:57:49:4	17:57:49:9	17:57:50:3	17:57:50:8	17:57:51:2	17:57:51:7	17:57:52:1	17:57:52:6
5.65E+01	5.69E+01	5.74E+01	5.78E+01	5.82E+01	5.87E+01	5.91E+01	5.96E+01	6.00E+01
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02
-4.41E+01	-4.40E+01	-4.40E+01	-4.39E+01	-4.39E+01	-4.39E+01	-4.39E+01	-4.38E+01	-4.38E+01
-9.84E+01	-1.00E+02	-9.56E+01	-1.01E+02	-9.34E+01	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.09E+02	-1.07E+02
-1.21E+02	-1.04E+02	-1.08E+02	-1.02E+02	-9.86E+01	-9.97E+01	-1.08E+02	-1.04E+02	-1.06E+02
-1.18E+02	-1.15E+02	-9.67E+01	-9.98E+01	-9.93E+01	-9.81E+01	-1.11E+02	-1.14E+02	-1.05E+02
-1.05E+02	-1.02E+02	-1.17E+02	-1.00E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.00E+02	-9.90E+01	-9.71E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.15E+02	1.18E+02	1.22E+02	1.25E+02	1.28E+02	1.32E+02	1.36E+02	1.40E+02	1.45E+02

71	72	73	74	75	76	77	78	79
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:52:9	17:57:53:2	17:57:53:6	17:57:54:0	17:57:54:3	17:57:54:7	17:57:55:1	17:57:55:4	17:57:55:8
6.04E+01	6.07E+01	6.11E+01	6.14E+01	6.18E+01	6.21E+01	6.25E+01	6.28E+01	6.32E+01
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02
-4.38E+01	-4.38E+01	-4.37E+01	-4.37E+01	-4.37E+01	-4.37E+01	-4.37E+01	-4.37E+01	-4.37E+01
-1.12E+02	-1.05E+02	-1.06E+02	-1.16E+02	-1.08E+02	-1.15E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.06E+02
-1.03E+02	-9.90E+01	-1.01E+02	-1.00E+02	-9.81E+01	-1.03E+02	-1.10E+02	-1.02E+02	-1.06E+02
-1.16E+02	-1.12E+02	-1.11E+02	-1.06E+02	-1.03E+02	-1.13E+02	-1.03E+02	-1.08E+02	-1.12E+02
-9.76E+01	-1.02E+02	-9.84E+01	-9.85E+01	-1.20E+02	-1.12E+02	-1.01E+02	-1.14E+02	-1.04E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.50E+02	1.55E+02	1.60E+02	1.65E+02	1.70E+02	1.75E+02	1.80E+02	1.85E+02	1.90E+02

80	81	82	83	84	85	86	87	88
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:56:1	17:57:56:5	17:57:56:8	17:57:57:2	17:57:57:5	17:57:57:9	17:57:58:3	17:57:58:6	17:57:59:0
6.36E+01	6.40E+01	6.43E+01	6.46E+01	6.50E+01	6.53E+01	6.57E+01	6.61E+01	6.64E+01
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02
-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.36E+01	-4.35E+01
-1.13E+02	-1.15E+02	-1.07E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-1.05E+02	-1.03E+02	-1.11E+02	-1.11E+02
-1.12E+02	-1.23E+02	-1.24E+02	-1.04E+02	-1.20E+02	-9.81E+01	-1.05E+02	-1.12E+02	-1.04E+02
-9.96E+01	-1.05E+02	-1.15E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.10E+02	-1.11E+02	-1.07E+02	-1.03E+02
-1.13E+02	-1.13E+02	-1.05E+02	-1.10E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-9.89E+01	-1.22E+02	-9.82E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.95E+02	2.00E+02	2.06E+02	2.12E+02	2.18E+02	2.24E+02	2.30E+02	2.36E+02	2.43E+02

89	90	91	92	93	94	95	96	97
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:57:59:3	17:57:59:7	17:58:00:0	17:58:00:4	17:58:00:7	17:58:01:0	17:58:01:3	17:58:01:6	17:58:01:9
6.68E+01	6.72E+01	6.75E+01	6.78E+01	6.82E+01	6.85E+01	6.88E+01	6.90E+01	6.93E+01
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02
-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01
-1.06E+02	-1.09E+02	-9.74E+01	-1.08E+02	-1.07E+02	-9.45E+01	-1.11E+02	-1.19E+02	-1.07E+02
-9.98E+01	-1.09E+02	-1.20E+02	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.25E+02	-1.06E+02	-1.09E+02	-1.05E+02
-1.01E+02	-1.01E+02	-1.19E+02	-1.10E+02	-1.16E+02	-9.83E+01	-9.75E+01	-1.02E+02	-1.09E+02
-1.08E+02	-1.16E+02	-1.06E+02	-1.04E+02	-1.04E+02	-1.08E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.12E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.50E+02	2.58E+02	2.65E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.15E+02

98	99	100	101	102	103	104	105	106
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:02:1	17:58:02:4	17:58:02:7	17:58:03:0	17:58:03:2	17:58:03:5	17:58:03:8	17:58:04:1	17:58:04:3
6.96E+01	6.99E+01	7.01E+01	7.04E+01	7.07E+01	7.10E+01	7.12E+01	7.15E+01	7.18E+01
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02
-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01	-4.35E+01
-1.03E+02	-1.12E+02	-1.00E+02	-1.00E+02	-1.20E+02	-1.06E+02	-9.82E+01	-9.93E+01	-9.92E+01
-1.07E+02	-1.09E+02	-1.02E+02	-1.04E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.19E+02	-1.09E+02	-1.15E+02
-9.97E+01	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-9.25E+01	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.05E+02	-9.79E+01
-1.02E+02	-1.22E+02	-1.06E+02	-1.05E+02	-1.05E+02	-1.04E+02	-1.14E+02	-1.07E+02	-1.05E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.25E+02	3.35E+02	3.45E+02	3.55E+02	3.65E+02	3.75E+02	3.87E+02	4.00E+02	4.12E+02

107	108	109	110	111	112	113	114	115
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:04:6	17:58:04:9	17:58:05:2	17:58:05:4	17:58:05:7	17:58:06:0	17:58:06:3	17:58:06:6	17:58:06:9
7.21E+01	7.24E+01	7.26E+01	7.29E+01	7.32E+01	7.35E+01	7.37E+01	7.41E+01	7.43E+01
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02
-4.35E+01	-4.35E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-1.07E+02	-1.00E+02	-1.15E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.14E+02	-9.93E+01	-9.86E+01	-1.07E+02
-1.03E+02	-1.10E+02	-1.23E+02	-1.07E+02	-1.17E+02	-1.12E+02	-1.10E+02	-1.14E+02	-1.01E+02
-1.07E+02	-1.02E+02	-9.83E+01	-1.06E+02	-1.14E+02	-1.05E+02	-1.02E+02	-1.06E+02	-1.09E+02
-1.07E+02	-1.06E+02	-1.23E+02	-1.15E+02	-1.20E+02	-1.17E+02	-1.07E+02	-1.15E+02	-1.08E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.25E+02	4.37E+02	4.50E+02	4.62E+02	4.75E+02	4.87E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.30E+02

116	117	118	119	120	121	122	123	124
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:07:2	17:58:07:4	17:58:07:7	17:58:08:0	17:58:08:3	17:58:08:5	17:58:08:8	17:58:09:1	17:58:09:4
7.46E+01	7.49E+01	7.52E+01	7.54E+01	7.57E+01	7.60E+01	7.63E+01	7.65E+01	7.68E+01
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.85E+01	-1.02E+02	-1.01E+02	-1.02E+02	-9.75E+01	-1.00E+02	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.13E+02
-1.16E+02	-1.16E+02	-1.07E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.02E+02	-1.06E+02	-1.00E+02
-1.04E+02	-1.08E+02	-1.00E+02	-1.06E+02	-1.09E+02	-1.00E+02	-1.06E+02	-1.05E+02	-1.07E+02
-1.27E+02	-1.06E+02	-1.01E+02	-1.09E+02	-1.13E+02	-1.08E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.08E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.45E+02	5.60E+02	5.80E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.50E+02	6.70E+02	6.90E+02

125	126	127	128	129	130	131	132	133
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:09:6	17:58:09:9	17:58:10:2	17:58:10:5	17:58:10:7	17:58:11:0	17:58:11:3	17:58:11:6	17:58:11:9
7.71E+01	7.74E+01	7.77E+01	7.79E+01	7.82E+01	7.85E+01	7.88E+01	7.90E+01	7.93E+01
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.93E+01	-9.59E+01	-1.03E+02	-1.06E+02	-1.12E+02	-9.83E+01	-9.65E+01	-1.10E+02	-9.92E+01
-1.06E+02	-1.11E+02	-1.05E+02	-1.05E+02	-1.11E+02	-1.03E+02	-1.09E+02	-1.06E+02	-1.02E+02
-1.05E+02	-9.93E+01	-1.08E+02	-9.85E+01	-1.06E+02	-1.07E+02	-1.08E+02	-1.12E+02	-9.35E+01
-1.18E+02	-1.09E+02	-1.14E+02	-1.14E+02	-1.08E+02	-1.16E+02	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.15E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.10E+02	7.30E+02	7.50E+02	7.75E+02	8.00E+02	8.25E+02	8.50E+02	8.75E+02	9.00E+02

134	135	136	137	138	139	140	141	142
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:12:1	17:58:12:4	17:58:12:7	17:58:13:0	17:58:13:2	17:58:13:5	17:58:13:8	17:58:14:1	17:58:14:4
7.96E+01	7.99E+01	8.01E+01	8.04E+01	8.07E+01	8.10E+01	8.12E+01	8.15E+01	8.18E+01
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.35E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-1.02E+02	-1.04E+02	-9.93E+01	-1.03E+02	-1.24E+02	-9.71E+01	-1.08E+02	-9.98E+01	-1.01E+02
-1.07E+02	-1.07E+02	-9.97E+01	-9.73E+01	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.03E+02
-1.03E+02	-1.09E+02	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.00E+02	-1.11E+02	-1.08E+02	-1.06E+02	-1.06E+02
-1.16E+02	-1.14E+02	-1.11E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-1.12E+02	-1.18E+02	-1.05E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.25E+02	9.50E+02	9.75E+02	1.00E+03	1.03E+03	1.06E+03	1.09E+03	1.12E+03	1.15E+03

143	144	145	146	147	148	149	150	151
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:14:6	17:58:14:9	17:58:15:2	17:58:15:4	17:58:15:7	17:58:15:9	17:58:16:2	17:58:16:4	17:58:16:7
8.21E+01	8.23E+01	8.26E+01	8.29E+01	8.31E+01	8.33E+01	8.36E+01	8.38E+01	8.41E+01
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-1.02E+02	-1.06E+02	-9.74E+01	-1.08E+02	-9.68E+01	-9.62E+01	-9.86E+01	-9.89E+01	-1.03E+02
-9.98E+01	-1.01E+02	-9.98E+01	-1.03E+02	-1.01E+02	-1.01E+02	-1.17E+02	-9.75E+01	-1.05E+02
-1.03E+02	-1.03E+02	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.09E+02	-1.05E+02	-1.07E+02	-1.00E+02	-1.08E+02
-1.03E+02	-1.06E+02	-1.08E+02	-1.05E+02	-1.12E+02	-1.02E+02	-1.08E+02	-1.09E+02	-1.04E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.18E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.28E+03	1.32E+03	1.36E+03	1.40E+03	1.45E+03	1.50E+03

152	153	154	155	156	157	158	159	160
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:16:9:	17:58:17:1:	17:58:17:3:	17:58:17:6:	17:58:17:8:	17:58:18:1:	17:58:18:3:	17:58:18:6:	17:58:18:8:
8.43E+01	8.45E+01	8.48E+01	8.50E+01	8.53E+01	8.55E+01	8.58E+01	8.60E+01	8.63E+01
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-1.02E+02	-1.00E+02	-1.07E+02	-9.61E+01	-9.70E+01	-9.92E+01	-1.01E+02	-1.02E+02	-1.04E+02
-1.08E+02	-1.04E+02	-1.05E+02	-1.03E+02	-9.99E+01	-9.97E+01	-9.75E+01	-9.77E+01	-1.04E+02
-9.99E+01	-1.10E+02	-1.08E+02	-1.04E+02	-1.02E+02	-1.04E+02	-1.06E+02	-1.01E+02	-9.61E+01
-1.11E+02	-1.09E+02	-1.07E+02	-1.12E+02	-1.11E+02	-1.06E+02	-1.04E+02	-9.67E+01	-9.87E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.55E+03	1.60E+03	1.65E+03	1.70E+03	1.75E+03	1.80E+03	1.85E+03	1.90E+03	1.95E+03

161	162	163	164	165	166	167	168	169
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:19:0	17:58:19:3	17:58:19:5	17:58:19:8	17:58:20:0	17:58:20:3	17:58:20:5	17:58:20:7	17:58:21:0
8.65E+01	8.67E+01	8.70E+01	8.73E+01	8.75E+01	8.77E+01	8.80E+01	8.82E+01	8.84E+01
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-1.02E+02	-1.10E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-9.49E+01	-1.06E+02	-9.80E+01	-1.02E+02	-1.04E+02
-1.04E+02	-1.01E+02	-9.95E+01	-1.09E+02	-1.02E+02	-1.02E+02	-9.94E+01	-9.73E+01	-9.63E+01
-1.09E+02	-1.08E+02	-1.10E+02	-1.00E+02	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.03E+02	-1.14E+02	-9.76E+01
-1.15E+02	-1.01E+02	-1.11E+02	-1.12E+02	-1.11E+02	-1.07E+02	-1.01E+02	-1.08E+02	-1.02E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.00E+03	2.06E+03	2.12E+03	2.18E+03	2.24E+03	2.30E+03	2.36E+03	2.43E+03	2.50E+03

170	171	172	173	174	175	176	177	178
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:21:2	17:58:21:5	17:58:21:7	17:58:22:0	17:58:22:2	17:58:22:5	17:58:22:7	17:58:22:9	17:58:23:2
8.87E+01	8.89E+01	8.92E+01	8.94E+01	8.97E+01	8.99E+01	9.01E+01	9.04E+01	9.06E+01
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.52E+01	-9.53E+01	-9.71E+01	-9.93E+01	-9.55E+01	-9.79E+01	-9.84E+01	-9.79E+01	-1.01E+02
-9.96E+01	-9.73E+01	-1.03E+02	-1.07E+02	-1.02E+02	-1.01E+02	-9.62E+01	-9.49E+01	-9.48E+01
-1.02E+02	-1.02E+02	-9.85E+01	-1.04E+02	-9.97E+01	-1.10E+02	-9.80E+01	-1.03E+02	-1.03E+02
-1.06E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	-1.01E+02	-1.09E+02	-1.03E+02	-1.02E+02	-1.00E+02	-9.86E+01
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2.58E+03	2.65E+03	2.72E+03	2.80E+03	2.90E+03	3.00E+03	3.07E+03	3.15E+03	3.25E+03

179	180	181	182	183	184	185	186	187
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:23:4	17:58:23:7	17:58:23:9	17:58:24:1	17:58:24:4	17:58:24:6	17:58:24:9	17:58:25:1	17:58:25:4
9.09E+01	9.11E+01	9.14E+01	9.16E+01	9.19E+01	9.21E+01	9.23E+01	9.26E+01	9.28E+01
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.70E+01	-9.57E+01	-9.61E+01	-9.38E+01	-9.76E+01	-9.93E+01	-9.62E+01	-9.62E+01	-9.62E+01
-9.73E+01	-9.07E+01	-9.52E+01	-9.67E+01	-9.58E+01	-9.41E+01	-9.57E+01	-9.66E+01	-9.44E+01
-1.02E+02	-9.83E+01	-1.03E+02	-1.00E+02	-1.03E+02	-1.02E+02	-9.89E+01	-1.00E+02	-1.07E+02
-1.02E+02	-1.09E+02	-1.04E+02	-9.94E+01	-1.05E+02	-1.09E+02	-1.08E+02	-1.03E+02	-1.04E+02
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3.35E+03	3.45E+03	3.55E+03	3.65E+03	3.75E+03	3.87E+03	4.00E+03	4.12E+03	4.25E+03

188	189	190	191	192	193	194	195	196
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:25:6	17:58:25:8	17:58:26:1	17:58:26:3	17:58:26:6	17:58:26:8	17:58:27:1	17:58:27:3	17:58:27:6
9.31E+01	9.33E+01	9.35E+01	9.38E+01	9.40E+01	9.43E+01	9.45E+01	9.47E+01	9.50E+01
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.61E+01	-9.32E+01	-9.33E+01	-9.42E+01	-9.16E+01	-9.22E+01	-9.39E+01	-9.60E+01	-9.57E+01
-9.43E+01	-9.33E+01	-9.25E+01	-9.35E+01	-9.46E+01	-9.39E+01	-9.14E+01	-9.30E+01	-9.35E+01
-9.15E+01	-1.01E+02	-1.09E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.03E+02	-1.04E+02	-1.05E+02	-9.96E+01
-9.07E+01	-9.75E+01	-1.06E+02	-1.02E+02	-1.07E+02	-1.04E+02	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4.37E+03	4.50E+03	4.62E+03	4.75E+03	4.87E+03	5.00E+03	5.15E+03	5.30E+03	5.45E+03

197	198	199	200	201	202	203	204	205
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:27:8	17:58:28:0	17:58:28:2	17:58:28:5	17:58:28:7	17:58:29:0	17:58:29:2	17:58:29:5	17:58:29:7
9.52E+01	9.55E+01	9.57E+01	9.60E+01	9.62E+01	9.65E+01	9.67E+01	9.70E+01	9.71E+01
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.33E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.33E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.56E+01	-9.41E+01	-9.28E+01	-9.45E+01	-1.03E+02	-9.50E+01	-9.37E+01	-8.89E+01	-9.18E+01
-9.12E+01	-9.28E+01	-9.22E+01	-9.36E+01	-9.09E+01	-8.90E+01	-9.02E+01	-9.19E+01	-8.98E+01
-9.83E+01	-9.74E+01	-9.80E+01	-9.66E+01	-9.96E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5.60E+03	5.80E+03	6.00E+03	6.15E+03	6.30E+03	6.50E+03	6.70E+03	6.90E+03	7.10E+03

206	207	208	209	210	211	212	213	214
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:29:9	17:58:30:2	17:58:30:5	17:58:30:7	17:58:30:9	17:58:31:2	17:58:31:4	17:58:31:7	17:58:31:9
9.74E+01	9.76E+01	9.79E+01	9.82E+01	9.84E+01	9.86E+01	9.89E+01	9.91E+01	9.93E+01
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03
-4.34E+01	-4.33E+01	-4.34E+01	-4.33E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01	-4.34E+01
-9.17E+01	-9.48E+01	-9.11E+01	-9.21E+01	-9.40E+01	-9.44E+01	-9.57E+01	-9.43E+01	-9.03E+01
-8.96E+01	-9.11E+01	-8.85E+01	-9.09E+01	-9.01E+01	-8.89E+01	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7.30E+03	7.50E+03	7.75E+03	8.00E+03	8.25E+03	8.50E+03	8.75E+03	9.00E+03	9.25E+03

215	216	217	218	219	220	221	222	223
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:32:2	17:58:32:4	17:58:32:7	17:58:32:9	17:58:33:1	17:58:33:3	17:58:33:6	17:58:33:8	17:58:34:1
9.96E+01	9.98E+01	1.00E+02	1.00E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.02E+02
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04
-4.34E+01	-4.34E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.34E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01
-9.20E+01	-9.20E+01	-9.08E+01	-9.08E+01	-9.02E+01	-9.30E+01	-8.96E+01	-9.05E+01	-8.86E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9.50E+03	9.75E+03	1.00E+04	1.03E+04	1.06E+04	1.09E+04	1.12E+04	1.15E+04	1.18E+04

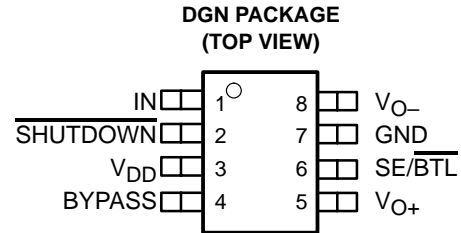
224	225	226	227	228	229	230	231	232
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:34:3	17:58:34:6	17:58:34:8	17:58:34:9	17:58:35:1	17:58:35:3	17:58:35:5	17:58:35:6	17:58:35:8
1.02E+02	1.02E+02	1.02E+02	1.02E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02	1.03E+02
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04
-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01
-8.92E+01	-8.88E+01	-8.71E+01	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.22E+04	1.25E+04	1.28E+04	1.32E+04	1.36E+04	1.40E+04	1.45E+04	1.50E+04	1.55E+04

233	234	235	236	237	238	239	240	241
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
17:58:35:9	17:58:36:1	17:58:36:2	17:58:36:3	17:58:36:5	17:58:36:7	17:58:36:8	17:58:37:0	17:58:37:2
1.03E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.04E+02	1.05E+02
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04
-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.33E+01	-4.32E+01
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined	Undefined
FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.60E+04	1.65E+04	1.70E+04	1.75E+04	1.80E+04	1.85E+04	1.90E+04	1.95E+04	2.00E+04

TPA0211 2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

- Ideal for Wireless Communicators, Notebook PCs, PDAs, and Other Small Portable Audio Devices
- 2 W Into 4 Ω From 5-V Supply
- 0.6 W Into 4 Ω From 3-V Supply
- Wide Power Supply Compatibility
3 V to 5 V
- Low Supply Current
 - 4 mA Typical at 5 V
 - 4 mA Typical at 3 V
- Shutdown Control . . . 1 μA Typical
- Shutdown Pin Is TTL Compatible
- –40°C to 85°C Operating Temperature Range
- Space-Saving, Thermally-Enhanced MSOP Packaging



description

The TPA0211 is a 2-W mono bridge-tied-load (BTL) amplifier designed to drive speakers with as low as 4-Ω impedance. The device is ideal for small wireless communicators, notebook PCs, PDAs, anyplace a mono speaker and stereo headphones are required. From a 5-V supply, the TPA0211 can deliver 2 W of power into a 4-Ω speaker.

The gain of the input stage is set by the user-selected input resistor and a 50-kΩ internal feedback resistor ($A_V = -R_F/R_I$). The power stage is internally configured with a gain of –1.25 V/V in SE mode, and –2.5 V/V in BTL mode. Thus, the overall gain of the amplifier is –62.5 kΩ/ R_I in SE mode and –125 kΩ/R_I in BTL mode. The input terminals are high-impedance CMOS inputs, and can be used as summing nodes.

The TPA0211 is available in the 8-pin thermally-enhanced MSOP package (DGN) and operates over an ambient temperature range of –40°C to 85°C.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGED DEVICES	MSOP SYMBOLIZATION
	MSOP† (DGN)	
–40°C to 85°C	TPA0211DGN	AEG

† The DGN package are available taped and reeled. To order a taped and reeled part, add the suffix R to the part number (e.g., TPA0211DGNR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

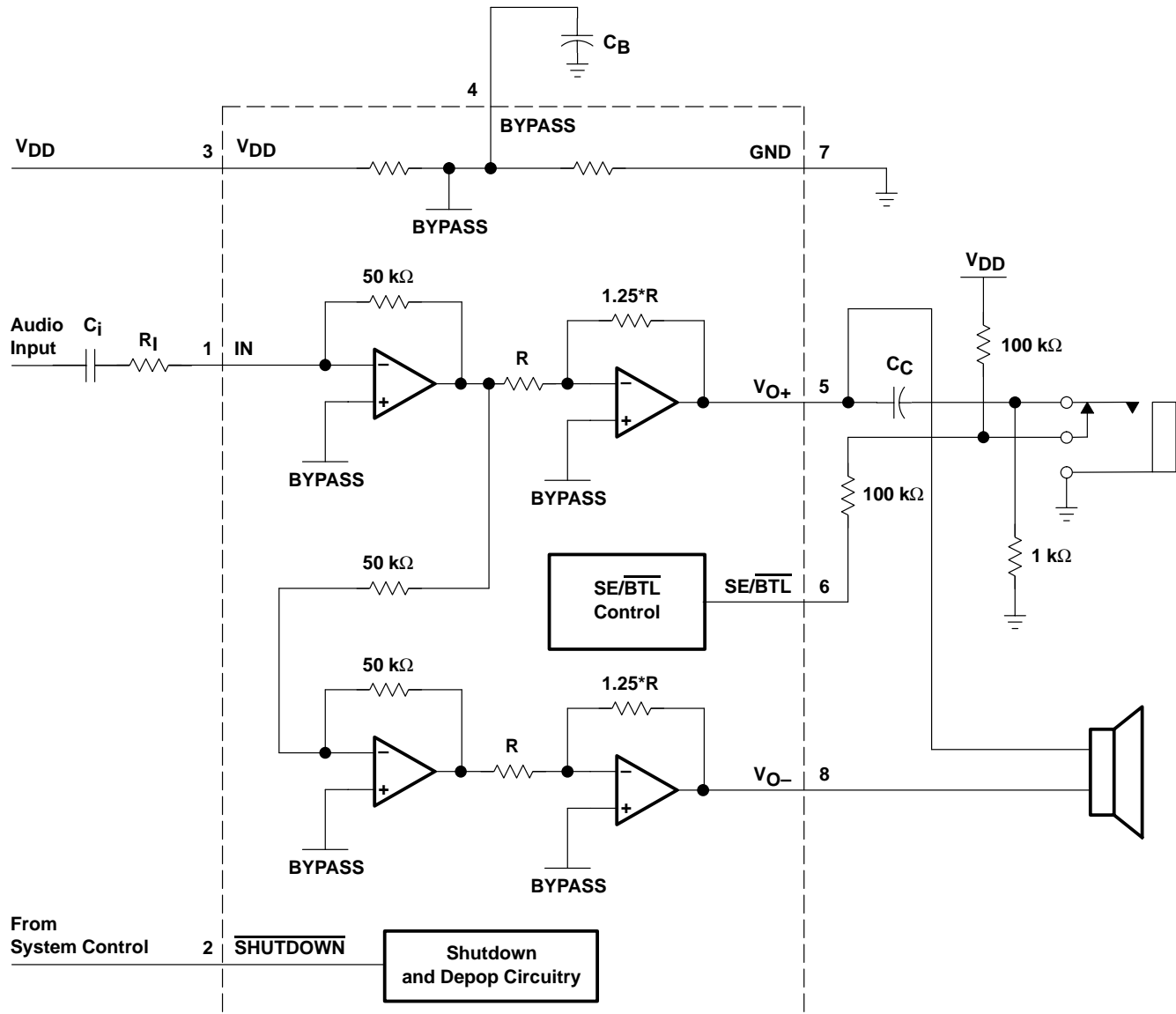
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

TPA0211 2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

functional block diagram



Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
BYPASS	4	I	BYPASS is the tap to the voltage divider for internal mid-supply bias. This terminal should be connected to a 0.1- μ F to 1- μ F capacitor.
GND	7		GND is the ground connection.
IN	1	I	IN is the audio input terminal.
SE/BTL	6	I	When SE/BTL is held low, the TPA0211 is in BTL mode. When SE/BTL is held high, the TPA0211 is in SE mode.
SHUTDOWN	2	I	SHUTDOWN places the entire device in shutdown mode when held low. TTL compatible input.
VDD	3		VDD is the supply voltage terminal.
VO+	5	O	VO+ is the positive output for BTL and SE modes.
VO-	8	O	VO- is the negative output in BTL mode and a high-impedance output in SE mode.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{DD}	6 V
Input voltage range, V_I	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Continuous total power dissipation	internally limited (see Dissipation Rating Table)
Operating free-air temperature range, T_A	-40°C to 85°C
Operating junction temperature range, T_J	-40°C to 150°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

†Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$	DERATING FACTOR	$T_A = 70^\circ\text{C}$	$T_A = 85^\circ\text{C}$
DGN	2.14 W‡	17.1 mW/°C	1.37 W	1.11 W

‡ See the Texas Instruments document, *PowerPAD Thermally Enhanced Package Application Report (SLMA002)*, for more information on the PowerPAD™ package. The thermal data was measured on a PCB layout based on the information in the section entitled *Texas Instruments Recommended Board for PowerPAD* on page 33 of that document.

recommended operating conditions

			MIN	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}			2.5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	SE/BTL	$V_{DD} = 3$ V	2.7		V
		$V_{DD} = 5$ V	4.5		
SHUTDOWN			2		
Low-level input voltage, V_{IL}	SE/BTL	$V_{DD} = 3$ V		1.65	V
		$V_{DD} = 5$ V		2.75	
SHUTDOWN				0.8	
Operating free-air temperature, T_A			-40	85	°C

electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 3$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$ V_{OO} $ Output offset voltage (measured differentially)	SE/BTL = 0 V, SHUTDOWN = 2 V, $R_L = 8 \Omega$, Inputs floating			30	mV
$I_{DD(BTL)}$ Supply current, BTL mode	SE/BTL = 1.375 V, SHUTDOWN = 2 V, $V_{DD} = 2.5$ V		4	6	mA
$I_{DD(SE)}$ Supply current, SE mode	SE/BTL = 2.25 V, SHUTDOWN = 2 V, $V_{DD} = 2.5$ V		2	4	mA
$I_{DD(SD)}$ Supply current, shutdown mode	SHUTDOWN = 0 V, SE/BTL = 3 V		1	10	μA
$ I_{IH} $ High-level input current	SHUTDOWN $V_{DD} = 3.3$ V, $V_I = V_{DD}$			1	μA
	SE/BTL $V_{DD} = 3.3$ V, $V_I = V_{DD}$			1	
$ I_{IL} $ Low-level input current	SHUTDOWN $V_{DD} = 3.3$ V, $V_I = 0$ V			1	μA
	SE/BTL $V_{DD} = 3.3$ V, $V_I = 0$ V			1	
R_F Feedback resistor	$V_{DD} = 2.5$ V, SHUTDOWN = 2 V, SE/BTL = 0 V, $R_L = 4 \Omega$	45	50	60	k Ω

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.



TPA0211

2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

operating characteristics, $V_{DD} = 3\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$

PARAMETER		TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
P _O	Output power	THD = 1%,	BTL mode,	f = 1 kHz		660		mW
		THD = 0.1%,	SE mode, f = 1 kHz,	R _L = 32 Ω		33		
THD + N	Total harmonic distortion plus noise	P _O = 500 mW, f = 20 Hz to 20 kHz				0.3%		
B _{OM}	Maximum output power bandwidth	Gain = 2,	THD = 2%			20		kHz
SNR	Signal-to-noise ratio					88		dB
V _n	Output noise voltage	C _B = 0.47 μF , f = 20 Hz to 20 kHz	BTL mode, R _L = 8 Ω ,	A _V = 8 dB		65		μVRMS
			SE mode, R _L = 32 Ω ,	A _V = 2 dB		25		

electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{DD} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{OO}	Output offset voltage (measured differentially)	SE/BTL = 0 V, $\overline{\text{SHUTDOWN}} = 2\text{ V}$, R _L = 8 Ω , Inputs floating					30	mV
I _{DD} (BTL)	Supply current, BTL mode	SE/BTL = 2.75 V, $\overline{\text{SHUTDOWN}} = V_{DD}$				4	6	mA
I _{DD} (SE)	Supply current, SE mode	SE/BTL = 4.5 V, $\overline{\text{SHUTDOWN}} = V_{DD}$				2	4	mA
I _{DD} (SD)	Supply current, shutdown mode	SE/BTL = 5 V, $\overline{\text{SHUTDOWN}} = 0\text{ V}$				1	10	μA
I _{IH}	High-level input current	SHUTDOWN	V _{DD} = 5.5 V, V _I = V _{DD}				1	μA
		SE/BTL	V _{DD} = 5.5 V, V _I = V _{DD}				1	
I _{IL}	Low-level input current	SHUTDOWN	V _{DD} = 5.5 V, V _I = 0 V				1	μA
		SE/BTL	V _{DD} = 5.5 V, V _I = 0 V				1	

operating characteristics, $V_{DD} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 4\ \Omega$

PARAMETER		TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
P _O	Output power	THD = 1%,	BTL mode,	f = 1 kHz		2		W
		THD = 0.1%,	SE mode, f = 1 kHz,	R _L = 32 Ω		92		mW
THD + N	Total harmonic distortion plus noise	P _O = 1.5 W, f = 20 Hz to 20 kHz				0.2%		
B _{OM}	Maximum output power bandwidth	Gain = 2.5,	THD = 2%			20		kHz
SNR	Signal-to-noise ratio					93		dB
V _n	Output noise voltage	C _B = 0.47 μF , f = 20 Hz to 20 kHz	BTL mode, R _L = 8 Ω ,	A _V = 8 dB		65		μVRMS
			SE mode, R _L = 32 Ω ,	A _V = 2 dB		25		

TYPICAL CHARACTERISTICS

Table of Graphs

		FIGURE
	Supply ripple rejection ratio	vs Frequency 1, 2
I _{DD}	Supply current	vs Supply voltage 3
P _O	Output power	vs Supply voltage 4, 5
		vs Load resistance 6, 7
THD+N	Total harmonic distortion plus noise	vs Frequency 8, 9, 10, 11
		vs Output power 12, 13, 14, 15, 16, 17
V _n	Output noise voltage	vs Frequency 18, 19
	Closed loop gain and phase	20, 21



TYPICAL CHARACTERISTICS

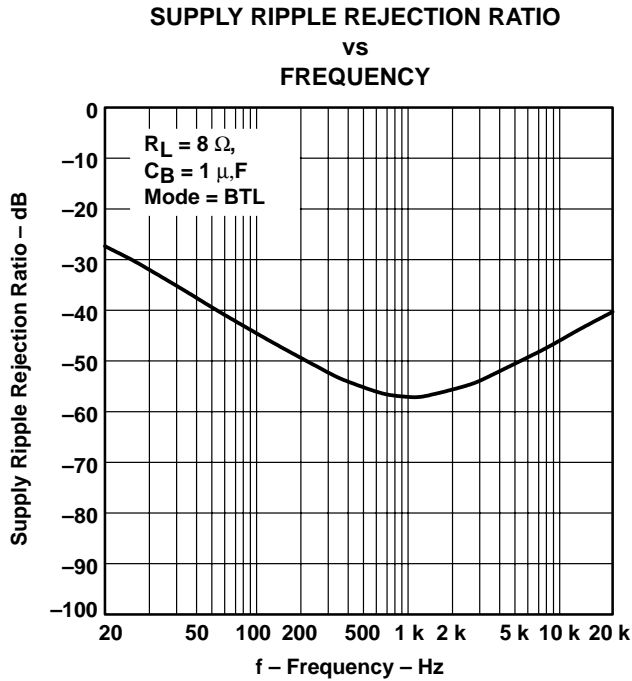


Figure 1

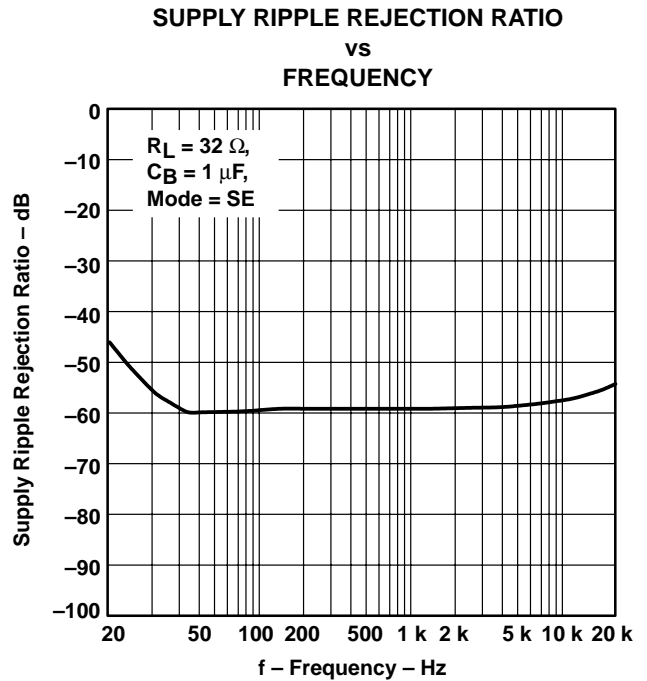


Figure 2

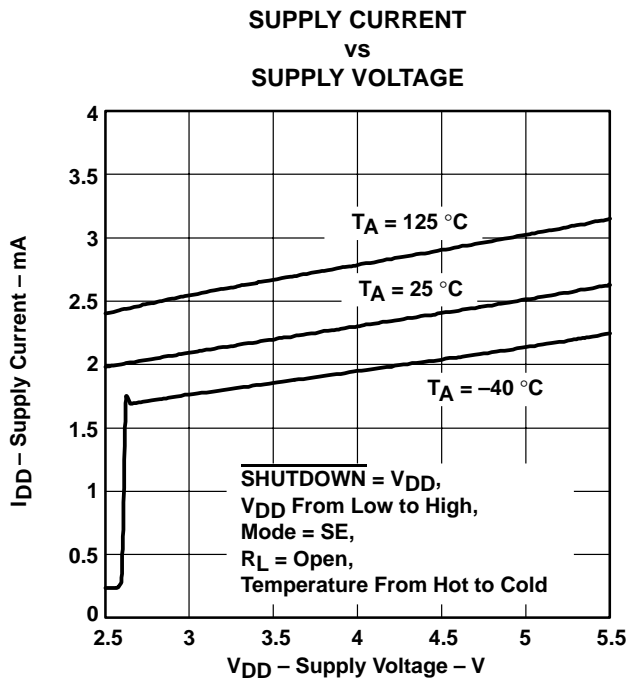


Figure 3

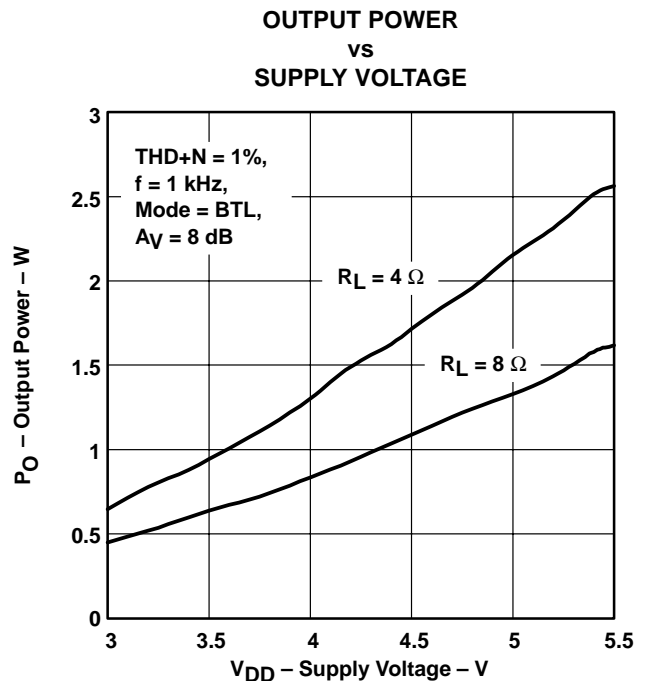


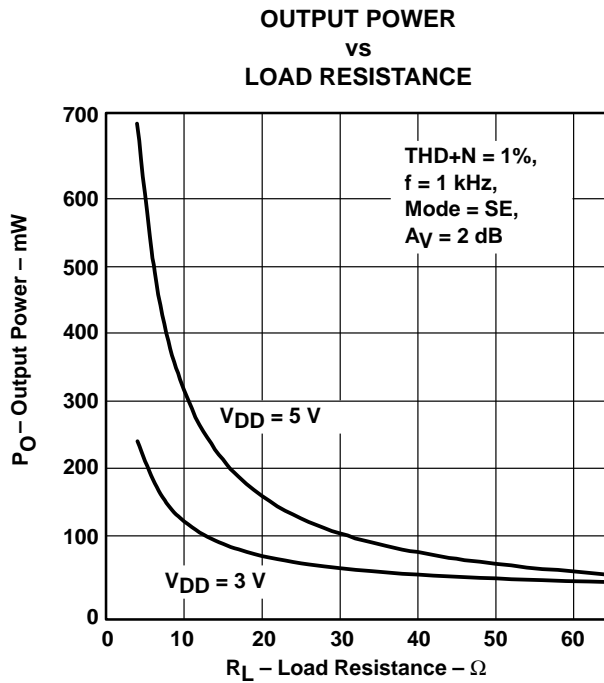
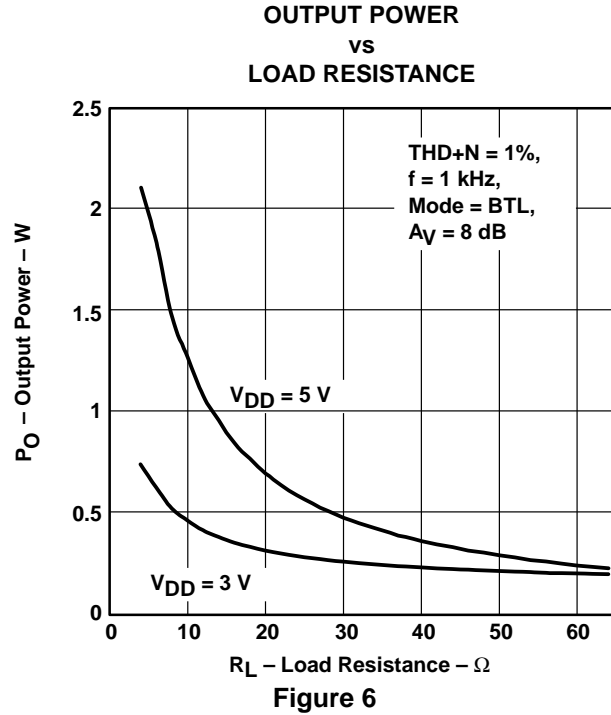
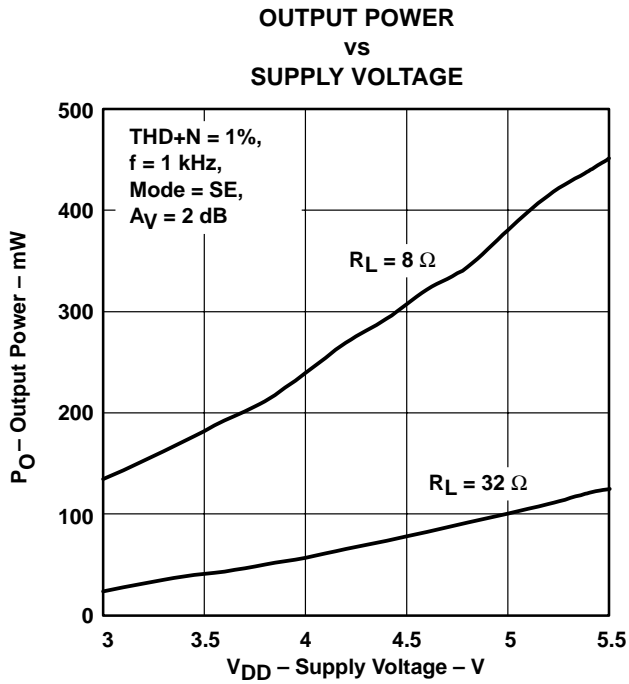
Figure 4

TPA0211

2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

TYPICAL CHARACTERISTICS



TYPICAL CHARACTERISTICS

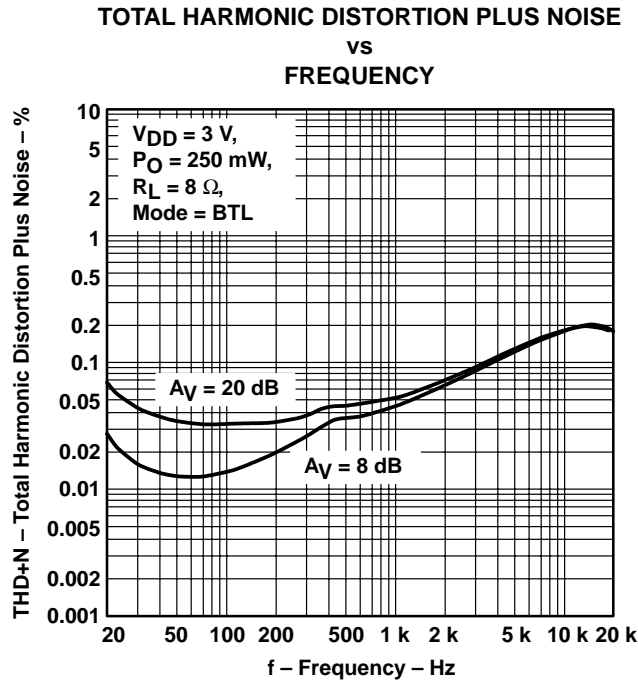


Figure 8

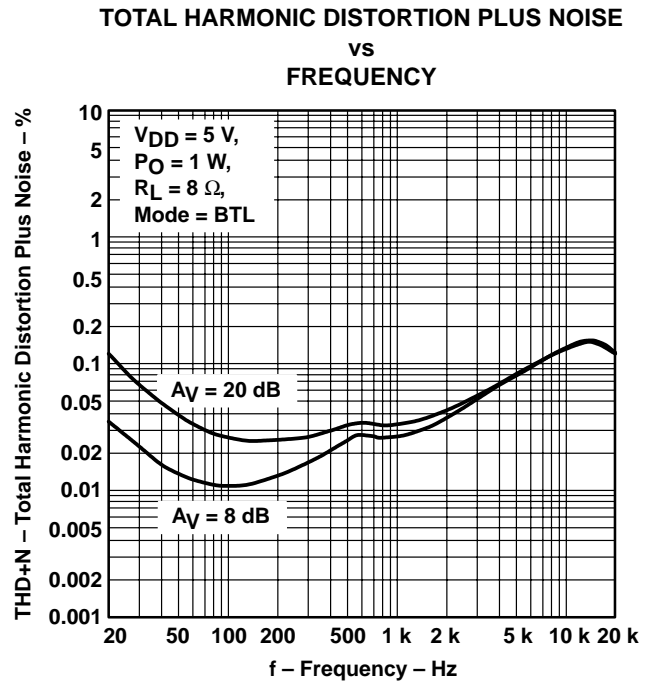


Figure 9

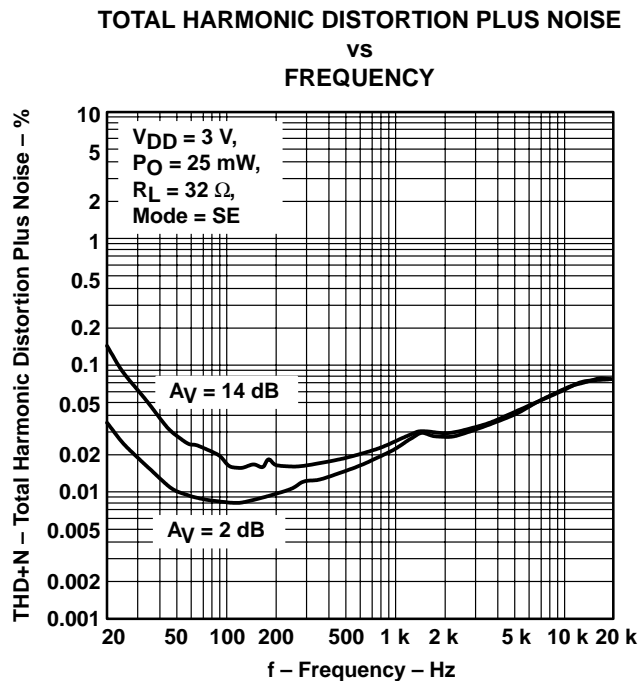


Figure 10

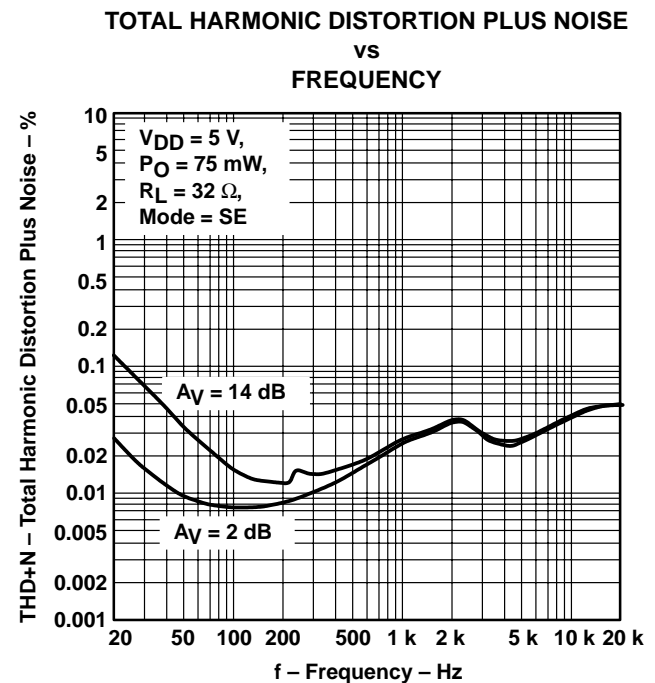
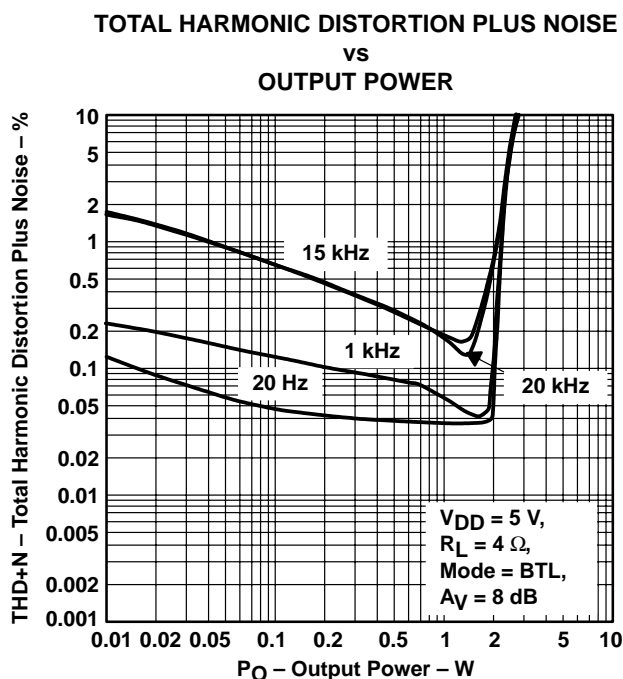
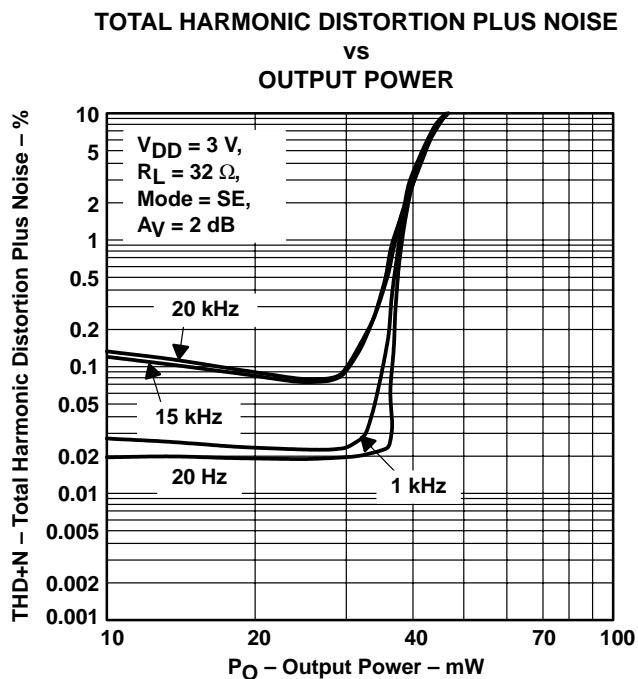
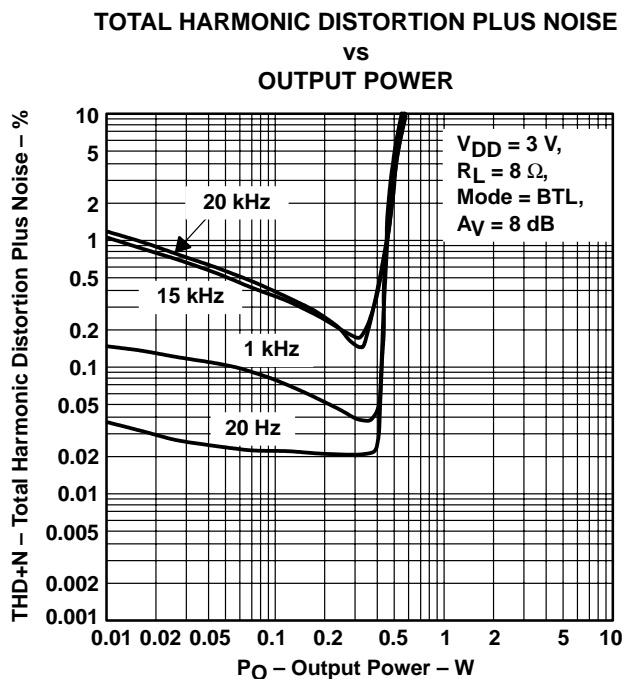
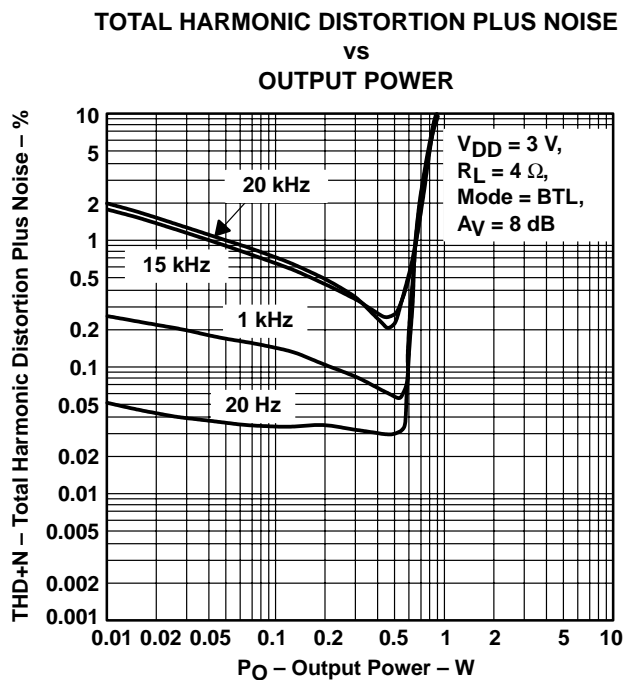


Figure 11

TPA0211 2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

TYPICAL CHARACTERISTICS



TYPICAL CHARACTERISTICS

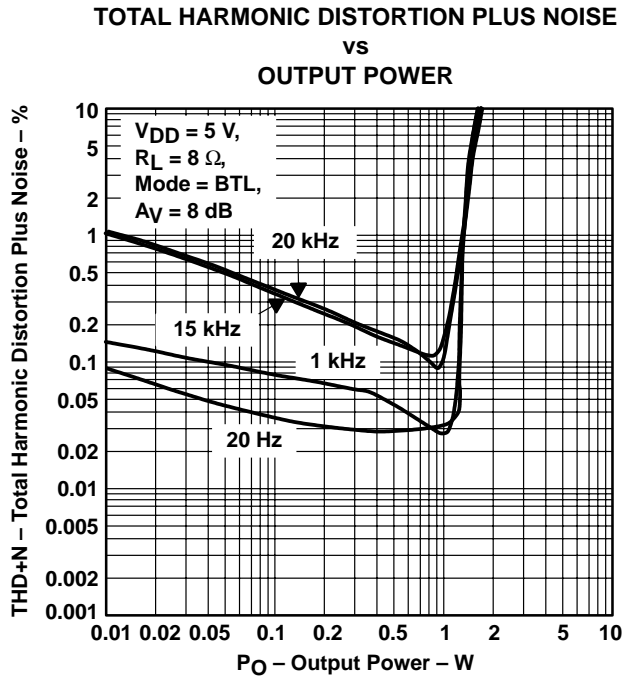


Figure 16

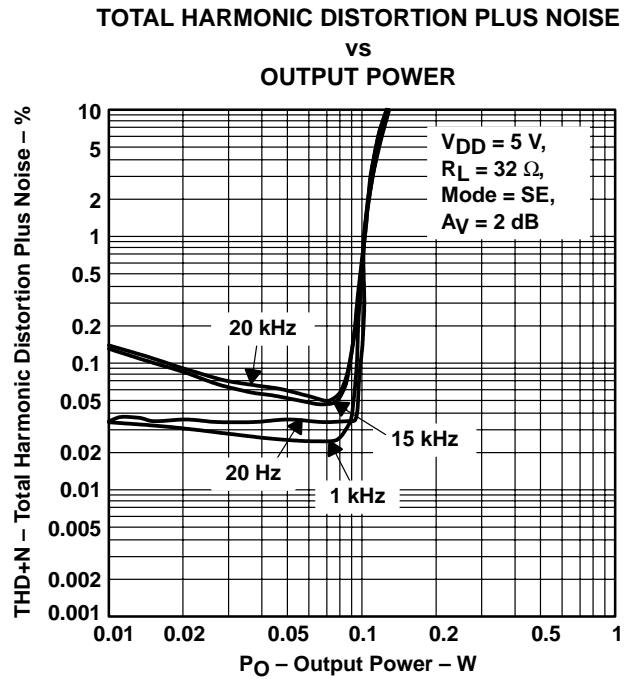


Figure 17

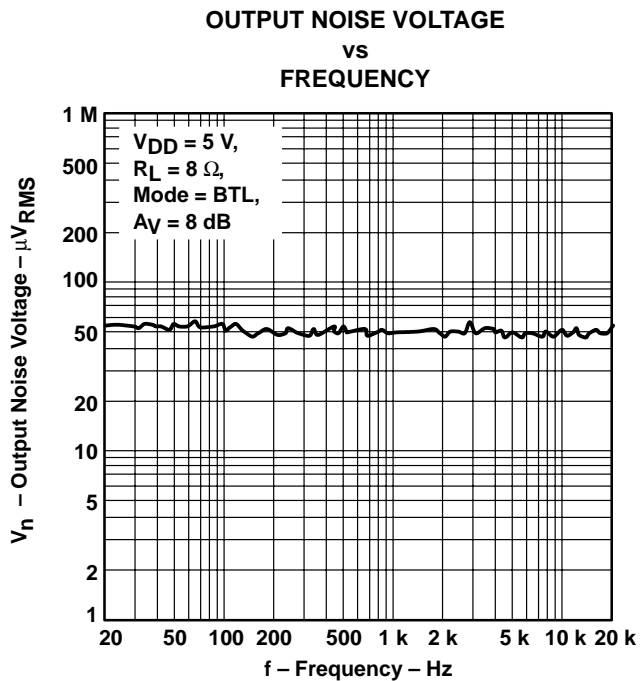


Figure 18

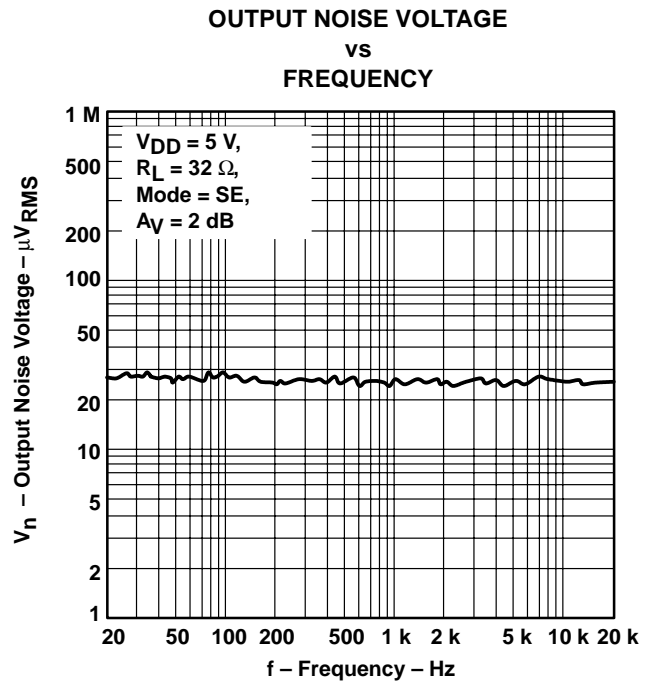


Figure 19

TPA0211 2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

TYPICAL CHARACTERISTICS

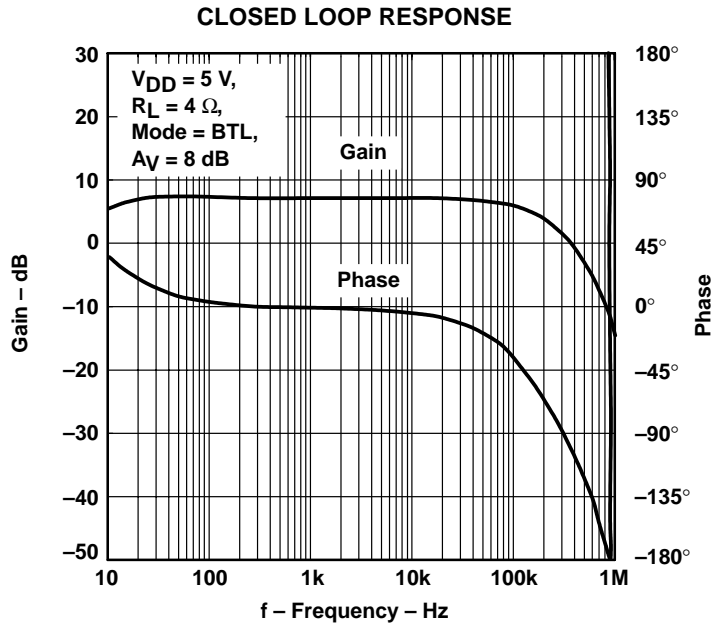


Figure 20

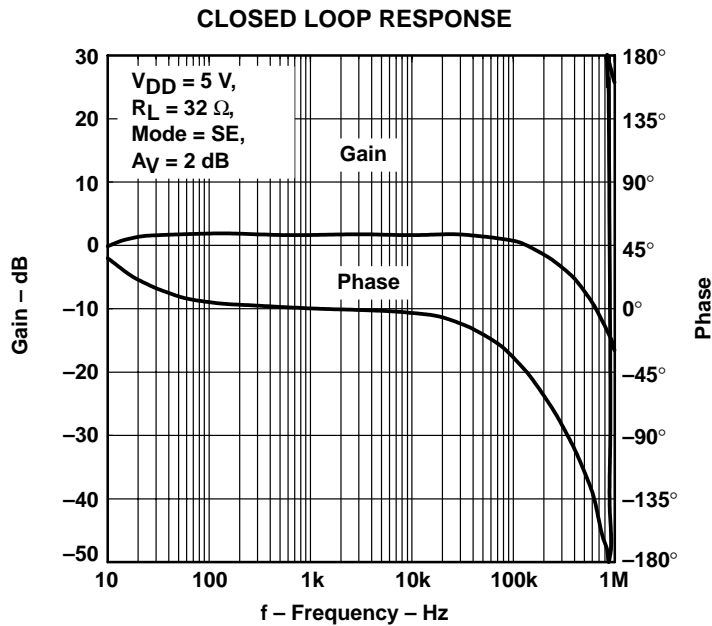


Figure 21

APPLICATION INFORMATION

gain setting via input resistance

The gain of the input stage is set by the user-selected input resistor and a 50-k Ω internal feedback resistor.

However, the power stage is internally configured with a gain of -1.25 V/V in SE mode, and -2.5 V/V in BTL mode. Thus, the feedback resistor (R_F) is effectively 62.5 k Ω in SE mode and 125 k Ω in BTL mode. Therefore, the overall gain can be calculated using equations (1) and (2).

$$A_V = \frac{-125 \text{ k}\Omega}{R_I} \quad (\text{BTL}) \quad (1)$$

$$A_V = \frac{-62.5 \text{ k}\Omega}{R_I} \quad (\text{SE}) \quad (2)$$

The -3 dB frequency can be calculated using equation 3:

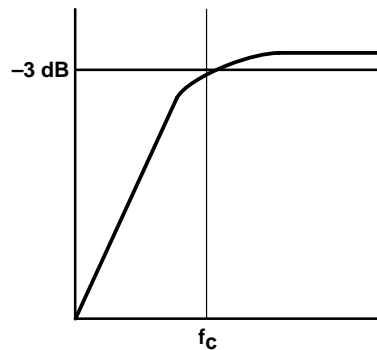
$$f_{-3 \text{ dB}} = \frac{1}{2\pi R_I C_i} \quad (3)$$

If the filter must be more accurate, the value of the capacitor should be increased while the value of the resistor to ground should be decreased. In addition, the order of the filter could be increased.

input capacitor, C_i

In the typical application an input capacitor, C_i , is required to allow the amplifier to bias the input signal to the proper dc level for optimum operation. In this case, C_i and the input resistance of the amplifier, R_I , form a high-pass filter with the corner frequency determined in equation 4.

$$f_{c(\text{highpass})} = \frac{1}{2\pi R_I C_i} \quad (4)$$



The value of C_i is important to consider as it directly affects the bass (low frequency) performance of the circuit. Consider the example where R_I is 10 k Ω and the specification calls for a flat bass response down to 40 Hz. Equation 2 is reconfigured as equation 5.

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_I f_c} \quad (5)$$

In this example, C_i is 0.4 μF so one would likely choose a value in the range of 0.47 μF to 1 μF . A further consideration for this capacitor is the leakage path from the input source through the input network (C_i) and the feedback network to the load. This leakage current creates a dc offset voltage at the input to the amplifier that reduces useful headroom, especially in high gain applications. For this reason a low-leakage tantalum or ceramic capacitor is the best choice. When polarized capacitors are used, the positive side of the capacitor should face the amplifier input in most applications as the dc level there is held at $V_{DD}/2$, which is likely higher than the source dc level. Note that it is important to confirm the capacitor polarity in the application.

TPA0211

2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

APPLICATION INFORMATION

power supply decoupling, $C_{(S)}$

The TPA0211 is a high-performance CMOS audio amplifier that requires adequate power supply decoupling to ensure the output total harmonic distortion (THD) is as low as possible. Power supply decoupling also prevents oscillations for long lead lengths between the amplifier and the speaker. The optimum decoupling is achieved by using two capacitors of different types that target different types of noise on the power supply leads. For higher frequency transients, spikes, or digital hash on the line, a good low equivalent-series-resistance (ESR) ceramic capacitor, typically 0.1 μF placed as close as possible to the device V_{DD} lead, works best. For filtering lower-frequency noise signals, a larger aluminum electrolytic capacitor of 10 μF or greater placed near the audio power amplifier is recommended.

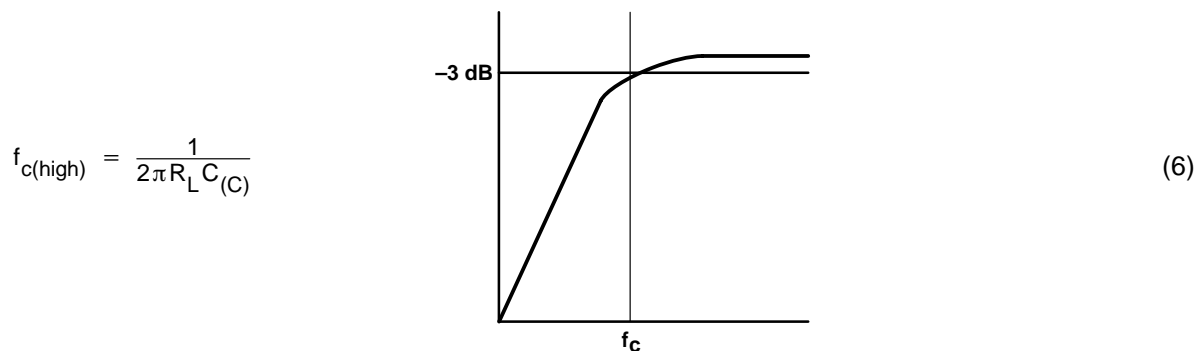
midrail bypass capacitor, $C_{(\text{BYP})}$

The midrail bypass capacitor, $C_{(\text{BYP})}$, is the most critical capacitor and serves several important functions. During start-up or recovery from shutdown mode, $C_{(\text{BYP})}$ determines the rate at which the amplifier starts up. The second function is to reduce noise produced by the power supply caused by coupling into the output drive signal. This noise is from the midrail generation circuit internal to the amplifier, which appears as degraded PSRR and THD+N.

Bypass capacitor, $C_{(\text{BYP})}$, values of 0.47 μF to 1 μF ceramic or tantalum low-ESR capacitors are recommended for the best THD and noise performance.

output coupling capacitor, $C_{(C)}$

In the typical single-supply SE configuration, an output coupling capacitor ($C_{(C)}$) is required to block the dc bias at the output of the amplifier thus preventing dc currents in the load. As with the input coupling capacitor, the output coupling capacitor and impedance of the load form a high-pass filter governed by equation 6.



The main disadvantage, from a performance standpoint, is that the load impedances are typically small, which drives the low-frequency corner higher, degrading the bass response. Large values of $C_{(C)}$ are required to pass low frequencies into the load. Consider the example where a $C_{(C)}$ of 330 μF is chosen and loads vary from 3 Ω , 4 Ω , 8 Ω , 32 Ω , 10 k Ω , to 47 k Ω . Table 1 summarizes the frequency response characteristics of each configuration.

APPLICATION INFORMATION

Table 1. Common Load Impedances vs Low Frequency Output Characteristics in SE Mode

R_L	$C(C)$	Lowest Frequency
3 Ω	330 μ F	161 Hz
4 Ω	330 μ F	120 Hz
8 Ω	330 μ F	60 Hz
32 Ω	330 μ F	15 Hz
10,000 Ω	330 μ F	0.05 Hz
47,000 Ω	330 μ F	0.01 Hz

As Table 1 indicates, most of the bass response is attenuated into a 4- Ω load, an 8- Ω load is adequate, headphone response is good, and drive into line level inputs (a home stereo for example) is exceptional.

Furthermore, the total amount of ripple current that must flow through the capacitor must be considered when choosing the component. As shown in the application circuit, one coupling capacitor must be in series with the mono loudspeaker for proper operation of the stereo-mono switching circuit. For a 4- Ω load, this capacitor must be able to handle about 700 mA of ripple current for a continuous output power of 2 W.

using low-ESR capacitors

Low-ESR capacitors are recommended throughout this applications section. A real (as opposed to ideal) capacitor can be modeled simply as a resistor in series with an ideal capacitor. The voltage drop across this resistor minimizes the beneficial effects of the capacitor in the circuit. The lower the equivalent value of this resistance the more the real capacitor behaves like an ideal capacitor.

bridged-tied load versus single-ended mode

Figure 22 shows a Class-AB audio power amplifier (APA) in a BTL configuration. The TPA0211 BTL amplifier consists of two Class-AB amplifiers driving both ends of the load. There are several potential benefits to this differential drive configuration, but initially consider power to the load. The differential drive to the speaker means that as one side is slewing up, the other side is slewing down, and vice versa. This, in effect, doubles the voltage swing on the load as compared to a ground referenced load. Plugging $2 \times V_{O(PP)}$ into the power equation, where voltage is squared, yields 4 \times the output power from the same supply rail and load impedance. (See equation 7.)

$$V_{(RMS)} = \frac{V_{O(PP)}}{2\sqrt{2}} \tag{7}$$

$$\text{Power} = \frac{V_{(RMS)}^2}{R_L}$$

APPLICATION INFORMATION

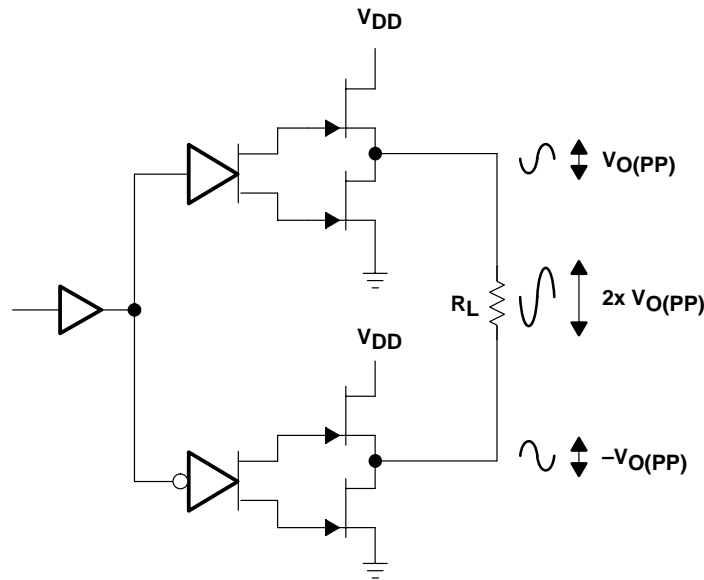


Figure 22. Bridge-Tied Load Configuration

In a typical computer sound channel operating at 5 V, bridging raises the power into an 8-Ω speaker from a singled-ended (SE, ground reference) limit of 250 mW to 1 W. In sound power, that is a 6-dB improvement—which is loudness that can be heard. In addition to increased power, there are frequency response concerns. Consider the single-supply SE configuration shown in Figure 23. A coupling capacitor is required to block the dc offset voltage from reaching the load. These capacitors can be quite large (approximately 33 μF to 1000 μF) so they tend to be expensive, heavy, occupy valuable PCB area, and have the additional drawback of limiting low-frequency performance of the system. This frequency limiting effect is due to the high pass filter network created with the speaker impedance and the coupling capacitance and is calculated with equation 8.

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_L C(C)} \tag{8}$$

APPLICATION INFORMATION

bridged-tied load versus single-ended mode (continued)

For example, a 68- μF capacitor with an 8- Ω speaker would attenuate low frequencies below 293 Hz. The BTL configuration cancels the dc offsets, which eliminates the need for the blocking capacitors. Low-frequency performance is then limited only by the input network and speaker response. Cost and PCB space are also minimized by eliminating the bulky coupling capacitor.

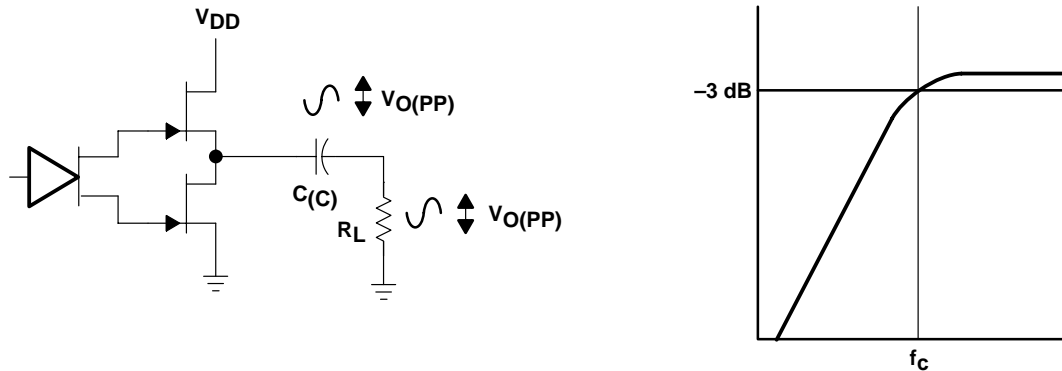


Figure 23. Single-Ended Configuration and Frequency Response

Increasing power to the load does carry a penalty of increased internal power dissipation. The increased dissipation is understandable considering that the BTL configuration produces 4 \times the output power of the SE configuration. Internal dissipation versus output power is discussed further in the *crest factor and thermal considerations* section.

single-ended operation

In SE mode (see Figure 22 and Figure 23), the load is driven from one amplifier output (V_{O+} , terminal 5). The amplifier switches to single-ended operation when the $\overline{\text{SE/BTL}}$ terminal is held high.

BTL amplifier efficiency

Class-AB amplifiers are inefficient. The primary cause of inefficiencies is the voltage drop across the output stage transistors. There are two components of the internal voltage drop. One is the headroom or dc voltage drop that varies inversely to output power. The second component is due to the sinewave nature of the output. The total voltage drop can be calculated by subtracting the RMS value of the output voltage from V_{DD} . The internal voltage drop multiplied by the RMS value of the supply current, $I_{DD\text{rms}}$, determines the internal power dissipation of the amplifier.

An easy-to-use equation to calculate efficiency starts out as being equal to the ratio of power from the power supply to the power delivered to the load. To accurately calculate the RMS and average values of power in the load and in the amplifier, the current and voltage waveform shapes must first be understood. See Figure 24.

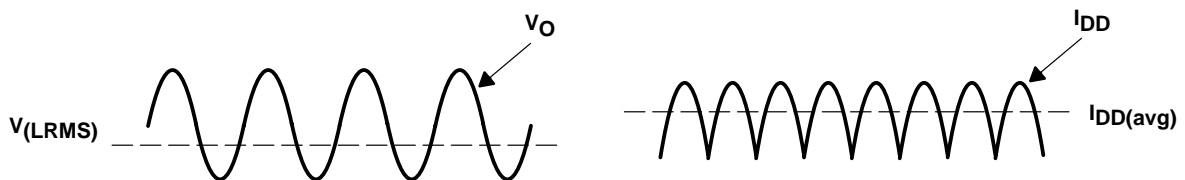


Figure 24. Voltage and Current Waveforms for BTL Amplifiers

TPA0211

2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

APPLICATION INFORMATION

BTL amplifier efficiency (continued)

Although the voltages and currents for SE and BTL are sinusoidal in the load, currents from the supply are very different between SE and BTL configurations. In an SE application the current waveform is a half-wave rectified shape, whereas in BTL it is a full-wave rectified waveform. This means RMS conversion factors are different. Keep in mind that for most of the waveform both the push and pull transistors are not on at the same time, which supports the fact that each amplifier in the BTL device only draws current from the supply for half the waveform. The following equations are the basis for calculating amplifier efficiency.

$$\text{Efficiency of a BTL amplifier} = \frac{P_L}{P_{SUP}} \quad (9)$$

where

$$P_L = \frac{V_{LRMS}^2}{R_L}, \text{ and } V_{LRMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}}, \text{ therefore, } P_L = \frac{V_P^2}{2R_L}$$

$$\text{and } P_{SUP} = V_{DD} I_{DD}^{avg} \quad \text{and} \quad I_{DD}^{avg} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{V_P}{R_L} \sin(t) dt = \frac{1}{\pi} \times \frac{V_P}{R_L} [\cos(t)]_0^{\pi} = \frac{2V_P}{\pi R_L}$$

therefore,

$$P_{SUP} = \frac{2 V_{DD} V_P}{\pi R_L}$$

substituting P_L and P_{SUP} into equation 9,

$$\text{Efficiency of a BTL amplifier} = \frac{\frac{V_P^2}{2R_L}}{\frac{2 V_{DD} V_P}{\pi R_L}} = \frac{\pi V_P}{4 V_{DD}}$$

where

$$V_P = \sqrt{2 P_L R_L}$$

therefore,

$$\eta_{BTL} = \frac{\pi \sqrt{2 P_L R_L}}{4 V_{DD}} \quad (10)$$

P_L = Power delivered to load
 P_{SUP} = Power drawn from power supply
 V_{LRMS} = RMS voltage on BTL load
 R_L = Load resistance

V_P = Peak voltage on BTL load
 I_{DD}^{avg} = Average current drawn from the power supply
 V_{DD} = Power supply voltage
 η_{BTL} = Efficiency of a BTL amplifier

APPLICATION INFORMATION

BTL amplifier efficiency (continued)

Table 2 employs equation 10 to calculate efficiencies for four different output power levels. Note that the efficiency of the amplifier is quite low for lower power levels and rises sharply as power to the load is increased resulting in a nearly flat internal power dissipation over the normal operating range. Note that the internal dissipation at full output power is less than in the half power range. Calculating the efficiency for a specific system is the key to proper power supply design.

Table 2. Efficiency Vs Output Power in 5-V 8-Ω BTL Systems

Output Power (W)	Efficiency (%)	Peak Voltage (V)	Internal Dissipation (W)
0.25	31.4	2.00	0.55
0.50	44.4	2.83	0.62
1.00	62.8	4.00	0.59
1.25	70.2	4.47†	0.53

† High peak voltages cause the THD to increase.

A final point to remember about Class-AB amplifiers (either SE or BTL) is how to manipulate the terms in the efficiency equation to utmost advantage when possible. Note that in equation 10, V_{DD} is in the denominator. This indicates that as V_{DD} goes down, efficiency goes up.

crest factor and thermal considerations

Class-AB power amplifiers dissipate a significant amount of heat in the package under normal operating conditions. A typical music CD requires 12 dB to 15 dB of dynamic range, or headroom above the average power output, to pass the loudest portions of the signal without distortion. In other words, music typically has a crest factor between 12 dB and 15 dB. When determining the optimal ambient operating temperature, the internal dissipated power at the average output power level must be used. The TPA0211 data sheet shows that when the TPA0211 is operating from a 5-V supply into a 4-Ω speaker 4-W peaks are available. Converting watts to dB:

$$P_{dB} = 10 \text{Log} \frac{P_W}{P_{ref}} = 10 \text{Log} \frac{4 \text{ W}}{1 \text{ W}} = 6 \text{ dB} \quad (11)$$

Subtracting the headroom restriction to obtain the average listening level without distortion yields:

- 6 dB – 15 dB = –9 dB (15-dB crest factor)
- 6 dB – 12 dB = –6 dB (12-dB crest factor)
- 6 dB – 9 dB = –3 dB (9-dB crest factor)
- 6 dB – 6 dB = 0 dB (6-dB crest factor)
- 6 dB – 3 dB = 3 dB (3-dB crest factor)

TPA0211

2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

APPLICATION INFORMATION

crest factor and thermal considerations (continued)

Converting dB back into watts:

$$\begin{aligned}
 P_W &= 10^{P_{dB}/10} \times P_{ref} \\
 &= 63 \text{ mW (18-dB crest factor)} \\
 &= 125 \text{ mW (15-dB crest factor)} \\
 &= 250 \text{ mW (9-dB crest factor)} \\
 &= 500 \text{ mW (6-dB crest factor)} \\
 &= 1000 \text{ mW (3-dB crest factor)} \\
 &= 2000 \text{ mW (15-dB crest factor)}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

This is valuable information to consider when attempting to estimate the heat dissipation requirements for the amplifier system. Comparing the absolute worst case, which is 2 W of continuous power output with a 3 dB crest factor, against 12 dB and 15 dB applications drastically affects maximum ambient temperature ratings for the system. Table 3 shows maximum ambient temperatures and TPA0211 internal power dissipation for various output-power levels.

Table 3. TPA0211 Power Rating, 5-V, 4-Ω, Mono

PEAK OUTPUT POWER (W)	AVERAGE OUTPUT POWER	POWER DISSIPATION (W)	MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE
4	2 W (3-dB crest factor)	1.7	-3°C
4	1000 mW (6-dB crest factor)	1.6	6°C
4	500 mW (9-dB crest factor)	1.4	24°C
4	250 mW (12-dB crest factor)	1.1	51°C
4	125 mW (15-dB crest factor)	0.8	78°C
4	63 mW (18-dB crest factor)	0.6	96°C

As a result, this simple formula for calculating P_{Dmax} may be used for an 4-Ω application:

$$P_{Dmax} = \frac{2V_{DD}^2}{\pi^2 R_L}
 \tag{13}$$

However, in the case of a 4-Ω load, the P_{Dmax} occurs at a point well above the normal operating power level. The amplifier may therefore be operated at a higher ambient temperature than required by the P_{Dmax} formula for a 4-Ω load.

The maximum ambient temperature depends on the heat sinking ability of the PCB system. The derating factor for the DGN package is shown in the dissipation rating table. Converting this to Θ_{JA} :

$$\Theta_{JA} = \frac{1}{\text{Derating Factor}} = \frac{1}{0.0171} = 58.48^\circ\text{C/W}
 \tag{14}$$



APPLICATION INFORMATION

crest factor and thermal considerations (continued)

To calculate maximum ambient temperatures, first consider that the numbers from the dissipation graphs are per channel so the dissipated power needs to be doubled for two channel operation. Given Θ_{JA} , the maximum allowable junction temperature, and the total internal dissipation, the maximum ambient temperature can be calculated with the following equation. The maximum recommended junction temperature for the TPA0211 is 150°C. The internal dissipation figures are taken from the Power Dissipation vs Output Power graphs.

$$T_{A \text{ Max}} = T_{J \text{ Max}} - \Theta_{JA} P_D = 150 - 58.48(0.8 \times 2) = 56^\circ\text{C} \text{ (15-dB crest factor)} \quad (15)$$

NOTE:

Internal dissipation of 0.8 W is estimated for a 2-W system with 15-dB crest factor per channel.

Table 3 shows that for some applications no airflow is required to keep junction temperatures in the specified range. The TPA0211 is designed with thermal protection that turns the device off when the junction temperature surpasses 150°C to prevent damage to the IC. Table 3 was calculated for maximum listening volume without distortion. When the output level is reduced the numbers in the table change significantly. Also, using 8-Ω speakers dramatically increases the thermal performance by increasing amplifier efficiency.

SE/BTL (stereo/mono) operation

The ability of the TPA0211 to easily switch between mono BTL and stereo SE modes is one of its most important cost saving features. This feature eliminates the requirement for an additional headphone amplifier in applications where an internal speaker is driven in BTL mode but an external headphone must be accommodated. When SE/BTL is held high for SE mode, the V_{O-} output goes into a high impedance state while the V_{O+} output operates normally. When SE/BTL is held low, the V_{O-} output operates normally, placing the amplifier in BTL mode.

TPA0211 2-W MONO AUDIO POWER AMPLIFIER

SLOS275D – JANUARY 2000 – REVISED NOVEMBER 2002

APPLICATION INFORMATION

ST/BTL operation (continued)

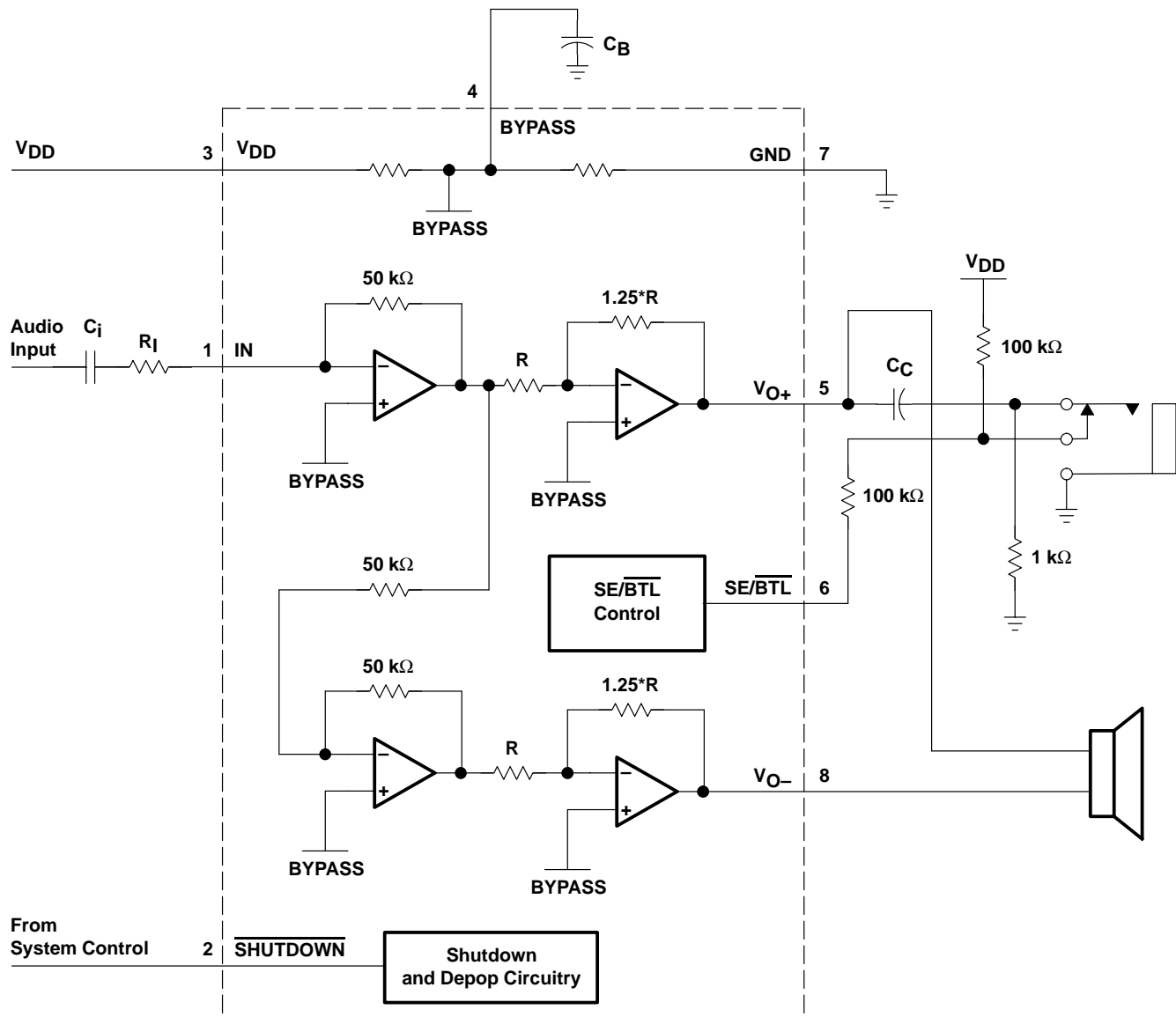


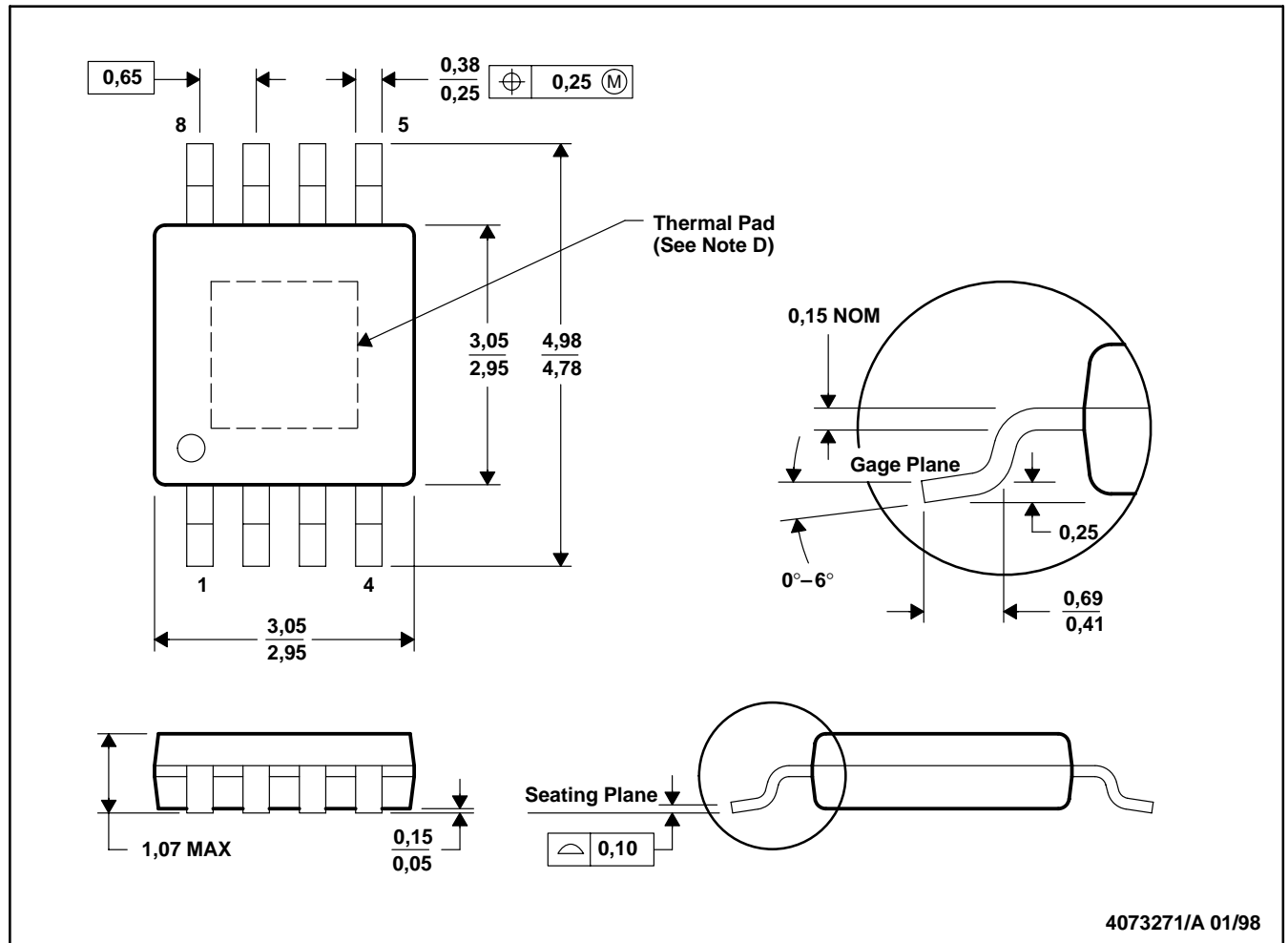
Figure 25. TPA0211 Resistor Divider Network Circuit

Using a readily available 1/8-in. (3,5 mm) mono headphone jack, the control switch is closed when no plug is inserted. When closed, the 100-k Ω /1-k Ω divider pulls the SE/\overline{BTL} input low. When a plug is inserted, the 1-k Ω resistor is disconnected and the SE/\overline{BTL} input is pulled high.

MECHANICAL DATA

DGN (S-PDSO-G8)

PowerPAD™ PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Body dimensions include mold flash or protrusions.
 - D. The package thermal performance may be enhanced by attaching an external heat sink to the thermal pad. This pad is electrically and thermally connected to the backside of the die and possibly selected leads. The dimension of the thermal pad is 1,40 mm (height as illustrated) × 1,80 (width as illustrated) mm (maximum). The pad is centered on the bottom of the package.
 - E. Falls within JEDEC MO-187

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
TPA0211DGN	ACTIVE	MSOP-Power PAD	DGN	8	80	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TPA0211DGN4	ACTIVE	MSOP-Power PAD	DGN	8	80	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TPA0211DGNR	ACTIVE	MSOP-Power PAD	DGN	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM

⁽¹⁾ The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBSELETE: TI has discontinued the production of the device.

⁽²⁾ Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

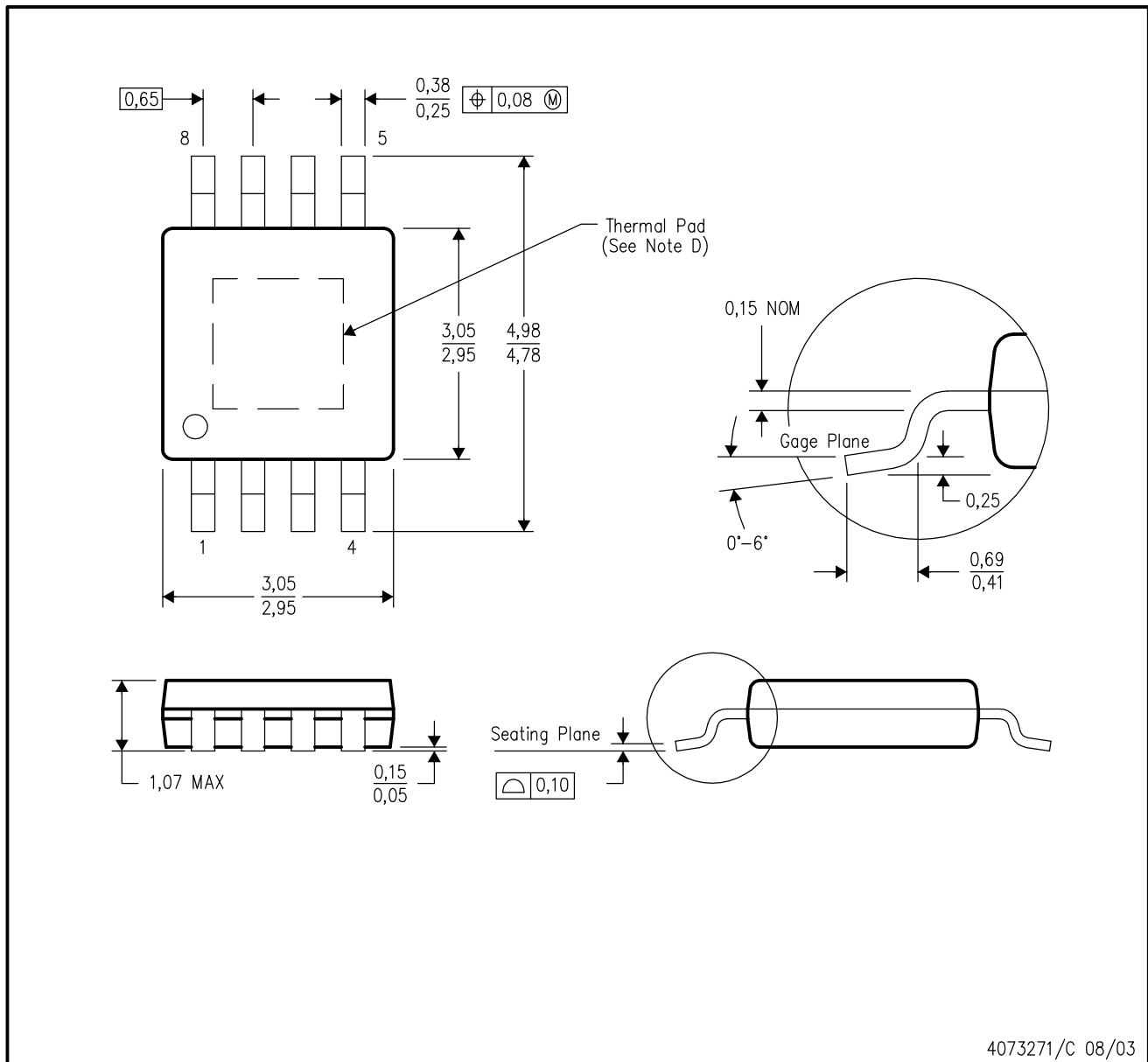
⁽³⁾ MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

DGN (S-PDSO-G8)

PowerPAD™ PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



4073271/C 08/03

- NOTES:
- All linear dimensions are in millimeters.
 - This drawing is subject to change without notice.
 - Body dimensions do not include mold flash or protrusion.
 - This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. Refer to Technical Brief, PowerPad Thermally Enhanced Package, Texas Instruments Literature No. SLMA002 for information regarding recommended board layout. This document is available at www.ti.com <<http://www.ti.com>>.
 - Falls within JEDEC MO-187

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated