



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



**“Diseño de un sistema de fototerapia
utilizando LEDs aplicado en Dermatología”**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Presentado por:

JESUS VICTOR ZEGARRA FLORES

LIMA – PERÚ
2007

Resumen

Una de las áreas médicas de relativa incidencia en el país en términos de pacientes es el área de la dermatología, tal es así que ocupa el décimo lugar de morbilidad por consulta externa. Entre las enfermedades dermatológicas tenemos al acné muy común en los adolescentes, la dermatitis, las úlceras en sus distintas formas, la soriasis y el vitíligo. Uno de los tratamientos conocidos para estos tipos de enfermedades se basa en el equipamiento médico. Es por eso necesario la utilización de equipos médicos electrónicos en esta área para curar, aliviar y regenerar ciertas células de la piel que permitan presentar una mejora en el paciente dependiendo de la enfermedad que padezcan.

Actualmente, la electrónica ayuda a la ciencia física y nos presenta nuevas posibilidades para la realización de terapias físicas, una de estas es la fototerapia.

El objetivo general de esta tesis es presentar el diseño de un sistema de fototerapia que pueda servir como una alternativa de solución para los pacientes del área de dermatología de nuestro país y que de ese modo puedan tener una mejor calidad de atención.

La problemática dentro del área dermatológica será la úlcera por presión y el desarrollo e implementación de este diseño electrónico permitirá, a base de ciertas condiciones de longitud de onda; potencia óptica de la luz y densidad de energía, poder estimular la hemoglobina y la proliferación celular para que de ese modo puedan cicatrizar las heridas en un tiempo más rápido de lo normal.

Los resultados y las conclusiones se realizan en base al diseño electrónico planteado, quedando abierta la posibilidad de probarlo en animales o pacientes para posteriores trabajos.

El primer capítulo, nos muestra la problemática actual y el desarrollo de una de las problemáticas en el área de dermatología así como el estado actual de las tecnologías de dicha problemática y también el objetivo general y específicos de esta tesis.

En el segundo capítulo, se definen los términos fisiológicos de la piel y la interacción de la luz con la misma. Además se tienen en cuenta los términos de aplicación de la fototerapia y sus características.

En el capítulo tercero, se desarrolla el diseño del sistema de fototerapia utilizando LEDs así como los criterios de diseño, además los conceptos básicos para el desarrollo del programa.

En el capítulo cuarto, se presentan las pruebas de los diferentes subsistemas del diseño, entre los que se destacan la medición del patrón de radiación del conjunto de LEDs así como la potencia de medición de los LEDs siguiendo los procedimientos establecidos del laboratorio de Física y Óptica de la universidad, el análisis del diseño según la norma de seguridad IEC60601 y los resultados del funcionamiento de las diferentes partes del sistema.

Finalmente, se presentan recomendaciones, y conclusiones en el desarrollo del equipo y posibles mejoras que se pueden dar para futuras aplicaciones del mismo prototipo.

Dedicatoria:

*“A mis Padres que
Siempre me apoyaron”*

*“A una persona especial
en mi vida”*



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar tengo que agradecer a mis padres ya que me apoyaron día a día durante todos mis años de estudiante.

Para todos los profesores que he tenido durante todos mis años en la universidad a través de la Facultad de Ciencias e Ingeniería y Estudios Generales Ciencias ya que de ellos aprendí los conocimientos necesarios que me ayudarán a desenvolverme como profesional durante el resto de mi vida.

El agradecimiento para mi asesor el Msc. Luis Vilcahuamán por proponerme el tema de tesis, y las recomendaciones durante el tiempo que me demoré en realizar el presente trabajo.

A mi jurado, al Profesor Willy Carrera, el profesor Luis Vilcahuamán y la profesora Rocío Callupe, ya que gracias a sus recomendaciones y sugerencias se realizó un trabajo de tesis con los menores errores posibles.

También tengo que agradecer al grupo de Investigación E-BIO y a la Sección de Electricidad y Electrónica por darme el apoyo necesario cuando lo necesité, no solo en el desarrollo de esta tesis sino en la presentación de trabajos científicos a entidades internacionales

No puedo dejar de agradecer a los encargados del laboratorio de Física y Óptica, en especial al profesor Guillermo Baldwin, el profesor Rafael Coello y al predocente Kevin Contreras que me facilitaron los instrumentos y equipamiento necesario para hacer las mediciones respectivas de este trabajo de tesis.

INDICE GENERAL

	Página
Introducción	1
1. Problemática y objetivos.	3
1.1 Introducción	3
1.2 Medio General	3
1.3 Medio Específico	5
1.3.1 Análisis del problema	5
1.3.2 Las úlceras por presión	6
1.3.3 Métodos de tratamientos para las úlceras por presión	7
1.3.4 Tratamientos basados en terapia física	8
1.3.4.1 Ultrasonido Terapéutico	8
1.3.4.2 Magnetoterapia	9
1.3.4.3 Estimulación eléctrica	10
1.3.4.4 Fototerapia	11
1.4 Estado actual de la fototerapia	12
1.4.1 Tecnología láser	12
1.4.2 Tecnología de los LEDs	13
1.4.3 Tecnología de las lámparas UV	14
1.5 Declaración del marco problemático	16
1.6 Objetivos generales y específicos	17
1.6.1 Objetivo general	17
1.6.2 Objetivo específico	17
2. La dermatología y la fototerapia.	18
2.1 Introducción	18

	Página
2.2 Fisiología y partes de la piel	18
2.2.1 La piel	18
2.2.2 Partes de la piel	19
2.2.2.1 La epidermis	19
2.2.2.2 La dermis	20
2.2.2.3 Tejido subcutáneo	22
2.2.2.4 Los vasos	22
2.3 La luz y la fototerapia	23
2.3.1 La luz	23
2.3.2 Propiedades ópticas de la piel	24
2.3.2.1 Reflexión	24
2.3.2.2 Dispersión	25
2.3.2.3 Absorción	25
2.3.2.4 Transmisión	26
2.3.3 La piel y la absorción de la luz.	27
2.3.4 Las úlceras por presión y la fototerapia	28
2.4 Modelo teórico de la fototerapia	29
2.5 Terminología dosimétrica	31
2.6 Normas de exposición	33
2.7 Equipos que utilizan Tecnología de los LEDs en medicina	35
3. Diseño del sistema de fototerapia basado en LEDs	36
3.1 Introducción	36
3.2 Metodología utilizada en el diseño Del Sistema	36
3.3 Características del sistema de fototerapia	36
3.4 Partes y diseño del sistema de fototerapia	37
3.4.1 Subsistema de control	
3.4.1.1 Selección del microcontrolador	38

	Página
3.4.1.2 Selección de pines del microcontrolador	39
3.4.1.3 Configuración de seguridad	40
3.4.1.4 Led de alerta	41
3.4.2 Subsistema Interfaz/Usuario	41
3.4.2.1 Pantalla de Cristal Líquido	41
3.4.2.2 Teclado	42
3.4.3 Subsistema de actuación	43
3.4.3.1 Selección de los Diodos Emisores de Luz	43
3.4.3.2 Etapa de ganancia de corriente y conmutación	46
3.4.3.3 Etapa Buffer	48
3.4.4 Subsistema de indicadores	51
3.4.5 Subsistema de fuente de alimentación	51
3.5 Geometría de disposición de los LEDs	52
3.6 Desarrollo del programa principal y subrutinas del sistema de Fototerapia	55
3.6.1 Configuración del tiempo de aplicación	56
3.6.2 Programa principal y subrutinas	58
4. Análisis de resultados y pruebas del prototipo	62
4.1 Introducción	62
4.2 Pruebas del microcontrolador	62
4.3 Pruebas del manejo de puertos	62
4.4 Pruebas de la medición del espectro de radiación y la potencia de salida de los LEDs	65
4.5 Pruebas del sistema integral	75
4.6 Análisis del prototipo según las normas técnica IEC60601 de seguridad para equipos electromédicos.	79
4.7 Costo del diseño e implementación del prototipo	82

	Página
Conclusiones	83
Recomendaciones	85
Bibliografía	87
Anexos	



INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de la piel presentan una relativa alta incidencia en nuestro país, tal es así que ocupan el décimo lugar de morbilidad por consulta externa de todas las enfermedades de acuerdo a las estadísticas del Ministerio de Salud (MINSA) del 2005 [1].

Existen un conjunto de tratamientos que los dermatólogos aplican a las enfermedades de la piel como: tratamientos tópicos a base de cremas, tratamientos sistémicos a base de medicamentos por vía oral y algunos tratamientos físicos. Uno de estos tratamientos físicos es la fototerapia que ha sido diseñada y elaborada con distintos tipos de tecnologías como la tecnología del láser [14] y de los diodos emisores de luz conocidos comúnmente como LEDs [18] cuyas aplicaciones principales radican en las úlceras y el acné; además también se utilizan las lámparas ultravioletas cuya aplicación principal se encuentra en las enfermedades de la soriasis y vitíligo [65], [66].

Debido a que los tratamientos médicos convencionales en algunos casos no presentan resultados favorables se hace necesaria la utilización de nuevas alternativas de solución como el equipamiento médico. Además, no todos los pacientes presentan el mismo cuadro clínico en lo que refiere a las características de la piel, tal es así que algunos pueden ser alérgicos a ciertos medicamentos que puedan dañar otros órganos del ser humano como en el caso del Metrotexato [66] para los pacientes de soriasis, ya que es un antibiótico muy fuerte que puede producir efectos dañinos sobre el hígado; además, esto puede conllevar a tratamientos de periodos largos con baja eficiencia lo que ocasiona más gasto para los pacientes y una baja calidad de atención para los mismos.

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se elige como problemática a las úlceras entre las que tenemos las úlceras vasculares y las úlceras por presión. En este sentido se escoge las úlceras por presión debido a que se presenta en la mayoría de los casos entre el 3 y 10% [23], [60]. Además el 70 % de estos casos son pacientes de la tercera edad [68]. Cabe resaltar que en términos de morbilidad este tipo de problema produce dolor y en términos de mortalidad, puede multiplicar por 6 la muerte de los pacientes ancianos [23], [60], [68].

Dentro de los posibles tratamientos físicos tenemos a la fototerapia a base de LEDs y láseres de baja potencia con su investigación física correspondiente. Se elige los LEDs en base a ciertas investigaciones realizadas entre las que destacan:

El trabajo “Equipo de terapia luminosa a base de Diodos Emisores de Luz Infrarrojos” realizado por los investigadores de la universidad de la Habana en Cuba, en este trabajo se destaca la comparación de los Diodos Infrarrojos y los láseres infrarrojos cuando se estimulan ciertas patologías estomatológicas y células humanas con LEDs y láseres de GaAs. Los resultados obtenidos demuestran que no es la coherencia de la luz la responsable en la interacción con el tejido biológico ya que ambas experiencias mostraron que a nivel celular los resultados fueron los mismos. Además se ha demostrado que para el eritrocito humano existe una energía umbral de deformación y es de 7.26 J/cm^2 [7].

Otro trabajo llamado “Light Emitting Diodes Aid Wound Healing” realizado por Harry T. Whellan, quién es catedrático de Neurología en el colegio Médico y director de la medicina Hiperbárica en el hospital Froedtert, encontró que las úlceras del pie diabético y otras heridas en ratones se curaban más rápido cuando eran expuestos a la luz de LEDs especiales. El laboratorio de investigación ha demostrado que los LEDs favorecen el crecimiento de ciertos músculos y ciertas células de la piel hasta 5 veces más rápido de lo normal. El estudio es realizado en MACC (Midwest Aletees Against the Childhood Cancer) [3].

Existen otros trabajos como “The photobiology of LED Therapy” realizado por R. Glen Cardelhead, quien es el presidente del SG Biomedical en Japón e Investigador coordinador del laboratorio de Fototerapia en Tokio, en este trabajo se destaca la aplicación de los LEDs como una nueva modalidad de tratamiento que es no invasivo y seguro. Sin embargo, el punto clave de la fototerapia es encontrar la longitud de onda adecuada para maximizar la interacción entre la luz y el fotorreceptor a estimular [5].

De este modo, este trabajo de tesis plantea diseñar un prototipo de un sistema de fototerapia (innovación tecnológica) aplicado a las úlceras por presión, el cual permita una interacción con los diferentes usuarios como doctores y pacientes lo cuál también será un gran aporte para diferentes instituciones y hospitales que no poseen esta alternativa de tratamiento y de ese modo brindar una mejor calidad de atención a los pacientes en los servicios de salud.

CAPITULO 1

PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

El número de casos atendidos por consulta externa debido a las enfermedades de la piel ocupan el décimo lugar según estadísticas del Ministerio de Salud [1] (MINSA) lo que se puede observa en la tabla 1.1. Dentro de las enfermedades más comunes de la piel se tienen, dependiendo de la región del país a las úlceras producidas por infecciones en sus diferentes formas, el acné muy común en los adolescentes, la soriasis y el vitíligo [66]. En este caso nos remitiremos a las úlceras debido a que existe incidencia especialmente en los pacientes de la tercera edad [26], [68] y en las personas diabéticas debido a que sus heridas, en las extremidades inferiores, no se curan con gran facilidad [35]. Entre los posibles tratamientos tenemos: tratamientos tópicos que son debido a desbridamiento y curaciones de heridas; los tratamientos sistémicos que son a base de píldoras entre los cuales se tienen algunos desinflamantes y los tratamientos de terapia física entre los que se destaca la fototerapia. Este último tratamiento tiene como función principal ayudar a curar o aliviar la enfermedad de las úlceras por presión. En este capítulo solo nos remitiremos a las soluciones tecnológicas para resolver esta problemática. Además, se desarrollan los diferentes tipos de fototerapia, el marco problemático y los objetivos del presente trabajo de tesis.

1.2 Medio General

El siguiente cuadro muestra las diferentes enfermedades que el Ministerio de salud posee en su banco de datos [1].

Tabla 1.1

Principales enfermedades en el país a nivel nacional

PRINCIPALES GRUPOS DE CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADO EN CONSULTA EXTERNA PERU : 2005							
ORD	GRUPO DE CAUSAS	TOTAL		MASCULINO		FEMENINO	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
T O T A L		25,004,054	100.0	10,480,216	100.0	14,523,838	100.0
1	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (J00-J06)	5,552,074	22.2	2,642,263	25.2	2,909,811	20.0
2	Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares (K00-K14)	2,219,354	8.9	859,538	8.2	1,359,816	9.4
3	Enfermedades infecciosas intestinales (A00-A09)	1,743,070	7.0	876,311	8.4	866,759	6.0
4	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	1,115,432	4.5	567,270	5.4	548,162	3.8
5	Desnutrición (E40-E46)	1,063,993	4.3	516,710	4.9	547,283	3.8
6	Helminthiasis (B65-B83)	974,088	3.9	449,925	4.3	524,163	3.6
7	Otras enfermedades del sistema urinario (N30-N39)	739,765	3.0	156,307	1.5	583,458	4.0
8	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	560,470	2.2	274,715	2.6	285,755	2.0
9	Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno (K20-K31)	508,901	2.0	158,491	1.5	350,410	2.4
10	Dermatitis y eczema (L20-L30)	446,759	1.8	204,685	2.0	242,074	1.7
Las demás causas		10,080,148	40.3	3,774,001	36.0	6,306,147	43.4

Fuente: Base de datos del sistema de información - HIS
 Ministerio de Salud - Oficina General de Estadística e Informática

Como se puede observar en la tabla 1.1, las enfermedades de la piel ocupan el décimo lugar dentro de todas las enfermedades presentes [1].

Dentro de las posibles enfermedades en nuestro país tenemos las siguientes atenciones [63]:

Tabla 1.2

Principales enfermedades de la piel según los años 2004 y 2005

	Enfermedades	2004	2005
1	Dermatitis	29%	31%
2	Enfermedades infecciosas	25%	25%
3	Acné rosácea	19%	14.40%
4	Trastornos pigmentosos	8%	8.50%
5	Papuloescamosas	8%	7.40%
6	Tumorales	6%	9.70%
7	Trastornos de queratinización	2%	1.80%
8	Enfermedades ampollares	1%	1.10%
9	Enfermedades de tejido conectivo	1%	2.20%
10	Genodermatosis	1%	0.63%

Las úlceras se encuentran dentro de las posibles enfermedades infecciosas debido a que cualquier infección que produzca muertes de las células o que impida el riego sanguíneo puede generar ulceraciones [63]. De ese modo ocupan alrededor del 25

% de las atenciones totales anuales del 2005. Los números de los rótulos de la derecha de la figura 1.1, pertenecen al de las enfermedades descritas en la tabla 1.2.

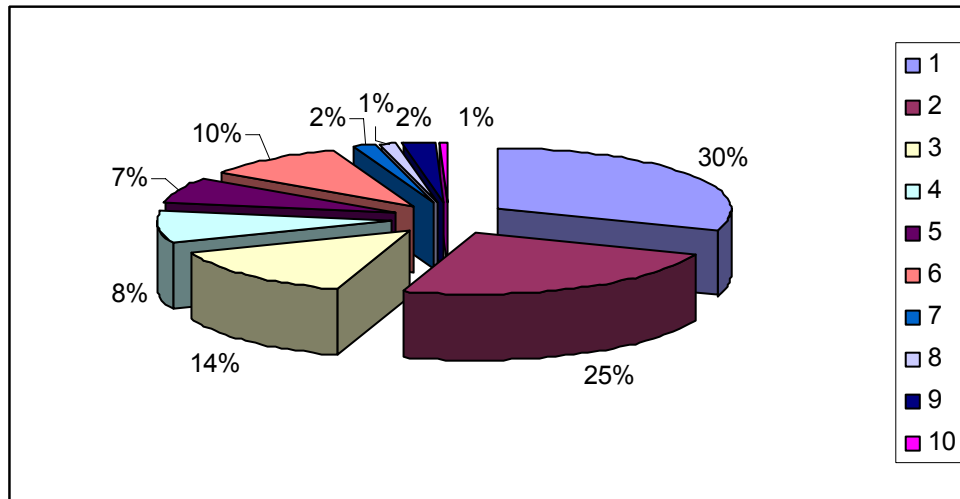


Figura 1.1 Principales enfermedades de la piel en porcentaje

1.3 Medio específico

1.3.1 Análisis del problema

Las úlceras por presión son muy recurrentes en: ancianos debido a que sus tejidos no se regeneran con mucha facilidad; las personas obesas debido a la falta de circulación sanguínea, la inmovilidad, la pérdida de la sensibilidad, un estado nutricional inadecuado, la humedad excesiva de la piel, la temperatura de la piel mayor que los 25°C, dolor y ciertas enfermedades que interrumpen el proceso de curación como diabetes, cáncer, insuficiencia renal, enfermedades neurológicas, cardiovasculares y respiratorias que disminuyan la oxigenación celular [15], [39], [67], [68].

La cantidad de pacientes que presentan úlceras varía de acuerdo a la edad, siendo mayor mientras el enfermo es de edad avanzada lo cual corresponde el 25%. También depende del tipo de institución en que estos se encuentren, produciéndose cerca de dos tercios de ellas en los hospitales, y del resto una parte en sus propios hogares [68].

Además, es conocido que alrededor del 1% de las personas en los países industrializados sufrirán de úlceras en algún momento debido al trabajo que realizan

ya que estos individuos se quedan gran parte del trabajo en pie. La mayoría de estas úlceras de la pierna se deben a problemas en las venas, que dan lugar a una acumulación de la sangre en las piernas. La gran cantidad de pacientes en los hospitales es de aproximadamente del 3 al 11 % y en instituciones geriátricas la úlcera por presión es generalmente de fase 2 [39], [67], [68].

1.3.2 La úlcera por presión

Las úlceras por presión son el resultado de una compleja interacción entre innumerables factores de riesgo intrínseco y extrínseco, como son la carga mecánica excesiva, inmovilidad, incontinencia, edad avanzada, etc. Generalmente la inmovilidad se considera el factor principal para la inducción del desarrollo de una úlcera por presión. Además, existen 4 diferentes grados de úlceras por presión que dependen de la profundidad de las mismas [25], [39], [62], [74]. En la figura 1.2 se presentan dos estadios o grados de las úlceras por presión en la cual se puede comparar la gravedad dependiendo del grado de la enfermedad.



Figura 1.2 La figura de la izquierda es la úlcera por presión de estadio 3 mientras que la figura de la derecha es de estadio 2 [74].

1.3.3 Métodos de tratamientos para las úlceras por presión

La figura 1.3 presenta todos los posibles tratamientos para las úlceras por presión:

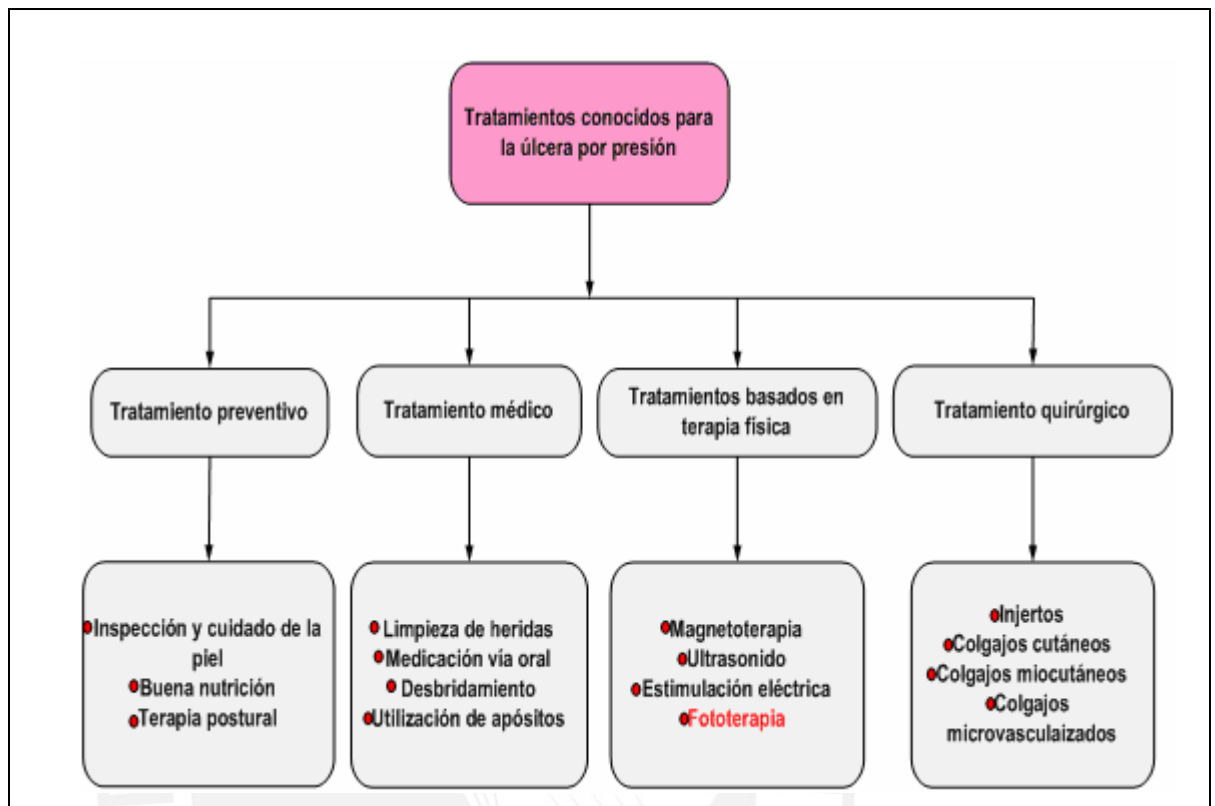


Figura 1.3 Cuadro de los diferentes tratamientos para las úlceras por presión

La prevención es constituida la medida más importante para evitar futuras complicaciones. A los pacientes con factores de riesgo de generar úlceras se les deben someter a medidas como buena nutrición, cambio de posición o postura cada dos horas como mínimo (terapia postural) y también la higiene de la piel para mantenerla lubricada [25], [74].

El tratamiento médico incluye la aplicación de medicamento vía oral (tratamiento sistémico), los medicamentos utilizados poseen vitaminas como la C, el Zinc, nutrición calórico proteica adecuada y también pueden usar antibióticos en caso de infección producidas por bacterias o gérmenes. La limpieza y el desbridamiento de las heridas son importantes ya que se debe remover el tejido necrótico de las heridas producida por la úlcera para favorecer la proliferación celular [74]. Otro tratamiento es la utilización de apósitos, el cual es un tipo de remedio que se aplica exteriormente sobre la lesión para obtener mejores resultados, este tipo de remedio es importante ya que mantiene el lecho de la herida húmedo y la piel circundante

seca; deja la mínima cantidad de residuos en la lesión; es de fácil colocación y protege a la herida [25], [74].

El tratamiento quirúrgico involucra la utilización de injertos y colgajos, pero este tratamiento debe utilizarse siempre y cuando tratamientos convencionales como los mencionados anteriormente no produzcan resultados efectivos en el paciente [25], [74].

El tratamiento a base de la terapia física se explica en el acápite 1.3.4.

1.3.4 Tratamientos basados en terapia física

Es el tratamiento basado desde el punto de vista tecnológico y de equipamiento médico [39], [74].

1.3.4.1 Ultrasonido terapéutico

Se denomina ultrasonido a una vibración sonora de frecuencia excesivamente grande para que no pueda percibirla el oído humano. Se trata de oscilaciones y ondas mecánicas cuyas frecuencias superan los 20 KHz[24].

Las ondas de sonido representan la compresión y retracción del medio en vibración. Estas pueden transmitirse en el vacío, pero el sonido necesita siempre un medio para su transmisión. Como forma de onda, el sonido sigue las reglas de la física que se refieren a la reflexión, absorción y dispersión [24].

El fundamento físico radica en que la frecuencia debe encontrarse entre 175 y 350 Khz. Además, la potencia del ultrasonido se mide en Watts y está en función de la densidad de potencia del dispositivo, de ese modo se puede utilizar entre 0.1 y 3 mW/cm² y en emisión pulsada entre 0.2 y 5 mW/cm² [24]. Una imagen de un equipo de ultrasonido de la empresa Meditea (Sonotherp) se muestra en la figura 1.4.



Figura 1.4 Equipo de ultrasonido terapéutico[76]

1.3.4.2 Magnetoterapia

La magnetoterapia es el tratamiento de las enfermedades utilizando campos magnéticos [29], [32].

El modo de funcionamiento de este sistema es como sigue: cuando un solenoide es sometido a un campo eléctrico se genera en este un campo magnético con características de intensidad, direccionalidad y frecuencia, pudiéndose producir campos magnéticos pulsados que son los utilizados en la medicina [24], [29], [32].

Además, como nuestro organismo se encuentra compuesto por biopolímeros con carga, estos al ser sometidos a un campo magnético cambian su alineación y de ese modo interactúa campo magnético y organismo vivo [24], [29], [32].

Puesto que todas las funciones del organismo pueden ser reducidas en último término a reacciones e interacciones fisicoquímicas, todas las células poseen un campo magnético con dos polos, positivo y negativo, que forman parte de campos más extensos en los tejidos a los que pertenecen. El cuerpo se encuentra en equilibrio gracias a la presencia de campos de signo opuesto: el cerebro y el sistema nervioso central poseen una polaridad positiva, mientras que los órganos y tejidos periféricos poseen polaridad negativa [24], [29], [32].

Los efectos que produce son: una importante vaso dilatación con aumento de la circulación en la zona tratada; aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos; un efecto sobre el metabolismo del calcio y sobre el colágeno y relajación muscular [24], [29], [32].

Una imagen de un equipo de magnetoterapia de la empresa Meditea se muestra en la figura 1.5.



Figura 1.5 Equipo de magnetoterapia (Gráfico obtenido de la empresa Meditea especialista en Fisioterapia) [76]

1.3.4.3 Estimulación eléctrica

La estimulación eléctrica permite prevenir o curar diferentes clases de úlceras. Aunque no se sabe como funciona, al parecer un elevado voltaje con una cantidad de corriente podría estimular las células y aumentar su producción celular y por ende producir cicatrizaciones [24], [30], [33], [41].

El fundamento teórico se basa en las corrientes diadinámicas o de Bernard ya que este último las introdujo en la fisioterapia, esta teoría refiere que al hacer variar la fase y el tipo de onda de corrientes variables de baja frecuencia como 50 Hz se pueden estimular los tejidos de la piel [30],[33].

Una imagen de un equipo de estimulación eléctrica de la empresa Terraplus se muestra en la figura 1.6.



Figura 1.6 Equipo de estimulación eléctrica (Gráfico obtenido de la empresa Terraplus) [33]

1.3.4.4 Fototerapia

La fototerapia es el tratamiento no invasivo con luz bajo ciertas características de longitud de onda y potencia. Diferentes longitudes de onda de la luz, entre la visible (400-770nm), el infrarrojo (770 nm. a 1000 micras) y la luz ultravioleta (322 nm) han sido investigadas para promover el tratamiento de la piel, músculos, nervios, tendones, cartílagos, huesos, y células dentales. Este tratamiento tiene buenas respuestas con luz entre los 500-1000nm. y en los 322 nm [4], [6], [10], [13], [15], [55].

Los investigadores sugieren que la energía de baja potencia acelera muchos estados de la piel. La densidad de energía (energía por unidad de área) necesaria para optimizar la regeneración celular es relativa de acuerdo al tipo de célula a evaluar. Existe un consenso en que el tratamiento adecuado se encuentra en el rango de 4.0 a 6.0 J/cm² o más pero con debidas precauciones y con la dosimetría adecuada bajo análisis médico [16], [21], [55].

Dentro del conjunto de tecnologías existentes para la realización de la fototerapia tenemos: la fototerapia láser, la fototerapia con LEDs y la fototerapia UV [15], [17], [20], [36], [37].

Una imagen de un equipo de fototerapia láser de Arseniuro de Galio de 904 nanómetros de la empresa Meditea se presenta en la figura 1.7.



Figura 1.7 Equipo de fototerapia láser [76]

1.4 Estado actual de la fototerapia

1.4.1 Tecnología Láser

La terapia láser comúnmente conocida como láser terapia, se basa en la aplicación de luz monocromática y coherente (ambas características fundamentales del láser) de baja potencia en heridas o lesiones. Las radiaciones láser alteran las células y las funciones de la piel [16], [28], [38].

Estudios realizados han determinado que pueden acelerar la regeneración de las células o resolver problemas de inflamación. El término técnico utilizado para este tipo de terapia es fotobioestimulación [16], [28], [38].

Existe una clasificación de los láseres realizada a nivel mundial la cual considera que la luz del láser es inofensiva cuando su potencia óptica es de alrededor de los μW . Un láser de clase II es un dispositivo de baja potencia cuando emite menos de 1 mW. Un láser de clase IIIA emite entre 1 y 5 mW de potencia óptica, mientras que un láser IIIB puede emitir como máximo hasta 500 mW. Finalmente la última clasificación es la de un láser de clase IV el cuál es un dispositivo de gran potencia óptica que puede producir daños terribles en la piel como quemaduras e inclusive incendios al ser expuestos a otros tipos de superficies.

Los láseres generalmente usados en dermatología son: láser de Rubí (694 nm), láser de Alejandrita (755 nm), láser de Helio Neón (632.8) y de Nd-Yag (1064nm).

Los láseres pueden actuar como antiinflamatorios, analgésicos (contra el dolor) o para la regeneración de tejidos. Los láseres cuya categoría se encuentra en láseres terapéuticos son: el de helio-neón, el de infrarrojo, el de Epi-Ligth; siendo quirúrgicos los de rubí, argón, CO_2 y el neodimio YAG [16], [20], [28], [38], [55].

Ventajas

Debido a la coherencia y monocromaticidad se pueden alcanzar niveles más profundos de la piel y más potencia puede ser recibida en un punto de la superficie de la misma.

Desventajas

Los láseres son de precio muy elevado.

Se debe tener mucho cuidado al trabajar con estos debido a su poder destructivo especialmente en el cuidado de los ojos.

La luz de los láseres pierde la propiedad de coherencia al interactuar con las células.

En la figura 1.8 se observa la fotografía de un equipo de fototerapia láser de la empresa Photonlife.



Figura 1.8 Equipo de láser terapéutico. (Gráfico obtenido de la empresa Photonlife) [77]

1.4.2 Tecnología de los LEDs

Los LEDs son diodos emisores de luz y son constituidos como otra fuente importante de luz. Existe una gran variedad de LEDs con longitudes de onda diferentes que varían desde los 370 nm a los 940 nm, dependiendo del material con el que son elaborados [3], [4], [5], [14], [55],

La terapia utilizando LEDs implica la aplicación de luz monocromática y no coherente, la no coherencia implica una luz dispersa no tan dirigida como la de un láser. Estos dispositivos también resultan útiles para el tratamiento de la piel [14], [16], [18], [19].

Esta tecnología permite resolver problemas de inflamación y alivio del dolor al igual que el láser. Además permite estimular la regeneración de la piel por medio de la absorción y la energía que transportan los fotones de la luz [16], [18], [19], [55].

Las características de la luz emitida por los LEDs son parecidas a la de los láseres. Para la aplicación de los LEDs se debe tener en cuenta la densidad de energía (J/cm^2), ya que no se pretenden alcanzar grandes potencias, pero si se pueden alcanzar niveles de densidad de energía mayores variando el tiempo de aplicación

[21], [42], [47], [45]. Para clasificar la potencia emitida por un LED o conjunto de LEDs se utiliza la clasificación establecida para los láseres definidos en el punto 1.4.1. La figura 1.9 muestra una configuración de una paleta con LEDs infrarrojos y rojos de la empresa X-Ligth. La disposición de estos LEDs forma dos triángulos uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventajas

- Los LEDs son más económicos que la fuente de láser lo que lo hace ideal para hacer pruebas.
- Son más manejables que los láseres, es decir, para tratar con láseres se debe de tener bastante cuidado, los diodos no necesitan tanto cuidado para su manejo, debido a su baja potencia no son tan perjudiciales a la exposición de la vista.
- Poseen una variedad de rangos de longitudes de onda, no solo el rojo sino también el infrarrojo y se pueden aplicar al mismo tiempo produciendo una doble estimulación.
- Se puede aplicar el mismo LED a diferentes frecuencias, lo que permite hacer un sistema más práctico y fácil de usar.



Figura 1.9. Paleta de fototerapia (Gráfico obtenido de la empresa X-Ligth) [78]

Desventajas

- No se puede llegar a potencias grandes como los Watts con un solo diodo emisor de luz.

1.4.3 Tecnología de las lámparas UV

Es un tratamiento basado en unas lámparas cuya emisión de luz se encuentra en el rango ultravioleta. Existen principalmente de tres tipos la UVB (la radiación

ultravioleta B), la UVA y la UVB de banda angosta [64], [65], [66]. La figura 1.10 muestra una comparación de las diferentes tipos de luz UV existentes [66]:

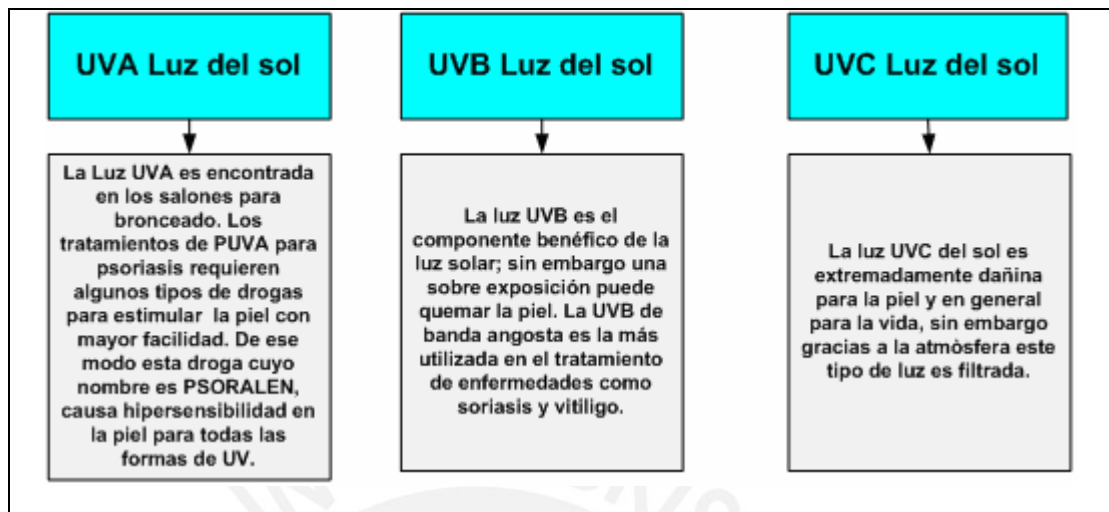


Figura 1.10 Comparación de diferentes longitudes de onda de luz Ultravioleta

La figura 1.11 muestra una cámara de fototerapia completa. En ella los pacientes ingresan con unas gafas protectoras para evitar daños en los ojos [65].

Ventajas

La utilización de la banda angosta de este tipo de lámparas no permite la emisión de otras radiaciones que puedan dañar la piel.

Estas lámparas son comerciales.

Se muestra bastante mejoría después de la utilización de estas lámparas.

Desventajas

Si se requiere la utilización de cámaras de fototerapia el costo es elevado.

Se debe tener cuidado en el manejo de estas lámparas ya que la luz que emiten puede dañar los ojos.

La aplicación es básicamente para diferentes estados de la soriasis y vitiligo, no se ha encontrado aplicación para las úlceras debido a la longitud de onda que emiten.

La principal compañía que vende este tipo de Tecnología es la empresa DAAVLIN.



Figura 1.11 Cámara de fototerapia con lámparas UV [65]

1.5 Declaración del marco problemático

En nuestro país existe una relativa alta incidencia de las úlceras por presión en el área de dermatología, especialmente en los pacientes de edad avanzada debido a su gran índice de inmovilidad y en los pacientes de que padecen la enfermedad de diabetes, además los tratamientos convencionales como tratamientos tópicos y sistémicos son en algunos casos ineficientes debido a problemas que varían de acuerdo a la patología del paciente; por lo que estos gastan tiempo y dinero yendo a los consultorios. Lo expuesto anteriormente, nos muestra que la problemática incide principalmente en el área tecnológica debido a la ausencia de adecuado equipamiento médico para resolver estos tipos de problemas; en el costo debido a que los pacientes vuelven constantemente a estos centros médicos para continuar con sus tratamientos convencionales en algunos casos ineficientes. Debido a eso la terapia física se está desarrollando día a día y se encuentra una no invasiva conocida como fototerapia a base de diodos emisores de luz (LEDs) que permite acelerar la regeneración de ciertas células de la piel que favorece la cicatrización de heridas o la posibilidad de aliviar el dolor con luz bajo ciertas condiciones de densidad de energía que no pretende desechar el uso de los equipos láseres u otros tratamientos médicos ya conocidos sino ser una alternativa nueva de solución. La utilización de este tipo de equipo médico es bajo ciertas condiciones de dosimetría lo que dependerá de la evaluación del especialista dermatólogo.

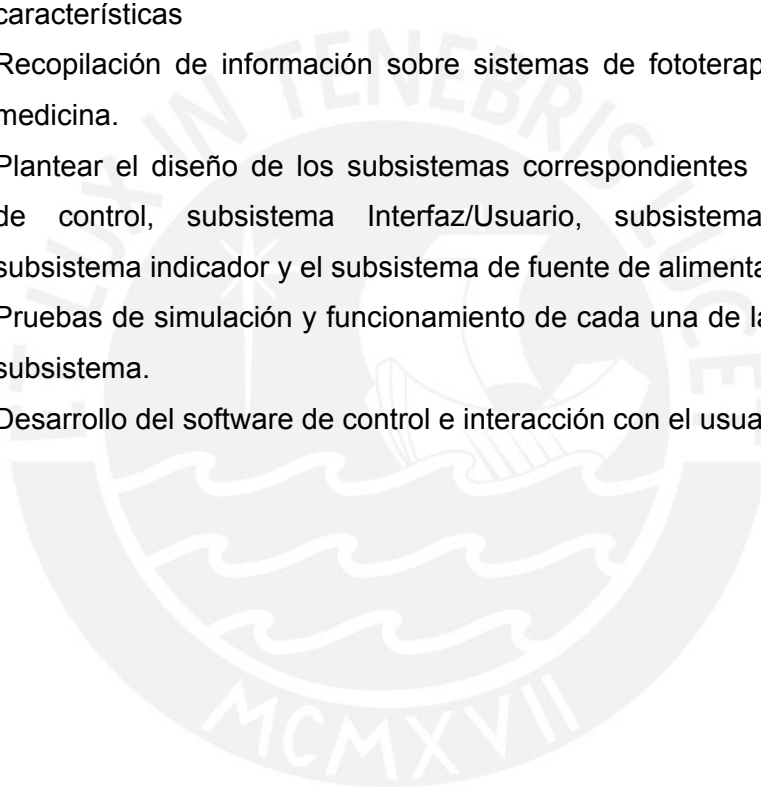
1.6 Objetivos generales y específicos

1.6.1 Objetivo General

Este trabajo de tesis tiene por objetivo diseñar un sistema de fototerapia que utiliza LEDs que a su vez permita ser una alternativa tecnológica para los pacientes de úlceras por presión en sus diferentes etapas. Además promueve el desarrollo tecnológico en nuestro país.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Análisis de información sobre la interacción de la luz con la piel y sus características
2. Recopilación de información sobre sistemas de fototerapia con LEDs en medicina.
3. Plantear el diseño de los subsistemas correspondientes como subsistema de control, subsistema Interfaz/Usuario, subsistema de actuación, subsistema indicador y el subsistema de fuente de alimentación.
4. Pruebas de simulación y funcionamiento de cada una de las partes de cada subsistema.
5. Desarrollo del software de control e interacción con el usuario.



CAPITULO 2

LA DERMATOLOGÍA Y LA FOTOTERAPIA

2.1 Introducción

El presente capítulo posee como objetivo mostrar los principios fisiológicos fundamentales de la piel así como los principios físicos de la fototerapia. También, muestra su aplicación a las úlceras por presión.

2.2 Fisiología y partes de la piel

2.2.1 La piel

Es el tejido más externo y el órgano más extenso en términos de peso y superficie. Ésta tiene un área de aproximadamente 16 000 cm² en un adulto y representa alrededor del 8% del peso del cuerpo. Como se observa en la figura 2.1, la piel posee una estructura compleja que tiene varios componentes como células, glándulas, fibras y otros componentes de estructura diferente que lo hacen una estructura multicapa y compleja [34], [60], [61], [62].

La piel realiza una serie de funciones que resultan de reacciones físicas y químicas dentro de sus componentes internos. Además, la principal función de la piel es proteger al cuerpo de fricciones y de posibles heridas debido a su flexibilidad y dureza [34], [60], [61].

Las funciones de la piel tienden a variar de acuerdo a los años, así como raza, género e individuo. Por ejemplo, las pieles de las personas mayores de edad tienden a perder su rigidez y dureza debido a que su estructura es desgasta debido a los años. Estas diferencias funcionales son en la mayoría de los casos un resultado de variaciones fisiológicas y anatómicas en la estructura de la piel [34], [60], [61].

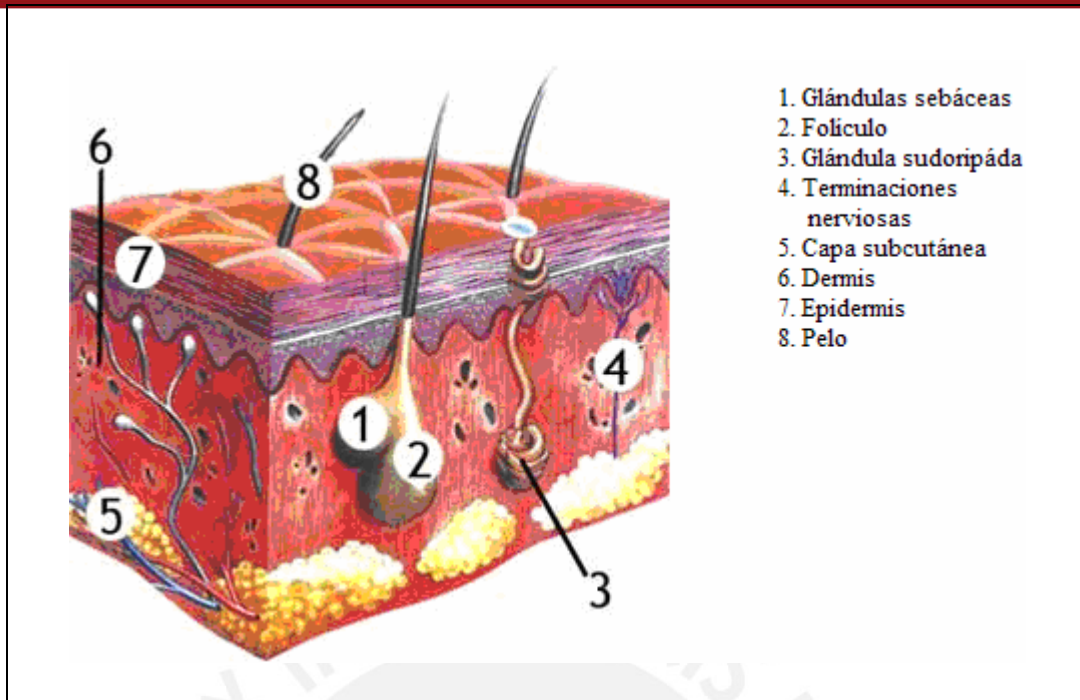


Figura 2.1 El Gráfico de la piel y sus partes [61]

2.2.2 Partes de la piel

En la piel humana pueden identificarse tres estratos fundamentales: el estrato más externo es la epidermis; inmediatamente después se encuentra la dermis; en la que aparecen fibras, vasos, nervios y glándulas. El tercer estrato, el cual es el más profundo, es el tejido celular subcutáneo [18], [34], [160].

2.2.2.1 La epidermis

Es una estructura epitelial de revestimiento, que se subdivide en cinco estratos. Su espesor es de aproximadamente 0.2 mm. en promedio y varía dependiendo de la localización en el cuerpo y el volumen de agua que pueda retener [34], [60], [61].

Estrato basal o germinativo

Se encuentra situado en contacto con la dermis, se encuentra separada por la llamada membrana basal. Está representada por una hilera única de células, un poco más alargadas que las otras; que se dirigen a la superficie. Las células en este estrato presentan un aspecto ondulado constituyendo de esta forma un aspecto de engranaje que asegura su adhesión. Las células basales, en su posición alta, contienen a la melanina que da la coloración más o menos oscura a la piel; esta coloración aumenta después de ser expuesta a los rayos solares y está

dispuesta en forma de capucha sobre el núcleo, además constituye una protección en lo que respecta a las radiaciones solares [18], [34].

Estrato espinoso

Este estrato está formado por varias células de aspecto poliédrico, cuya característica principal es la de estar provista de prolongaciones espinosas, de tal manera que una célula aislada recuerda al aspecto de un erizo. Estas prolongaciones aseguran el mantenimiento de la integridad del estrato epitelial [18], [34].

Estrato granuloso

Está constituido por células aún provistas de núcleo y que contienen gránulos de una sustancia llamada queratohialina. Esta sustancia probablemente represente un precursor de la queratina. Además, esta sustancia última se encuentra de forma abundante en el estrato córneo [18], [34].

Estrato córneo

Está constituido por células que han perdido el núcleo y han sufrido una transformación estructural, perdiendo todas las características de una célula viva, capaz de reproducirse, como aparecían en el estrato germinativo, para asumir las de simple envoltura aplanada, que contiene un sistema proteico bifásico muy complejo, la queratina. Los estudios bioquímicos no han permitido conocer aún a fondo esta estructura, tan abundante en la piel y bastante importante en nuestra economía biológica [34].

Queratinocitos

Son cuantitativamente las células constituyentes en la epidermis. Estas células producen proteínas llamadas queratina las cuales contribuyen a la rigidez de la capa más externa de la piel. Los queratinocitos protegen el cuerpo del ambiente externo, por ejemplo de estimulación, fricción y virus, mientras retienen la humedad [18], [34].

2.2.2.2 La dermis

La dermis principalmente está cubierta por fibras, células, vasos, nervios y una sustancia extrafibrilar llamada “sustancia fundamental”. Existe una dermis papilar, que constituye la parte más superficial de la dermis; ésta se encuentre en contacto con la epidermis, estando separada de ella por la membrana basal. Las papilas de

la dermis se insinúan entre los tapones intrapapilares de la epidermis, estando separada de ella por la membrana basal. Las papilas de la dermis se insinúan entre los tapones intrapapilares de la epidermis, creando una estructura compleja formado por dos partes de estrecha conexión entre sí. En la dermis papilar están contenidos todos los vasos capilares bajo formas de asas elegantes, además de las terminaciones nerviosas. A la dermis papilar le sigue la dermis media y profunda. La estructura que entra mayoritariamente en la composición de la dermis por las llamadas fibras colágenas. A continuación están las fibras elásticas y las fibras reticulares. Esta capa es mucho más gruesa que la epidermis (entre los 1 a 4mm.). Los principales componentes de la dermis son el colágeno y la fibra de elastina [18], [34].

Fibroblastos

Son las células largas y delgadas presentes en la dermis. Estos producen el colágeno, queratina y elastina las cuales son los principales constituyentes de la dermis [18], [34].

Fibras de queratina

Son principalmente encontrados en las capas más lejanas de las células de la epidermis. Estas células protegen la parte interna de la piel del ambiente externo. Al mismo tiempo contribuyen a la retención de la humedad debido que son buenos retenedores de agua. La longitud y diámetro de estas fibras dependen de la cantidad de humedad que ellas retienen [18], [34].

Fibras de colágeno

Son los principales constituyentes de la dermis representan alrededor del 70 % del peso seco. Estas fibras son vastas y duras redes que proveen a la dermis de fuerza, tensión y elasticidad. Como se muestra en la figura 2.2 una fibra de colágeno es de aproximadamente de 0.5 a 3 micrómetros en diámetro y posee una forma alargada. Una fibra de colágeno tiene una estructura jerárquica y es un enredo de un conjunto de micro cables llamado colágeno [18], [34].

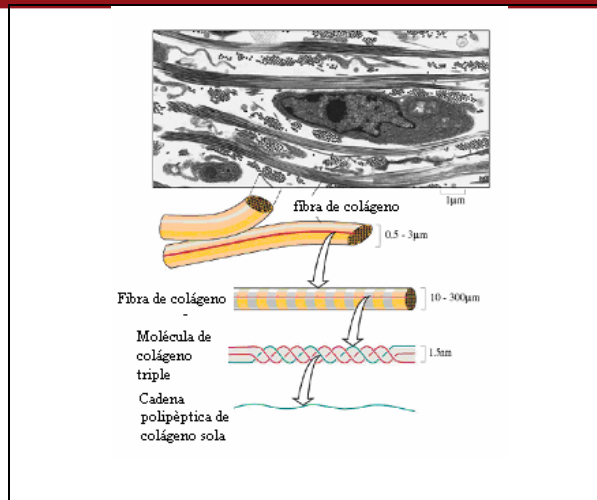


Figura 2.2 Fibra de Colágeno [18]

Fibras de elastina

Son proteínas enrolladas aleatoriamente y están presentes en la dermis. Estas fibras son más delgadas que las del colágeno (1 – 3 μm . de diámetro). Ellos ocupan del 2 al 4% del total del peso de la dermis. Estas fibras proveen a la piel de elasticidad. Además, juegan un importante rol en proveer soporte estructural a la dermis. Similar a las fibras de colágeno, los años y la luz ultravioleta degeneran a la fibra de elastina, la cual termina en arrugas [18], [34].

Células grasosas

Son cuantitativamente las más abundantes células sobre la dermis. Estas células acumulan grasas y sus medidas varían de acuerdo al volumen de grasa contenida en ellas. Estas células no absorben mucha luz, de otro modo las células de melanocitos y eritrocitos contienen cromóforos importantes, que si absorben luz. [18], [34].

2.2.2.3 Tejido Subcutáneo

El estrato más profundo de la piel. Está constituido por un estrato de tejido adiposo, conocido con el nombre de panículo adiposo, y tiene la función de aislar los tejidos subyacentes del calor y del frío. Este tejido representa una reserva de grasa esencial en la economía biológica del organismo, a la que atiende en condiciones de emergencia; además, posee un grosor entre 4 y 9mm. [18], [34].

2.2.2.4 Los vasos

La irrigación sanguínea de la piel se encuentra asegurada por un denso entramado de arteriolas que provienen del tejido subcutáneo y que, dirigiéndose hacia la

superficie, asumen un grosor cada vez más pequeño hasta presentar las características anatómicas y funcionales de los capilares. Esquemáticamente puede afirmarse que la irrigación se da por medio de dos redes vasculares horizontales, que forman dos planos uno superficial y otro más profundo, unidos entre sí por ramas ascendentes. A las arteriolas y a los capilares arteriales les siguen las venas correspondientes. Además, aquí se encuentra un cromóforo muy importante que es la hemoglobina [18], [34].

La figura 2.3 muestra las partes de la piel con sus niveles de posición respectiva.

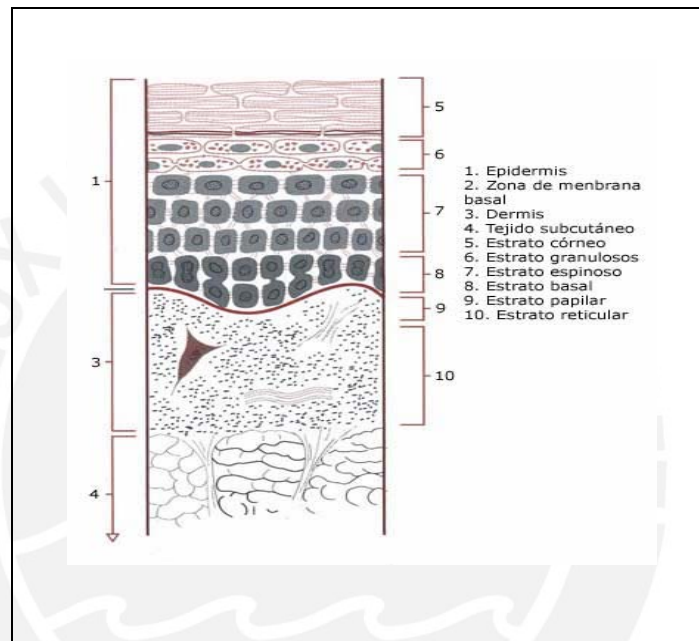


Figura 2.3 Partes de la piel [34]

2.3 La luz y la fototerapia

2.3.1 La luz

La luz es una porción de varias ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio. El espectro electromagnético, el cual se muestra en la figura 2.4, cubre un rango desde las ondas de radio con longitudes de onda del orden de los metros o más hasta los rayos X. La mayoría de las aplicaciones utilizadas en fototerapia se encuentran entre los 600 y 1000nm [2], [15], [55].

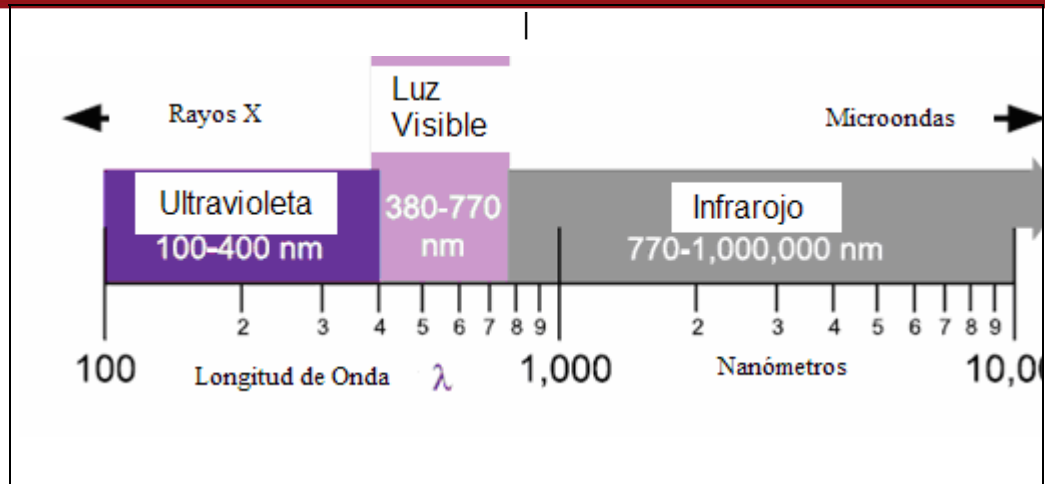


Figura 2.4 Gráfico del espectro electromagnético [2]

Una variedad de términos se utilizan para identificar un punto o banda en este espectro de radiación electromagnética como energía, frecuencia y longitud de onda. Todos estos términos están relacionados y se fundamentan esencialmente en la naturaleza dicótoma (onda y partícula) de la radiación misma [2], [55].

2.3.2 Propiedades ópticas de la piel

Cuando la luz choca contra la piel se pueden presentar cuatro posibles interacciones lo que se observa en la figura 2.5:

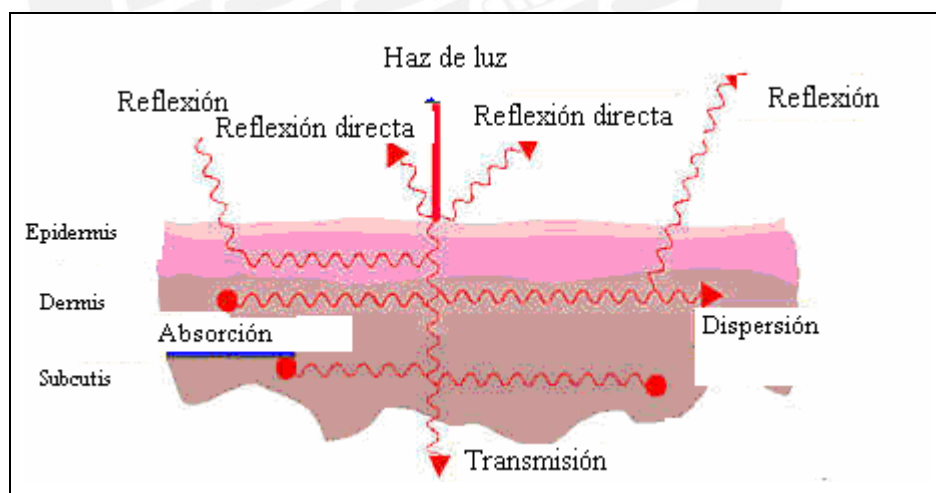


Figura 2.5 Gráfico de la piel con las diferentes interacciones con la luz [16]

2.3.2.1 Reflexión

Es la porción de flujo de luz que no ingresa a la piel y se refleja dependiendo del coeficiente de reflexión del conjunto de células en la piel [38].

2.3.2.2 Dispersión

Se refiere a la porción del flujo radiante que se encuentra dentro del tejido, puede ser la sumatoria de las energías que se reflejan o también que se refractan, aunque es conocido que atenúa la transmisión y además puede constituir un paso previo a la absorción, de este modo se tienen 3 importantes consecuencias: aumento de la reflexión, incremento de la absorción y por último distribución de la luz [18], [21], [38]. La figura 2.6 muestra como los haces de luz chocan y se dispersan en organismos celulares.

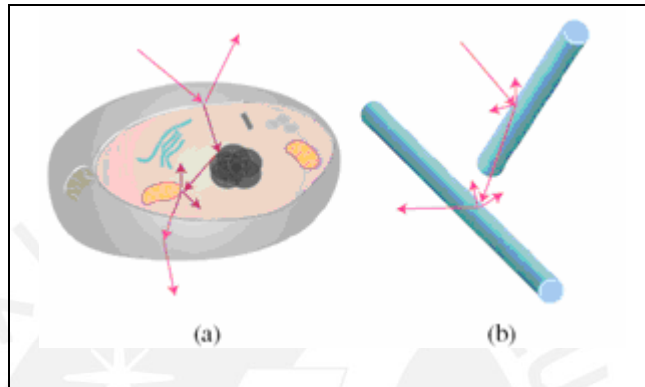


Figura 2.6 Gráfico de la dispersión de una célula (a) y una fibra (b) [18]

2.3.2.3 Absorción

La absorción es el proceso que constituye el objetivo de la fototerapia, significa la cantidad de energía que se transmite al tejido celular. Los cromóforos son los encargados de cumplir este papel, entre las que tenemos [21], [38], [55]:

La melanina: Es el cromóforo dominante de la epidermis y también puede ser encontrado en el pelo. Este cromóforo es producido en melanosomas. Después es difundido en la capa de la epidermis y se mueve a través de la superficie de la piel mientras envejece. A través de este proceso la melanina cambia su color de bronceado a blanco. La función fisiológica de la melanina es proteger el interior de la piel por absorción y dispersión de la luz ultravioleta. Cuando se exponen a la luz del sol los melanocitos se empiezan a producir. Esta función biológica es la que permite parecer nuestra piel bronceada [21], [38].

La hemoglobina: Es un cromóforo de color rojo encontrado en los eritrocitos y ubicado en la dermis. La hemoglobina representa el 95 % de la masa de un eritrocito. Además, enlaza el oxígeno efectivamente y transporta este mismo a todo el cuerpo por medio de los vasos y capilares [21], [38].

El agua: Es otro cromóforo importante en la piel, pero sus niveles de absorción se encuentran hasta los 400 nm y a partir de los 670 nm. [69].

La figura 2.7 muestra los niveles de absorción de los cromóforos antes mencionados.

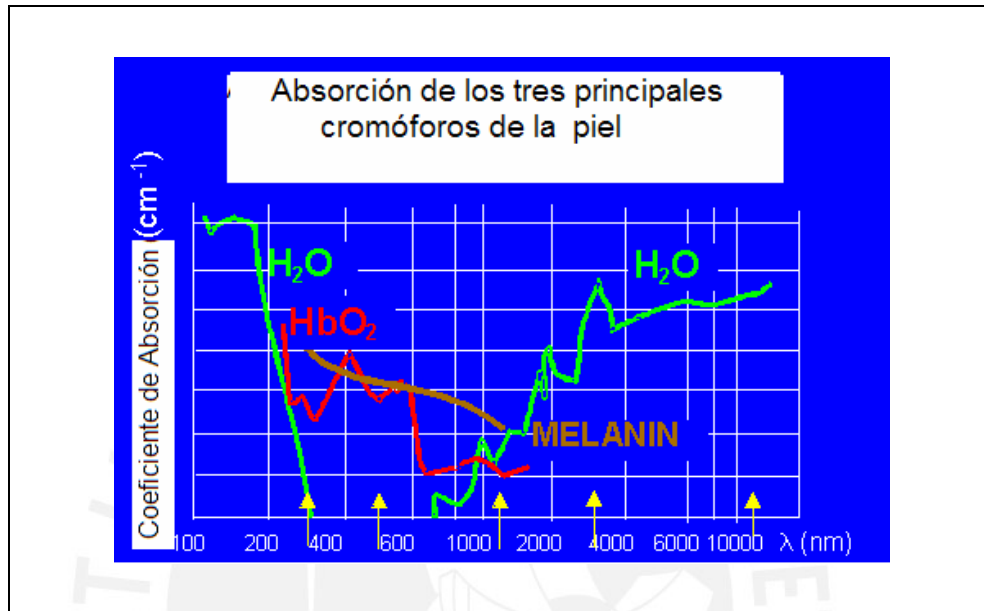


Figura 2.7 Espectro de absorción de la hemoglobina (HbO₂), melanina (MELANIN) y agua (H₂O) en la piel [69]

2.3.2.4 Transmisión:

Es la cantidad de flujo radiante que pasa de una capa de la piel a otra [38].

Si se desea adecuar la longitud de onda a los cromóforos se debe tener en cuenta que la longitud (λ) no solo depende del nivel de absorción del cromóforo sino también de que si dicha longitud puede alcanzar los niveles donde este cromóforo se encuentra.

La figura 2.8 muestra la ventana óptica de absorción de la piel; es decir, mientras las longitudes de onda se encuentren entre los 350 nm y 1300 nm, se alcanzarán mayores profundidades en la piel.

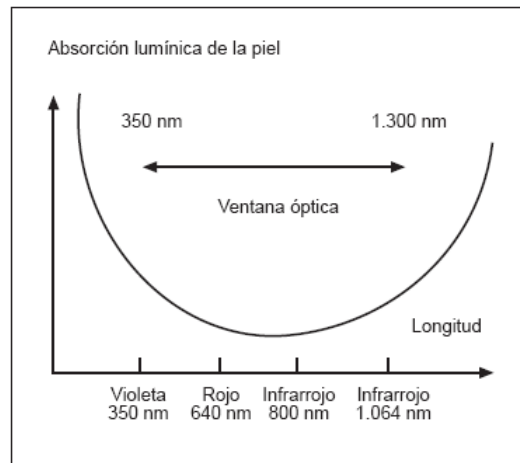


Figura 2.8 Gráfico de la ventana óptica de la piel [16]

2.3.3 La piel y la absorción de la luz

Los efectos de una luz sobre la piel comienzan con la absorción de la radiación electromagnética (luz) como se ha descrito en el acápite 2.3.2.3. Esta luz es una forma fundamental de energía que posee dos características: la de onda y la de partícula debido a que transporta unos cuantos conocidos como fotones.

Según la ley de Plank, las longitudes de onda más largas transportan menos energía que los fotones que son transportados por longitudes de onda más cortas. En la figura 2.9 se puede observar que las fuentes de luz Ultra Violeta transportan más energía por fotón que las fuentes de luz infrarrojas, además que las fuentes de luz visible (380 - 770 nm), se encuentran en un término medio (ver figura 2.9) [2], [21]. La ecuación (1) permite calcular la energía (Q).

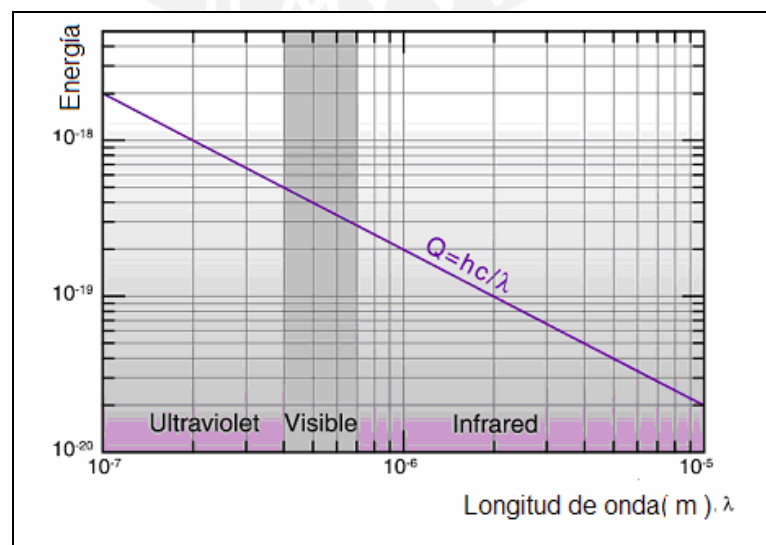


Figura 2.9 Gráfico de la energía en función de la longitud de onda [2]

$$Q = hc/\lambda \quad (1)$$

Siendo:

Q: la energía,

h: la constante de Plank,

c: la velocidad de la luz (3×10^8 m/s)

Lambda (λ)= La longitud de onda de la fuente de luz.

Cuando se absorbe un fotón de la luz generalmente las partículas conocidas como cromóforas definidas en la parte 2.3.2.3 absorben ciertas longitudes de onda de la luz. La energía que los fotones transportan genera un movimiento o separación de las partículas cargadas y excita la formación de ATP lo que constituye un efecto fotoquímico. Las encimas de la cadena respiratoria también son beneficiadas en este proceso gracias a la hemoglobina que es la encargada de transportar el oxígeno.

2.3.4 Las úlceras por presión y la fototerapia

Para la aplicación de las úlceras por presión se tiene el siguiente proceso: las células de la piel absorben la energía de los fotones irradiados por la fuente de luz entre naranja y roja (500 a 700 nm) y es transferida a biomoléculas celulares entre las que se encuentran los cromóforos y en especial el cromóforo de la hemoglobina (HbO_2) que transporta el oxígeno. Además ésta energía favorece la producción de adenosina trifosfato (ATP) molécula rica en energía que a nivel celular funciona como batería y participa en todas las reacciones biosintéticas que se producen en cualquier parte de la célula. Posteriormente, se activan y desactivan determinadas enzimas y macromoléculas que elevan las resistencias de las células ante la presencia de distintos factores patógenos; se activan los componentes de la cadena respiratoria mitocondrial iniciándose de ese modo una cascada química que promueve la regeneración celular de la piel. Por tanto, esta aplicación refuerza la curación de las heridas ocasionada por las úlceras [55], [71].

Resultados de casos atendidos con fototerapia

Dentro de los principales resultados se tienen los resultados de la empresa BIOBEAM que se realizaron en el Hospital de ANCUD en la ciudad de Chile a cargo del grupo de doctores: Dra. Claudia A. Robin González, el Dr. Eduardo Rojas Cortez y el Kinesiólogo Manuel A. Ferreira. obteniéndose, en este caso el siguiente resultado: en primer punto el paciente es masculino de 51 años con

hipertensión arterial diagnosticada en 1984, además tiene la enfermedad de piodermitis tuberculosa, por lo que se le realizó nefrectomía derecha en ese mismo año, en 1989 se le diagnosticó LCFA mixta secuela de TBC, en 1992 comienza hemodiálisis por una insuficiencia renal crónica, en 1994 se le diagnostica trombosis de retina del ojo derecho y esclerosis vascular en el ojo izquierdo, en el año 2001 evoluciona con úlceras en extremidades inferiores que incluso necesitaron tratamiento quirúrgico, secundarias a una poliarteritis nodosa, en el año 2003 desarrolla una cardiopatía hipertensiva, hiperparatiroidismo secundario, con fracturas patológicas costales y vertebral por osteodistrofia renal, aún con úlceras recurrentes de muy tórpida evolución que su esposa curaba en su domicilio. Considerando los antecedentes de carácter ominoso de este paciente con pocas expectativas se inició el tratamiento con biobeam 660®, en noviembre del 2003 el que se realizaba en coincidencia con su diálisis en el Hospital de Ancud, ya que por asuntos económicos no podía acudir diariamente al hospital, la última imagen se tomó el 23 de diciembre del 2003, luego de lo cual el paciente tubo una descompensación de su patología de base y estuvo hospitalizado en la UCI del Hospital de Puerto Montt por un largo período [42]. La Figura 2.10 muestra la mejora que se obtuvo al realizar el tratamiento de fototerapia. La evolución es observada en un poco más de un mes desde noviembre hasta diciembre del año 2003.



Figura 2.10 Fotografías del proceso de mejora del paciente con úlceras [42]

2.4 Modelo teórico de la fototerapia

La eficiencia del tratamiento de fototerapia depende directamente del volumen total de células a la que la luz puede acceder; esto a su vez depende de la profundidad de penetración en la piel [16], [18], [19].

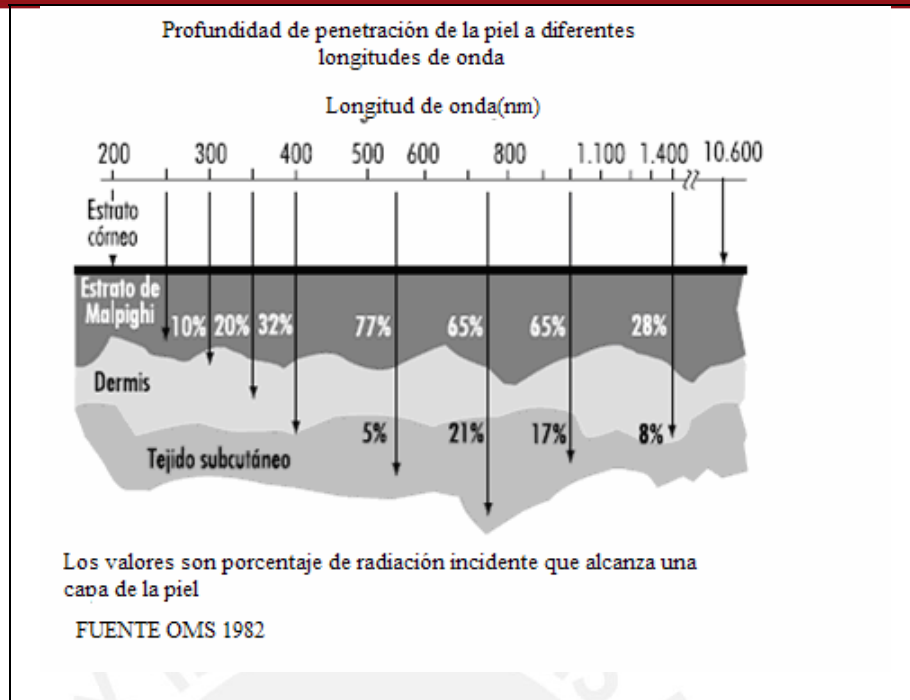


Figura 2.11 Gráfico de la profundidad de penetración dependiendo de la longitud de onda. (OMS)

La figura 2.11 muestra como la luz puede llegar a niveles más profundos ya que las células que se encuentran en la piel absorben la luz de determinadas longitudes de onda y reflejan otras debido a sus índices de dispersión y absorción respectivos.

La interacción de la luz con una multicapa o multicomponente piel es un proceso muy complicado. Por ejemplo, el estrato córneo de la piel refleja alrededor del 5 a 7% de la luz incidente. Además, una luz colimada como el láser es transformada en luz difusa mientras ingresa en la piel debido a los diferentes índices de reflexión de las células [18].

Los modelos generalmente poseen parámetros ópticos como son los coeficientes de absorción y de dispersión de la piel. Cuando nosotros modelamos el transporte de la luz en un medio sin dispersión o de muy pequeña dispersión sucede que la luz ingresa al medio y se atenúa exponencialmente debido a la absorción. Esta ley puede ser descrita como sigue [16], [18], [19], [75]:

$$L(d) = (1-R_f) E \exp(-u_i d) \tag{2}$$

En donde $L(d)$ es la irradiancia (W/cm^2), E es la irradiancia incidente (W/cm^2), R_f es el coeficiente de reflexión de Fresnel para la luz incidente normal, d es el grosor del

medio óptico y finalmente $\mu_t = \mu_a + \mu_s$ es conocido como el coeficiente de extinción (coeficiente de atenuación total) (1/cm), donde μ_a es el coeficiente absorción (1/cm) y μ_s es el coeficiente de dispersión (1/cm).

$$R_f = \left[\frac{(n-1)}{(n+1)} \right]^2 \quad (3)$$

En donde n es el índice de refracción medio relativo de la piel y sus alrededores.

Este modelo conocido como ley de Beer-Lambert funciona bien cuando el coeficiente de absorción es diez veces mayor que el coeficiente de dispersión. Sin embargo, este modelo no es útil para analizar la propagación de la luz en la piel ya que los elementos de nivel celular y en general toda la piel posee fuertes índices de dispersión [16], [18], [19], [75]. Por lo tanto, existe una teoría conocida por sus siglas en el inglés como RTT teoría de transferencia de radiación cuyo modelo matemático es como sigue:

$$\frac{\partial I(\vec{r}, \vec{s})}{\partial s} = -\mu_t I(\vec{r}, \vec{s}) + \frac{\mu_s}{4\pi} \int_{4\pi} I(\vec{r}, \vec{s}') p(\vec{s}, \vec{s}') d\Omega' \quad (4)$$

En donde $I(\vec{r}, \vec{s})$ es la irradiancia o intensidad específica, este es el promedio de la densidad de flujo de potencia a un punto \vec{r} en la dirección \vec{s} (W/ cm² sr); $p(\vec{s}, \vec{s}')$ es la función de la fase de dispersión (1/sr) y $d\Omega'$ es el ángulo sólido con respecto a la dirección \vec{s} (sr); μ_t es el coeficiente de atenuación total y μ_s es el coeficiente de dispersión. Además es asumido que no hay otras fuentes de radiación en el medio de aplicación solo la que se esta utilizando. Para caracterizar la relación entre los índices de dispersión y los índices de absorción un parámetro $A = \frac{\mu_s}{\mu_t}$ es utilizado, este parámetro puede variar desde 0 lo cual significa que es un medio de absorción total y 1 el cual es un medio de dispersión total [18], [19], [75].

2.5 Terminología dosimétrica

Dentro de los modos de aplicación de la fototerapia tenemos 4 formas dependiendo del tratamiento y uso. Ellos son la emisión puntual, la emisión tipo pincelado, la emisión por barrido y la emisión por baño (ver figura 2.12) [7], [10], [13], [14].

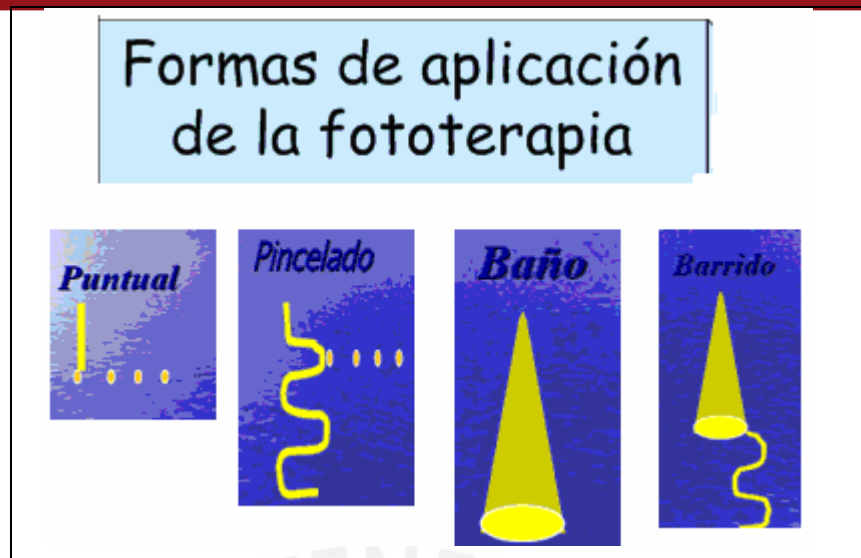


Figura 2.12 Diferentes formas de aplicación de la fototerapia

Parámetros importantes en la dosimetría de aplicación

Potencia (P): Puede ser emitida, transferida o recibida. Su unidad internacional es el Watt. Potencia radiada o flujo radiante es potencia recibida, emitida o transferida en forma de radiación.

Densidad de potencia (D.P.): Es una medida de una cantidad de radiación que ha sido entregada a una determinada área sobre una superficie (S) que se encuentra en W/cm^2 o mW/cm^2 .

Energía (E): Es la capacidad de hacer el trabajo. Su unidad es el Joule (J) y es calculada como la cantidad de potencia (W) por unidad de tiempo (s).

Densidad de Energía (D.E.): Es una medida de una cantidad de radiación que ha sido entregada a una determinada área sobre una superficie que se encuentra en J/cm^2 o J/m^2 . Para aclarar mejor este concepto se tiene a continuación la siguiente fórmula:

$$D.E. = \frac{P \times T}{S} \quad (5)$$

Siendo:

P= Potencia

T= Tiempo de exposición

S= Superficie sobre la cual se expone la luz

Factores de conversión

Las unidades de emisión de la luz se expresan como sigue: lúmenes, candelas y Watts. La tabla 2.1 muestra los factores de conversión entre las unidades escritas líneas arriba [31].

Tabla 2.1
Tabla de conversiones

1 Lúmen	0.001496 Watts
1 Candela	12.556 Lúmenes

2.6 Normas de exposición

Como protección frente a condiciones de exposición intolerables en radiaciones no ionizantes como lo son la luz del espectro visible e infrarrojo, un conjunto de organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud, la Oficina Internacional del Trabajo, el Comité Internacional de Radiación no Ionizante de la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (INIRC/IRPA) y su sucesora la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), así como la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH), han propuesto límites de exposición a la radiaciones de fuentes ópticas tanto coherentes (láser) como no coherentes (UV, LEDs). La mayoría de las propuestas internacionales sobre guías para limitar la exposición humana a la radiación se basan en los valores umbrales publicados por la ACGIH (1993/1994) [6].

La revisión de 1994 de los límites de exposición se expresa como sigue:

“Para la protección de la retina contra lesiones térmicas en caso de exposición a luz visible (por ejemplo, en el caso de fuentes luminosas potentes), la radiancia espectral L_λ en $W/(m^2 sr nm)$ ponderada con respecto a la función de riesgo térmico para la retina R_λ (véase tabla 2.2) sobre el intervalo de longitudes de onda Δ_λ y sumada sobre la gama de longitudes de onda de 400 a 1.400 nm, no deberá exceder de:

$$\sum_{400}^{1400} L_\lambda R_\lambda \Delta_\lambda \leq \frac{5 \times 10^4}{\alpha t^{1/4}} \quad (6)$$

Siendo t la duración de visión limitada a intervalos de 10^{-3} a 10 segundos (es decir, en condiciones de visión accidentales, no de visión fija) y α el ángulo subtendido para la fuente en radianes calculado para $\alpha = (\text{máxima extensión de la fuente}) / (\text{distancia a la fuente } R_\lambda)$ (véase tabla 2.2).”[6].

Tabla 2.2 Radiancia en función de la longitud de onda [6]

Longitud de onda (nm)	R_λ	Longitud de onda (nm)	R_λ
400	1,0	460	8,0
405	2,0	465	7,0
410	4,0	470	6,2
415	8,0	475	5,5
420	9,0	480	4,5
425	9,5	485	4,0
430	9,8	490	2,2
435	10,0	495	1,6
440	10,0	500–700	1,0
445	9,7	700–1.050	$10^{((700-\lambda)/500)}$
450	9,4	1.050–1.400	0,2
455	9,0		

o Fuente: ACGIH 1996.

Norma de seguridad IEC60601

La norma IEC60601-1 presenta las normas de seguridad con que debe contar todo equipo o sistema electromédico. Además se describen los requisitos para la seguridad necesarios para proporcionar protección al paciente, operador y al entorno [72].

Medidas de protección

La protección normal conocida como de mayor eficiencia frente a la exposición a la radiación óptica es el confinamiento total de la fuente y de todas las vías de radiación que puedan partir de ella. En la mayoría de los casos, tales medidas permiten cumplir fácilmente los límites de exposición. De lo contrario, deberá recurrirse a una protección individual a base de gafas o pantallas adecuadas que protejan los ojos, o bien ropa protectora. Si las condiciones de trabajo no permiten adoptar tales medidas, puede ser necesario ejercer un control administrativo y restringir el acceso a las fuentes muy intensas [6].

2.7 Equipos que utilizan Tecnología de los LEDs en medicina

La recopilación de información de estos equipos se realiza de acuerdo a patentes europeas y norteamericanas.

Dispositivo de fototerapia: La patente europea 20060224217 resalta su aplicación en diferentes enfermedades como heridas sobre la piel y dolores como la artritis, acorde con la fuente de luz que este equipo emite. Además, esta patente se basa en el diseño del equipo así como la funcionalidad del mismo. Por lo que se encuentra comandado por un microcontrolador y un sistema conformado por un teclado de programación que controla la potencia de la fuente de los LEDs [46].

Dispositivo de fototerapia 2: La patente europea US2006030908 resalta la utilización de Diodos emisores de Luz (LEDs) utilizando dos colores el rojo y el infrarrojo. Por lo que puede ser utilizada en diferentes enfermedades de la piel. Este dispositivo también podría incluir LEDs multicolores para el tratamiento sobre la piel. Además posee un sistema de control que permite que el usuario pueda tener un indicador de la condición de la piel que va a ser tratada [43].

Dispositivo de fototerapia 3: La patente europea GB2425481. Es un dispositivo de fototerapia cuya dosis varía entre 1 y 150 J/cm². La fuente de luz roja podría variar entre los 600 nm y 700 nm, generalmente se utiliza en los 633nm La luz infrarroja podría estar entre los 800nm y 910nm, preferiblemente en los 830nm. La geometría de disposición de los LEDs es preferible de manera rectangular en esta patente [45].

Dispositivo de fototerapia 4: La empresa Dermalogix presenta el equipo de fototerapia Biobeam 162 la cual posee la patente inscrita en los Estados Unidos, y cuyo número es 5683436 presenta las siguientes características [47]:

Longitud de onda: 630 nm

Área: 100 cm²

Densidad de potencia: 20 mW/cm²

CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE FOTOTERAPIA BASADO EN LEDS

3.1 Introducción

En este capítulo se plantea el diseño del sistema de fototerapia con las siguientes características: que pueda ser configurado el modo de exposición, la frecuencia de emisión, el tiempo de exposición, el tipo de onda (duty cycle) y por ende la potencia de salida de los LEDs cumpliendo con los requisitos de seguridad y portabilidad. Además, este diseño contará con indicadores luminosos que avisen cuando el sistema se encuentra funcionando y encendido.

3.2 Metodología utilizada en el Diseño del Sistema

Se plantea la siguiente metodología para el desarrollo del presente capítulo:

- Análisis y especificación de las diferentes partes del sistema.
- Diseño de las diferentes partes del sistema.
- Desarrollo del software del sistema.

3.3 Características del sistema de fototerapia

Las características o requerimientos del sistema se basan principalmente en las sub partes que ésta pueda tener; por tanto, de acuerdo a las necesidades de los doctores y pacientes así como teniendo en cuenta los diferentes equipos comerciales se encuentra el siguiente patrón:

- Todos los equipos poseen un sistema de configuración a base de un teclado.
- Los equipos poseen una paleta que podría ser intercambiable. Además en ellos se encuentran los LEDs (Diodos emisores de luz) cuyo número varía en relación a la densidad de energía y potencia que se desea alcanzar.
- Poseen un microcontrolador en el cual se almacenan los datos para poder activar los LEDs.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente diagrama de bloques del sistema en la figura 3.1:

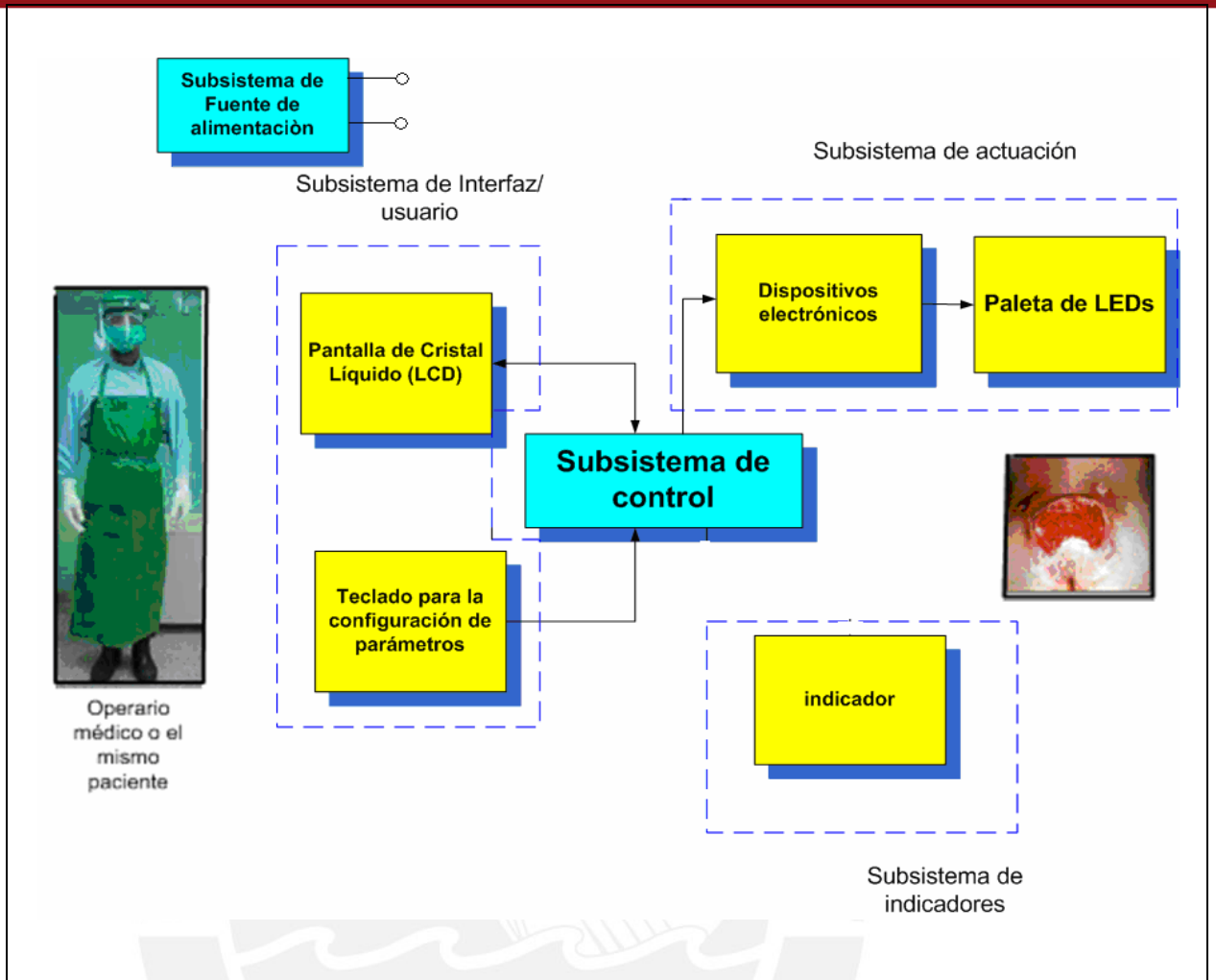


Figura 3.1 Diagrama de bloques del prototipo

3.4 Partes y diseño del sistema de fototerapia

Desde el punto de vista de la teoría de control, el diseño planteado es un sistema de lazo abierto ya que la salida no tiene influencia sobre la entrada del sistema.

Los subsistemas seleccionados para el desarrollo de este prototipo son:

- Subsistema de control.
- Subsistema de interfaz /usuario.
- Subsistema de actuación.
- Subsistema de indicadores.
- Subsistema de fuente de alimentación.

3.4.1 Subsistema de control

3.4.1.1 Selección del microcontrolador

En el mercado se tiene un grupo de microcontroladores (MCU) capaces de realizar esta función, entre los cuales se encuentran por ejemplo el 8051 de Silicon Labs, el 68HC908GP32 de Motorola, el P89CE558 de Phillips, la familia Atmel AVR, la familia Microchip PIC 16F8XXX, el COP8CxR9 de la empresa americana National Semiconductors y otros más. Además, ninguno de estos fabricantes limita el uso de estos dispositivos para prototipos de equipos médicos.

En el mercado peruano es fácil encontrar los microcontroladores PIC 16F877A de la empresa Microchip y el ATMEGA 8L de la empresa ATMEL. En términos de costos ambos microcontroladores son de precios bajos y muy parecidos; sin embargo, se elige el ATMEGA 8L debido a que es de menor tamaño físico y además se tiene el conocimiento y la experiencia en la programación de este tipo de dispositivo.

El microcontrolador ATMEGA 8L de la empresa Atmel posee las siguientes características técnicas: Arquitectura RISC, 130 instrucciones, 32x8 registros de propósito general, 16 MIPS a 16 Mhz, programación no volátil y también cuenta con una memoria de datos, 8Kbytes de memoria Flash, 512 Bytes EEPROM, 1Kbyte SRAM, 16 BIT time/counter. 6 canales de ADC de 10 BITS, USART programable, 23 entradas programables como I/O. El Voltaje de operación es de 2.7 a 5.5 V, de 0 a 8 Mhz de ciclo de reloj con un consumo de 3.6 mA cuando es configurado a 4Mhz y 25 °C.

Además, el consumo de este microcontrolador a 5 V de operación y 1Mhz (según hoja de datos del ATMEGA) de reloj interno es de 2.6mA aproximadamente (ver figura 3.2).

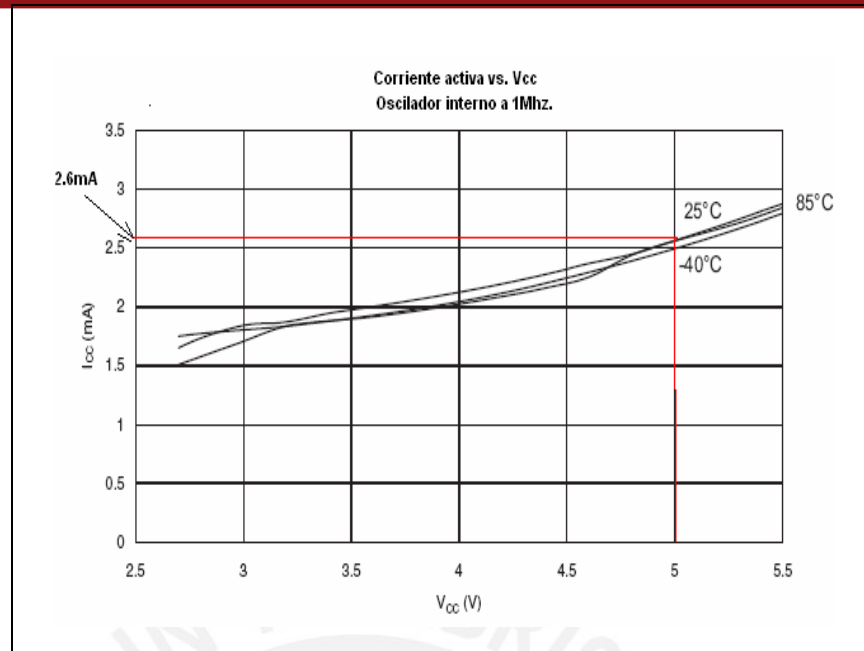


Figura 3.2 Gráfica de Corriente Activa vs. Voltaje Vcc a 1Mhz

3.4.1.2 Selección de los pines del microcontrolador

Se selecciona el puerto D para la interacción con el usuario es decir para el manejo del teclado y del LCD de 2x16 que se encuentra en el sistema de interfaz/ usuario. La configuración del modo de exposición, tiempo, frecuencia de emisión, tipo de onda y potencia de exposición de los LEDs son por intermedio del teclado realizado a base de pulsadores. Estos pulsadores se encuentran en los pines de PB4:PB6 y del PC5. Los pines por el cual sale la señal programada son: PB0:PB3. Además el circuito de alerta se configura a través del pin PB7. La figura 3.3 muestra la configuración de los pines seleccionados.

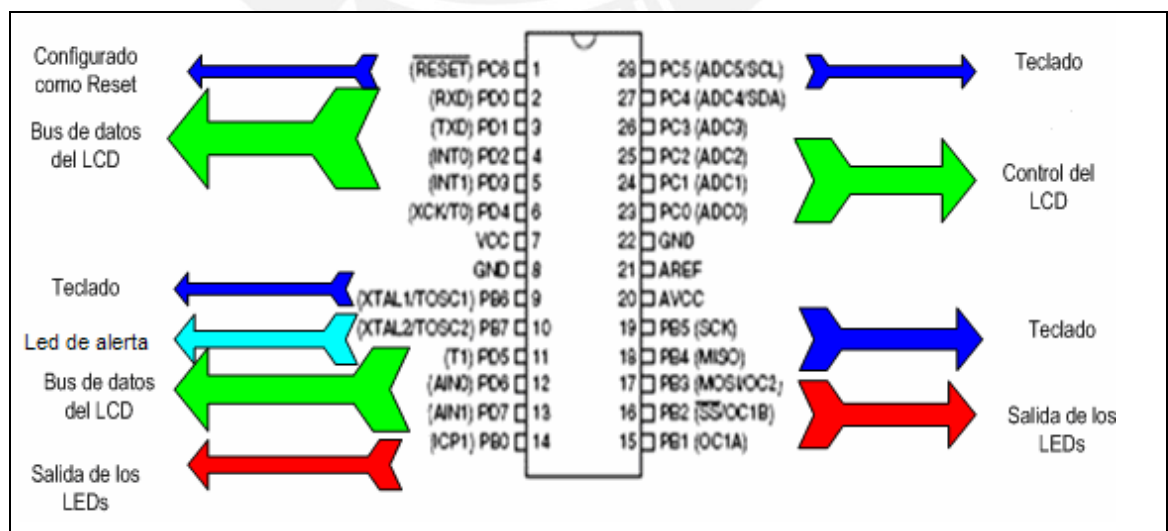


Figura 3.3 Selección de pines del microcontrolador ATMEGA8L

3.4.1.3 Configuración de seguridad

En caso el usuario desee detener y empezar desde el inicio del funcionamiento de este sistema, el microcontrolador cuenta con un RESET. La configuración del pulsador se observa en la figura 3.4.

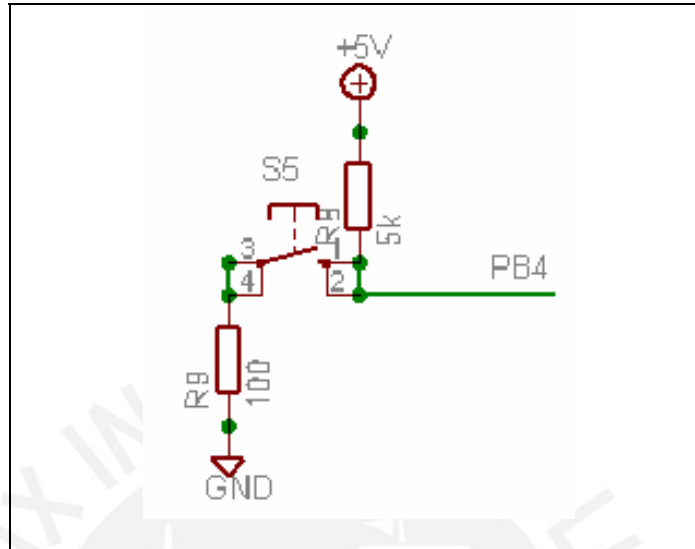


Figura. 3.4 Configuración del pulsador

Esto funciona como sigue: se debe tener un pulsador que al ser presionado le llegue 0 V al pin número 1 del microcontrolador ya que este pin se activa de manera negada, por lo que se considera un pulsador normalmente abierto (NA).

De acuerdo a la hoja de datos del ATMEGA 8L se tiene que el mínimo tiempo para asegurar que el RESET se active es de 1.5 us. lo cual es superado largamente cuando se presiona el pulsador. Además, se colocan dos resistencias a manera de divisor de voltaje (ver ecuación (7)) para que siempre le llegue aproximadamente 0 V a la entrada de dicho pin, de otro modo siempre le llegará 5 V.

$$5V(0.1K)/(5K + 0.1K) = 0.09V \quad (7)$$

El consumo de corriente originado por un pulsador es de:

$$5V/(01K + 5K) = 0.98mA. \quad (8)$$

3.4.1.4 LED de alerta

Este sistema cuenta con un LED que indica una situación de alerta cuando los LEDs del sistema de actuación se encuentran en funcionamiento debido a que su potencia es alta y puede dañar la retina de los ojos. Este LED de color amarillo es ubicado en el PINB7 del microcontrolador. La caída de Voltaje de este LED es medido experimentalmente y es 1.98V. En la figura 3.5 se muestra su configuración a la salida del pin.

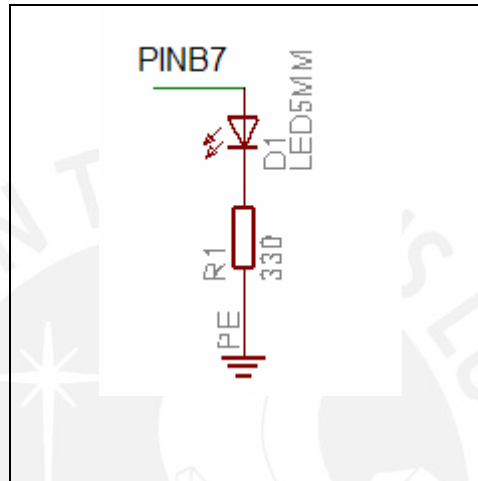


Figura 3.5 Configuración para el LED de alerta

La corriente que pasa por este LED es de alrededor 9.12 mA lo que es calculado según la ecuación (9).

$$\frac{5V - 2V}{0.33K\Omega} = 9.09mA. \quad (9)$$

3.4.2 Subsistema Interfaz/Usuario

3.4.2.1 Pantalla de Cristal Líquido

Es un dispositivo microcontrolador de visualización gráfico para la presentación de símbolos, caracteres y también dibujos dependiendo del modelo que se utilice. En el mercado actual existen un conjunto de pantallas de cristal líquido (LCD) de diferentes tipos y configuraciones. Existen dispositivos de 2 filas por 16 columnas, de 2 filas por 8 columnas, de 2 filas por 32 columnas, pantallas gráficas, etc. Para el desarrollo de este trabajo de tesis se elige un LCD de 2 x16 ya que de ese modo se pueden visualizar una cantidad razonable de caracteres (32 en total). Dentro de las empresas productoras de este tipo de dispositivo tenemos a la empresa Hitachi con su LCD HD44780A00, existe también el modelo LCD HD44780 que tiene

configuración de luz de fondo (Back Light). Por otro lado, existe el KS0066F00-52780 de la empresa Sharp que posee las mismas características que la de Hitachi en términos de bus de datos; tres pines de control; y tres pines para la alimentación y el contraste. Sin embargo, se elige el modelo de Hitachi con luz de fondo (Back Light) por que se puede encontrar fácilmente en el mercado peruano y debido a que la luz de fondo que este posee puede ser útil si las personas son cortos de vista y necesitan que los caracteres impresos resalten.

El control de la pantalla de cristal líquido se encuentra ubicado en el puerto D y C del microcontrolador. De ese modo se tienen los 3 pines de control que serán ubicados en los puertos <PC0:PC2>, el bus de datos será el puerto <PD0: PD7>.



Figura 3.6 Fotografía del LCD con back Light

La luz de fondo (Back Light) (ver figura 3.6) encendida tiene un consumo de aproximadamente 30 mA medido experimentalmente. Además, de acuerdo a la hoja de datos este LCD consume como mínimo 2 mA (Ver ANEXO 1).

3.4.2.2 Teclado

El teclado de configuración está formado por unos pulsadores normalmente abiertos. Para esta parte se tiene en cuenta los pines PB4:PB6 y PC5. La figura 3.7 presenta el esquemático de un pulsador configurado a la entrada de unos de los pines del microcontrolador. El consumo de un pulsador es de 0.98 mA (ecuación 8). Por los cuatro pulsadores será de 3.92 mA.

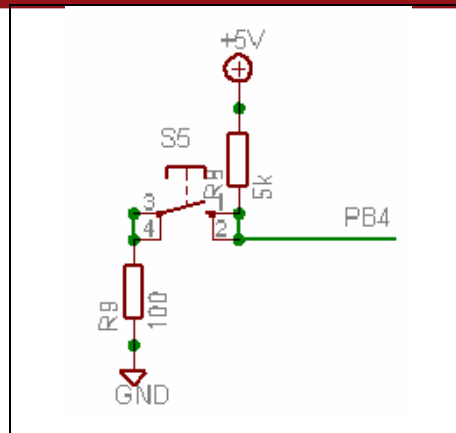


Figura 3.7 Esquemático del pulsador

$$5V(0.1K)/(5K + 0.1K) = 0.09V \quad (10)$$

Esta configuración no presenta problemas con el rebote mecánico propio de los pulsadores debido a que las resistencias de 5 K y 100 Ohmios se encuentran a manera de divisor de voltaje y permiten que en estos pines siempre este presente 0 Voltios (ver ecuación 10).

3.4.3 Subsistema de actuación

Para este subsistema se tiene en cuenta el puerto B del microcontrolador [PB0:PB3].

3.4.3.1 Selección de los diodos emisores de luz

LEDs (Diodos Emisores de Luz)

Los diodos emisores de luz son dispositivo de unión p-n, que emiten luz poli cromática o monocromática cuando se polarizan directamente. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción de este dispositivo pudiendo variar desde el color ultravioleta, la luz visible y el infrarrojo siendo estos últimos los IRED.

Existen tres factores importantes para la selección de un adecuado LED en este prototipo: la longitud de onda ya que con este se alcanzarán mayores profundidades en la piel; el nivel de absorción del cromóforo a estimular y la densidad de energía que se desea utilizar ya que ésta será absorbida por el ATP (efecto fotoquímico) y favorecerá a la proliferación celular (cicatrización de heridas) y además generará un efecto analgésico sobre la piel.

Por lo tanto el cromóforo a estimular es la hemoglobina cuyos niveles de absorción se encuentran entre los 500 y 700 nm (delimitación de longitud de onda (λ)). Además, este rango se encuentra dentro de la ventana óptica de la piel (ver figura 2.8). También se conoce que la energía transmitida es mayor mientras las longitudes de onda son mayores (ver figura 2.9), por lo tanto se escoge un rango entre 600 a 650 nm. Ya que se pueden tener energías mayores con buena absorción.

Teniendo en cuenta lo antes planteado, en el mercado existen diferentes tipos de LEDs de diferentes formas y configuraciones. Entre las empresas que venden estos dispositivos tenemos a “Marubeni” y “Optek Technology”. Por ejemplo un LED de la empresa Marubeni es el C624-30V (con potencia óptica de 1.3 mW en DC, y $\lambda = 625\text{nm}$). Sin embargo, la empresa Optek Technology, presenta un LED de código OVFRSRAC8 con un flujo luminoso de hasta 4.5 lúmenes (6.7 mW). En términos de precios cuestan aproximadamente lo mismo \$1.22, sin embargo, se prefiere el dispositivo de mayor potencia óptica porque de ese modo se disminuirá el tiempo de terapia a utilizar de acuerdo a la fórmula (5). Además, se cuenta con un distribuidor en el mercado local de este tipo de LEDs.

De acuerdo a la hoja de datos del OVFRSRAC8 tenemos que las longitudes de ondas emitidas se encuentra entre los 618 y 630 nm (figura 3.8), siendo la dominante la de 624 nm.

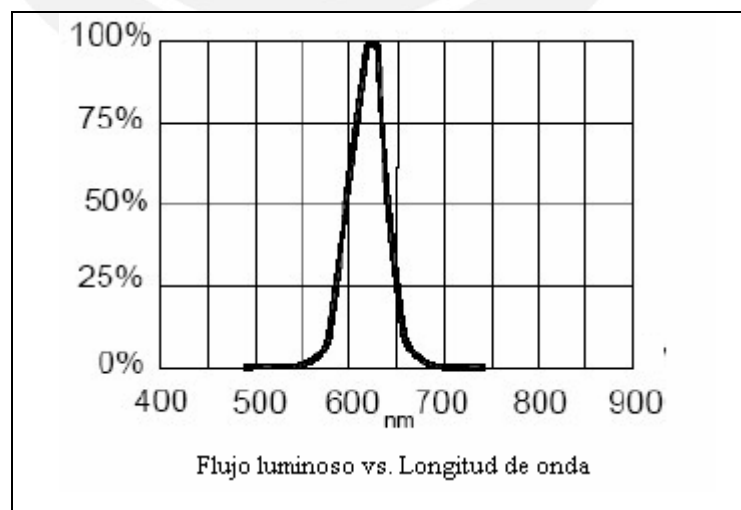


Figura 3.8 Longitud de onda dominante a 624 nm.

Existen un conjunto de autores que plantean posibles dosimetrías entre los que se destaca a: Zauner, que nos dice que la dosimetría debe encontrarse entre 5 y 8 J/cm²; Bahn nos dice que ésta no debe pasar de los 7 J/cm²; Endre Mester, dice que debe encontrarse entre 4-6 J/cm²; finalmente, Martín Rodríguez dice que debe estar entre los 20-25 J/cm² [20]. Sin embargo, no existe una regla para la dosificación, por tanto utilizaremos la dosificación empleada por Mester entre los 4 – 6 J/cm².

No existe información acerca de que los dispositivos LEDs sean utilizados a altas frecuencias a diferencia de los láseres que si son utilizadas de manera pulsada a altas frecuencias; pero, se propone una utilización a tres tipos de frecuencias bajas (1Hz, 10Hz, 100Hz) debido a que ciertos pacientes pueden presentar mejores respuestas con utilización pulsada, pero se recomienda utilizar una estimulación continua. Por esta misma razón la utilización del duty cycle dependerá de la evaluación del especialista médico.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se calcula la potencia óptica necesaria que deben tener nuestros LEDs. Como la densidad de energía (4-6J/cm²) depende de la potencia a utilizar. Para usar la fórmula (5), se tiene que escoger una potencia. Basado en algunos equipos comerciales como el FISSER 21, FISSER 25 y el FISSER 3, sus potencias pueden variar desde los 5mW hasta los 40 mW de potencia óptica. De acuerdo a este LED OVFSRAC8 se puede tener una potencia óptica máxima de 6.7 mW por lo tanto se sugiere utilizar un conjunto de LEDs que puede ser entre 2, 3, 4, 5 o más dependiendo de la potencia que se desee alcanzar. En este prototipo se sugiere una utilización de 4 LEDs.

Si bien es cierto se puede utilizar la potencia máxima de 6.7, se sugiere utilizar una potencia óptica de 4mW en cada LED ya que en su conjunto presentarán un aporte de 16 mW.

La cantidad de lúmenes que este LED irradia para 4 mW de potencia es de 2.68 (ecuación 11) lo que corresponde el 59.5% (ecuación 12) del total. Por tanto de acuerdo a la figura 3.9 por los LEDs deben pasar 40 mA. El esquemático de los LEDs se muestra en la figura 3.10 (La hoja de datos de este tipo de LED se muestra en el ANEXO 2).

$$\frac{4mW.}{0.001492} = 2680mililúmenes \quad (11)$$

$$\frac{2680}{4500} \% = 59.5\%$$

(12)

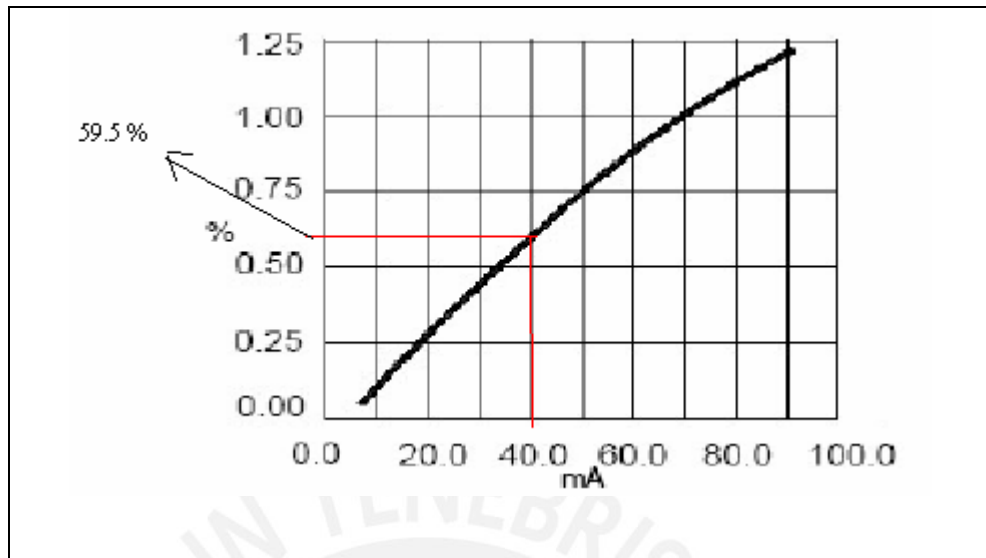


Figura 3.9 Curva de relación entre Flujo luminoso relativo y corriente

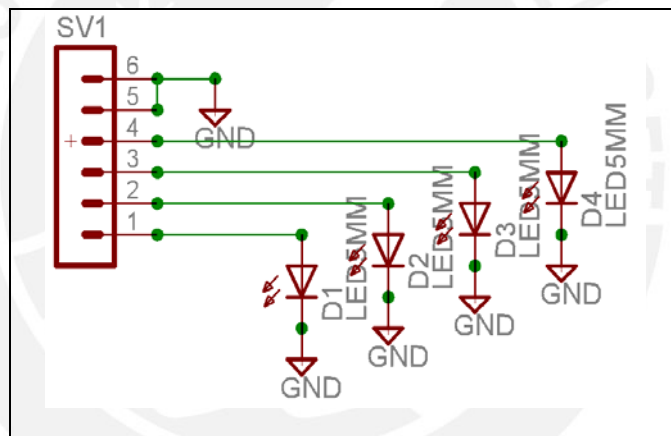


Figura 3.10 Esquemático de los LEDs

3.4.3.2 Etapa de ganancia de corriente y conmutación:

Para el diseño de esta etapa se tienen diferentes transistores en el mercado, los cuales varían de acuerdo a su ganancia, corriente máxima, tamaño, tiempo de conmutación y configuración. En el mercado actual se tienen transistores NPN como el 2N3904 o el 2N2222 o si se desea el 2N5058. Sin embargo, se prefiere la utilización del 2N3904 de la empresa Fairchild debido a que son fáciles de encontrar; además, este dispositivo puede resistir como máximo 200 mA (ver ANEXO 3) de corriente en DC, lo que supera largamente los 40 mA que cada LED necesita. Estos transistores amplifican la corriente que le llega a su base y no permiten que se les exija a los pines del microcontrolador a entregar una corriente elevada.

Según la hoja de datos del fabricante del LED seleccionado, se tiene que existe una relación entre la corriente en DC y el Voltaje de caída (figura 3.11). Es decir, para los 40 mA que pasa por el LED debe existir un Voltaje de 2.3 V.

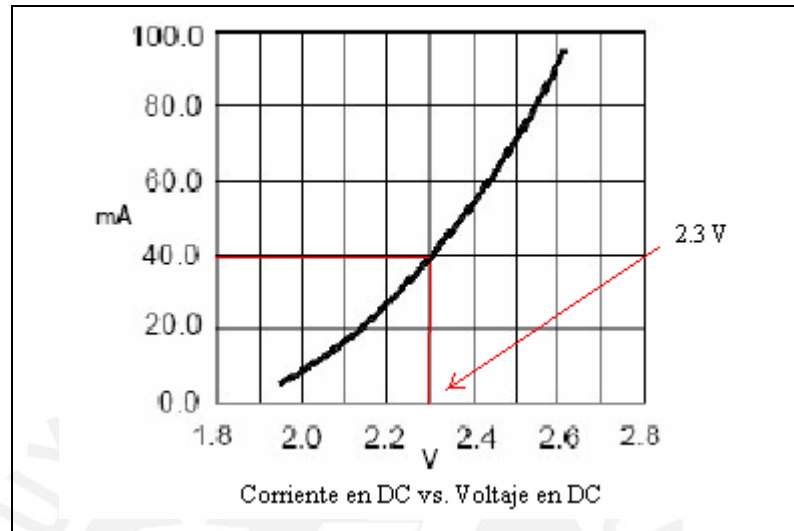


Figura 3.11 Curva de relación entre Corriente (mA) y Voltaje en DC (V)

El cálculo de las resistencias de esta configuración (figura 3.12) posee las siguientes restricciones: que pueda funcionar en corte y saturación debido a las frecuencias que se van a usar y además que pueda funcionar cuando siempre salen 5 V de los pines del microcontrolador.

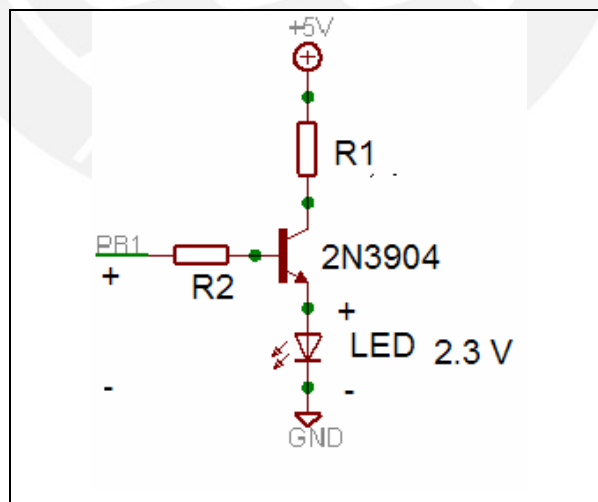


Figura 3.12 Figura de la configuración del transistor

En primer punto se puede hallar R1 ya que se conoce el Voltaje de caída del LED y el Vce cuando el transistor se encuentra en corte y saturación para 40 mA puede

ser como máximo 0.28 (ver ANEXO 3). Con lo que se calcula que $R1 = 42.5 \Omega$ (ecuación 13) como mínimo.

$$\frac{5V - 0.28V - 2.3V}{40mA} = 42.5\Omega \quad (13)$$

Como en corte y saturación la $I_b = I_c / 10$ y que para 40 mA el V_{be} puede ser como máximo 0.93 (ver ANEXO 3), entonces la resistencia mínima en la base debe de ser 442Ω (ecuación 14).

$$\frac{5V - 0.93 - 2.3}{4mA} = 442\Omega \quad (14)$$

Al realizar algunas pruebas experimentales se observó que el voltaje de los pines del microcontrolador sin carga son de aproximadamente 5V; mientras que la salida de los pines del microcontrolador con carga es decir con los transistores, resistencias y diodos emisores de luz seleccionados son alrededor de 2.5 V; por lo que no se llega a los resultados esperados calculados anteriormente. Por tanto se propone una etapa con OPAMPs como seguidor de voltaje (buffer).

3.4.3.3 Etapa buffer

Para el desarrollo de este circuito se cuenta con los amplificadores en modo seguidor de voltaje (buffer) cuya configuración es la siguiente (ver figura 3.13):

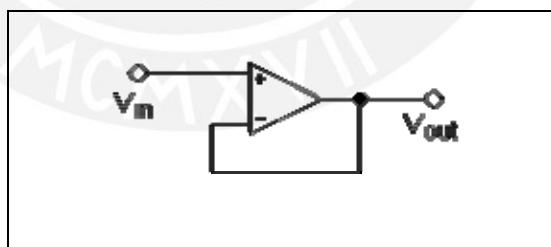


Figura 3.13 Buffer con amplificador operacional

En el mercado existen diferentes tipos de amplificadores operacionales como es el caso del dispositivo LM324, el TL084, TL071, se elige el OPAMP asimétrico LM324 ya que se desea utilizar una fuente de 5V. Además, este OPAMP hace funcionar a los LEDs en corte y saturación ya que su Voltaje de salida en alta es 3.5 V y 5mV cuando es en baja. Sin embargo no se deshecha la utilización de los otros dispositivos mencionados pues también pueden ser configurados como seguidor de voltaje pero debe tenerse una fuente +/- V. De acuerdo a su hoja de datos (Ver

ANEXO 4) este dispositivo consume poco menos de 1.2 mA cuando es alimentado con una fuente de 5 V. La figura 3.14 muestra las conexiones de los OPAMPs.

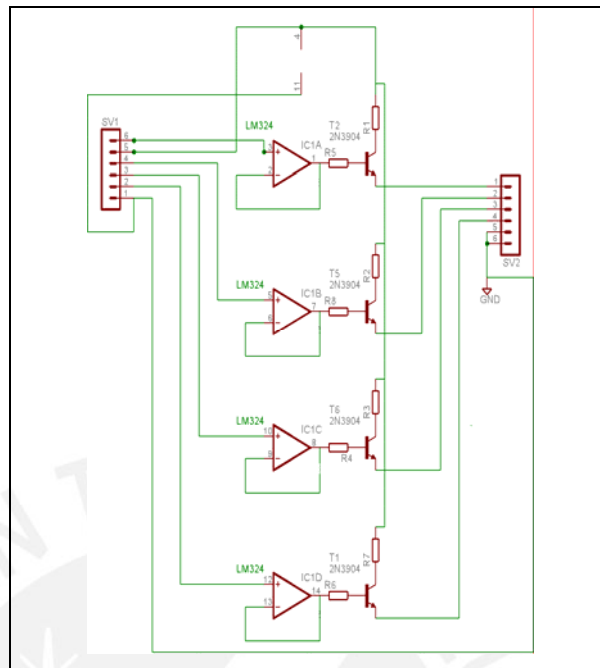


Figura 3.14 Esquemático de la Etapa Buffer

Sin embargo, realizando pruebas experimentales se observa que el voltaje a la salida de los OPAMPs es de 3.3 V cuando se encuentra en pleno funcionamiento, por tanto, los nuevos valores de resistencias de los transistores serán:

Para R1, se tiene lo siguiente, que el Vce como máximo (ver ANEXO 3) es 0.28 por lo que $R1 > 42.5 \Omega$. (ver ecuación 15).

$$\frac{5V - 0.28V - 2.3V}{40mA} = 42.5\Omega \quad (15)$$

Además el valor de Vce nominal para 40 mA. (ver ANEXO 3) es de 0.075

$$\frac{5V - 0.075V - 2.3V}{40mA} = 65\Omega \quad (16)$$

Por lo que $R1 = [42.5: 65]$ entonces se escoge un valor intermedio como 50Ω .

Para R2, se tiene lo siguiente, que el Vbe varía dependiendo de la Ic (corriente de colector), por tanto el valor máximo que el fabricante asegura que tendrá Vbe es de 0.92 V entonces en la ecuación (17) se tiene que R2 tiene que ser mayor de 25

$$\frac{3.3V - 0.92V - 2.3V}{4mA} = 25\Omega \tag{17}$$

Además, según la curva del transistor, el valor nominal del Vbe es de 0.82 V cuando pasan 40 mA por el colector.

$$\frac{3.3V - 0.79V - 2.3V}{4mA} = 52.5\Omega \tag{18}$$

Por tanto el valor de R2 = [25:52.5], puede ser 50 Ω. De ese modo nos queda la configuración como en la figura 3.15.

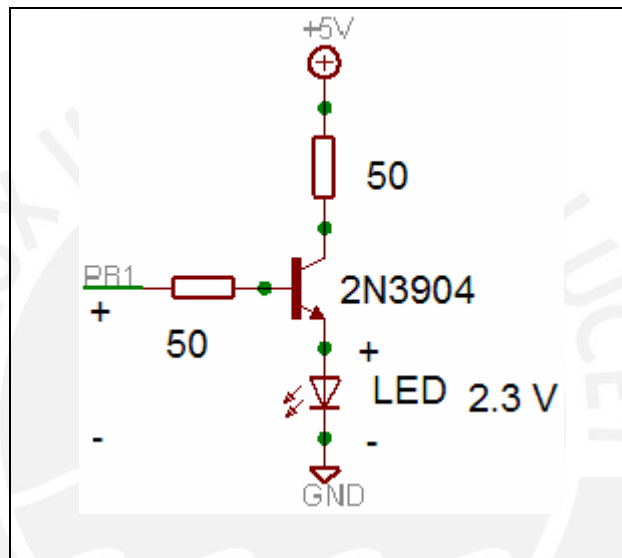


Figura 3.15 Esquemático del transistor configurado con LEDs

Haciendo las pruebas en protoboard y utilizando un multímetro de la empresa RadioShack, se comprueba que pasan 40 mA por los LEDs (figura 3.16).



Figura.3.16 Fotografía de la medición de la corriente con el multímetro

3.4.4 Subsistema de indicadores

Este prototipo también cuenta con un subsistema de indicadores a base de un LED de color verde que se activa cuando el equipo se encuentra encendido. Este es un LED ultra brillante cuya caída de voltaje medida experimentalmente es de 2.2 V. Por tanto, el consumo de corriente de esta etapa es de 2.8 mA (ecuación19). La configuración de este LED se muestra en la figura 3.17.

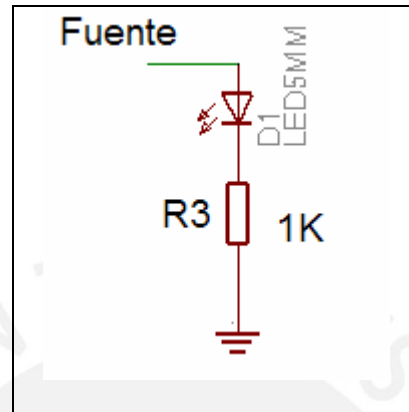


Figura. 3.17 Circuito del sistema Indicador

La corriente que consume esta etapa se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{5V - 2.2V}{1K} = 2.8mA. \quad (19)$$

3.4.5 Subsistema de fuente de alimentación

El diseño de este subsistema tiene en consideración la sumatoria de todas las corrientes que los previos subsistemas consumen. Ya que la fuente debe ser capaz de entregar al menos este valor de corriente.

La sumatoria de corrientes de las partes previas mencionadas es de aproximadamente 213.74 mA:

Subsistema de control = 9.12 mA+ 2.6 mA+0.98mA = 12.7 mA.

Subsistema de interfaz/usuario= 2 mA + 30 mA +3.92= 35.92 mA

Corriente que consume el teclado es de: 5V /5.1K= 0.98 mA, por cada pulsador.

Por los 4 pulsadores se tiene 3.92 mA, ya que este es el peor de los casos; es decir, cuando se presionan los 4 pulsadores al mismo tiempo.

Subsistema de actuación = 160 mA + 1.2 = 161.2 mA

La sumatoria total nos da alrededor de 213.74 mA.

Como el sistema diseñado va a ser portátil, se utiliza una batería de 9 V que será regulada a 5V, para que puedan funcionar todos los dispositivos antes mencionados. Se tienen en el mercado internacional distintas empresas que fabrican reguladores entre las que tenemos a la empresa National Semiconductor con un regulador cuyo código es LM340T-5.0ND y la empresa Fairchild Semiconductor con el regulador LM7805. Por lo tanto se elige este último ya que es más barato y posee las mismas características que el otro. Además, de acuerdo a la hoja de datos (ver ANEXO 5), este regulador puede brindar hasta 1A con lo que se supera largamente los 213.74 mA que nuestro sistema consume. Por otro lado, este dispositivo consume un valor típico de 5 mA de la batería o fuente al que está conectado. El diagrama de conexiones se observa en la figura 3.18.

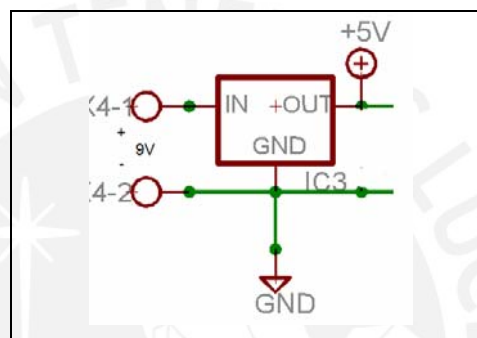


Figura 3.18 Esquemático del subsistema fuente de alimentación

3.5 Geometría de disposición de los LEDs

La geometría de la disposición de estos LEDs es importante ya que se requiere que la mayor intensidad de luz se centre en un área aproximada de 1cm^2 . Dentro de las posibles soluciones se tiene lo siguiente:

- Forma romboidal
- Forma cuadrangular

Por lo tanto si se desea que el aporte de los 4 LEDs se concentre en un punto entonces debe utilizarse una forma cuadrangular. En la figura 3.19 y 3.20 se observa como la configuración cuadrangular de los LEDs presenta un patrón de radiación bastante amplio con mayor potencia cuando se encuentra más cerca de la fuente de luz.



Figura. 3.19 Paleta de LEDs montado en Chasis

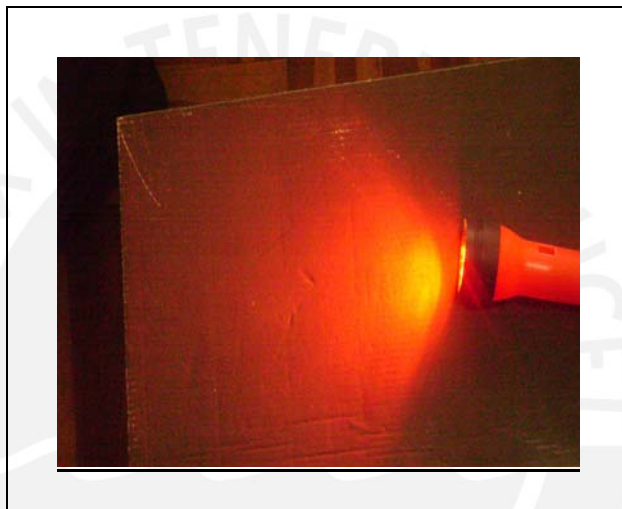
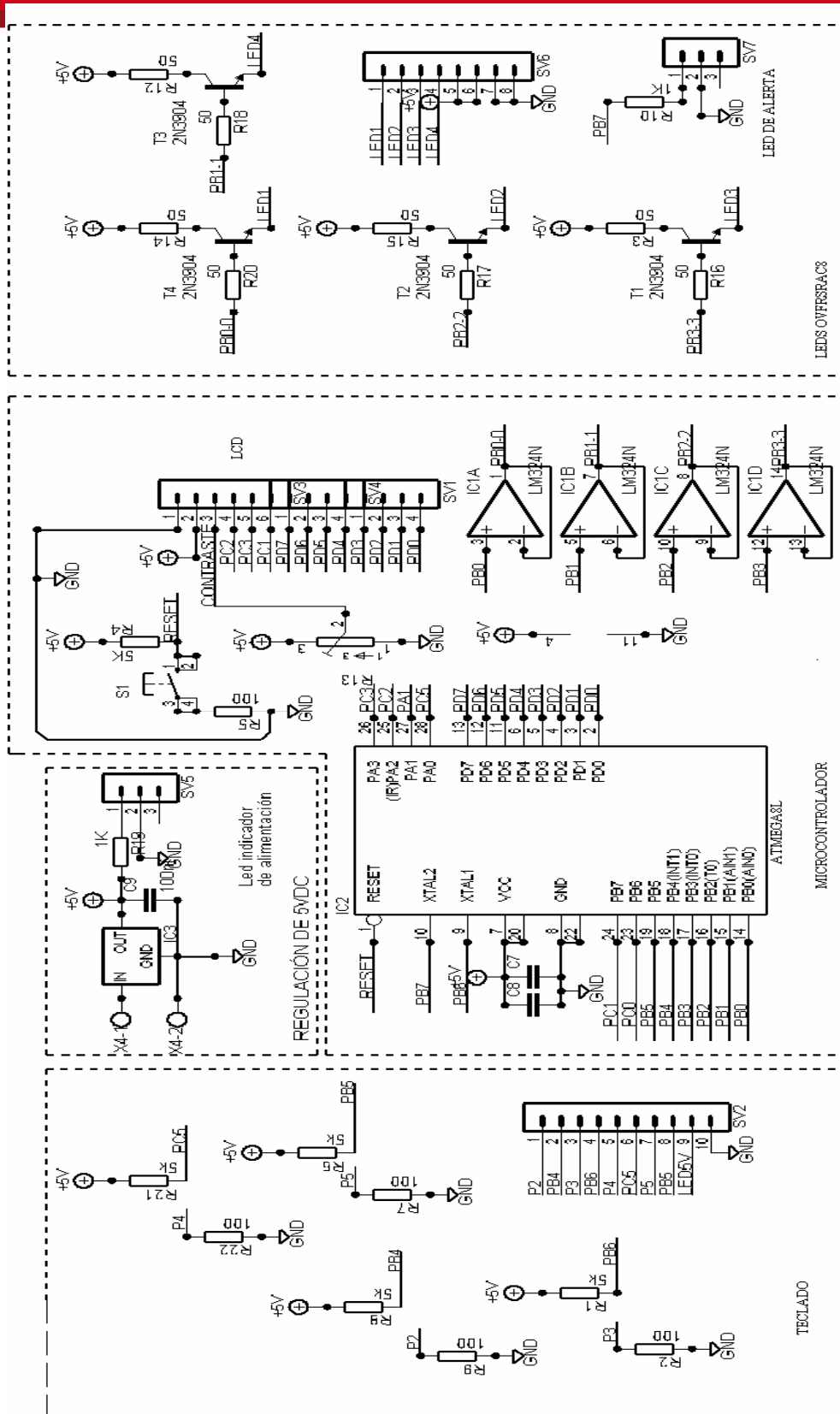


Figura. 3.20 Fotografía que muestra la luz emitida por los LEDs

En la siguiente página se presenta el diagrama esquemático final del trabajo de tesis planteado (figura 3.21). Además los diagramas esquemáticos y los diseños del PCB (diseño a doble cara del ruteo) se presentan en el ANEXO 6 para ello se utilizó el software EAGLE 4.03.



DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA USANDO LEDS

Figura 3.21 Diagrama esquemático final del sistema

3.6 Desarrollo del programa principal y subrutinas del sistema de fototerapia

Para el mejor entendimiento del desarrollo del programa del sistema de fototerapia se tiene la figura 3.22.

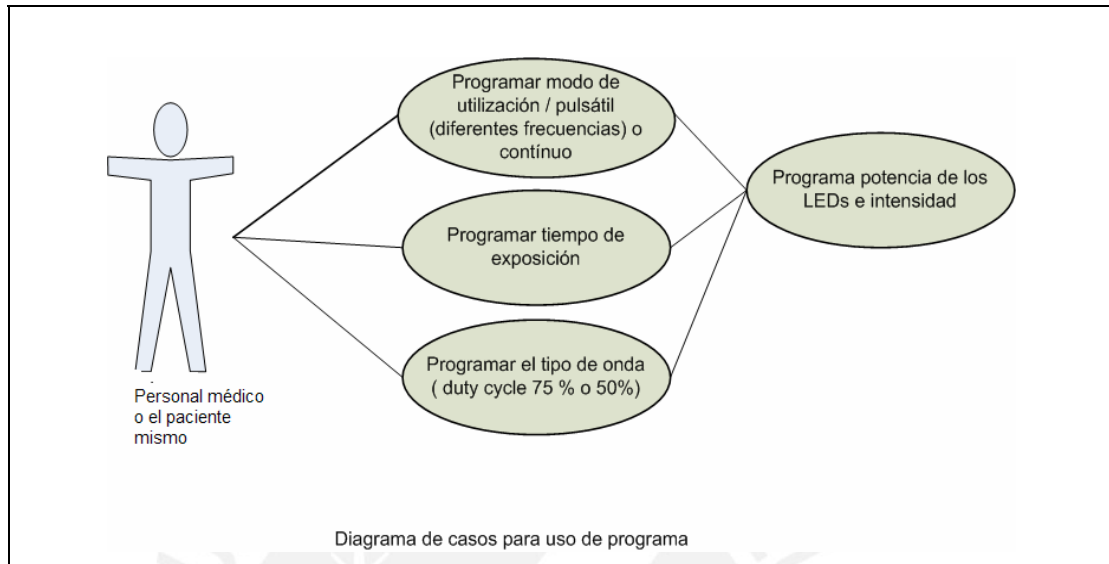


Figura 3.22 Diagrama de casos para uso del programa

Para la programación se utilizó el software AVR estudio, además se simuló el funcionamiento de las partes por medio del software VMLAB [73] el cual es de utilización libre. De ese modo se puede comprobar que las diferentes subrutinas así como el programa principal se encuentran funcionando correctamente.

Para el desarrollo de esta parte se debe tener en cuenta:

- La dosimetría a utilizar ($4-6 \text{ J/ cm}^2$).
- El área de la superficie de aplicación (1cm^2)
- Los tiempos utilizando a los cuales, de acuerdo a la potencia de los LEDs y la superficie de aplicación, nos da entre ($4-6 \text{ J/cm}^2$).

En la etapa de pruebas y análisis se observa que la potencia que se mide a una distancia aproximada de 3cm es de 3.5 mW. Además, se hace incidir el haz de luz de los LEDs sobre una hoja blanca. Haciendo pruebas, se observó que mientras más cerca se encuentra la hoja a la fuente, el aporte de los LEDs se discretiza (ver figura 3.23). Esto se observa a una distancia menor de los 1.5 cm. Esta variación depende del tipo de LED por lo que se recomienda hacer el mismo experimento si se utilizan otros LEDs.

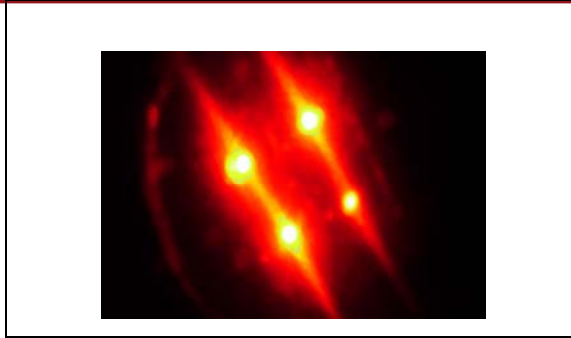


Figura 3.23 Luz de los LEDs de manera discretizada

En el capítulo de análisis de pruebas y resultados se presenta una tabla (ver tabla 4.4) con los valores de potencia hallados para las diferentes frecuencias seleccionadas con lo que se configura el tiempo de aplicación (acápite 3.8.1) que será programado en el microcontrolador.

3.6.1 Configuración del tiempo de aplicación

La configuración del tiempo de aplicación dependerá del modo; es decir, si es continuo o pulsado. Existen dos fórmulas para determinar este tiempo.

Si se desea utilizar un modo continuo se tiene la fórmula (20):

$$T(s) = \frac{D.E(J/cm^2) \times S(cm^2)}{P(W)} \quad (20)$$

Si se desea utilizar un modo pulsado se tiene la fórmula (21):

$$T(s) = \frac{D.E(J/cm^2) \times S(cm^2)}{P_{promedio}(W)} \quad (21)$$

Por lo tanto se decide configurar a 4 J/cm², 5 J/cm² y 6 J/cm². En el diseño de este prototipo no se configuran valores entre 4-5 J/cm²; 5-6 J/cm²; debido a que se recomienda trabajar a uno de estos valores.

Utilizando la fórmula (20) se encuentra lo siguiente:

$$S = 1\text{cm}^2$$

$$D.E. = 4, 5 \text{ y } 6 \text{ J/cm}^2$$

$$P = 14\text{mW}$$

$$T_1(s) = \frac{4(J/cm^2) \times 1(cm^2)}{0.014(W)} \quad (22)$$

$$T_1(s) = 285.7 \text{seg.} = 4 : 45m.$$

$$T_2(s) = \frac{5(J/cm^2.)x1(cm^2)}{0.014(W)} \tag{23}$$

$$T_2(s) = 357.14 \text{seg.} = 5 : 57m.$$

$$T_3(s) = \frac{6(J/cm^2.)x1(cm^2)}{0.014(W)} \tag{24}$$

$$T_3(s) = 428.57 \text{seg.} = 7 : 08m$$

Si se desea utilizar un modo pulsado se tiene la fórmula (21) y los valores obtenidos se presentan en la tabla 3.1. Además en la tabla 3.2 se presenta la conversión de segundos a minutos:

Tabla 3.1

Tabla para la estimación de los tiempos a programar en el microcontrolador

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Potencia promedio (mW)	Potencia promedio a 1.5cm (mW)	Densidad de Energía (J/cm ²)	Tiempo estimado (s)
1 Hz	50%	2.35	9.4	4	425.53
		2.35	9.4	5	531.91
		2.35	9.4	6	638.29
	75%	2.82	11.28	4	354.6
		2.82	11.28	5	443.26
		2.82	11.28	6	531.91
10 Hz	50%	1.26	5.04	4	793.65
		1.26	5.04	5	992.06
		1.26	5.04	6	1190.47
	75%	2.35	9.4	4	425.53
		2.35	9.4	5	531.91
		2.35	9.4	6	638.29
100 Hz	50%	1.3	5.2	4	769.23
		1.3	5.2	5	961.53
		1.3	5.2	6	1153.84
	75%	2.5	10	4	400
		2.5	10	5	500
		2.5	10	6	600

Tabla 3.2

Tabla que convierte segundos a minutos

Tiempo estimado (s)	Tiempo estimado (m)
425.53	7:05m
531.91	8:52m
638.29	10:38m
354.6	5:55m
443.26	7:23m
531.91	8:52m
793.65	13:13m
992.06	16:32 m
1190.47	19:50m
425.53	7:05 m
531.91	8:52m
638.29	10:38m
769.23	12:49m
961.53	16:00m
1153.84	19:20m
400	6:40m
500	8:20m
600	10:00m

3.6.2 Programa principal y subrutinas

El algoritmo del programa principal consiste en testear periódicamente los pulsadores de modo que el microcontrolador pueda saber en que momento se presiona uno de ellos. En este sentido, esta parte del programa radica en saber cuando se presionan dos pulsadores (estos se activan cuando les llega 0 V a los pines correspondientes) para ingresar el modo continuo o pulsado; además, en esta etapa se configuran los puertos del microcontrolador como entrada o salida dependiendo de su selección (acápite 3.4.1.2), también se inicializa el LCD (subrutina Configura_LCD) y se presenta la frase "Equipo de Fototerapia" (Imprime pantalla_1) por dos segundos. La subrutina Limpia _ pantalla, elimina todos los caracteres que se encuentran en ella para poder imprimir otros nuevos. La subrutina Imprime_pantalla_2 muestra la frase "Configure modo pulsado o continuo"). Luego, existen dos bloques de subrutinas grandes: Primera_parte y

Segunda_parte que configuran el tiempo de aplicación, la frecuencia y el ciclo de trabajo. La figura 3.24 muestra el diagrama de flujo del programa principal. El gráfico 3.25 muestra el diagrama de flujo de la subrutina Configura_LCD. La figura 3.26 muestra la subrutina Limpia_pantalla. El ANEXO 7, muestra el diagrama de flujo de las grandes subrutinas Primera_parte y Segunda_parte.

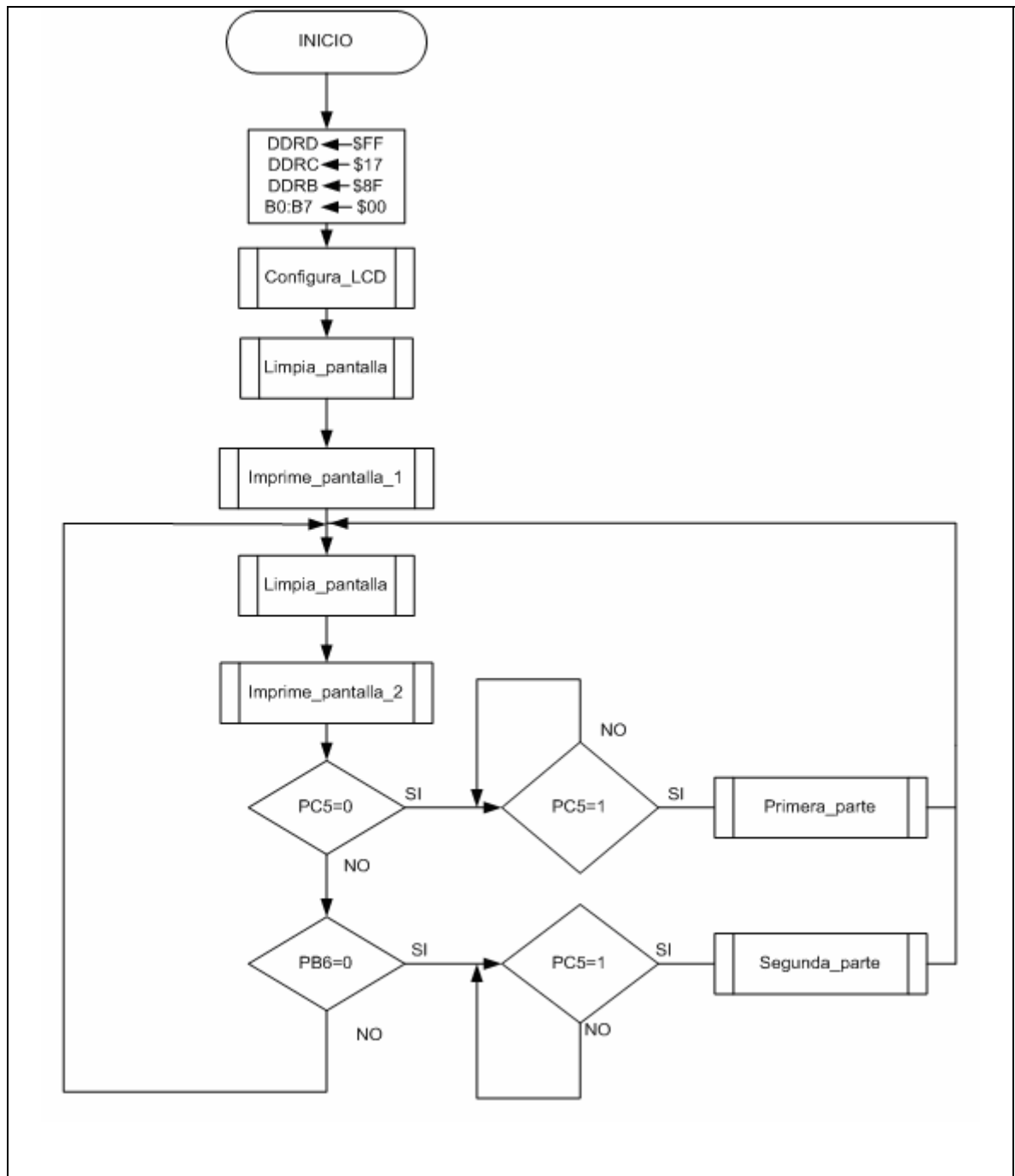


Figura 3.24 Diagrama de flujo del programa principal

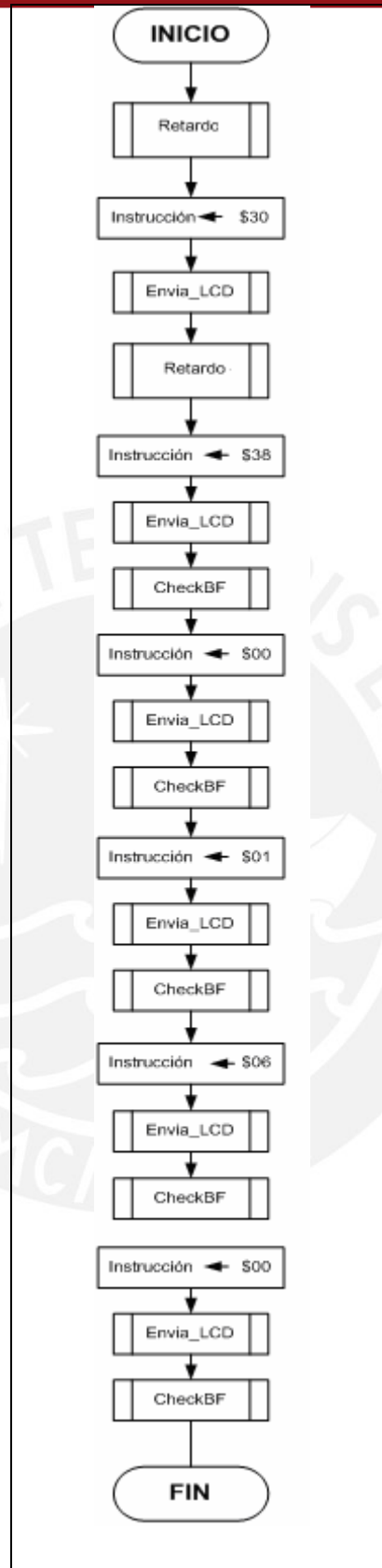


Figura 3.25 Diagrama de flujo de la subrutina Configura_LCD

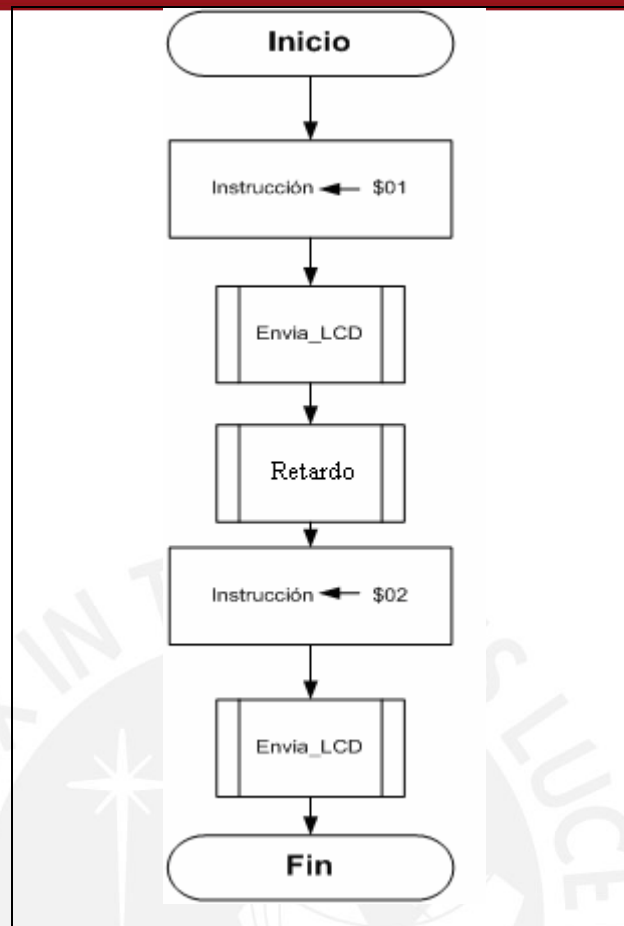


Figura 3.26 Diagrama de flujo de la subrutina Limpia _ pantalla

Simulación del programa principal y subrutinas

- Compilar el programa realizado en el software AVR Studio 4.
- Realizar el programa de extensión .prj para poder visualizar la interfase del proyecto (teclado y LCD).
- Mostrar las diferentes frecuencias en el scope (ventana de osciloscopio) del software de simulación.

Pasos del programa

- Se configura los pulsadores desde el 0 hasta el 5.
- Se configura el scope de este simulador para que se observe la salida de los pines PB0:PB3.
- Se configura el LCD para poder observar los caracteres programados.

En el ANEXO 8 se muestran las diferentes gráficas obtenidas con este simulador y en el ANEXO 9, se presenta el código del programa realizado en el software AVR.

CAPITULO 4

ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y PRUEBAS DEL PROTOTIPO

4.1 Introducción

En este capítulo se presentan las pruebas de los subsistemas así como posibles errores que pueda presentar el diseño durante su funcionamiento.

4.2 Pruebas del microcontrolador

Para el sistema de control general se tiene al microcontrolador, el cual realiza las funciones de controlar el LCD y el teclado así como controlar los LEDs.

Objetivo.

- Analizar la respuesta del microcontrolador utilizando el software AVR Studio 4 y datos eléctricos del microcontrolador.

Materiales y fuentes de datos

- Hoja técnica del microcontrolador ATMEGA 8L.
- Software AVR Studio 4.

Resultados

Condición de bajo consumo en nuestro prototipo ya que éste es alrededor de 2.6 mA. La cantidad de bytes programados corresponde alrededor del 63% del total de segmento de código y del 1.5% para segmento de datos.

Conclusiones

- Las limitaciones con respecto al uso de este microcontrolador es nula.
- Se puede escoger otro microcontrolador a parte del ATMEGA para el prototipo ya que ningún fabricante limita su uso.
- El número de bytes programados se encuentra dentro de las características máximas para segmento de código y datos.
- El microcontrolador consume alrededor de 2.6 mA, lo que es útil para prolongar el tiempo de vida útil de la batería utilizada.

4.3 Prueba del manejo puertos

La presente experiencia permite verificar la correcta salida de las frecuencias que salen de los pines que envían las señales.

Objetivo

- Verificar las diferentes señales configuradas que salen del ATMEGA.

Materiales y fuentes de datos

- Osciloscopio Tektronic TDS3014
- Ancho de banda: 100 Mhz
- 9 bits de resolución vertical.
- Cámara digital para la toma de datos o disquete
- Computador



Metodología

- Inicializar el programa (encender el equipo)
- Programar la salida a las diferentes frecuencias configuradas
- Observar en el osciloscopio los datos obtenidos.
- Los datos fueron grabados en un dispositivo magnético como el disquete para posteriormente ser observados en una computadora personal.

Resultados

Se obtiene los siguientes gráficos (desde la figura 4.1 hasta la figura 4.6):

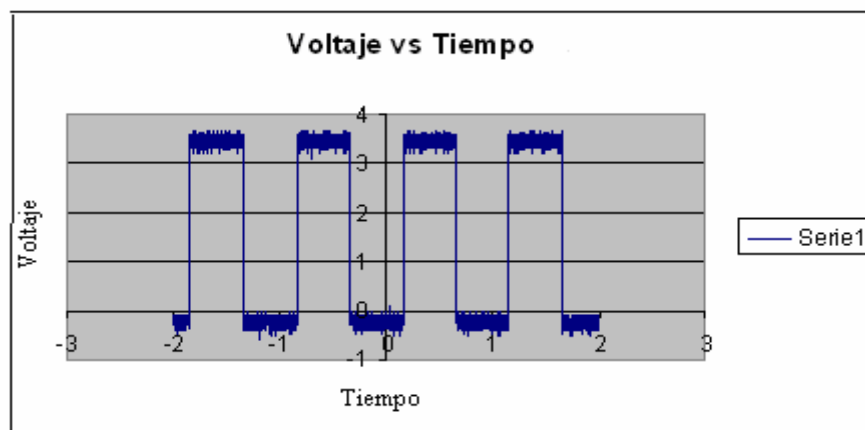


Figura. 4.1 Gráfico obtenido del osciloscopio a 1 Hz con 50%.

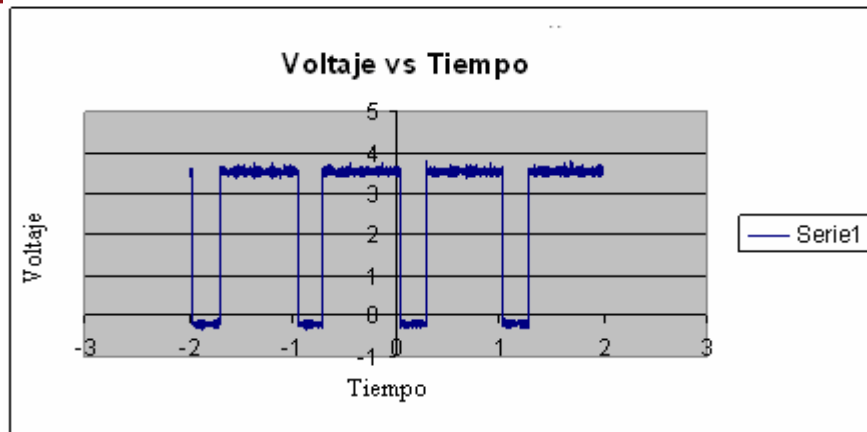


Figura. 4.2 Gráfico obtenido del osciloscopio a 1 Hz con 75%

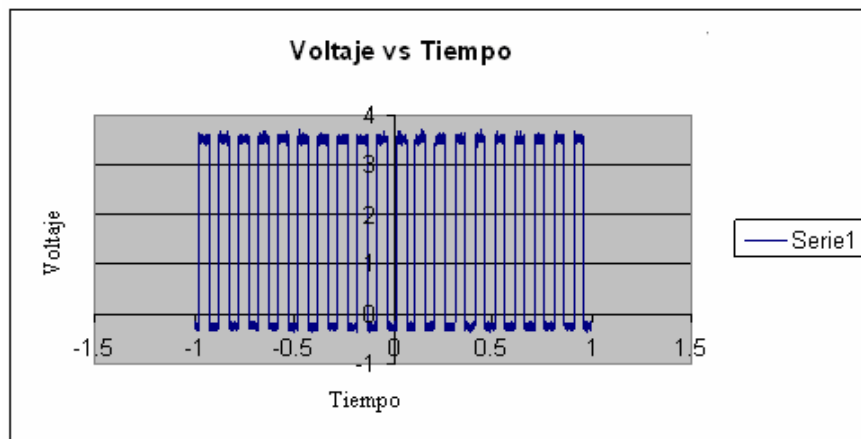


Figura. 4.3 Gráfico obtenido del osciloscopio a 10 Hz con 50%.

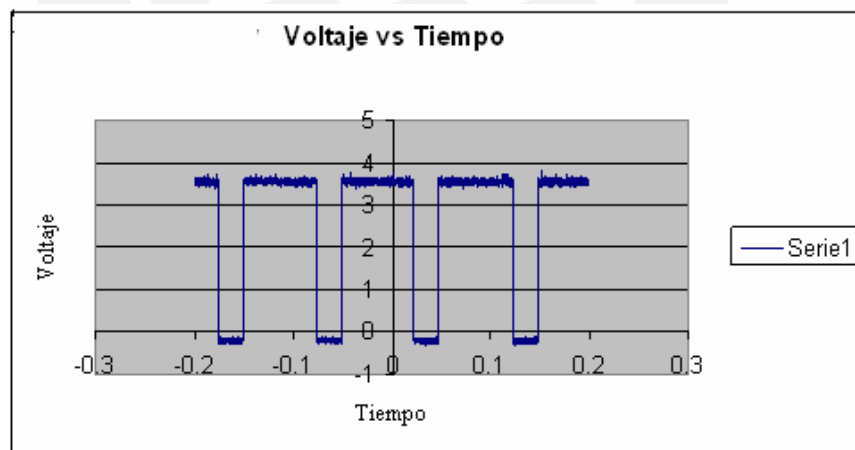


Figura. 4.4 Gráfico obtenido del osciloscopio a 10 Hz con 75%

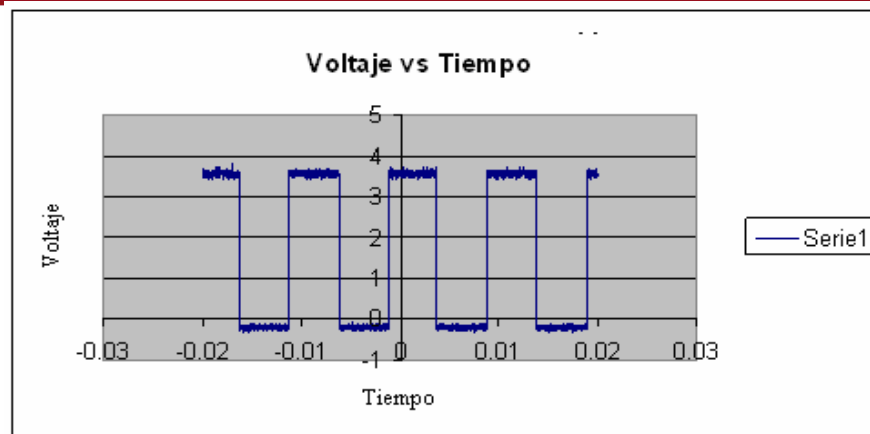


Figura. 4.5 Gráfico obtenido del osciloscopio a 100 Hz con 50%

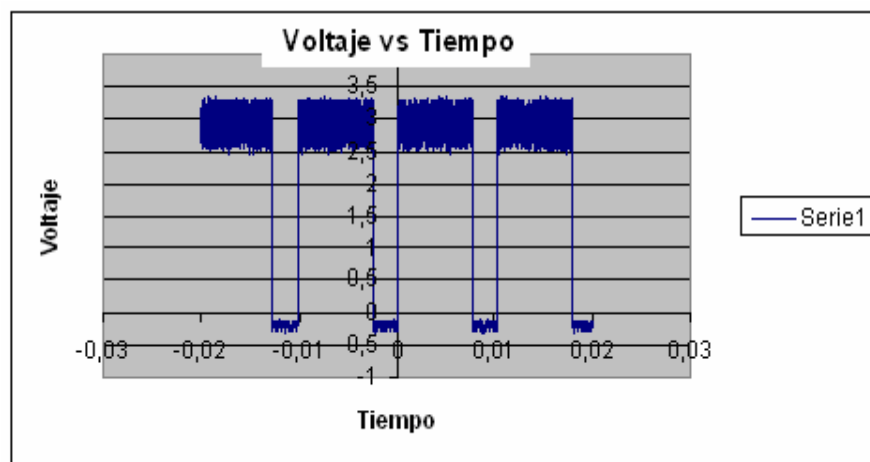


Figura. 4.6 Gráfico obtenido del osciloscopio a 100 Hz con 75%

Conclusiones

- Los gráficos obtenidos son parecidos a los de la simulación por lo que se muestra una alta fiabilidad en el desarrollo del programa.
- Se observa una caída de voltaje debido a que estas pruebas fueron realizadas a la salida de los OPAMPs configurados como seguidores de voltaje (etapa de buffer).

4.4 Pruebas de la medición del espectro de radiación y la potencia de salida de los LEDs

En esta prueba se mide experimentalmente el patrón de radiación de un LED y del conjunto de LEDs. También se mide la potencia óptica que emite el conjunto de LEDs. Estas medidas han sido desarrolladas en el laboratorio de Óptica de la Pontificia Universidad Católica del Perú ya que en éste se encuentran equipos y la instrumentación necesaria para realizar este tipo de procedimientos y mediciones.

Objetivo

- Determinar y analizar el patrón de radiación de los LEDs (experimento 1).
- Medir y analizar el valor de potencia Óptica emitida por los LEDs (experimento 2).

Materiales del experimento 1

- Programa *Science WorkShop* de la empresa PASCO
- Interfaz para la computadora de la empresa PASCO
- Goniómetro
- Sensor de luz de alta Sensibilidad CI 65004 de la empresa PASCO cuyo espectro de respuesta varía desde los 200 nm. hasta un poco más de los 1000 nm.
- Paleta de LEDs.

Procedimiento y metodología

Para este procedimiento el sensor de Luz de alta Sensibilidad CI – 6504A se conecta sobre uno de los canales análogos de la interfaz para la computadora de la empresa PASCO (figura 4.7). La tarjeta con los LEDs se coloca sobre el soporte de la rejilla de difracción que se encuentra en el Goniómetro (Figura 4.8). Luego el programa *Science WorkShop* configurado con una frecuencia de muestreo de 10 Hz, graba y muestra la intensidad de luz emitida por los LEDs y el ángulo que se varía de acuerdo al goniómetro (figura 4.8 y 4.9). Finalmente, usando la herramienta para graficar se observa el patrón de radiación de nuestro grupo de LEDs. Siguiendo este mismo procedimiento se realizan tres mediciones: primero se comprueba el patrón de radiación de un LED, luego el patrón de radiación del conjunto de LEDs en el eje X y en el eje Y.



Figura 4.7 Forma de conectar el Sensor de luz a la Interfaz

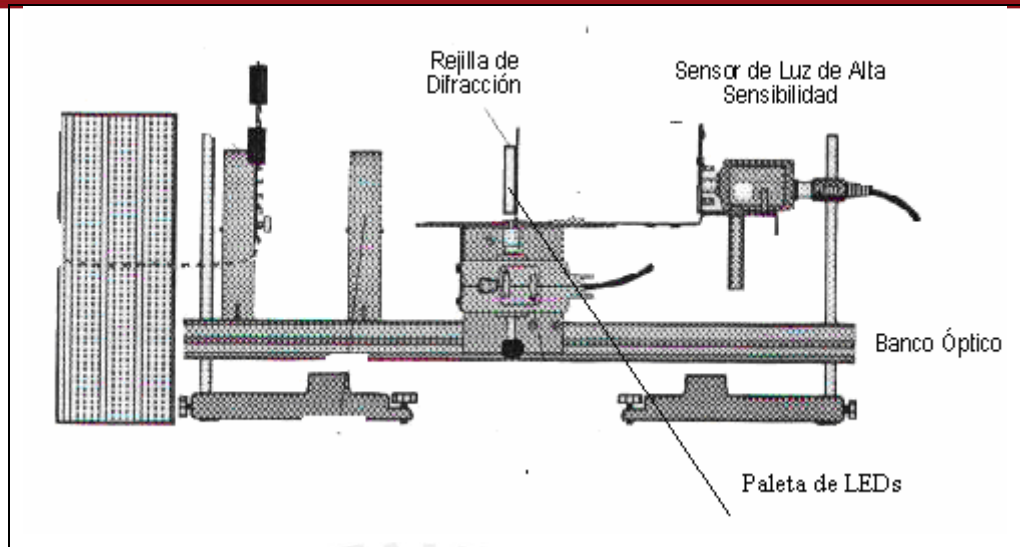


Figura 4.8 Forma de colocar la paleta de LEDs en el soporte de la rejilla de difracción

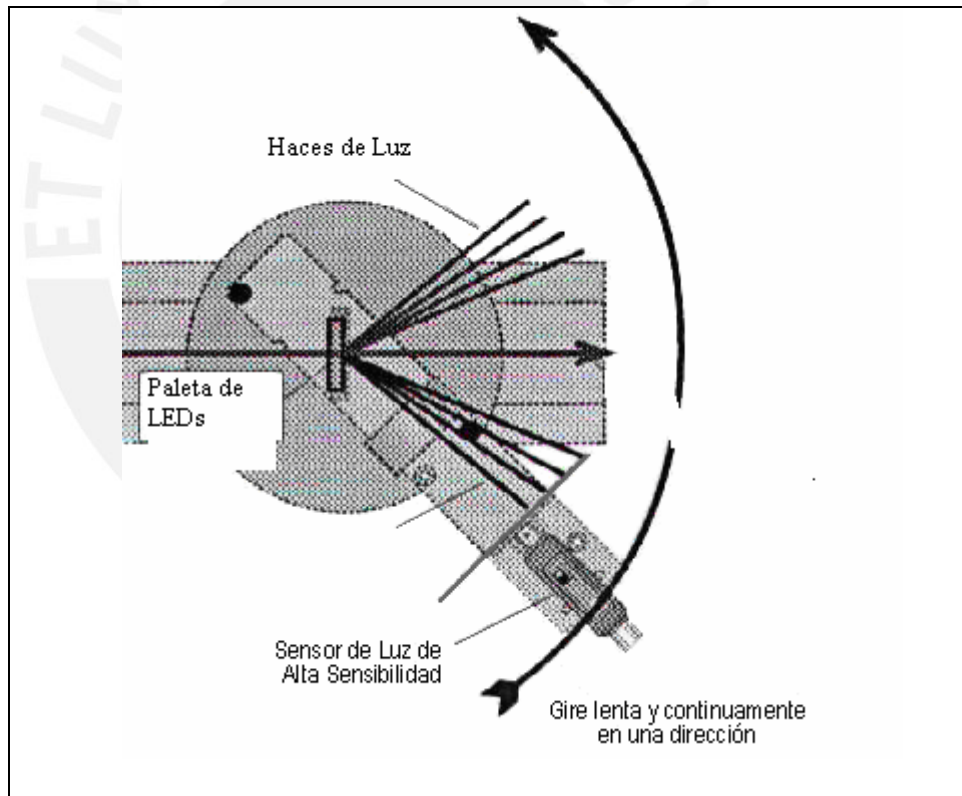


Figura 4.9 Vista desde arriba de la configuración del montaje de los LEDs en el Goniómetro

Resultados

Para la medición del patrón de radiación de un LED se tienen los siguientes datos midiéndose cada 10° desde -60° hasta 60° que se muestra en la tabla 4.1 y en la figura 4.10 se observa el espectro.

Tabla 4.1
Valores obtenidos con el sensor CI6504A

Ángulo (°)	Voltaje
-60	1,11
-50	7,189
-40	8,959
-30	12,469
-20	14,967
-10	16,485
0	16,612
10	17,529
20	16,802
30	16,991
40	16,011
50	13,071
60	9,781

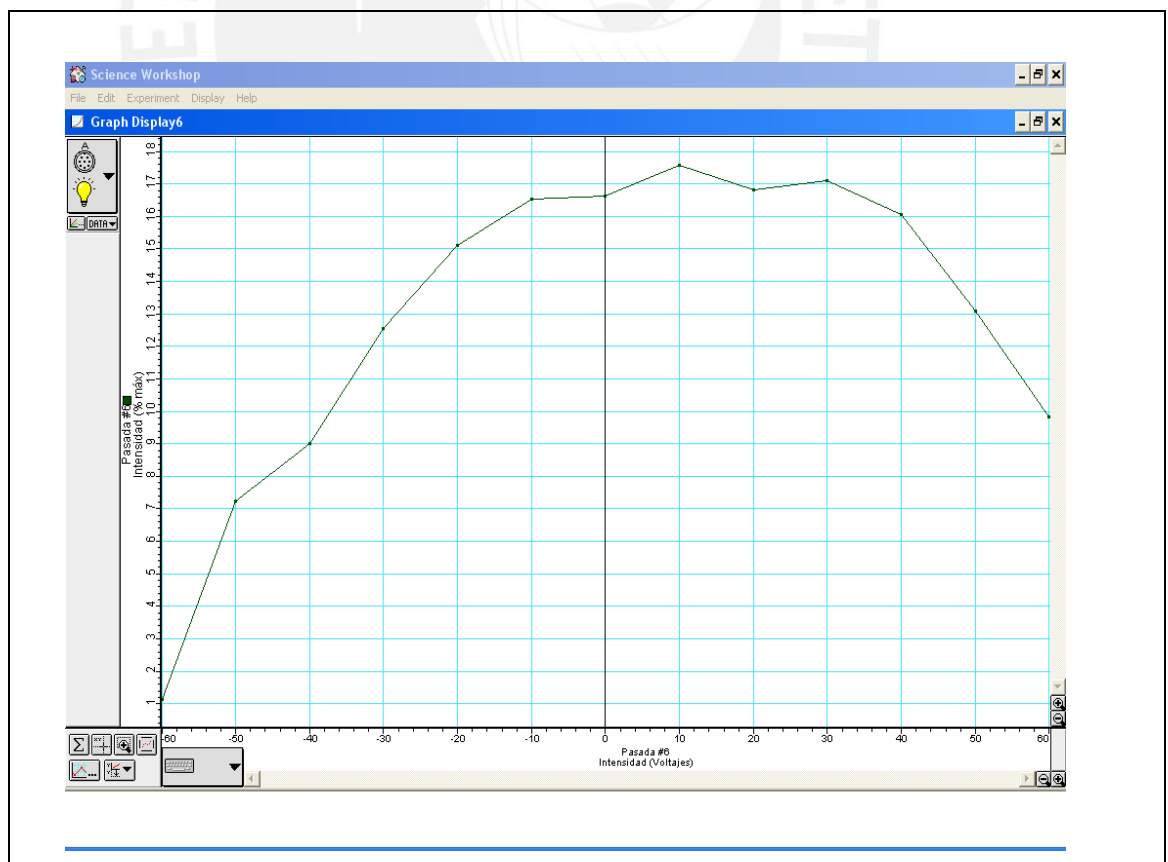


Figura 4.10 Gráfico del espectro de radiación de un LED en el eje X

Para la medición del patrón de radiación del conjunto de LEDs en el eje X se tienen los siguientes datos midiéndose cada 5° desde -60° hasta 60° (tabla 4.2). Además, el gráfico del patrón de radiación se observa en la figura 4.11.

Tabla 4.2
Valores obtenidos con el sensor CI6504A

Ángulo (°)	Voltaje
-60	1,452
-55	1,856
-50	2,433
-45	2,651
-40	2,994
-35	3,323
-30	3,415
-25	3,562
-20	3,714
-15	3,774
-10	3,667
-5	3,660
0	3,709
5	3,625
10	3,704
15	3,699
20	3,515
25	3,312
30	3,037
35	2,732
40	2,56
45	2,104
50	1,685
55	1,445
60	0,273

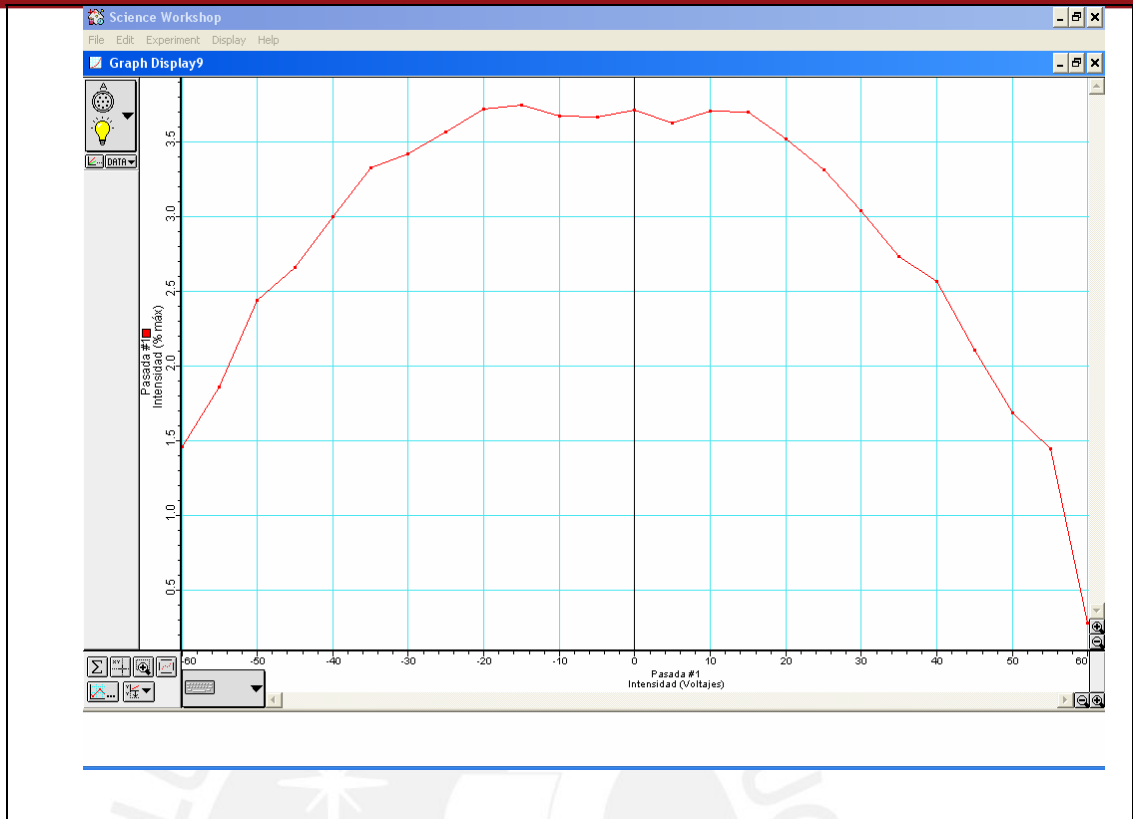


Figura 4.11 Gráfico del espectro de radiación del grupo de LEDs en el eje X

Para la medición del patrón de radiación del conjunto de LEDs en el eje Y se tienen los siguientes datos midiéndose cada 5° desde -60° hasta 60° (tabla 4.3) y en la figura 4.12 se observa su espectro.

Tabla 4.3

Valores obtenidos con el sensor CI6504A

Ángulo (°)	Voltaje
-60	0,954
-55	1,225
-50	2,702
-45	3,332
-40	4,045
-35	4,817
-30	5,453
-25	6,147
-20	6,519
-15	7,054
-10	7,527
-5	8.197
0	8,882
5	9,215
10	9,405
15	9,694
20	9,577
25	8,973
30	8,687
35	7,858
40	6,867
45	5,95
50	2,341
55	0,639
60	0,4562

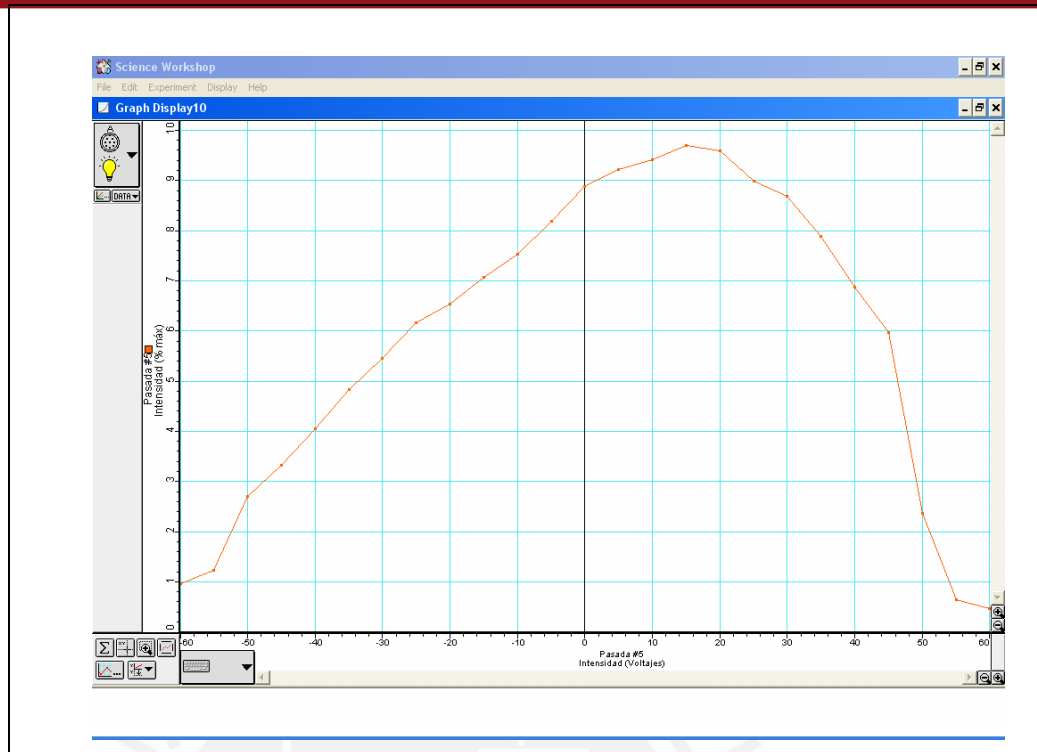


Figura 4.12 Gráfico del espectro de radiación del grupo de LEDs en el eje Y

Conclusiones

Dentro de las principales conclusiones se tiene:

Que el patrón de radiación de un solo LED presenta su máxima ganancia en alrededor 10° .

Que el patrón de radiación en el eje X de los 4 LEDs presenta su máxima ganancia en 15° y -15° .

Que el patrón de radiación en el eje Y de los 4 LEDs presenta su máxima ganancia en 15° .

Materiales del experimento 2

- Fotómetro digital

Características:

Medición desde 20 microwatts a 20 miliwatts

Sensibilidad del rojo e infrarrojo

Detector de la luz de área activa de 1 cm^2

- Equipo de fototerapia diseñado



Metodología

- Para esta prueba se coloca la paleta de los LEDs cerca al sensor óptico que se encuentra ubicado a 3 cm del borde de la cápsula. (figura 4.14)

- Se enciende el equipo de fototerapia diseñado y se selecciona la opción de modo continuo. En este caso se medirá la máxima potencia es decir cuando siempre se envía 5V por los pines de salida
- Se observa directamente la medición de la potencia emitida por los LEDs a estos 3 cm. de distancia y en un área de 1 cm² (área activa del sensor). Se debe recordar que existe una distancia mínima en el que se podrá apreciar la luz originada por los 4 LEDs. Por ejemplo, en la figura 3.23 se observa que el aporte de luz se discretiza, mientras más pequeña es la distancia desde los LEDs hacia la superficie, esta foto fue tomada a menos de 1 cm. Sin embargo, en la figura 4.13 se observa el aporte de luz a 1.5 cm. Por lo que se recomienda la utilización a esta distancia.



Figura 4.13 Aporte de luz de los 4 LEDs a 1.5 cm.

- Una vez medida la potencia (figura 4.14) a 3 cm se procederá a utilizar la fórmula del cuadrado de la distancia con el cual se aproxima la potencia de luz a 1.5 cm.

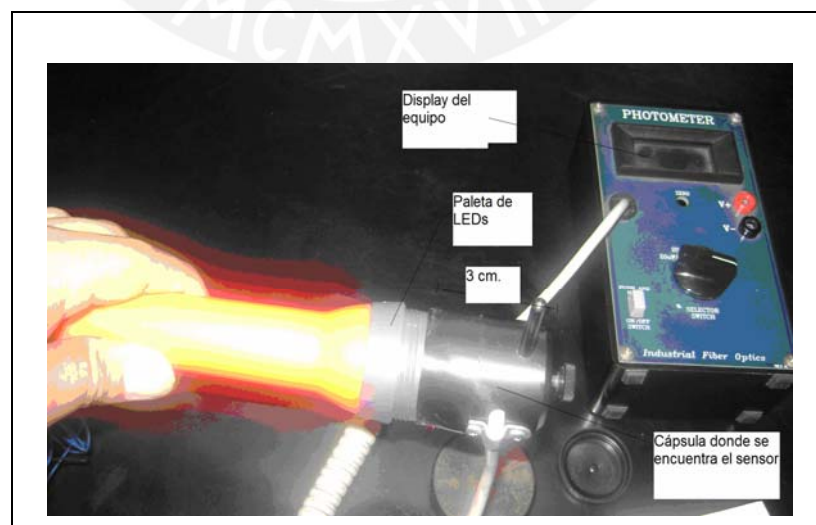


Figura 4.14 Fotografía 2 del modo de medición de la potencia óptica con el fotómetro

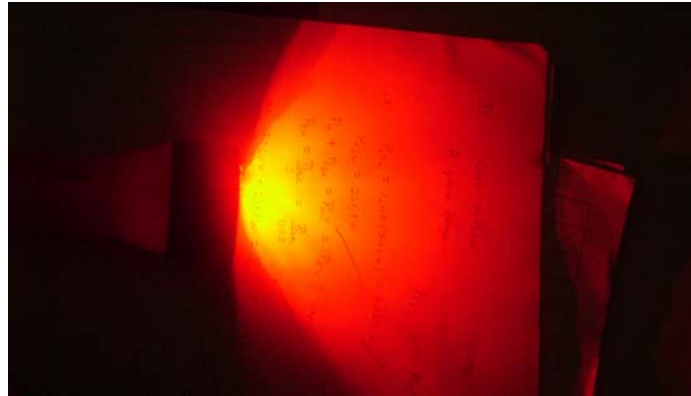


Figura 4.15 Fotografía en la que se observa que el haz de luz no es direccional

Observación

Se debe tener en cuenta que el haz de luz no es direccional (figura 4.15) y el patrón de radiación analizado en el experimento anterior para calcular la potencia total emitida (en todas las direcciones) por lo tanto debe utilizarse una esfera integradora fotométrica. Sin embargo, este tipo de dispositivo no se encuentra en la universidad por lo que se utiliza el equipo mencionado y la aproximación matemática mediante la ley del cuadrado de la distancia (fórmula 25).

$$E_1 d_1^2 = E_2 d_2^2 \quad (25)$$

Donde E_1 , E_2 son las potencias y d_1 , d_2 son las distancias respectivas desde la fuente de luz hasta el punto donde se desea medir.

Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

La tabla 4.4 muestra las potencias obtenidas cuando se configuran diferentes frecuencias utilizando el fotómetro digital.

Tabla 4.4

Potencia obtenidas al medir con el fotómetro utilizado

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Potencia promedio (mW)	Potencia a 1.5 cm (mW)
Modo Continuo	100%	3.5	14
1 Hz	50%	2.35	9.4
1 Hz	75%	2.82	11.28
10 Hz	50%	1.26	5.04
10 Hz	75%	2.35	9.4
100 Hz	50%	1.3	5.2
100 Hz	75%	2.5	10

El error relativo es de: $\frac{16 - 14}{16} = 12.5\%$.

Este error es debido a que 12.5% de la radiación total se encuentra en otras direcciones que el sensor óptico no lo mide.

Conclusiones

- La potencia media obtenida a una distancia de 1.5 cm para las diferentes frecuencias varía desde lo máximo con 14 mW cuando se trabaja en modo continuo hasta 5.04 cuando se trabaja en modo pulsado a 10 Hz.
- Si se desea medir en todas las direcciones posibles donde se encuentre la luz se debe utilizar una esfera integradora fotométrica.

4.5 Prueba del sistema Integral

En esta prueba se verifica la funcionalidad del diseño del sistema de manera integral al unir todas los subsistemas mencionados en el capítulo 3.

Metodología

- Implementación del sistema integral.
- Conectar la interfaz de usuario con el microcontrolador.
- Conectar el subsistema de actuación formado por los amplificadores operacionales LM324 así como los y transistores y resistencias.
- Conectar el circuito de los LEDs.
- Medición de la corriente total del circuito para utilización de un fusible.

Resultados

- De los resultados obtenidos se tiene que la visualización con la pantalla de Cristal Líquido y con el teclado funciona bien. Además, el sistema tiene la opción de configuración de dos modos de aplicación, en primer punto es un modo de aplicación continuo y otro modo de aplicación pulsado ya que eso dependerá del tipo de dosimetría a utilizar. Las siguientes tablas muestran las diferentes visualizaciones como:

Modo continuo:

Tabla 4.5

Parámetros obtenidos en el modo de utilización continuo

Tiempo de Exposición	Potencia	Densidad de Energía a 1.5cm.
4:45 minutos	14 mW	4 J/cm ²
5:57 minutos	14 mW	5 J/cm ²
7:08 minutos	14 mW	6 J/cm ²

Modo pulsado:

Tabla 4.6

Parámetros modificables en el modo pulsado

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Tiempo estimado (m)	Potencia promedio (mW)	Potencia promedio a 1.5cm (mW)	Densidad de Energía (J/cm ²)
1 Hz	50%	7:05m	2.35	9.4	4
		8:52m	2.35	9.4	5
		10:38m	2.35	9.4	6
	75%	5:55m	2.82	11.28	4
		7:23m	2.82	11.28	5
		8:52m	2.82	11.28	6
10 Hz	50%	13:13m	1.26	5.04	4
		16:32 m	1.26	5.04	5
		19:50m	1.26	5.04	6
	75%	7:05 m	2.35	9.4	4
		8:52m	2.35	9.4	5
		10:38m	2.35	9.4	6
100 Hz	50%	12:49m	1.3	5.2	4
		16:00m	1.3	5.2	5
		19:20m	1.3	5.2	6
	75%	6:40m	2.5	10	4
		8:20m	2.5	10	5
		10:00m	2.5	10	6

- La etapa de acondicionamiento de alta impedancia configurado por los OPAMPs presenta una disminución de 1.7 V, lo que fue observado en la etapa experimental ya que sin la etapa de acondicionamiento de los OPAMPs (buffer) se obtenía una salida en los pines de 2.5 V. Además, la corriente que pasa por los LEDs es de 40 mA por cada uno.
- Para la potencia total de entrada del sistema se mide experimentalmente el voltaje de la batería el cual es 8.26 V. Además, se mide la corriente desde la batería, sin la opción de la luz de fondo (back Light) del LCD activada con lo que nos da 182 mA. Sin embargo, con dicha opción activada se obtiene aproximadamente 212 mA lo que constituye la corriente máxima. Por tanto la potencia máxima es $(0.212) \times (8.26) = 1.75 \text{ Watts}$.
- Como la corriente medida experimentalmente es de 212 mA se puede colocar un fusible de $(1.5) \times 210 \text{ mA} = 318 \text{ mA}$. ; sin embargo este valor no es comercial por lo que se indica poner un valor de 250 mA. en caso de cortocircuitos.
- La paleta es el dispositivo más importante del diseño ya que es la fuente de luz. En esta paleta se encuentran un grupo de LEDs cuya disposición geométrica es cuadrangular y puede emitir dos modos de aplicación, el modo pulsado y el modo continuo dependiendo de la dosimetría a utilizar. La geometría o disposición de LEDs es también importante ya que de eso dependerá que se tengan más potencia por unidad de área.
- La visualización en el LCD de las diferentes etapas funcionan como lo establecido.
- El número de LEDs es importante ya que debido a ellos se pueden alcanzar más área de aplicación así como más potencia óptica de salida, sin embargo, en este trabajo de tesis solamente se escogen cuatro LEDs que presentan una potencia de aproximadamente 14 mW/cm^2 . Si bien, la potencia óptica de los LEDs no posee una clasificación Standard muchos organizaciones como la FDA (Food and Drug Administration) norteamericana lo clasifica en la clase 3b de acuerdo a la clasificación de los

láseres. El dispositivo LED no es un láser pero también se debe tener cuidado cuando se mira directamente a este ya que tiene un elevado nivel de potencia.

- La figura 4.16 y 4.17 muestran dos fotografías del prototipo en su respectivo chasis.



Figura 4.16 Fotografía del sistema integral del equipo en el chasis



Figura 4.17 Fotografía 2 del sistema integral del equipo en el chasis

4.6 Análisis del prototipo según las normas técnica IEC60601 de seguridad para equipos electromédicos

- Según el punto 4.5 de la sección 1 (Generalidades) de esta norma se tiene que después de que el equipo haya sido ajustado para su utilización normal, las pruebas deben realizarse bajo las condiciones siguientes [72]:
 - Una temperatura ambiente comprendida entre los 15°C y 35°C.
 - Una humedad relativa entre los 45 % y 75%.
 - Una presión atmosférica comprendida entre 869hPa y 1060hPa (645 mmHg y 795 mm Hg).

Para las pruebas de referencia, si los resultados dependen de condiciones ambientales, se admiten tres conjuntos de condiciones atmosféricas específicas y se recomienda que sólo uno sea utilizado en cualquier aplicación particular, véase la tabla 4.7 [72].

Tabla 4.7
Condiciones ambientales

	a	b	c
Temperatura	20+/-2	23+/-2	27+/-2
Humedad Relativa	65+/-5	50+/-5	65+/-5
Presión atmosférica	860 hPa hasta 1060hPa(645 mm Hg hasta 795 mm Hg)		

En caso que la temperatura ambiente no se pueda mantener, las condiciones de la prueba han de ser consecuentemente modificadas y los resultados corregidos de acuerdo a dichas modificaciones.

- La clasificación de los equipos para el mercado se encuentra en el punto 5.0 de la sección 1 (Generalidades) [72], de acuerdo a esto el prototipo planteado es un equipo alimentado internamente y de funcionamiento continuo e intermitente.
- El punto 6.1.q de la sección 1 (Generalidades) presenta que los equipos médicos que posean efectos fisiológicos en el paciente deberían estar marcados por símbolos y avisos [72]. El prototipo presentado si presenta efectos fisiológicos por lo tanto un futuro prototipo o producto debería incluir esta indicación.

- El punto 6.3 de la sección uno de esta norma nos presenta el marcado de los mandos e instrumentos por tanto [72]:
 - a) El interruptor de alimentación eléctrica debe ser claramente identificado. Estas disposiciones de conectado y desconectado deberá ser marcado según el anexo D de la norma [72].
Este prototipo si cuenta con un interruptor claramente identificado.
 - c) Si en la utilización normal, el cambio de ajuste de un mando de control pudiera producir UN RIESGO DE SEGURIDAD AL PACIENTE, dichos mandos deben estar dotados:
De un dispositivo asociado indicando, por ejemplo instrumento o escala.
Una indicación en la dirección en que cambia la magnitud de la función.
Deberán ser identificados los mandos e indicadores con función de seguridad por ejemplo alarmas.
- El punto 6.7 de la sección 1 (Generalidades) indica el significado de los indicadores luminosos, para lo que nos muestra la tabla 4.8 [72].

Tabla 4.8

Significado de indicadores luminosos

Color	Significado
Amarillo	Precaución, prestar atención
Verde	Preparado, listo para la acción
Otro Color	Otro significado distinto del amarillo y el rojo

En nuestro prototipo de ha considerado el color verde para indicar que el sistema se encuentra en funcionamiento y el color amarillo para indicar que el subsistema de la paleta de LEDs está funcionando (ver figura 4.18).

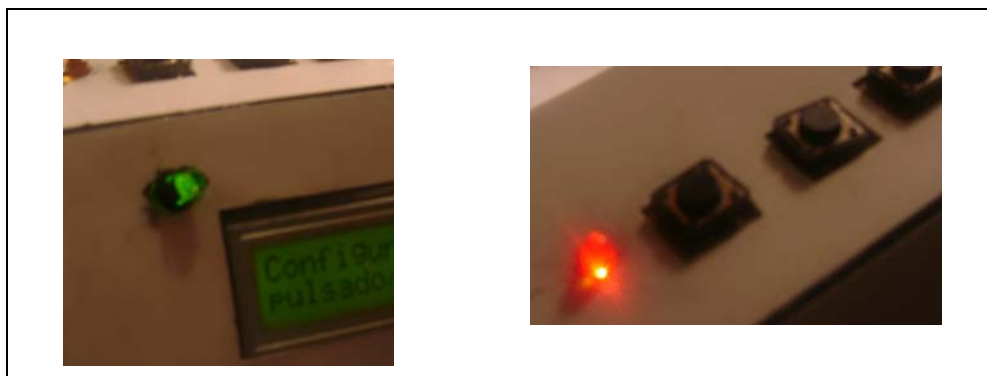


Figura 4.18 Fotografía de los indicadores luminosos del sistema

- El punto 6.8.2.f de la sección 1(Generalidades) presenta que las instrucciones de uso del EQUIPO que contengan baterías para su alimentación, como es el caso de este prototipo, deben contener una advertencia para desmontar dichas baterías si el equipo no se utiliza durante mucho tiempo.
- Esta norma en el punto 19.4 de la sección 3 (Protección contra riesgos de descargas eléctricas) presenta un conjunto de procedimientos para la medición de corrientes de fuga del paciente y la corriente auxiliar del paciente [72].

Este prototipo no posee una parte aplicable directa sobre el paciente; por tanto, no es necesario realizar este tipo de pruebas.



4.7 Costo del diseño e implementación del prototipo

Componentes	Cantidad	Precio (S/.)
LCD 2 X 16 (Back Light)	1	27.00
ATMEGA 8L	1	20.00
Pulsadores Grandes	5	5.00
Pulsador Chico	1	0.5
OPAMP LM324	1	1.00
2N3904	4	1.00
Leds Ultrabrillantes (verde, amarillo)	2	1.60
LM7805	1	1.00
Zócalo 14 x lado	1	3.00
Zócalo 7 x lado	1	1.70
Resistencias 1/4 W	22	1.10
Trimpot 10 K (potenciómetro)	1	0.80
Bornera de 2	1	1.20
Cable multifilar	7 metros	1.40
Batería 9V	1	9.50
Rollo de estaño	1	5.80
Interruptor	2	2.40
Filas de espadines	4	5.20
LEDs OVFRSRAC8	4	14
Molex de 8	1	2.00
Molex de 4	5	5.00
Molex de 6	5	7.50
Precio total		S/. 117.00

Costo del Chasis	S/.50.00
Costo de las tarjetas de fibra de vidrio a doble cara	S/. 30.00
Costo por la utilización de energía eléctrica por utilización de computadora, taladro , programador del microcontrolador, etc)	S/. 150

Tiempo estimado para la duración del proyecto	6 meses
Costo de mano de obra por mes	S/. 3000
Costo total de mano de obra en 6 meses	S/. 18000

Costo total del proyecto	S/. 18347.00
Costo mensual por facturar	S/. 3 057.83

CONCLUSIONES

Dentro de las principales conclusiones se tiene:

1. El objetivo general de este trabajo de tesis es el diseño de un prototipo de fototerapia basado en LEDs que tenga parámetros modificables como potencia, tipo de onda y frecuencia por lo que se concluye que éste se cumple en su totalidad, ya que se plantea un sistema de fototerapia que posee los requerimientos establecidos en donde se puede variar frecuencia y potencia cuando se trabaja en modo pulsado. Todo ello permitirá variar el tiempo de aplicación para que se encuentre dentro de la densidad de energía establecida en este diseño ($4-6 \text{ J/ cm}^2$).
2. El análisis de los diferentes trabajos y estudios realizados de tratamientos para las úlceras por presión muestra que la fototerapia es una de las terapias médicas que al igual que los otros tratamientos basadas en la ciencia física permite acelerar la regeneración celular lo que permitiría cerrar las herida de los pacientes con úlceras en un tiempo menor de lo normal. Por lo tanto, es un gran aporte para las diferentes instituciones médicas de menores recursos de nuestro país u otras instituciones médicas que tengan una alta incidencia de pacientes en esta área.
3. El prototipo de esta tesis fue diseñado en base a las investigaciones realizadas por especialista biólogos y dermatólogos para el tratamiento de las úlceras por presión así como de algunas patentes y principios de funcionamientos de equipos anteriores. Además, dicho prototipo se desarrolla en base a cinco principales subsistemas que conforman el sistema de control de lazo abierto general. Estos subsistemas son: subsistema de control en el que se destaca la selección del microcontrolador a utilizar; subsistema Interfaz/usuario el cual contiene los circuitos para el teclado y la pantalla de LCD; subsistema de actuación a base de amplificadores operacionales, resistencias y transistores; subsistema indicador y el subsistema de la fuente de alimentación. El control del sistema se encuentra a cargo del microcontrolador ATMEGA8L.
4. La implementación del prototipo así como el desarrollo del programa de control muestra que la funcionalidad del equipo no presenta fallas. Sin

embargo, entre los resultados que se obtienen se tiene que la potencia de salida de los LEDs presenta un error relativo de aproximadamente 12.5 % cuando se encuentra en pleno funcionamiento (100 % de duty cycle) debido a que porciones de haces de luz se encuentran irradiando en otras direcciones.

5. Las diferentes rutinas así como el programa principal fueron probados en el programa de simulación VMLab respondiendo correctamente ante las necesidades requeridas para cada caso como la frecuencia de utilización, el tiempo de exposición y lo que se debe visualizar en la pantalla de cristal líquido.
6. Los resultados obtenidos en esta tesis presentan que para el diseño de un sistema eficiente es necesario contar con dispositivos como los microcontroladores de bajo consumo, en este caso se obtuvo alrededor de 2.6 mA medido experimentalmente con lo que el tiempo de vida útil de la batería sería mayor.
7. Los resultados obtenidos según el análisis de seguridad de acuerdo a la norma IEC60601 muestran que sus requerimientos recaen dentro de los puntos 4.5, 5.0, 6.1.q, 6.3, 6.7, 6.8.2.f de la sección 1 que corresponde a las Generalidades.

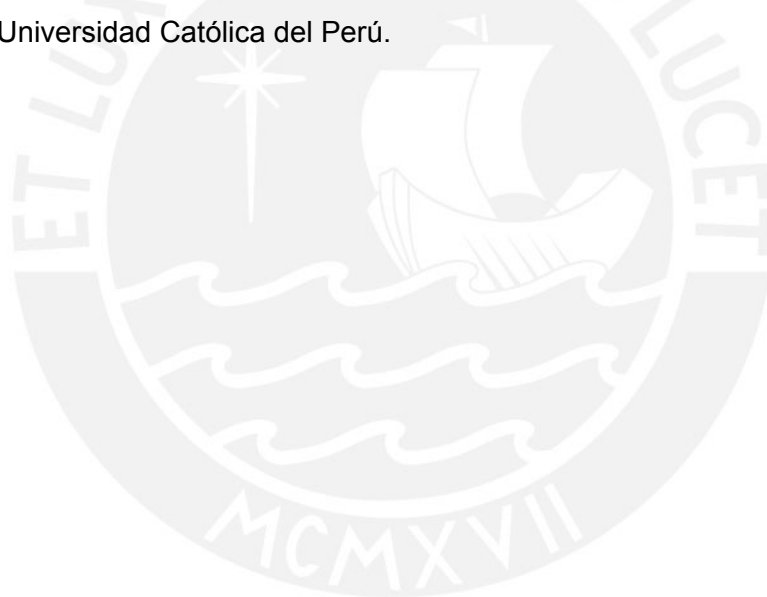
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de las principales observaciones y recomendaciones se tiene:

- En el desarrollo de esta tesis no se realizaron pruebas en pacientes, pero queda abierta la posibilidad de hacerlo, por lo que recomiendo asesorarse con especialistas dermatólogos o científicos conocidos del área para realizar los procedimientos de la aplicación.
- Posteriores diseños podrían incluir sistemas integrados como fotómetros haciendo de ese modo un sistema de control realimentado siempre teniendo en consideración la estabilidad del sistema.
- Se recomienda la utilización a una distancia de 1.5 cm. del grupo de LEDs, de ese modo se asegura una potencia óptica de alrededor 14 mW sobre la piel. Además se observa que si los LEDs se colocan a menores distancias como 0.5 cm ó 1 cm, el patrón de radiación del conjunto de LEDs se discretiza en 4 subpatrones por lo que no se tendría el aporte de luz del conjunto de LEDs.
- En el caso de la medición de la potencia de los LEDs utilizados se recomienda utilizar un fotómetro (medidor de intensidad de luz) a modo de esfera integradora para que se tenga la potencia total real que el grupo de LEDs emite de acuerdo al patrón de radiación obtenido en la etapa de pruebas.
- En la etapa del control se puede utilizar cualquier microcontrolador ya que ningún fabricante limita su uso, en este caso se escoge el ATMEGA8L.
- La etapa de amplificar la corriente que sale del microcontrolador, se pudo hacer con transistores en configuración Darlington; sin embargo, se debe tener en cuenta la fuente diseñada para el sistema.
- Futuras aplicaciones no solo podrían incluir aplicaciones médicas sino también aplicaciones para investigaciones; por ejemplo, en el área de la Biología, los científicos utilizan diversas longitudes de onda para determinar los niveles de absorbancia o de fluorescencia de ciertas células. Por lo que, el dispositivo de la presente tesis permitiría utilizar la misma funcionalidad del sistema con diferentes LEDs de diferentes longitudes de onda.
- El subsistema de interfaz/usuario es de fácil uso ya que presenta dos tipos de configuración pulsado y continuo. El subsistema pulsado está

configurado con frecuencias de 1 Hz, 10 Hz y 100 Hz. Además, se presenta la configuración del tiempo y del ciclo de trabajo.

- Las variables importantes para la realización de este tipo de equipamiento médico radica en el concepto de densidad de energía, cuya fórmula varía dependiendo de la potencia de la luz, tiempo de exposición y área en la cual la luz se encuentra siendo aplicada. En el prototipo de esta tesis se sugiere utilizar la dosimetría del Dr. Mester.
- Futuros prototipos podían incluir el desarrollo de una interfaz/usuario por medio de una PC.
- El desarrollo de equipos médicos en el Perú es posible debido a la existencia de recursos humanos con gran potencial, esto puede quedar demostrado con la presentación de esta tesis y las pruebas futuras que puedan realizarse en pacientes. Sin embargo, es necesario el apoyo de empresas e instituciones universitarias como es el caso de la Pontificia Universidad Católica del Perú.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud del Perú (MINSA) ,
<<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/nacionaldisa.asp>> ,2005
2. Ryer Alex, “The handbook of the Light”, 2nd edition, International Light ,
Newburyport, MA 01950, 1997
3. Whelan, Harry T. “Light Emitting Diodes Aid Wound Healing”, Health link
<<http://healthlink.mcw.edu/article/9754050257.htm> > ,2006
4. The Wisconsin Center for Space Automation & Robotics, “Light Emitting
Diodes for medical applications”,
<http://www.spacefoundation.org/hof/medical_led.html > , 2000
5. Calderhead, Glen, Msc. Phototherapy Laboratory in Tokyo,
“The photobiology of LED Phototherapy”,
<<http://www.medsurgeadvances.com/media/pdf/photobiology.pdf>>.2006
6. Knave, Bengt, director de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo
“Radiaciones no ionizantes”,
<<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/49.pdf>>
7. E. Purón, A. Fontela, M. Purón, M. Crbo, “Equipo de terapia a base de Diodos
emisores de luz Infrarrojos”, Universidad de la Habana.
<www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/fototer1.pdf > , 2001
8. Casas, Natalia “Geometría, dimensiones y número de LEDs en el proyecto
de una fuente de luz para fototerapia neonatal”. Uruguay XIII Seminario de
Ingeniería biomédica/Facultad de Ingeniería biomédica, 2004
9. Hitachi, LCD Controller/ Drivers Technical Manual SED1278 HD44780.
<<http://www.sxlist.com/techref/io/lcd/44780.htm>>
10. Kendric C. Smith, Phd, Photomedicine and Laser Surgery, “Laser and LED
(therapy) is phototherapy”
<www.liebertonline.com/doi/pdf/10.1089/pho.2005.23.78>, 2005
11. Papageorgiou, A. Katsambas, and A. Chu, “Phototherapy with blue (415nm)
and red light(660 nm) in the treatment of acne vulgaris”,British Journal of
Dermatology, 2000
12. Valbuena, Cecilia,” ¿Qué es la fotodermatología? “,Laboratorio de
fotodermatología
<<http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v44n4/0034%20foto.pdf>> ,
2003

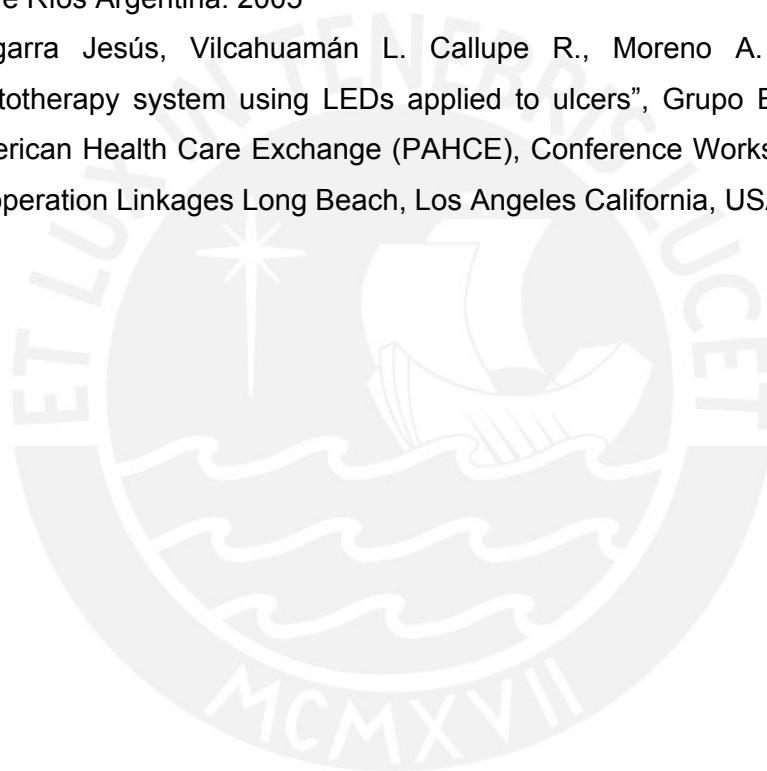
13. Piña Barba, Maria Cristina, “ La luz en medicina”
<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/sec_12.htm> ,
14. Heelprus.com “ Led Light Therapy Research “
<https://plus37.safe-order.net/heelspurs/a/led/led_research.html#journal> , 2006
15. Vargas Franklin, Rivas Carlos, Zoltan Tamara, Padrón Liliana, Izzo Carla, “
Fototerapia: Aplicaciones clínicas”, Laboratorio de Fotoquímica
<http://www.abcmedicus.com/articulo/medicos/2/id/421/pagina/2/fototerapia_aplicaciones_clinicas.html > ,
16. Steven L. Jacques, Scott A. Prahl, “Optical Properties” ,Oregon Graduate
Institute, <<http://omlc.ogi.edu/classroom/ece532/class3/index.html>> , 1998
17. Hernandez Tapalenz, Solange , “ Luminoterapia”, 2006
18. Takanori, Igarashi, Ko Nishino, Shree Nayar, “ The appearance of Human Skin”,
Department of Computer Science Columbia University USA, 2006
19. Chapter 2, “Light Transport in Biological Tissue”
<www.medphys.ucl.ac.uk/research/borg/homepages/veronica/thesis/chapter2.pdf
df >
20. Carreto, M Angel “ Láser terapéutico” Méjico,
<<http://www.efisioterapia.net/articulos/accesible.php?id=179> > , 2006
21. Merino MacDonnel, Eduardo, “Meta-análisis sobre las aplicaciones terapéuticas
de los foto estimuladores basados en LEDs”
<http://www.therallum.com/Meta.htm#_ednref2 >
22. M. Tamura Bherta “Úlcera Crónica Vasculatada con LED”, Universidad de
Sao Paulo, 2007
23. Martínez Estrella, Raña Camilo “Prevención, Tratamiento y Derivación en
úlceras por presión y vasculares en atención primaria de salud”, La Coruña
2000
24. Luisbernal.es “Otras técnicas electroterápicas”
<[www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-
fis/otras_tecnicas_electroterapicas.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/otras_tecnicas_electroterapicas.pdf) > ,
25. López Ana “Úlceras por presión”, 2002
26. Escuela Andaluza de Salud Pública, “ Tratamiento local de úlceras por presión
<<http://www.easp.es/web/cadime/index.asp?idSub=303&idSec=303&idCab=303>
>
27. Forneiro , Cartaya, García, Rodríguez, Rodríguez “ Estimulador Eléctrico
Terapéutico”, Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería,
2003

28. Instituto Vascular Sala-Planell, “ Láser terapia”,
<http://www.salaplanell.com/contenido/asp/detalle_articulos.asp?IdArticulo=35#up>
29. Instituto Vascular Sala-Planell, “Magnetoterapia”,
<http://www.salaplanell.com/contenido/asp/detalle_articulos.asp?IdArticulo=41 >
30. e.Fisioterapia.net, “ Electroterapia, corrientes dinámicas o de Bernard”,
<<http://www.efisioterapia.net/articulos/accesible.php?id=170> >
31. Tablas útiles “Conversión de unidades”,
<http://www.inoxidable.com/tablas_uitiles.htm> , 2006
32. Instituto CAREN, área de Fisioterapia “ Magnetoterapia”,
<<http://www.neurorehabilitacion.com/fisioterapia.htm>>
33. STIMULW, Electroestimulación, “Equipo de electroestimulación para la prevención de úlceras”, <
<http://www.combiomed.sld.cu/html/electroestimulacion.html>>
34. Castro, José Antonio “Enciclopedia médica familiar, El cuerpo Humano: Conocerlo Cuidarlo, Curarlo La piel “ , 1987
35. Dr. Marquez Alex, Cuidado de la piel en pacientes diabéticos
<http://www.adaptogeno.com/art_opinion/art90.asp >, 2006
36. Condori Diburga Hugo, “láser en Dermatología” Revista de Dermatología Peruana,
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BvRevistas/dermatologia/v12_n2/laser_dermatologia.htm> , 202
37. Gustavo Beltrán-Grados, Beatriz Meza-Méndez, Rina Santos-Anaya, Ivy Elescano-Concha, Elizabeth Victorero-Montan, Sandra Martínez Raygada, Héctor Linares-Chacón, Giovana Saldarriaga, “Fototerapia en el centro médico Naval: 15 años de experiencia “, Revista Dermatológica del Perú,
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BvRevistas/dermatologia/v12_n2/fototerapia_cmedi.co.htm >, 2002
38. Centro Láser Vigo Publicaciones Científicas, “ Propiedades ópticas de la piel”,
<<http://www.pgynet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedadesopticascc>> , 2001
39. Carrasco, Victor, “ ¿Cuánto tardan las úlceras en curarse?”
<http://www.saludalia.com/docs/Salud/web_saludalia/tu_salud/doc/anciano/doc/doc_ulceras_por_presion_2.htm#2>, 2000
40. K Flemming, N Cullum, “Terapia con láser para úlceras venosas de la pierna”,
<<http://www.update-software.com/abstractsES/AB001182-ES.htm>> ,2007

41. Neuronica, “Equipamiento médico” Tecnología médica avanzada.
<<http://www.neuronicmexicana.com.mx/terapia.htm> >
42. Dra. Claudia A. Robin González, Dr. Eduardo Rojas Cortez Kinesiologo. Manuel A. Ferreira Parker Hospital de Ancud “ Experiencia con el Biobeam660 en el tratamiento de heridas diversas en el hospital de Ancud”,
<<http://www.efisioterapia.net/articulos/accesible.php?id=99> >Chile, 2004
43. Powell Steven D (US); Savage Ryan H (US), “Skin Treatment Phototherapy device”, patent US2006030908, Spacenet data base
<<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=EP1778354&F=0> >,
2007
44. Hsu Fu-Yu, “Phototherapy apparatus”, patent US2007032843 , Spacenet data base <
<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2007032843&F=0> >,
2007
45. Whitehurst Colin(GB) , “Phototherapy method and apparatus using red or infrared light” , patent GB2425481,
<<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=GB2425481&F=0> >,
2006
46. Burgmann Thomas A (CA); Yu Jackson (CA) , “ Phototherapy device” patent US2006224217
<<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2006224217&F=0> > ,
2006
47. System for illumination therapy US Patent #5259380
<<http://images.google.com.pe/imgres?imgurl=http://www.dermalogix.net/images/walt.gif&imgrefurl=http://www.dermalogix.net/biopro660/&h=79&w=122&sz=6&hl=es&start=2&um=1&tbnid=frv4m169s7FoLM:&tbnh=58&tbnw=89&prev=/images%3Fq%3Dbiobeam%2B> > ,1993
48. Orman, Jack “Basic Buffer” <<http://www.muzique.com/lab/buffers.htm>> , 2002
49. Operational Amplifier “ Op Amp Basic”
<http://ourworld.compuserve.com/homepages/Bill_Bowden/opamp.htm >
50. National Semiconductors < <http://www.national.com/> > , 2006
51. Texas Instrument <<http://www.ti.com/> > , 2006
52. Silicon Labs < <http://www.silabs.com/tgwWebApp/public/index.htm>> , 2006
53. Microchip
<http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=64> , 2006
54. Atmel, <<http://www.atmel.com/> > , 2006

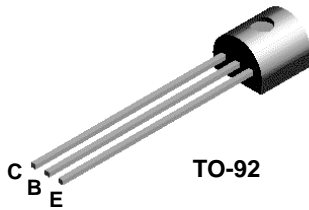
55. Chuchuka S. Enwemeka, "Therapeutic Light ",
<<http://www.rehabpub.com/features/1022004/2.asp> >, New York, 2004
56. BioScan Technology <<http://www.bioscanlight.com/technology.asp> >, 2006
57. Omnilight
<http://store.omnilightled.com/merchant2/merchant.mvc?Screen=CTGY&StoreCode=O&Category_Code=PU >, 2006
58. Data Sheet ATMEGA8L
59. Data Sheet LED OVFSRAC8 "OPTEK TECHNOLOGY"
60. Wikipedia "Definición de piel" <<http://es.wikipedia.org/wiki/Piel>> , 2006
61. La piel "Partes de la piel" <<http://www.botanical-online.com/piel.htm>>
62. BuenaSalud "¿Cómo prevenir las úlceras producidas por presión?"
<<http://www.buenasalud.com/lib/emailorprint.cfm?id=2810&type=lib> >
63. Información estadística del Hospital Cayetano Heredia Área de Dermatología,
2006
64. Medline PLUS Enciclopedia Médica,
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/psoriasis.html>>
65. Productores de lámparas de fototerapia "Daavlin",
<<http://www.daavlin.com/accessories.shtml#MED>> , 2007
66. Psoriasis treatment , beatpsoriasis.com <
<http://www.beatpsoriasis.com/psoriasis-treatments.htm>>, 1998
67. Dr. Neto Angustino "Las Úlceras por presión"
<http://minusval2000.com/investigacion/archivosInvestigacion/ulceras_por_presion.html >, 2000
68. Drs. Mayra Carrasco Garcia, Waldo R. Ramallo Rojas , Guillermo Hernández
M., " Las úlceras por presión" <www.ilustrados.com > , 2006
69. "Interaction with the laser beam with living tissue", <www.univ-lille2.fr/safelase/english/tiss_en.html >2007
70. Bonet, Luis Valdivia, "Fotobiología Cutánea-Generalidades", Revista Peruana
de Dermatología Vol2 #12,
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/dermatologia/v12_n2/fotobiologia_cutanea.htm >,2002
71. Dsalud, "Luz para bioestimulación del cuerpo"
<http://www.dsalud.com/saludybelleza_numero93.htm >, 2006
72. UNE EN 60601-1 Equipos Electromédicos, Requisitos generales para la
Seguridad, Norma Europea, AENOR, 1993
73. Software VMLAB <<http://www.amctools.com/download.htm> >, 2007
74. Alvarez Reynaldo "Manejo Integral del paciente con úlceras por presión" , 2006

75. Tuchin, Valery “Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis”, , SPIE 2000
76. Meditea , <<http://www.meditea.com/sonotherp-basic.asp> >,2007
77. Photonlife, <<http://www.pearlwellnesscenter.com/products.htm>>,2007
78. X-Light company
<http://www.alaskaelectrolytes.com/ad_far_infrared_heating_pads_led_lights_ch_ee_energy.htm >
79. Zegarra Jesús, Vilcahuamán, L., Callupe R., Moreno A. “Diseño de un equipo de fototerapia aplicado en el tratamiento de enfermedades de la piel “, Grupo E-Bio PUCP, XI Jornada de Ingeniería Clínica y Tecnología Médica”, Paraná – Entre Ríos Argentina. 2005
80. Zegarra Jesús, Vilcahuamán L. Callupe R., Moreno A. “Design of a phototherapy system using LEDs applied to ulcers”, Grupo E-Bio PUCP, Pan American Health Care Exchange (PAHCE), Conference Workshop and Exhibits Cooperation Linkages Long Beach, Los Angeles California, USA , 2007.

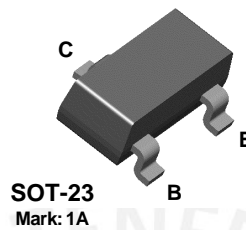




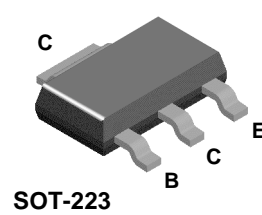
2N3904



MMBT3904



PZT3904



NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

Absolute Maximum Ratings*

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA
T_J, T_{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Thermal Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max			Units
		2N3904	*MMBT3904	**PZT3904	
P_D	Total Device Dissipation	625	350	1,000	mW
	Derate above 25°C	5.0	2.8	8.0	mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3			$^\circ\text{C}/\text{W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	$^\circ\text{C}/\text{W}$

*Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

**Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm².

NPN General Purpose Amplifier

(continued)

Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
--------	-----------	-----------------	-----	-----	-------

OFF CHARACTERISTICS

$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
I_{BL}	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA

ON CHARACTERISTICS*

h_{FE}	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	40	300	
		$I_C = 1.0\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	70		
		$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	100		
		$I_C = 50\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	60		
		$I_C = 100\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	30		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$		0.2	V
		$I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.3	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$	0.65	0.85	V
		$I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.95	V

SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

f_T	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 20\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$	300		MHz
C_{obo}	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{ V}, I_E = 0, f = 1.0\text{ MHz}$		4.0	pF
C_{ibo}	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0, f = 1.0\text{ MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{ V}, R_S = 1.0\text{ k}\Omega, f = 10\text{ Hz to } 15.7\text{ kHz}$		5.0	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

t_d	Delay Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, V_{BE} = 0.5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, I_{B1} = 1.0\text{ mA}$		35	ns
t_r	Rise Time			35	ns
t_s	Storage Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$		200	ns
t_f	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mA}$		50	ns

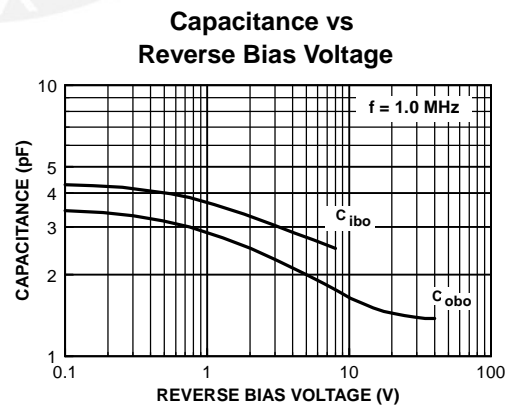
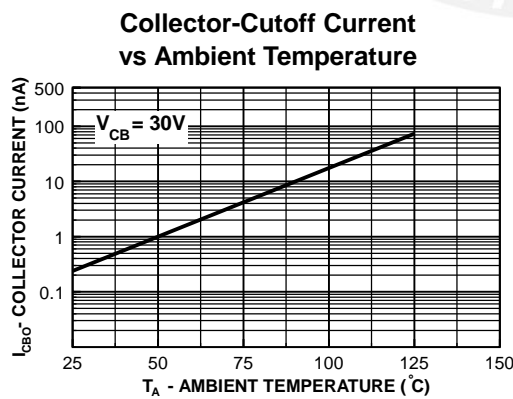
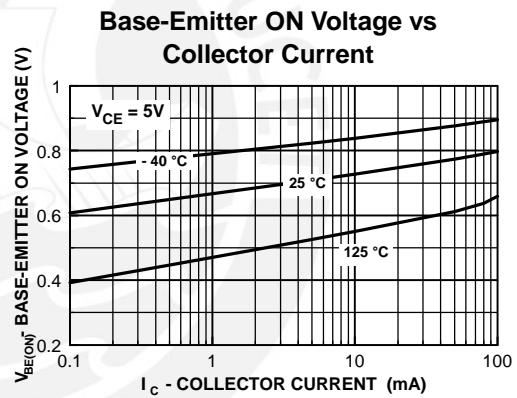
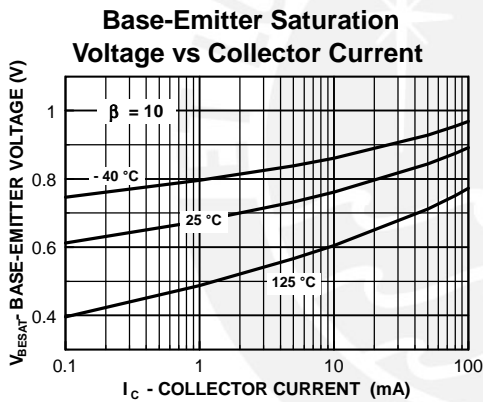
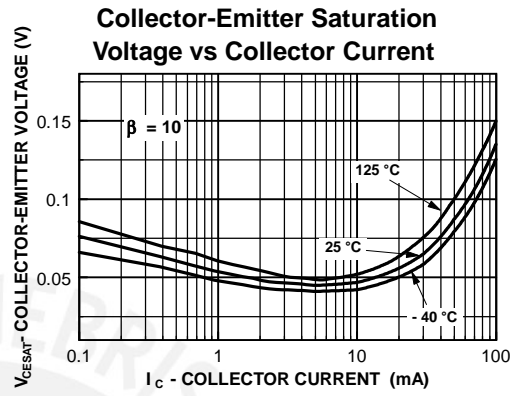
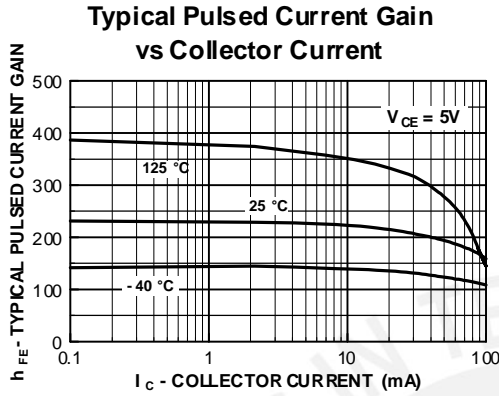
*Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$

Spice Model

NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

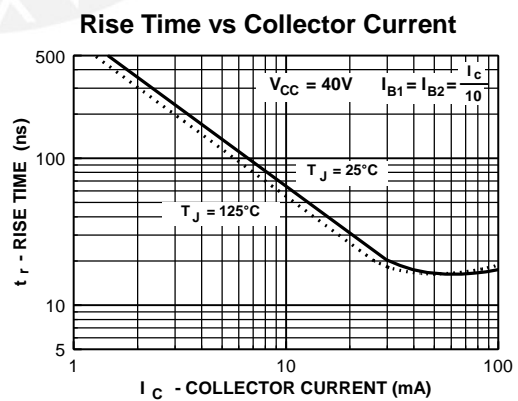
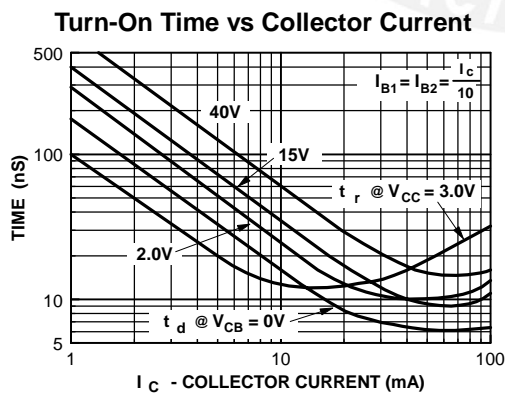
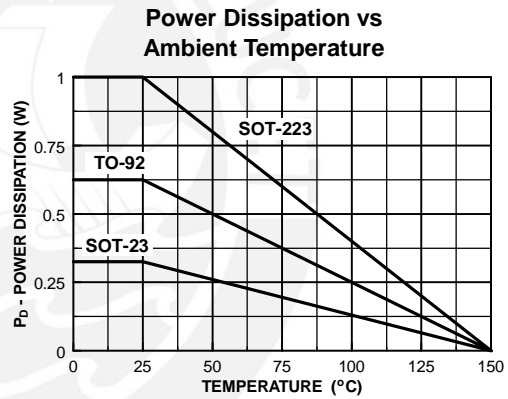
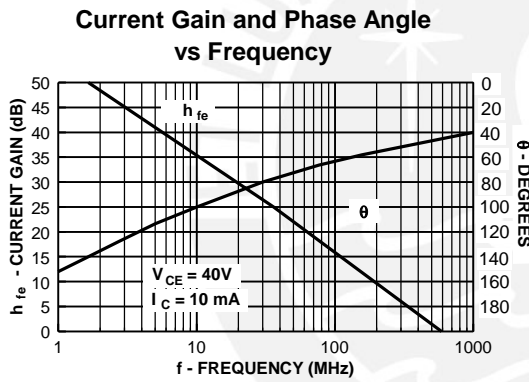
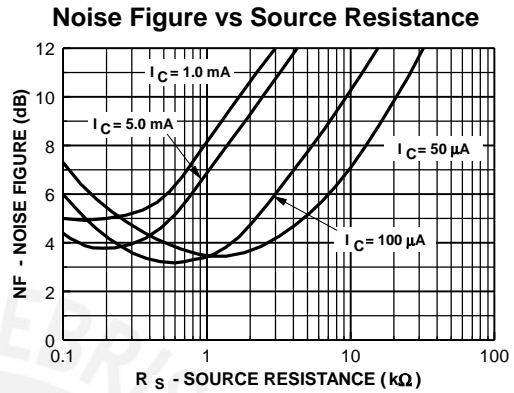
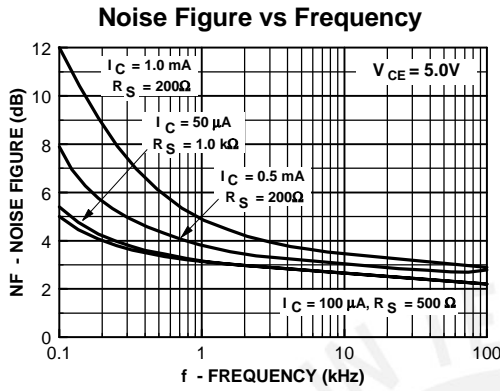
NPN General Purpose Amplifier
(continued)

Typical Characteristics



NPN General Purpose Amplifier
(continued)

Typical Characteristics (continued)



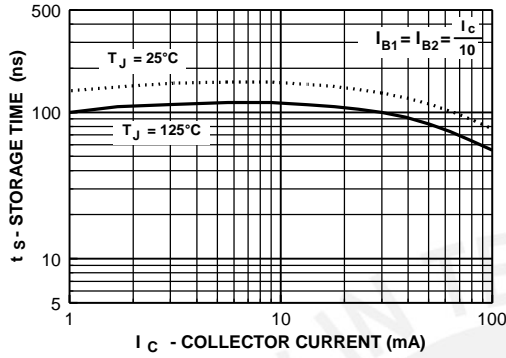
NPN General Purpose Amplifier

(continued)

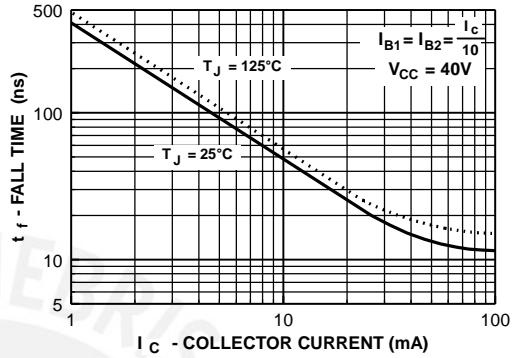
2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Typical Characteristics (continued)

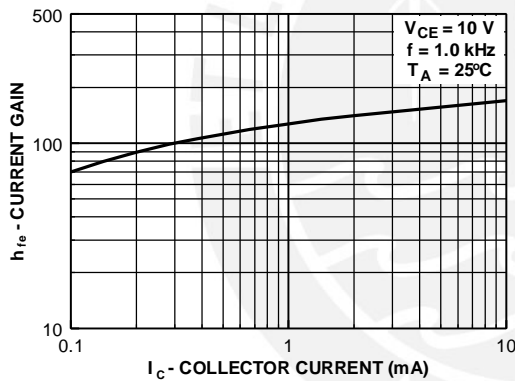
Storage Time vs Collector Current



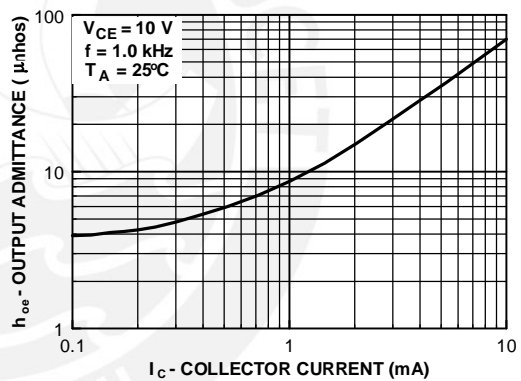
Fall Time vs Collector Current



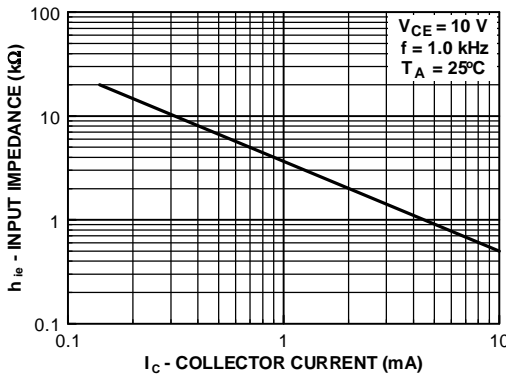
Current Gain



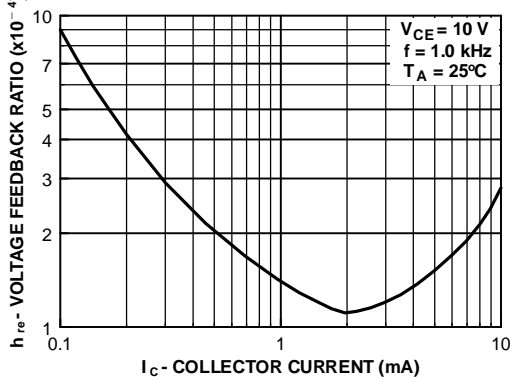
Output Admittance



Input Impedance



Voltage Feedback Ratio



NPN General Purpose Amplifier
 (continued)

Test Circuits

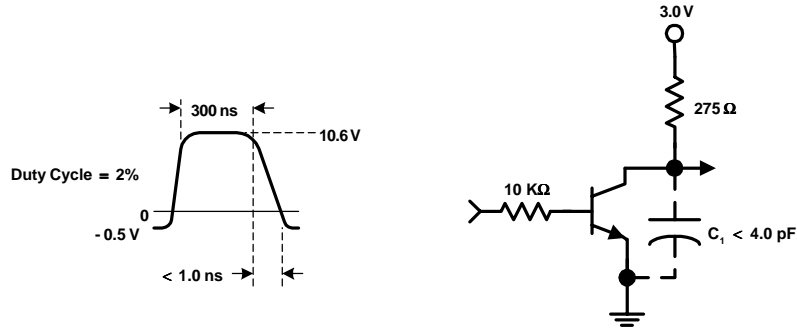


FIGURE 1: Delay and Rise Time Equivalent Test Circuit

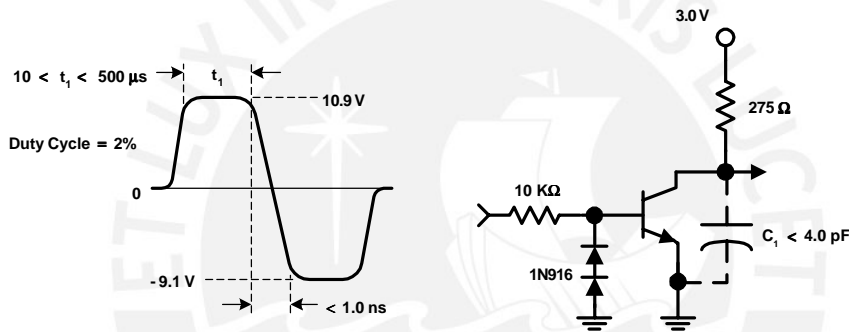


FIGURE 2: Storage and Fall Time Equivalent Test Circuit

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FASTr™	PowerTrench®	SyncFET™
Bottomless™	GlobalOptoisolator™	QFET™	TinyLogic™
CoolFET™	GTO™	QS™	UHC™
CROSSVOLT™	HiSeC™	QT Optoelectronics™	VCX™
DOMET™	ISOPLANAR™	Quiet Series™	
E ² CMOS™	MICROWIRE™	SILENT SWITCHER®	
EnSigna™	OPTOLOGIC™	SMART START™	
FACT™	OPTOPLANAR™	SuperSOT™-3	
FACT Quiet Series™	PACMAN™	SuperSOT™-6	
FAST®	POP™	SuperSOT™-8	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD 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, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in 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.

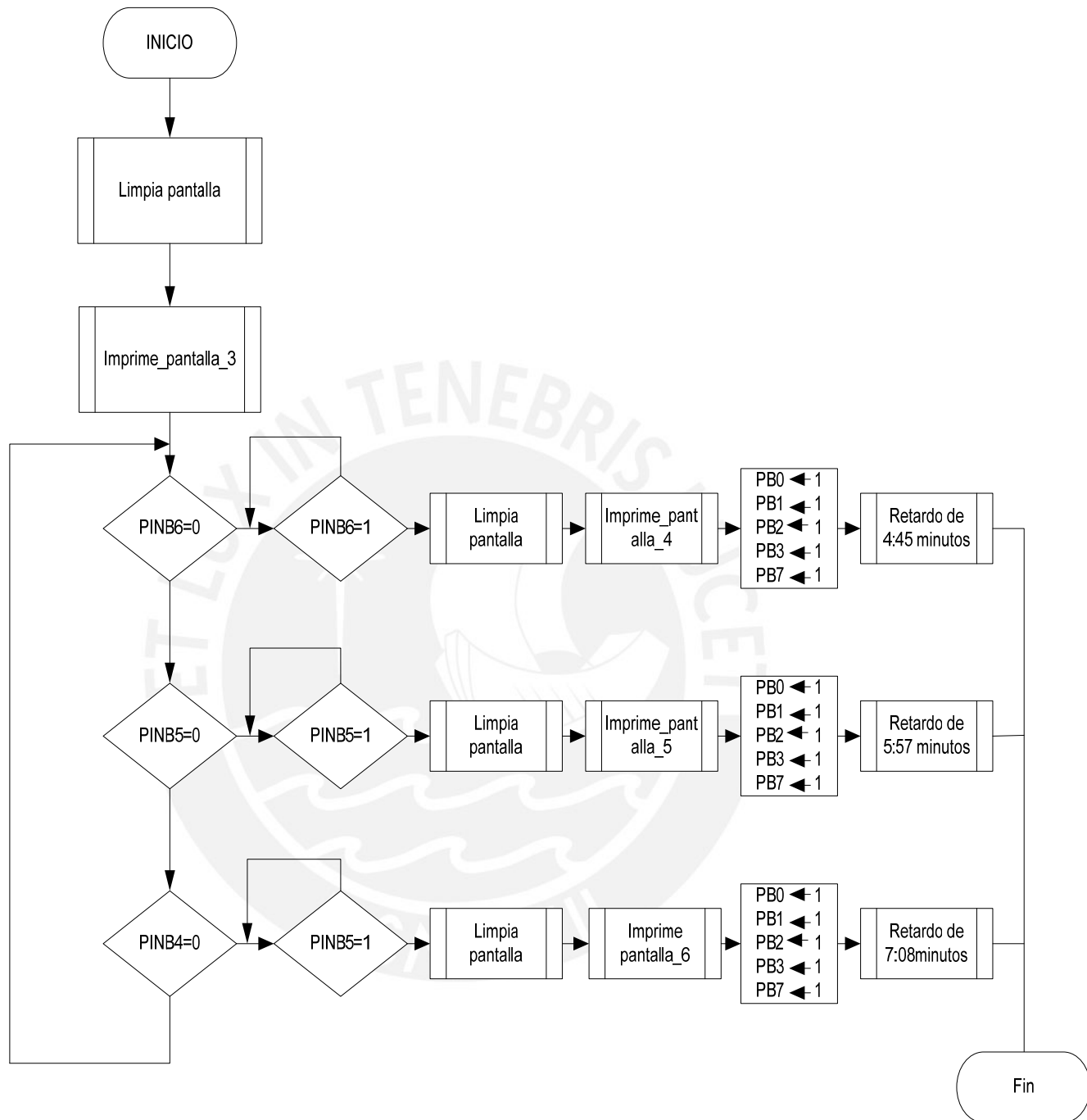
PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Rev. G

Primera Parte:



La subrutina Primera_parte permite seleccionar los distintos tiempos a modo continuo.

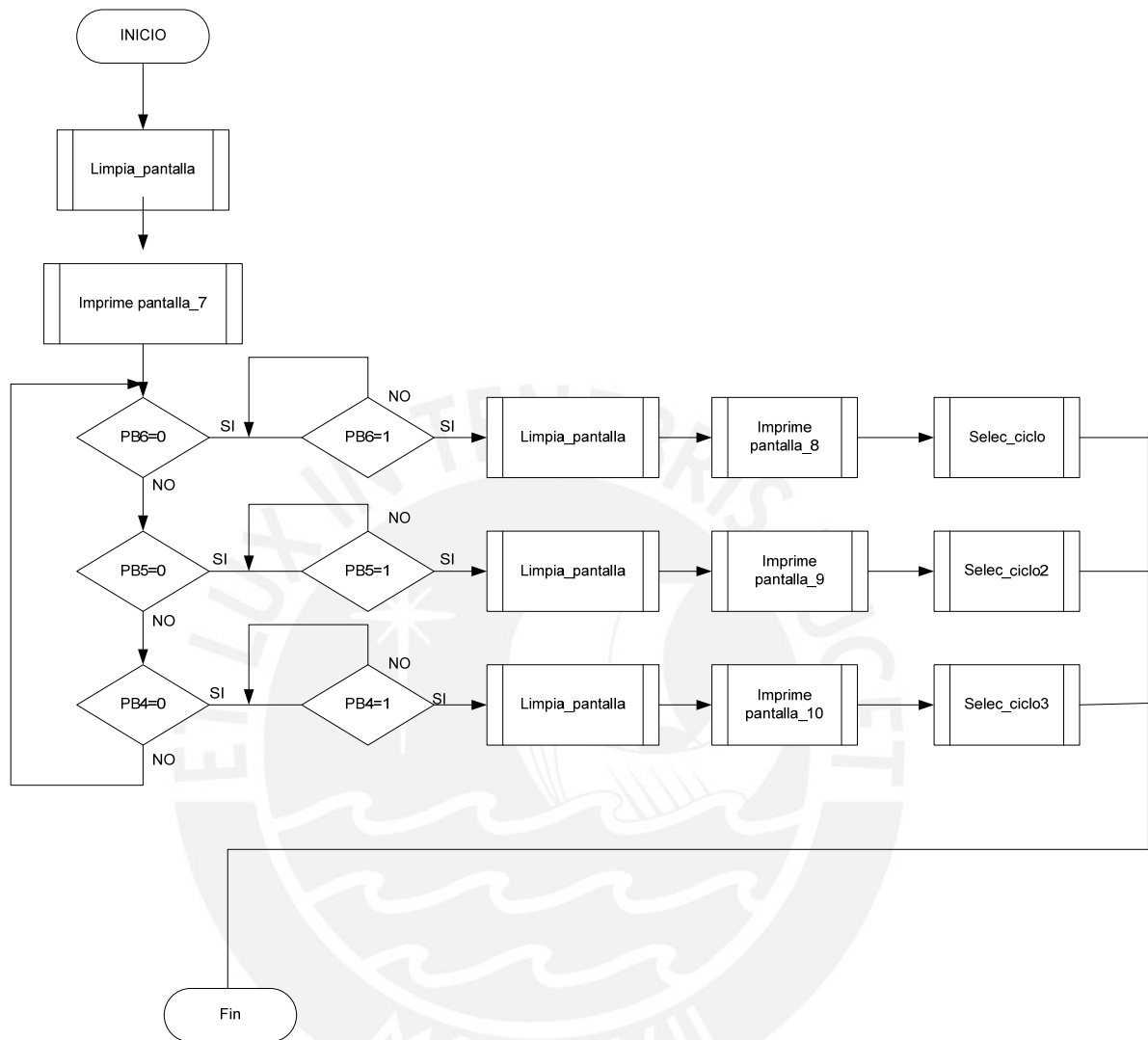
PB6: modo continuo con 4:45 m

PB5: modo continuo con 5:57m

PB4: modo continuo con 7:08m

Segunda parte:

Seleccione frecuencia:



Explicación: Los pulsadores ubicados desde PB6:PB5 configuran las diferentes frecuencias:

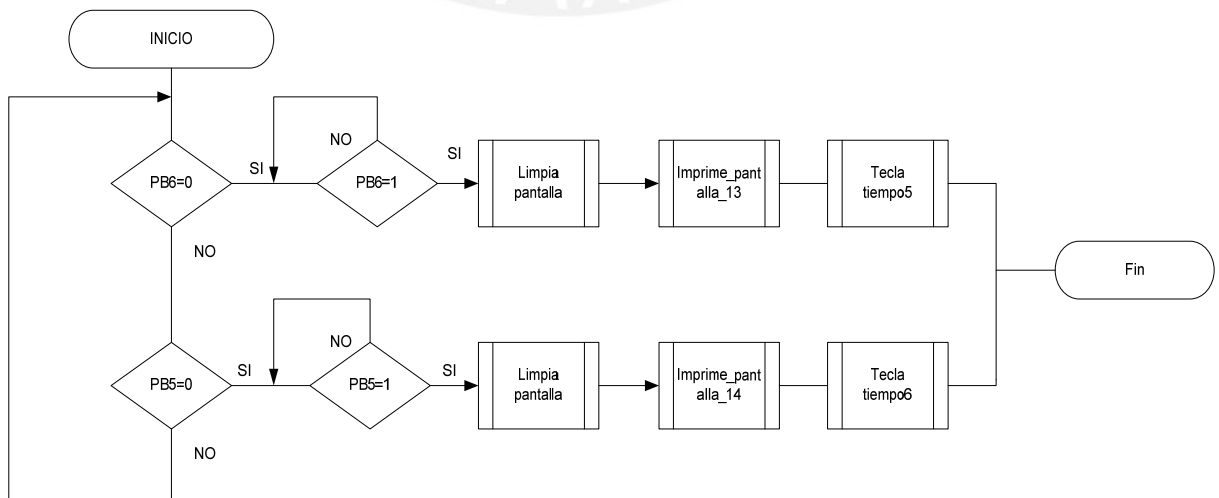
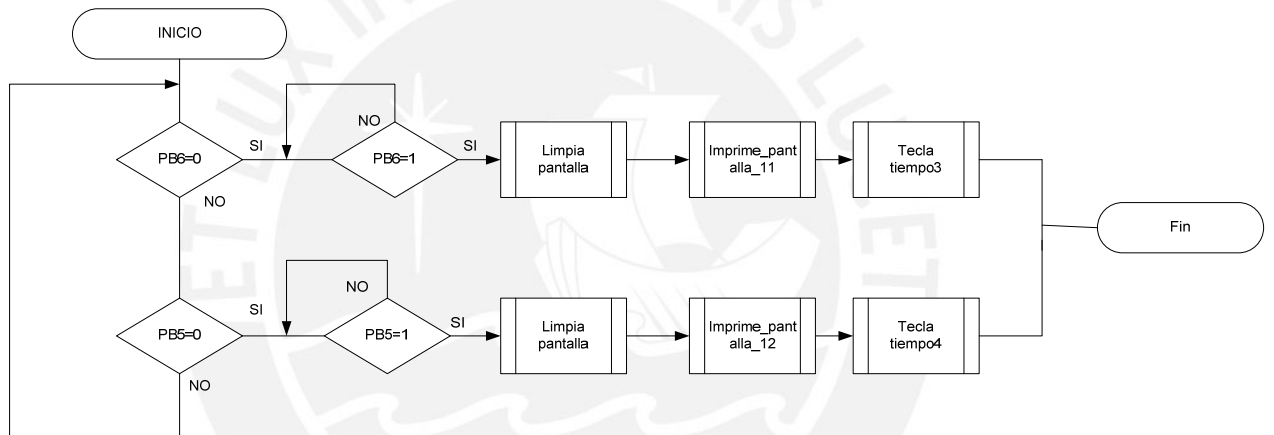
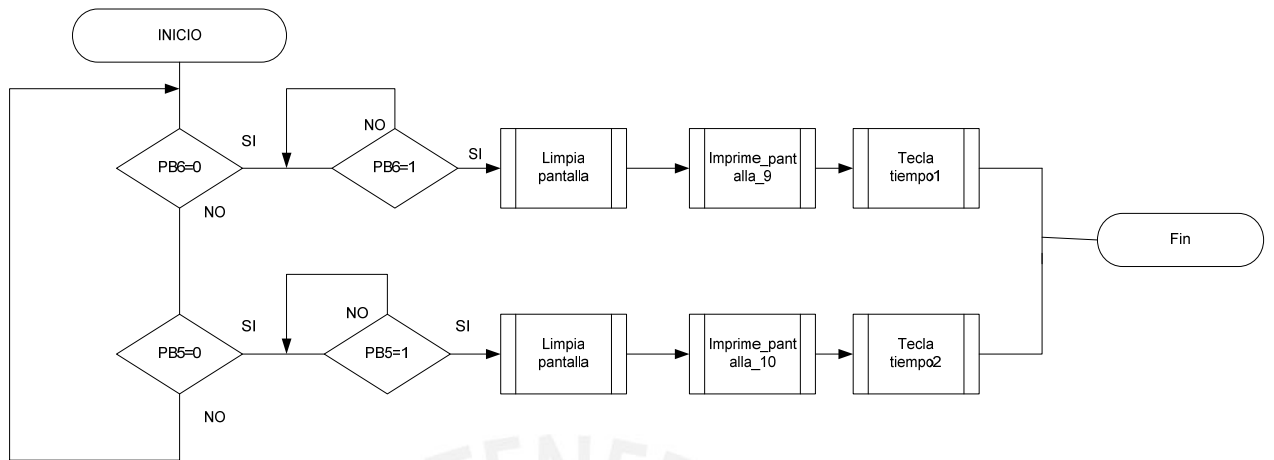
PB6: 100 Hz

PB5: 10Hz

PB4: 1Hz

Las subrutinas Selec_ciclo seleccionan los distintos ciclos de trabajo de 50% y 75%.

Selección de ciclo de trabajo:



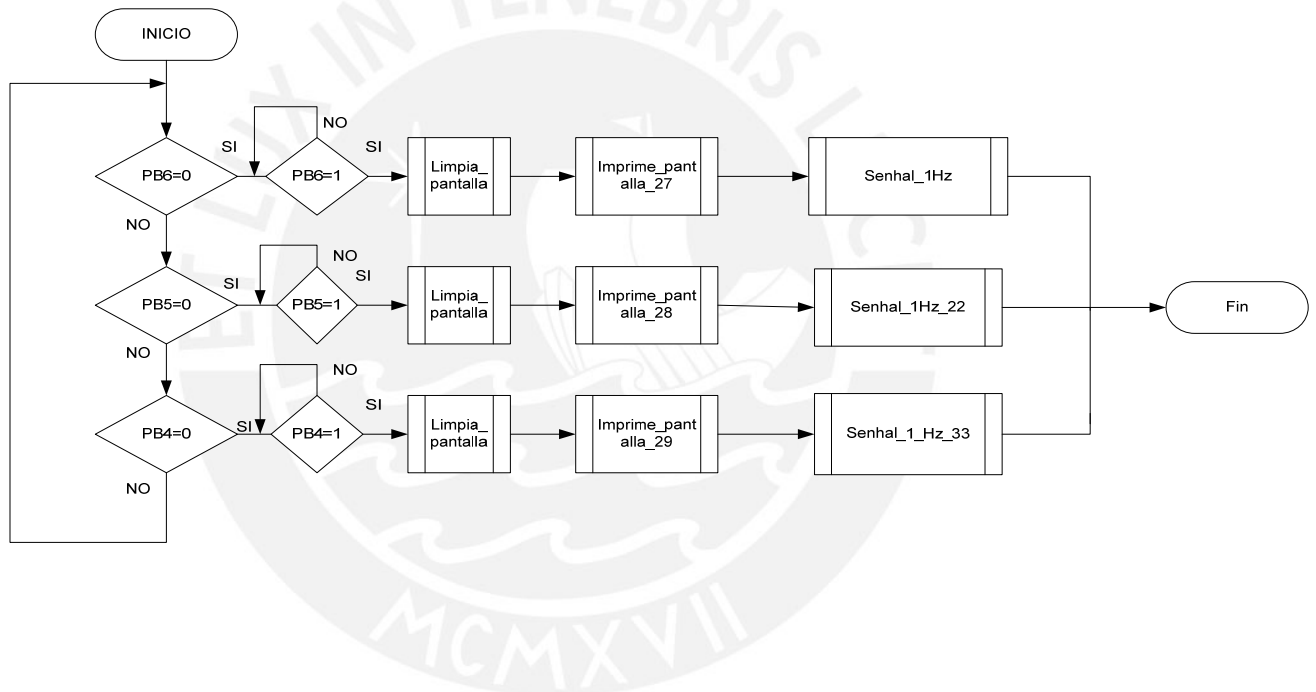
La selección del ciclo de trabajo permite seleccionar si se desea configurar:

PB6: 50%

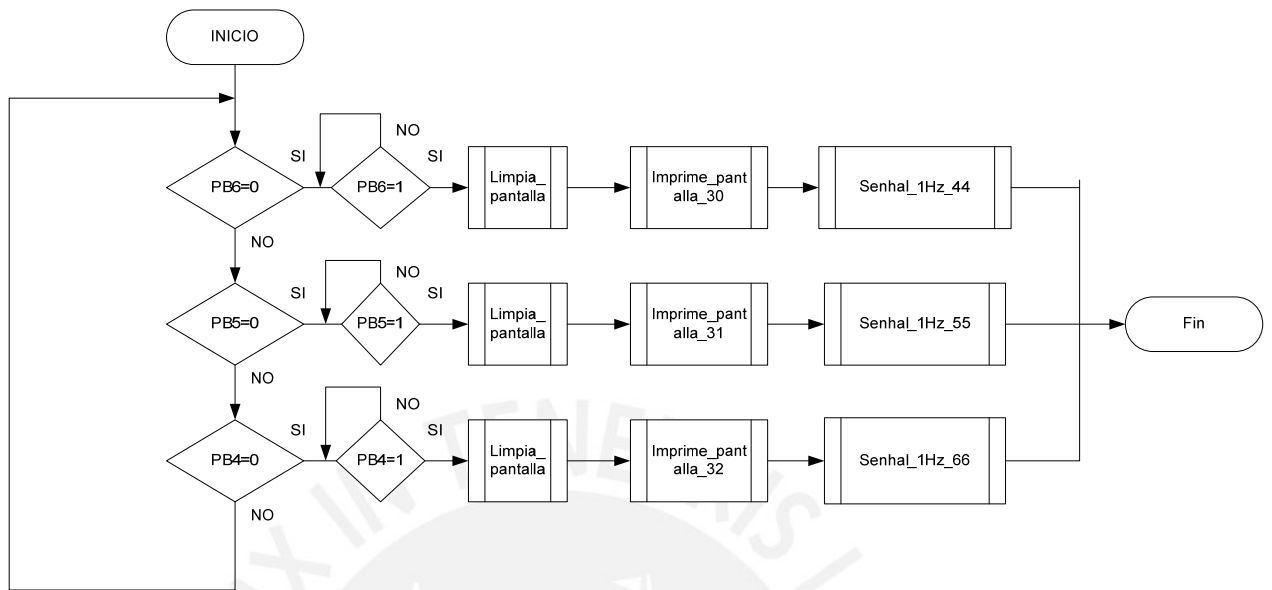
PB5: 75%

Luego se selecciona el tiempo con las subrutinas desde Tecla_tiempo1 a Tecla_tiempo6 para las distintas frecuencias (1Hz, 10 Hz, 100 Hz).

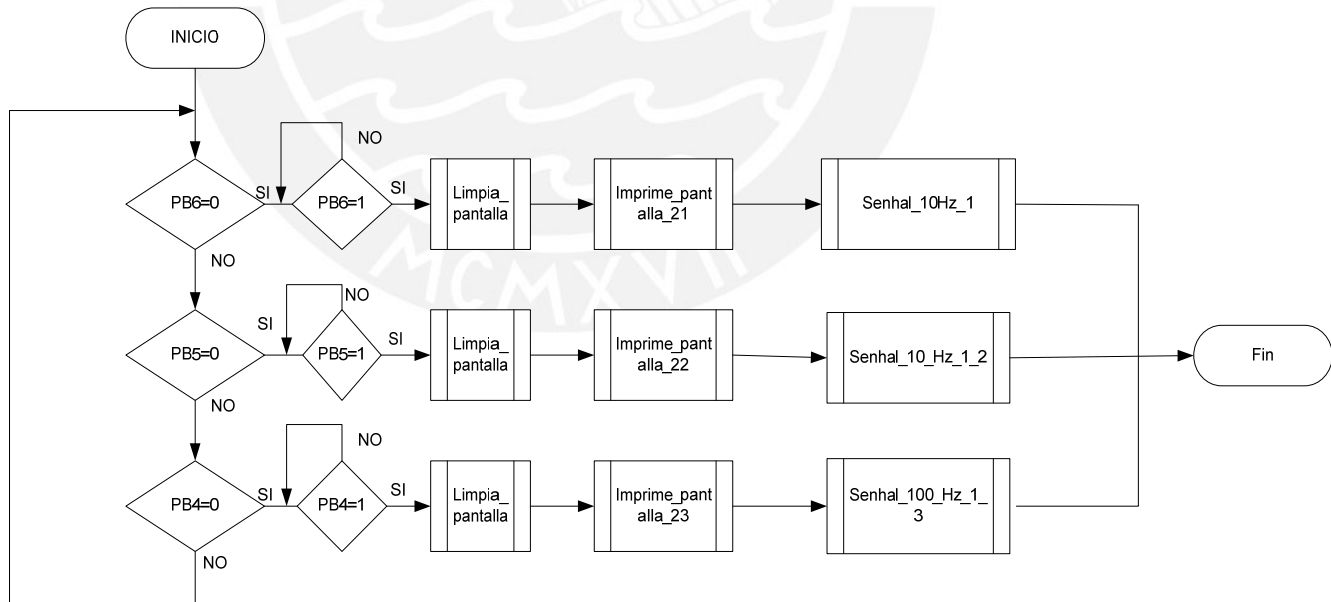
Tecla tiempo_1



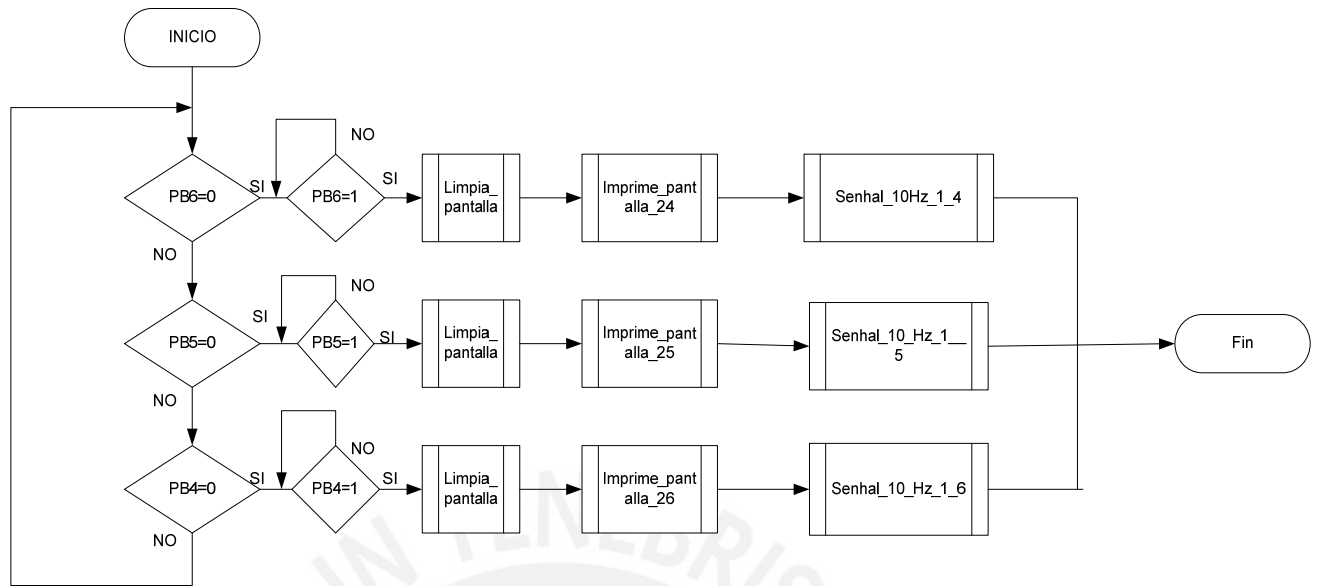
Tecla tiempo 2



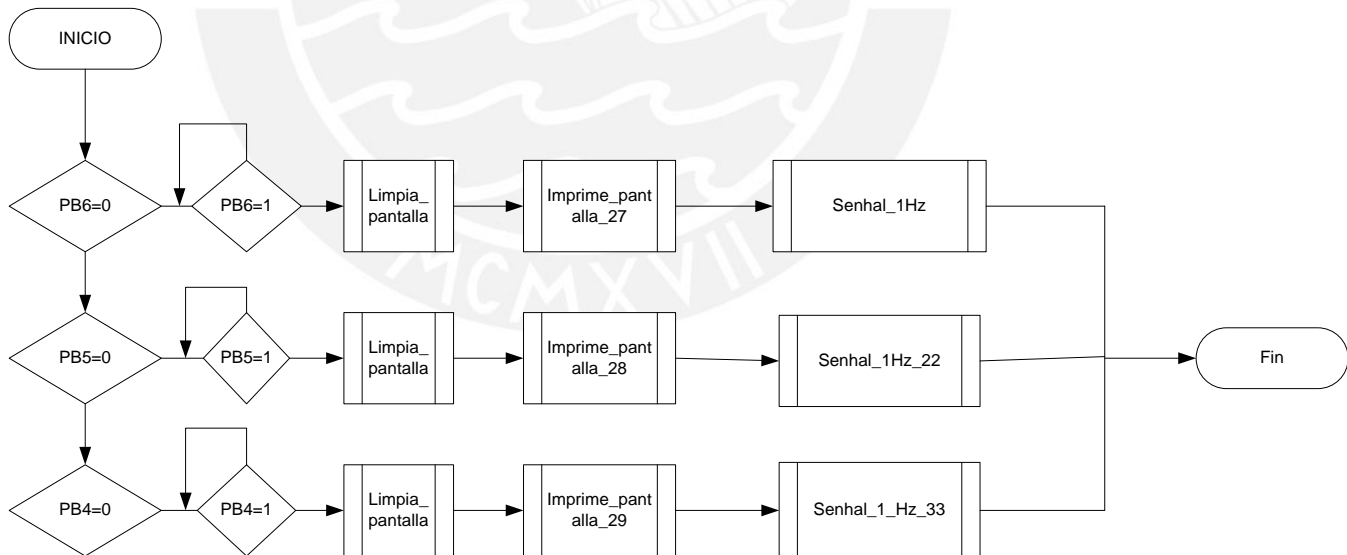
Tecla_tiempo_3



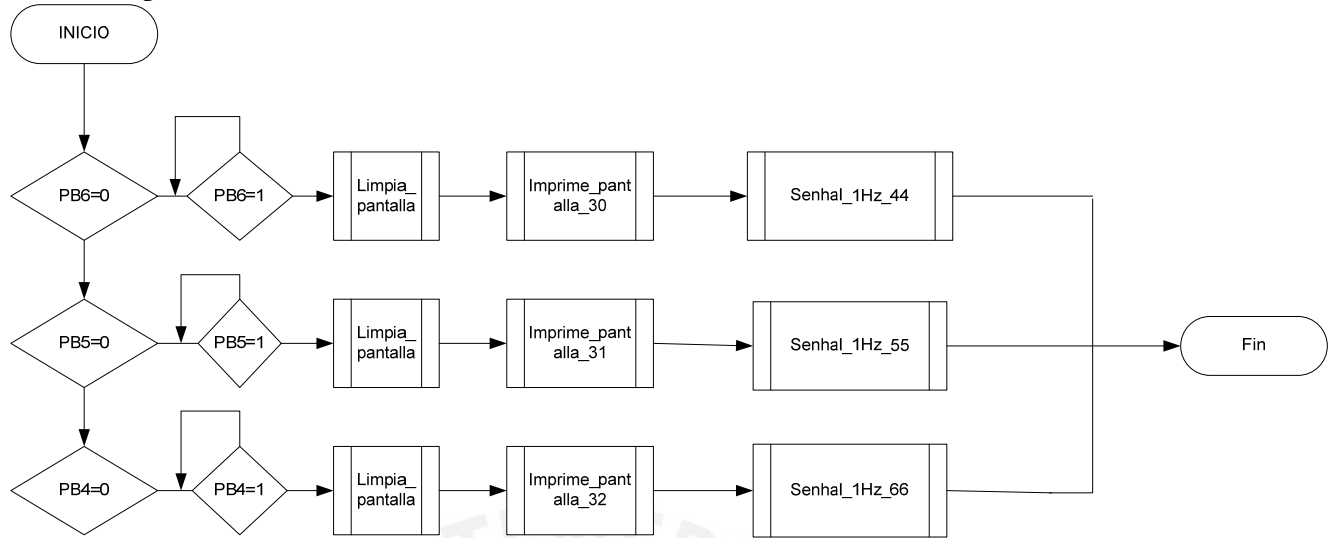
Tecla tiempo_4



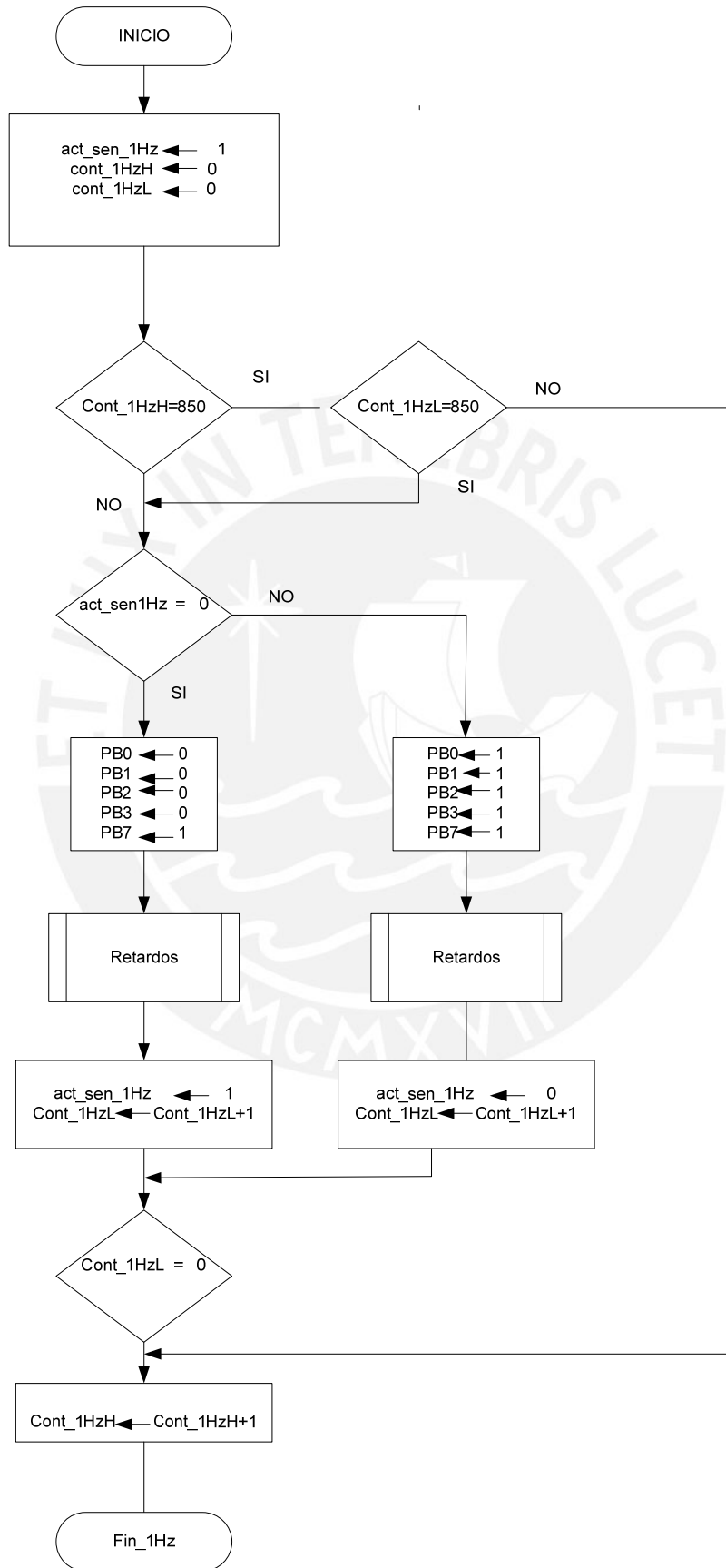
Tecla tiempo_5



Tecla tiempo_6



Configuración de las Señales a diferentes frecuencias:



Este mismo diagrama de flujo es utilizado para las subrutinas que configuran las diferentes frecuencias de 1Hz, 10 Hz y 100 Hz a diferentes tiempos.

Los contadores de 1HzH y un 1HzL, varían de acuerdo el tiempo a programar (s).

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Tiempo (s)	Tiempo (m)	Tiempo a programar (s)
1 Hz	50%	425.53	7:05m	850
1 Hz	50%	531.91	8:52m	1063
1 Hz	50%	638.29	10:38m	1276
1 Hz	75%	354.6	5:55m	709
1 Hz	75%	443.26	7:23m	886
1 Hz	75%	531.91	8:52m	1062
10 Hz	50%	793.65	13:13m	15860
10 Hz	50%	992.06	16:32 m	19840
10 Hz	50%	1190.47	19:50m	23809
10 Hz	75%	425.53	7:05 m	8510
10 Hz	75%	531.91	8:52m	10638
10 Hz	75%	638.29	10:38m	12765
100 Hz	50%	769.23	12:49m	153864
100 Hz	50%	961.53	16:00m	192306
100 Hz	50%	1153.84	19:20m	230768
100 Hz	75%	400	6:40m	80000
100 Hz	75%	500	8:20m	100000
100 Hz	75%	600	10:00m	120000

Los retardos variarán de la siguiente manera: Si el sistema es de 50% o 75%.

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Tiempo de retardos	
		Tiempo en alta	Tiempo en baja
1 Hz	50%	0.5seg	0.5seg
1 Hz	50%	0.5seg	0.5seg
1 Hz	50%	0.5seg	0.5seg
1 Hz	75%	0.75seg	0.25seg
1 Hz	75%	0.75seg	0.25seg
1 Hz	75%	0.75seg	0.25seg
10 Hz	50%	0.05 seg	0.05seg
10 Hz	50%	0.05 seg	0.05seg
10 Hz	50%	0.05 seg	0.05seg
10 Hz	75%	0.075seg	0.025seg
10 Hz	75%	0.075seg	0.025seg
10 Hz	75%	0.075seg	0.025seg
100 Hz	50%	0.005 seg	0.005 seg
100 Hz	50%	0.005 seg	0.005 seg
100 Hz	50%	0.005 seg	0.005 seg
100 Hz	75%	0.0075 seg	0.0025 seg
100 Hz	75%	0.0075 seg	0.0025 seg
100 Hz	75%	0.0075 seg	0.0025 seg



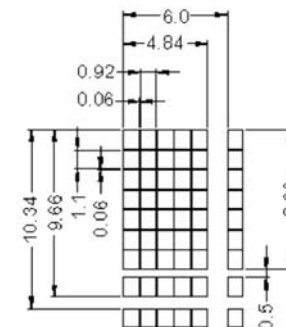
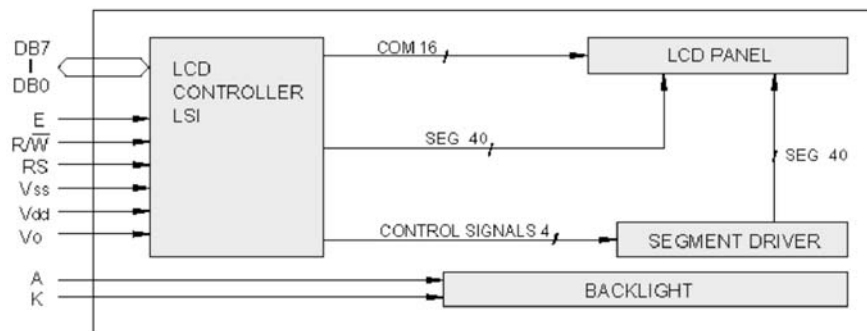
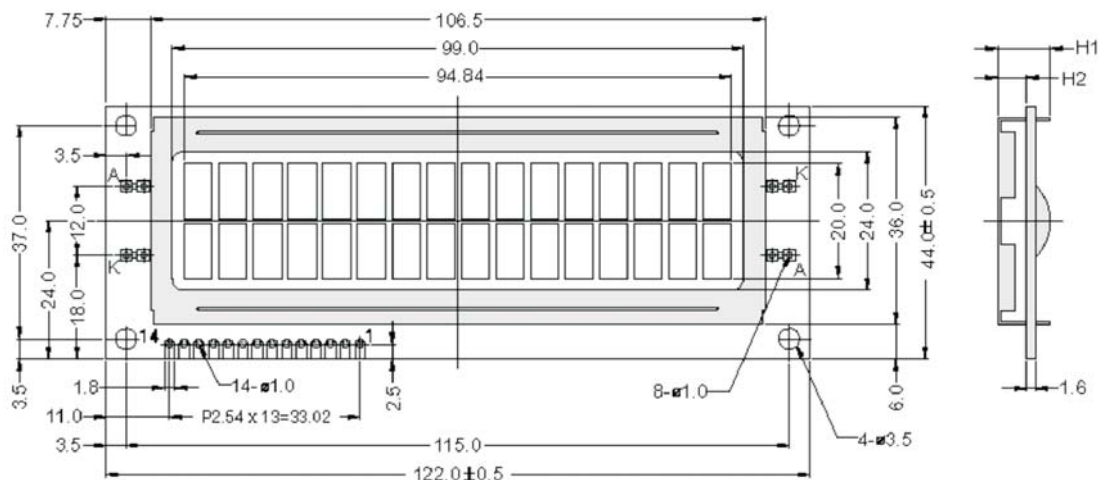
Módulo con display LCD, con la lógica de control y el generador de 192 caracteres incorporado en el display.

- El ajuste de contraste viene incorporado en el módulo.
- Entrada 4/8 bits paralelo
- LCD tecnología STN (Super-Twist-Nematic). Color gris, caracteres en positivo. Dirección de la visión: 6:00h. Modo transflectivo.
- Luminiscencia incorporada. Sistema backlight, (retroiluminación), mediante led color verde - amarillo.
- Compatible con controlador Hitachi HD44780.

ESPECIFICACIONES MECANICAS.

Overall Size	122.0 * 44.0 mm
View Area	99.0* 24.0 mm
Dot Size	0.92 * 1.10 mm
Dot Pitch	0.98 * 1.16 mm
H2	9.4 mm
H1	13.5 mm

DIAGRAMA DE BLOQUES Y DIMENSIONES.



The tolerance unless classified $\pm 0.3\text{mm}$

CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit
Power Supply Voltg.	Vdd-Vss	0	7	V
LCD Driving Supply Volt.	Vdd-Vee	0	13	V
Input Voltage	Vin	-0.3	Vdd+0.3	V
Operating Temperature	Topr	0	50	°C
Storage Temperature	Tstg	-20	+70	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Vdd= +5V, Ta=25°C)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Logic Supply Voltage	Vdd	4.5	5	5.5	V
"H" Input Voltage	VIH	2.2	-	-	V
"L" Input Voltage	VIL	-	-	0.6	V
"H" Output Voltage	VOH	2.4	-	-	V
"L" Output Voltage	VOL	-	-	0.4	V
Supply Current	Idd	2	-	-	mA
Backlight:					
LCD Driving Voltage (conditions= Vdd-Vo)	VLCD	4.1	-	4.5	V

PIN ASSIGNMENT

Pin	Symbol	Function
1	Vss	Power supply (GND)
2	Vdd	Power supply (+ 5V)
3	Vo	Contrast adjust
4	RS	Register select signal
5	R/W	Data read / write
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
A	Anode	Backlight positive power supply.
K	Cathode	Backlight negative power supply.

CONSIDERACIONES.

Este componente está destinado para su uso por parte de profesionales, o usuarios con un nivel técnico o conocimientos suficientes, que les permita desarrollar por sí mismos los proyectos o aplicaciones deseados. Por este motivo no se facilitará asistencia técnica sobre problemas de implementación del citado componente en las aplicaciones en las que sea empleado.

Para cualquier problema relativo al funcionamiento del producto (excluidos los problemas de aplicación), póngase en contacto con nuestro departamento técnico. Fax 93 432 29 95; Correo electrónico: sat@fadisel.com.

La documentación técnica de este producto responde a una transcripción de la proporcionada por el fabricante.

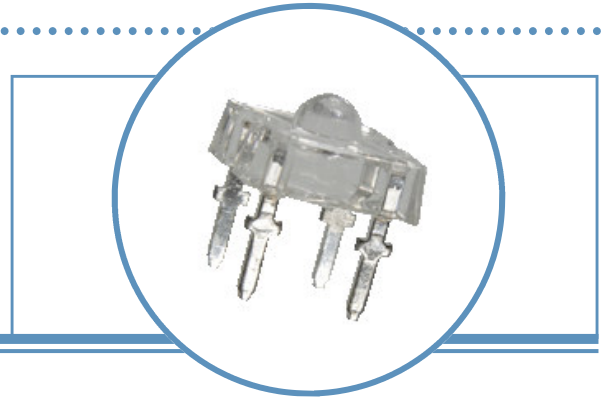
Los productos de la familia "Componentes" de Cebek disponen de **1 año de garantía** a partir de la fecha de compra. Quedan excluidos el trato o manipulación incorrectos.

Disponemos de más productos que pueden interesarle, visítenos en: www.fadisel.com ó solicite nuestro catálogo.

4-Pin Red LED Lamp (7.6mm)

OVFSRAC8

- Packaged in tubes
- Compatible with automatic placement equipment
- Compatible with infrared and vapor phase reflow solder process
- Mono-color type
- Pb-free

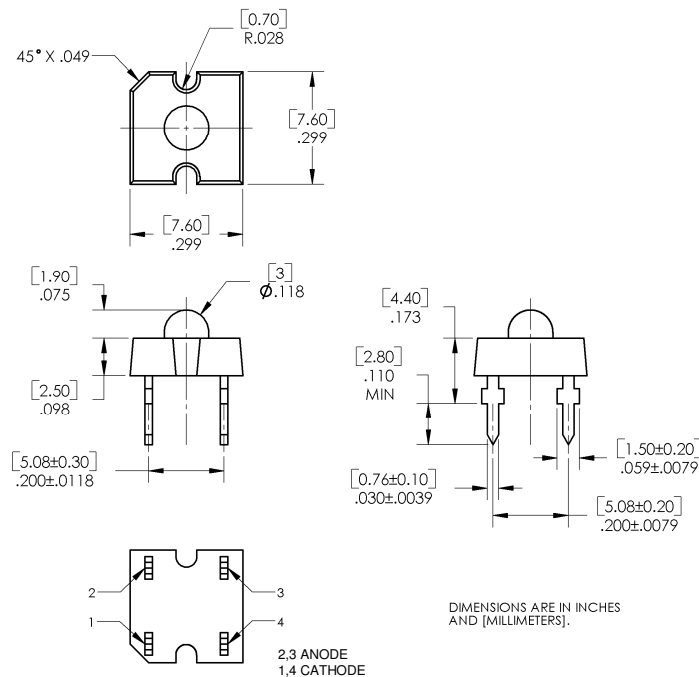


The OVFSRAC8 is designed with higher forward voltage to maximize brightness and incorporates a low-profile lens to enhance efficient light distribution. Response time is fast and it consumes less power resulting in low current requirements from circuit power supply. Tubular arrays replace neon in outdoor and indoor signs. This square package allows high-density arrays to form light engines.

Applications

- Automotive: Rear Stop/Turn Signal Lamps/Truck Marker Lamps
- Mood-setting Decoration and Landscape Lighting
 - Special Decorative Interior/Exterior Lighting
 - Special Effects Stage Lighting
- Illumination for Signs and Channel Letters
- Traffic Signals, Pedestrian and Walkway Signs

Part Number	Material	Emitted Color	Flux Typ. mlm	Lens Color
OVFSRAC8	AllnGaP	Red	4500	Water Clear



RoHS
 ATTENTION
 OBSERVE PRECAUTIONS
 ELECTROSTATIC
 SENSITIVE DEVICES

Data is subject to change without prior notice.

4-Pin Red LED Lamp (7.6mm)

OVFSRAC8



Absolute Maximum Ratings

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Storage Temperature Range	-40 ~ +100°C
Operating Temperature Range	-40 ~ +100°C
Lead Soldering Temperature (3mm from the base of the epoxy bulb) ¹	260°C
Reverse Voltage	5 V
Continuous Forward Current ²	70 mA
Peak Forward Current (10% Duty Cycle, PW ≤ 100 μsec)	200 mA
Power Dissipation	210 mW

Notes:

- Solder time less than 5 seconds at temperature extreme.
- Heat sink is adequate if the device is operated at ambient temperature higher than 25°C. For long term performance the drive currents between 10mA and 50mA are recommended. Please contact an Optek sales representative for more information on recommended drive conditions.

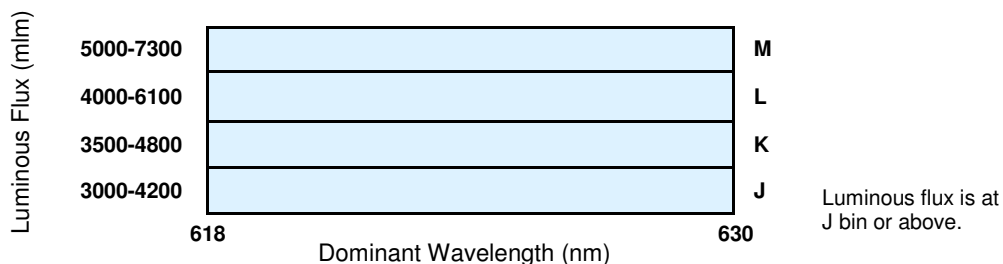
Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	CONDITIONS
lumen	Luminous Flux	3000	4500	----	mlm	$I_F = 70\text{mA}$
V_F	Forward Voltage	----	2.5	3.0	V	$I_F = 70\text{mA}$
I_R	Reverse Current	----	----	100	μA	$V_R = 5\text{V}$
λ_D	Dominant Wavelength	618	624	630	nm	$I_F = 70\text{mA}$
$2\ \Theta_{1/2}$	50% Power Angle	----	100	----	deg	$I_F = 70\text{mA}$

Standard Bins ($I_F = 70\text{mA}$)

Lamps are sorted to luminous flux (Φ_V), forward voltage (V_F), and dominant wavelength (λ_D) bins shown. Orders for OVFSRAC8 may be filled with any or all bins contained as below.



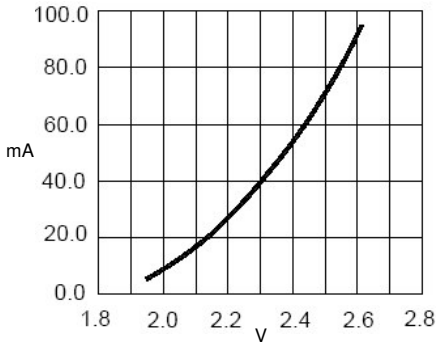
Forward Voltage (V_F)

Rank	V3	V4	V5	V6	V7
Voltage (V)	2.0-2.2	2.2-2.4	2.4-2.6	2.6-2.8	2.8-3.0

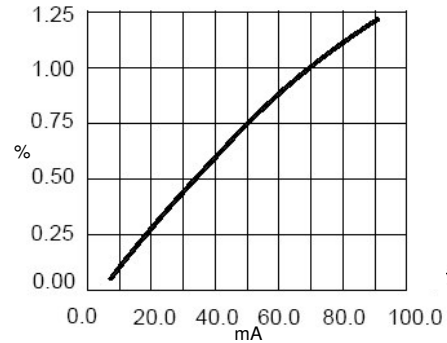
Important Notes:

- All ranks will be included per delivery, rank ratio will be based on the chip distribution.
- To designate luminous intensity ranks, please contact OPTEK.

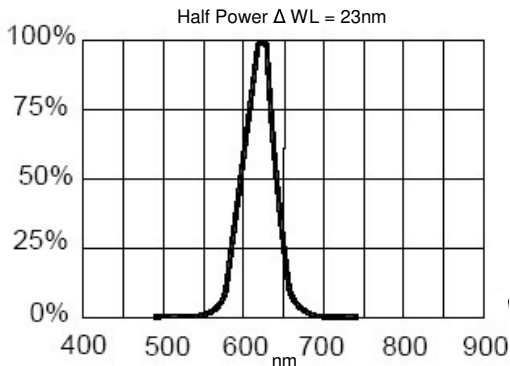
Typical Electro-Optical Characteristics Curves



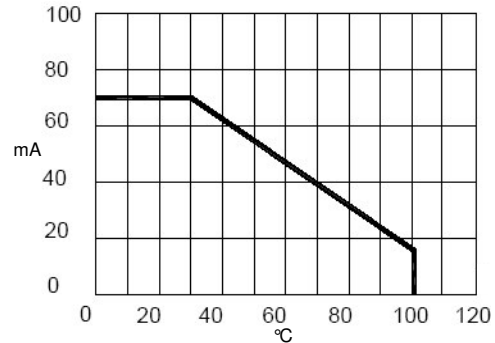
Forward Current vs. Forward Voltage



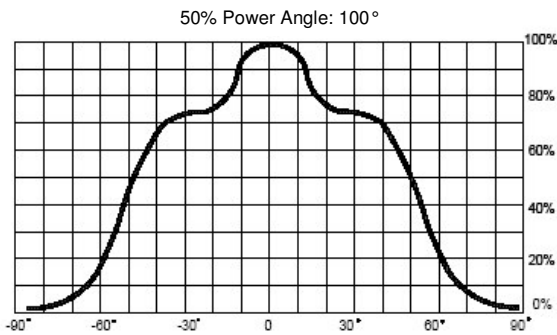
Relative Luminous Flux vs. Forward Current



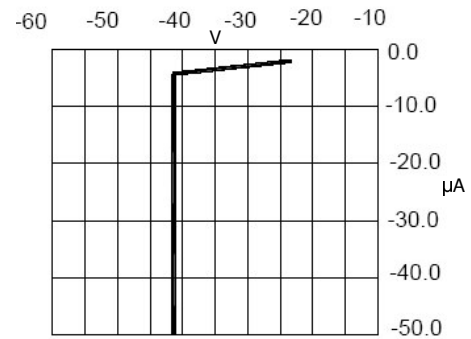
Relative Luminous Flux vs. Wavelength



Maximum Forward DC Current vs. Ambient Temperature



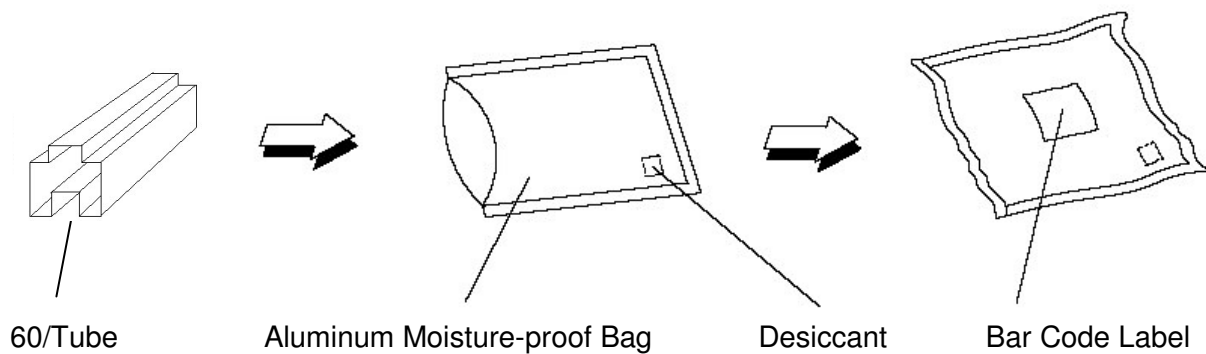
Far Field Pattern



Reverse Current vs. Reverse Voltage

4-Pin Red LED Lamp (7.6mm) OVFSRAC8

Moisture Resistant Packaging



4-Pin Red LED Lamp (7.6mm)
OVFSRAC8



Issue	Change Description	Approval	Date
1.0	Initial Release	R. Bailey	5/19/05

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

Single Supply Quad Operational Amplifiers

The LM324 series are low-cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

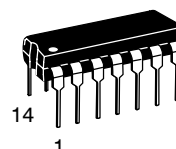
Features

- Short Circuited Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness without Affecting Device Operation
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Site and Control Changes
- Pb-Free Packages are Available

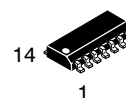


ON Semiconductor®

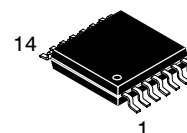
<http://onsemi.com>



**PDIP-14
N SUFFIX
CASE 646**

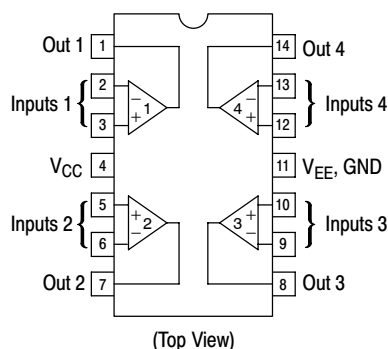


**SOIC-14
D SUFFIX
CASE 751A**



**TSSOP-14
DTB SUFFIX
CASE 948G**

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 10 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 12 of this data sheet.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	32 ± 16	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	± 32	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	-0.3 to 32	Vdc
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	Continuous	
Junction Temperature (Note 2)	T_J	150	$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance, Junction-to-Air (Note 3)	$R_{\theta JA}$	Case 646 118 Case 751A 156 Case 948G 190	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
ESD Protection at any Pin Human Body Model Machine Model	V_{esd}	2000 200	V
Operating Ambient Temperature Range	T_A	LM224 -25 to +85 LM324, 324A 0 to +70 LM2902 -40 to +105 LM2902V, NCV2902 (Note 4) -40 to +125	$^\circ\text{C}$

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

1. Split Power Supplies.
2. For supply voltages less than 32 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
3. All $R_{\theta JA}$ measurements made on evaluation board with 1 oz. copper traces of minimum pad size. All device outputs were active.
4. *NCV2902 is qualified for automotive use.*

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{GND}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 30 V $V_{ICR} = 0\text{ V}$ to $V_{CC} - 1.7\text{ V}$, $V_O = 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\ \Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ (Note 5) $T_A = T_{\text{low}}$ (Note 5)	V_{IO}	-	2.0	5.0	-	2.0	3.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Notes 5 and 7)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-	7.0	-	-	7.0	30	-	7.0	-	-	7.0	-	-	7.0	-	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	I_{IO}	-	3.0	30	-	5.0	30	-	5.0	50	-	5.0	50	-	5.0	50	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Notes 5 and 7)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	-	10	-	-	10	300	-	10	-	-	10	-	-	10	-	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	I_{IB}	-	-90	-150	-	-45	-100	-	-90	-250	-	-90	-250	-	-90	-250	nA
Input Common Mode Voltage Range (Note 6) $V_{CC} = 30\text{ V}$ $T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	V_{ICR}	0	-	28.3	0	-	28.3	0	-	28.3	0	-	24.3	0	-	24.3	V
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 15\text{ V}$, for Large V_O Swing $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	A_{VOL}	50	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	V/mV
Channel Separation $10\text{ kHz} \leq f \leq 20\text{ kHz}$, Input Referenced	CS	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	dB
Common Mode Rejection, $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	CMR	70	85	-	65	70	-	65	70	-	50	70	-	50	70	-	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	-	65	100	-	65	100	-	50	100	-	50	100	-	dB

5. LM224: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
 LM324/LM324A: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
 LM2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
 LM2902V & NCV2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$
NCV2902 is qualified for automotive use.

6. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$, but either or both inputs can go to +32 V without damage, independent of the magnitude of V_{CC} .

7. Guaranteed by design.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{GND}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage – High Limit ($T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}) (Note 8) $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = 30\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ $V_{CC} = 30\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$	V_{OH}	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	V
Output Voltage – Low Limit, $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 8)	V_{OL}	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	100	–	5.0	100	mV
Output Source Current ($V_{ID} = +1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 8)	I_{O+}	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	mA
Output Sink Current ($V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 8)	I_{O-}	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	mA
$(V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_O = 200\text{ mV}$, $T_A = 25^\circ\text{C})$		12	50	–	12	50	–	12	50	–	–	–	–	–	–	–	μA
Output Short Circuit to Ground (Note 9)	I_{SC}	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	mA
Power Supply Current ($T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}) (Note 8) $V_{CC} = 30\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$ $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$	I_{CC}	–	–	3.0	–	1.4	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	mA
		–	–	1.2	–	0.7	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	

8. LM224: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
 LM324/LM324A: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
 LM2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
 LM2902V & NCV2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$
NCV2902 is qualified for automotive use.

9. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$, but either or both inputs can go to +32 V without damage, independent of the magnitude of V_{CC} .

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

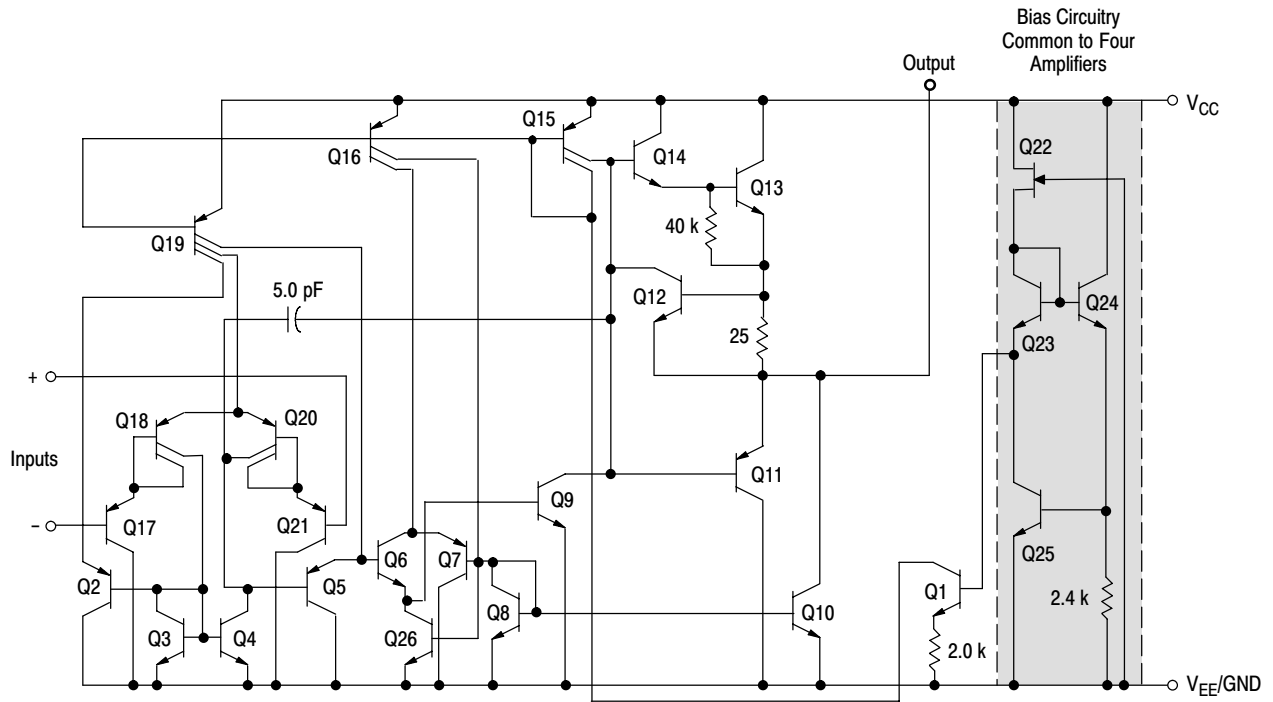


Figure 1. Representative Circuit Diagram
(One-Fourth of Circuit Shown)

CIRCUIT DESCRIPTION

The LM324 series is made using four internally compensated, two-stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance, a smaller compensation capacitor (only 5.0 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single-ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

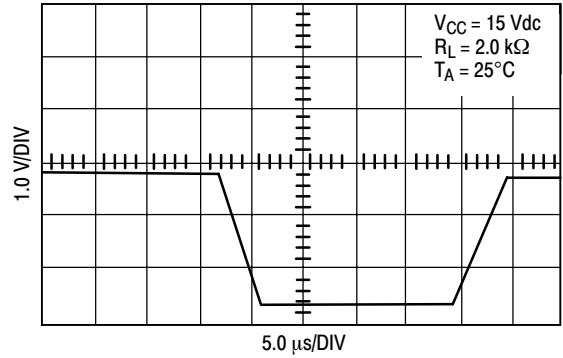


Figure 2. Large Signal Voltage Follower Response

Each amplifier is biased from an internal-voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.

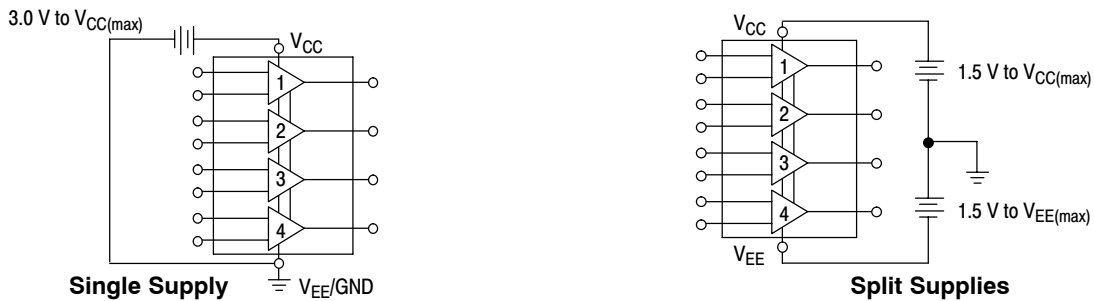


Figure 3.

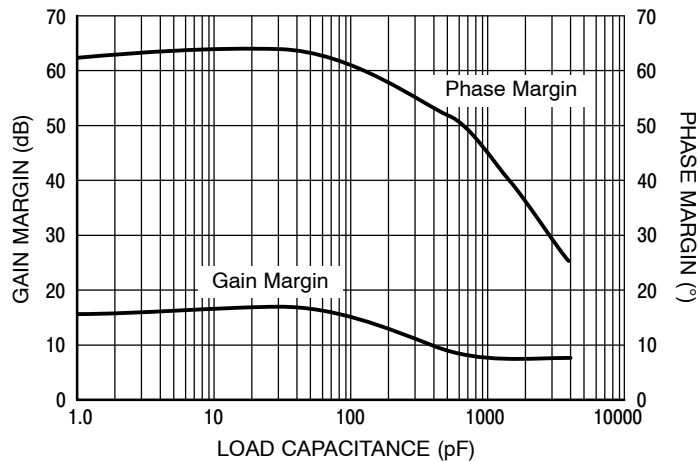


Figure 4. Gain and Phase Margin

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

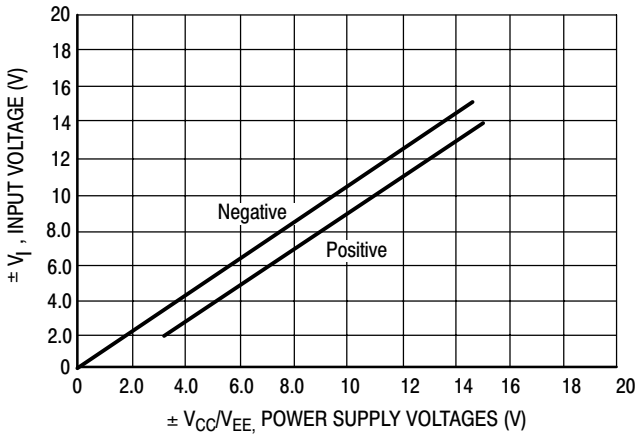


Figure 5. Input Voltage Range

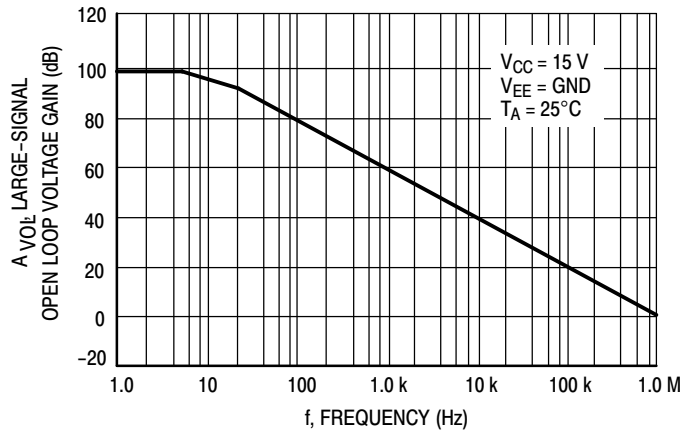


Figure 6. Open Loop Frequency

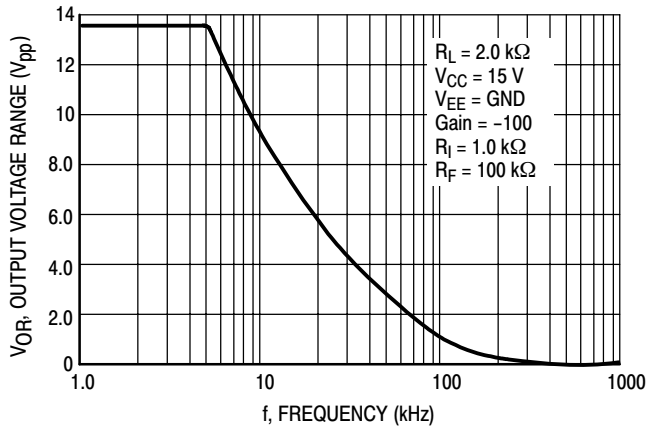


Figure 7. Large-Signal Frequency Response

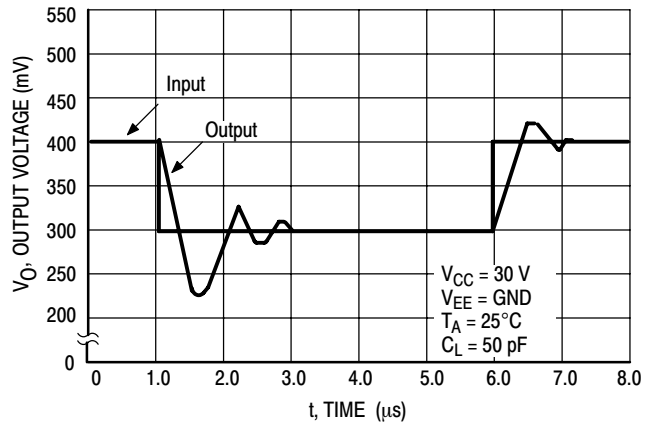


Figure 8. Small-Signal Voltage Follower Pulse Response (Noninverting)

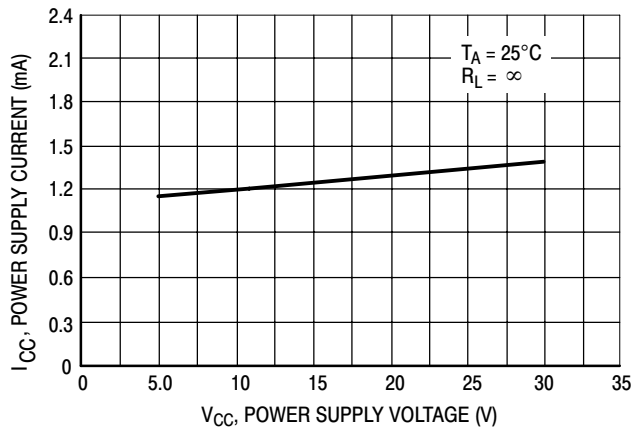


Figure 9. Power Supply Current versus Power Supply Voltage

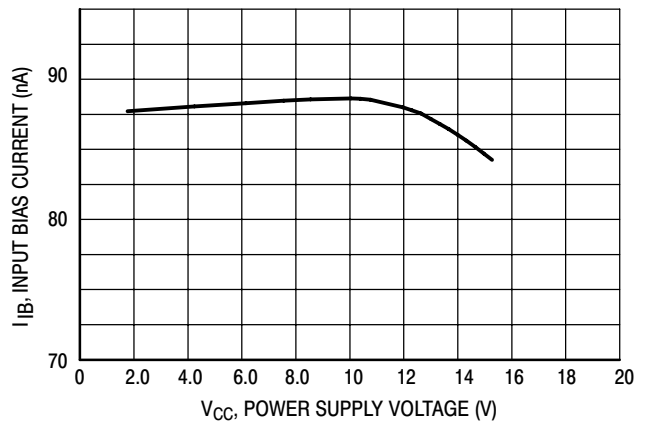


Figure 10. Input Bias Current versus Power Supply Voltage

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

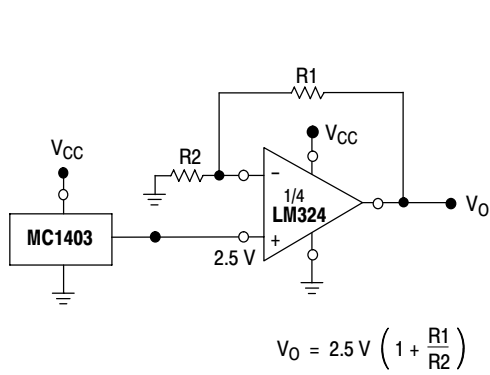


Figure 11. Voltage Reference

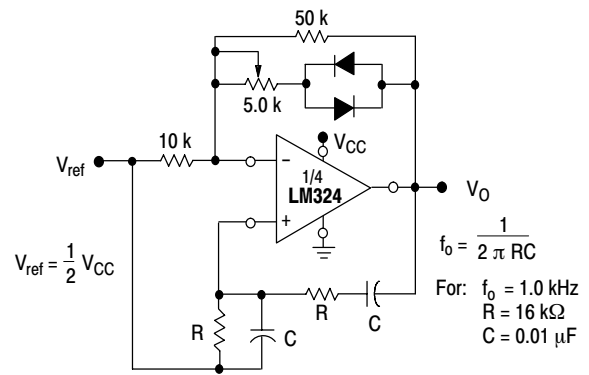


Figure 12. Wien Bridge Oscillator

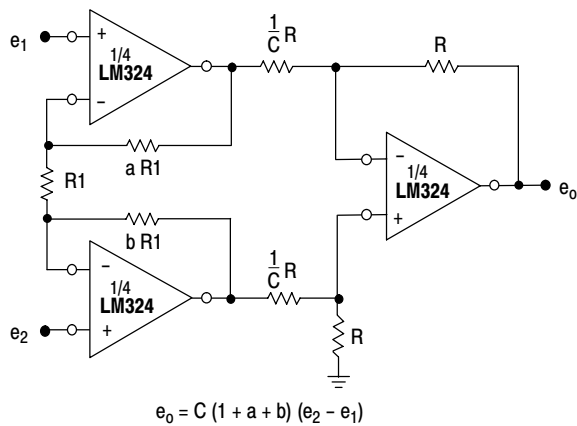


Figure 13. High Impedance Differential Amplifier

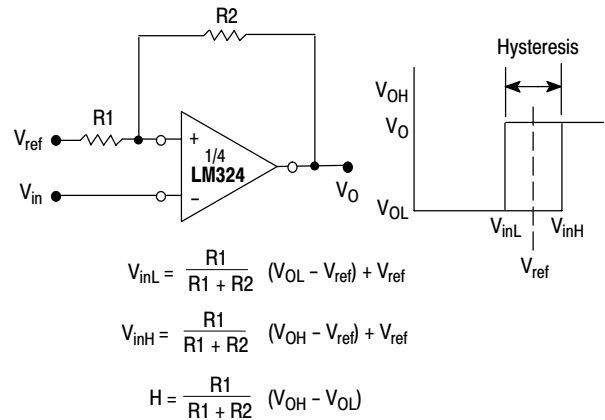


Figure 14. Comparator with Hysteresis

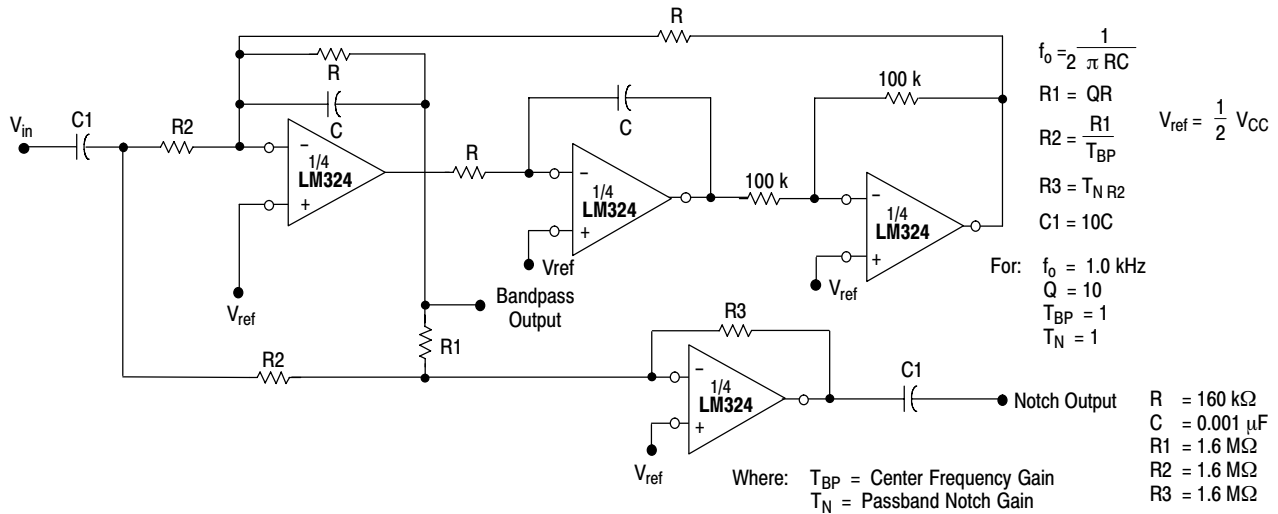


Figure 15. Bi-Quad Filter

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

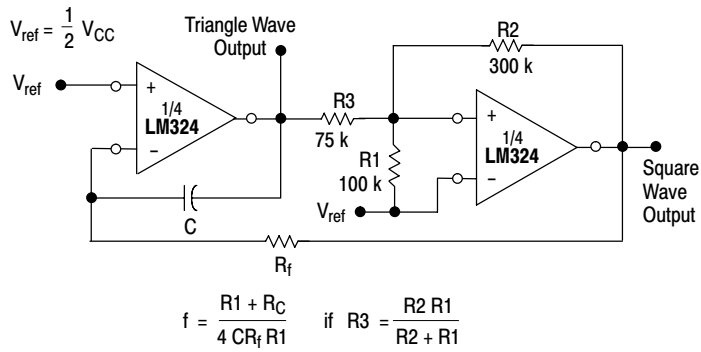


Figure 16. Function Generator

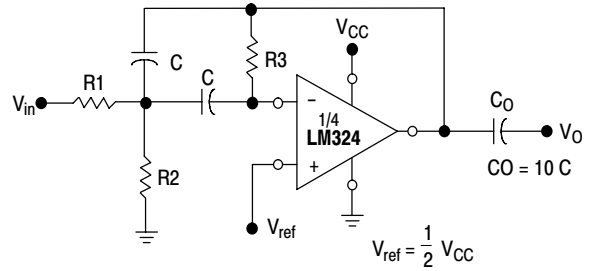


Figure 17. Multiple Feedback Bandpass Filter

Given: f_0 = center frequency
 $A(f_0)$ = gain at center frequency

Choose value f_0 , C

$$\text{Then: } R3 = \frac{Q}{\pi f_0 C}$$

$$R1 = \frac{R3}{2 A(f_0)}$$

$$R2 = \frac{R1 R3}{4Q^2 R1 - R3}$$

For less than 10% error from operational amplifier, $\frac{Q_0 f_0}{BW} < 0.1$

where f_0 and BW are expressed in Hz.

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package	Shipping [†]
LM224D	-25°C T_{po} +85°C	SOIC-14	55 Units/Rail
LM224DG		SOIC-14 (Pb-Free)	
LM224DR2		SOIC-14	2500/Tape & Reel
LM224DR2G		SOIC-14 (Pb-Free)	
LM224DTB		TSSOP-14*	96 Units/Tube
LM224DTBG		TSSOP-14*	
LM224DTBR2		TSSOP-14*	2500/Tape & Reel
LM224DTBR2G		TSSOP-14*	
LM224N		PDIP-14	25 Units/Rail
LM224NG		PDIP-14 (Pb-Free)	
LM324D		0°C T_{po} +70°C	SOIC-14
LM324DG	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM324DR2	SOIC-14		2500/Tape & Reel
LM324DR2G	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM324DTB	TSSOP-14*		96 Units/Tube
LM324DTBG	TSSOP-14*		
LM324DTBR2	TSSOP-14*		2500/Tape & Reel
LM324DTBR2G	TSSOP-14*		
LM324N	PDIP-14		25 Units/Rail
LM324NG	PDIP-14 (Pb-Free)		
LM324AD	SOIC-14		55 Units/Rail
LM324ADG	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM324ADR2	SOIC-14		2500/Tape & Reel
LM324ADR2G	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM324ADTB	TSSOP-14*		96 Units/Tube
LM324ADTBG	TSSOP-14*		
LM324ADTBR2	TSSOP-14*		2500/Tape & Reel
LM324ADTBR2G	TSSOP-14*		
LM324AN	PDIP-14		25 Units/Rail
LM324ANG	PDIP-14 (Pb-Free)		

[†]For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

*This package is inherently Pb-Free.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ORDERING INFORMATION (continued)

Device	Operating Temperature Range	Package	Shipping [†]
LM2902D	-40°C T_{to} +105°C	SOIC-14	55 Units/Rail
LM2902DG		SOIC-14 (Pb-Free)	
LM2902DR2		SOIC-14	2500/Tape & Reel
LM2902DR2G		SOIC-14 (Pb-Free)	
LM2902DTB		TSSOP-14*	96 Units/Tube
LM2902DTBG		TSSOP-14*	
LM2902DTBR2		TSSOP-14*	2500/Tape & Reel
LM2902DTBR2G		TSSOP-14*	
LM2902N		PDIP-14	25 Units/Rail
LM2902NG		PDIP-14 (Pb-Free)	
LM2902VD		-40°C T_{to} +125°C	SOIC-14
LM2902VDG	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM2902VDR2	SOIC-14		2500/Tape & Reel
LM2902VDR2G	SOIC-14 (Pb-Free)		
LM2902VDTB	TSSOP-14*		96 Units/Tube
LM2902VDTBG	TSSOP-14*		
LM2902VDTBR2	TSSOP-14*		2500/Tape & Reel
LM2902VDTBR2G	TSSOP-14*		
LM2902VN	PDIP-14		25 Units/Rail
LM2902VNG	PDIP-14 (Pb-Free)		
NCV2902DR2	SOIC-14		2500/Tape & Reel
NCV2902DR2G	SOIC-14 (Pb-Free)		
NCV2902DTBR2G	TSSOP-14*		

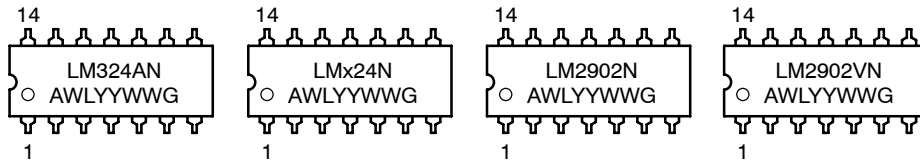
[†]For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

*This package is inherently Pb-Free.

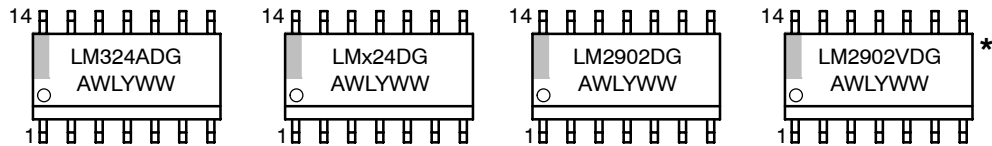
LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

MARKING DIAGRAMS

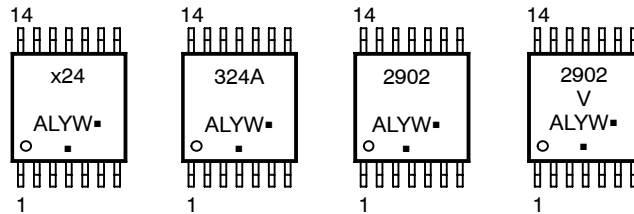
PDIP-14 N SUFFIX CASE 646



SOIC-14 D SUFFIX CASE 751A



TSSOP-14 DTB SUFFIX CASE 948G



- x = 2 or 3
- A = Assembly Location
- WL, L = Wafer Lot
- YY, Y = Year
- WW, W = Work Week
- G or • = Pb-Free Package

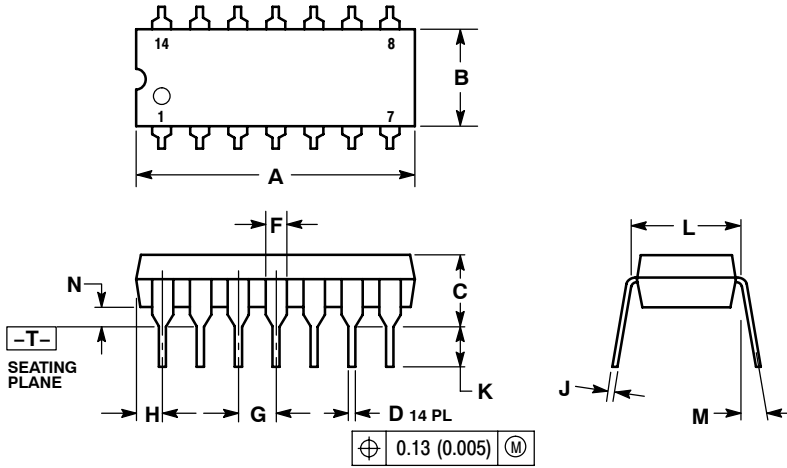
(Note: Microdot may be in either location)

*This marking diagram also applies to NCV2902.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

PACKAGE DIMENSIONS

PDIP-14
CASE 646-06
ISSUE P



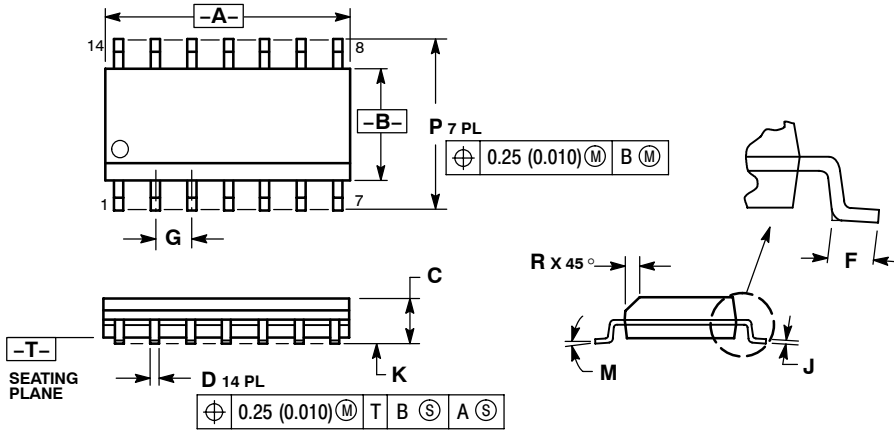
NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	19.56
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.290	0.310	7.37	7.87
M	---	10°	---	10°
N	0.015	0.039	0.38	1.01

PACKAGE DIMENSIONS

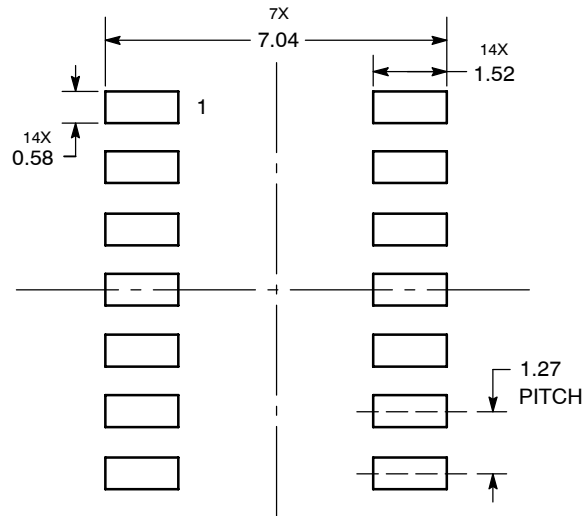
SOIC-14
CASE 751A-03
ISSUE H



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
 3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
 4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
 5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

SOLDERING FOOTPRINT*

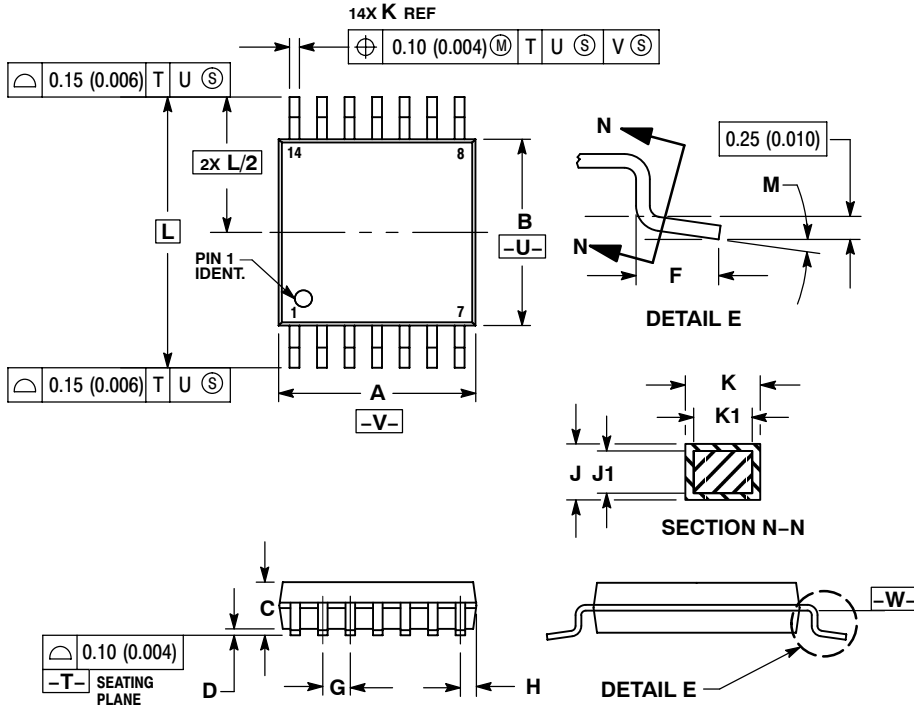


DIMENSIONS: MILLIMETERS

*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

PACKAGE DIMENSIONS

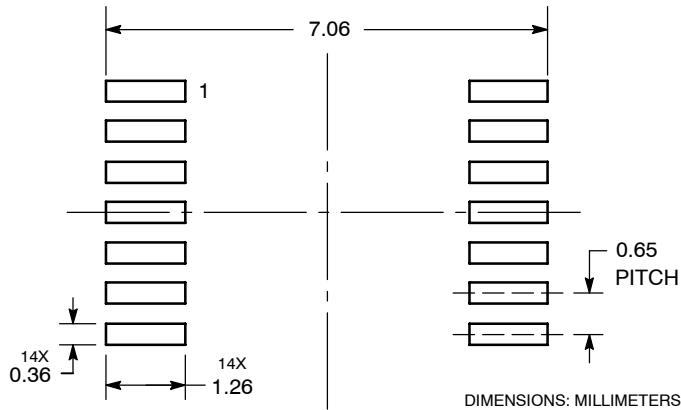
TSSOP-14
CASE 948G-01
ISSUE B



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
 3. DIMENSION A DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
 4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE.
 5. DIMENSION K DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE K DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
 6. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
 7. DIMENSION A AND B ARE TO BE DETERMINED AT DATUM PLANE -V-.


DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.90	5.10	0.193	0.200
B	4.30	4.50	0.169	0.177
C	---	1.20	---	0.047
D	0.05	0.15	0.002	0.006
F	0.50	0.75	0.020	0.030
G	0.65 BSC		0.026 BSC	
H	0.50	0.60	0.020	0.024
J	0.09	0.20	0.004	0.008
J1	0.09	0.16	0.004	0.006
K	0.19	0.30	0.007	0.012
K1	0.19	0.25	0.007	0.010
L	6.40 BSC		0.252 BSC	
M	0°	8°	0°	8°

SOLDERING FOOTPRINT*



*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ON Semiconductor and  are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

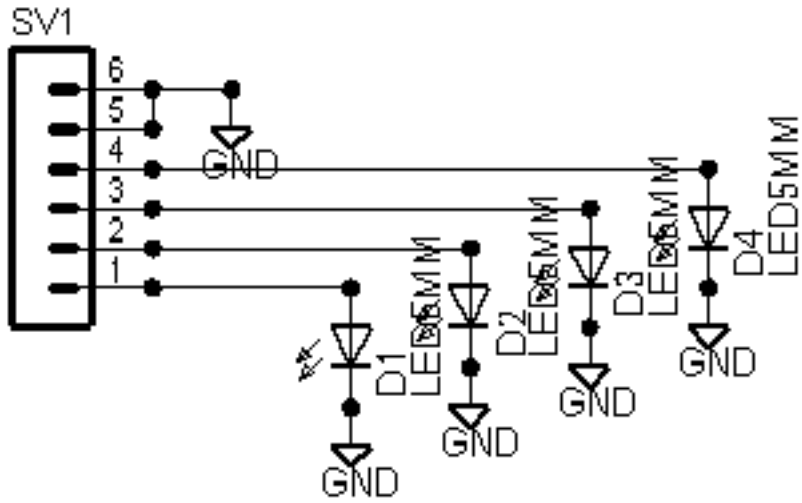
PUBLICATION ORDERING INFORMATION

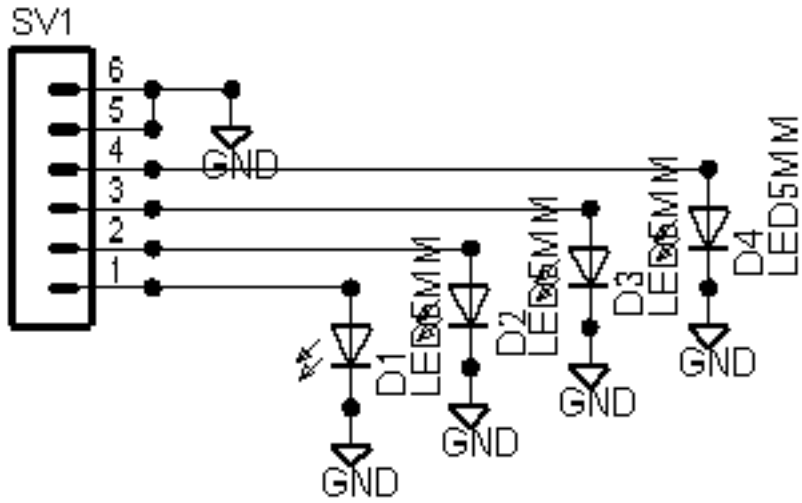
LITERATURE FULFILLMENT:

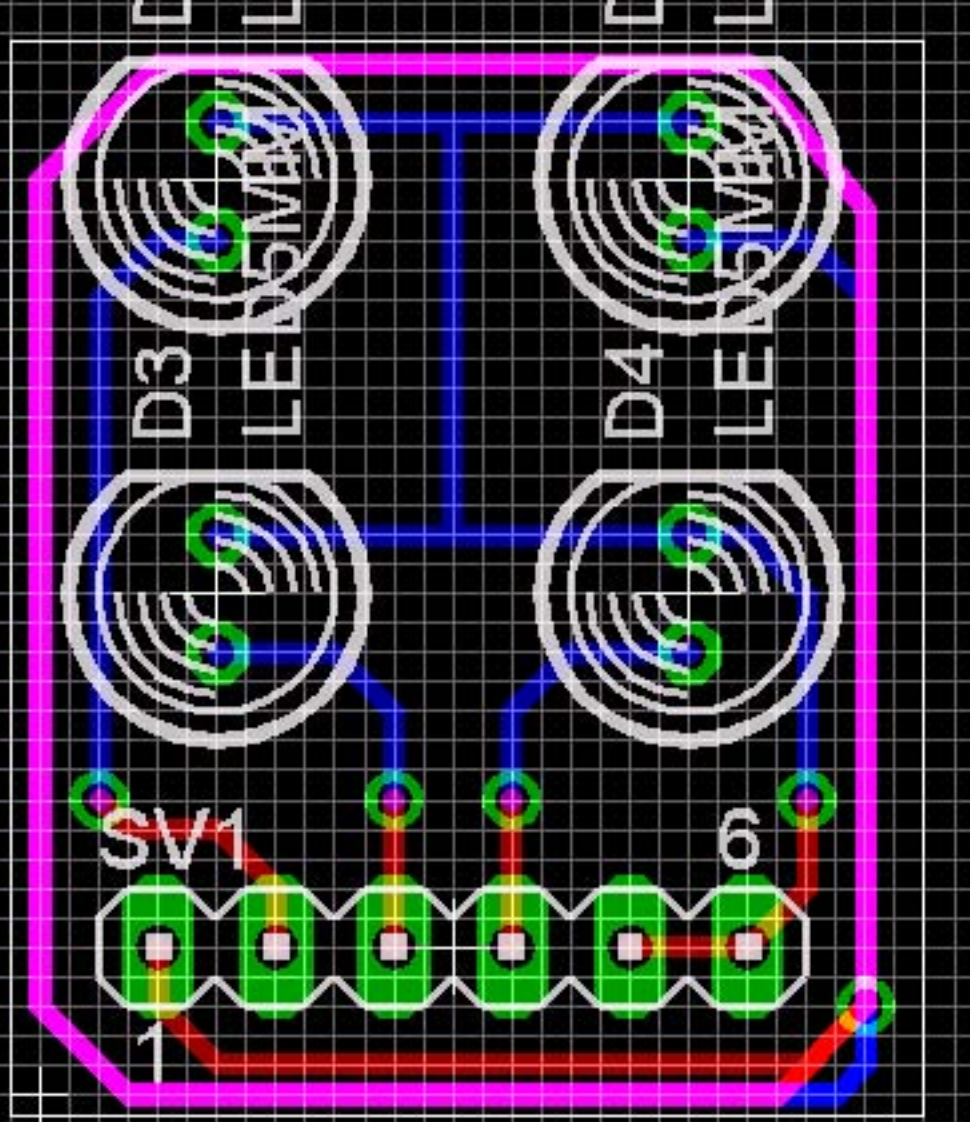
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

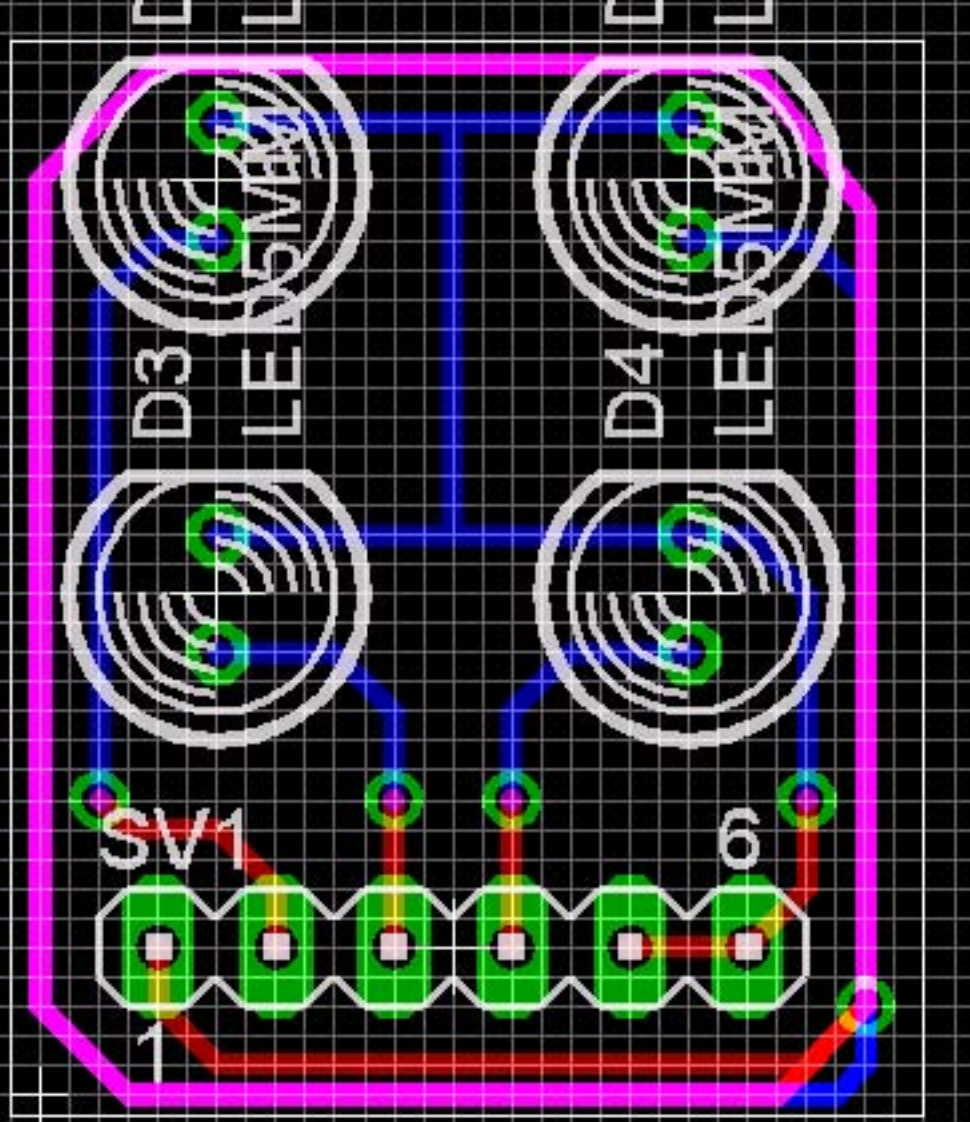
N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5773-3850

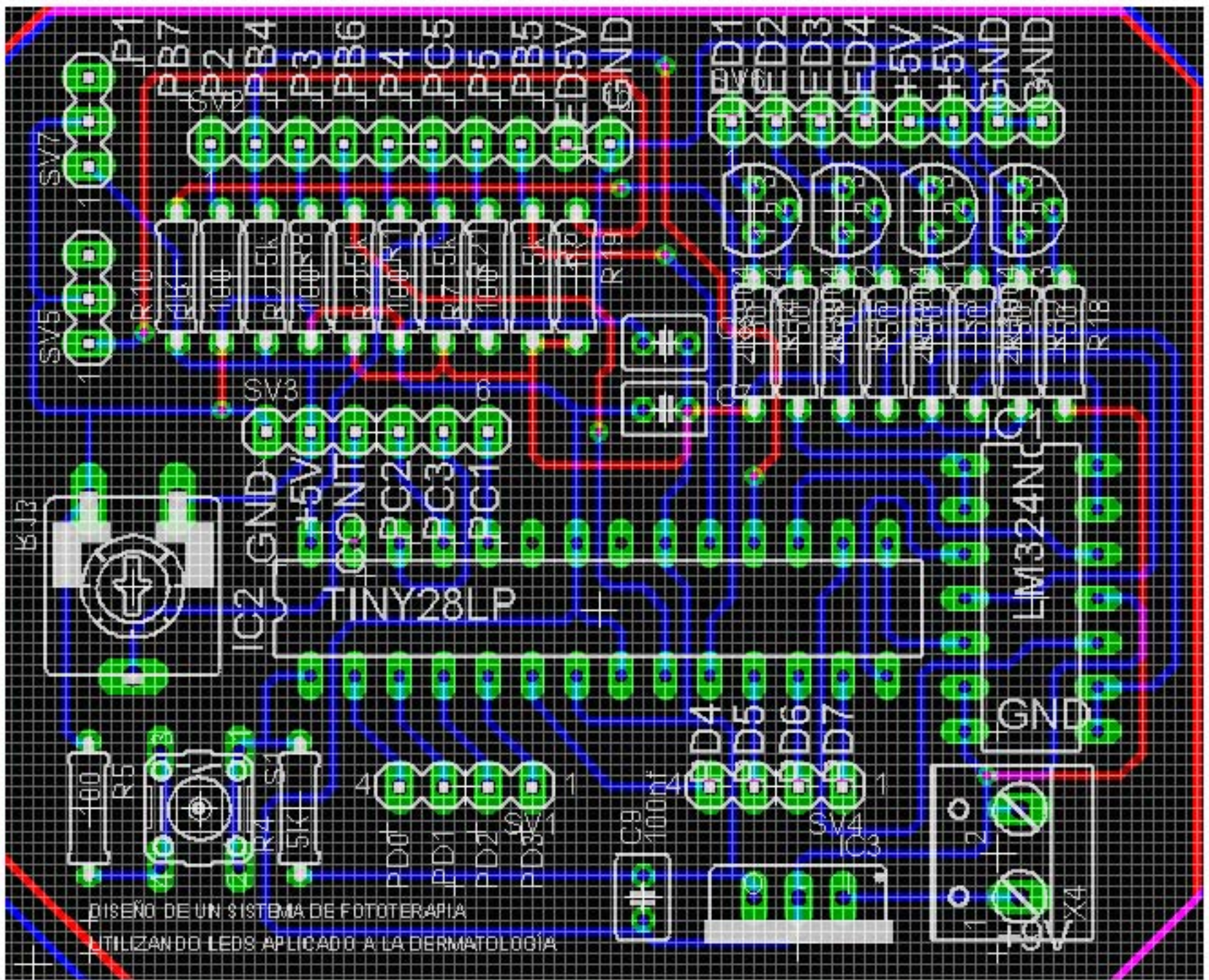
ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local
Sales Representative



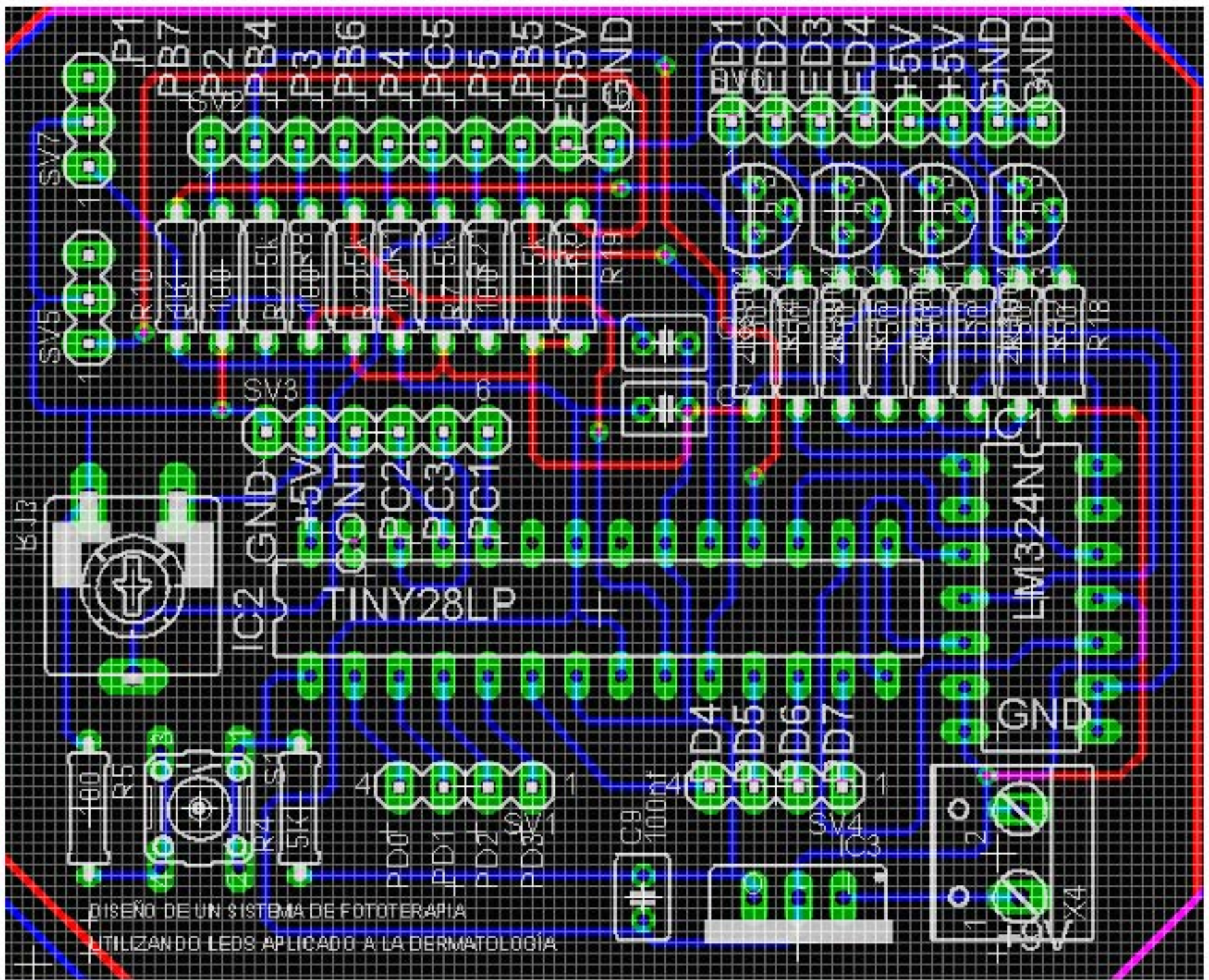




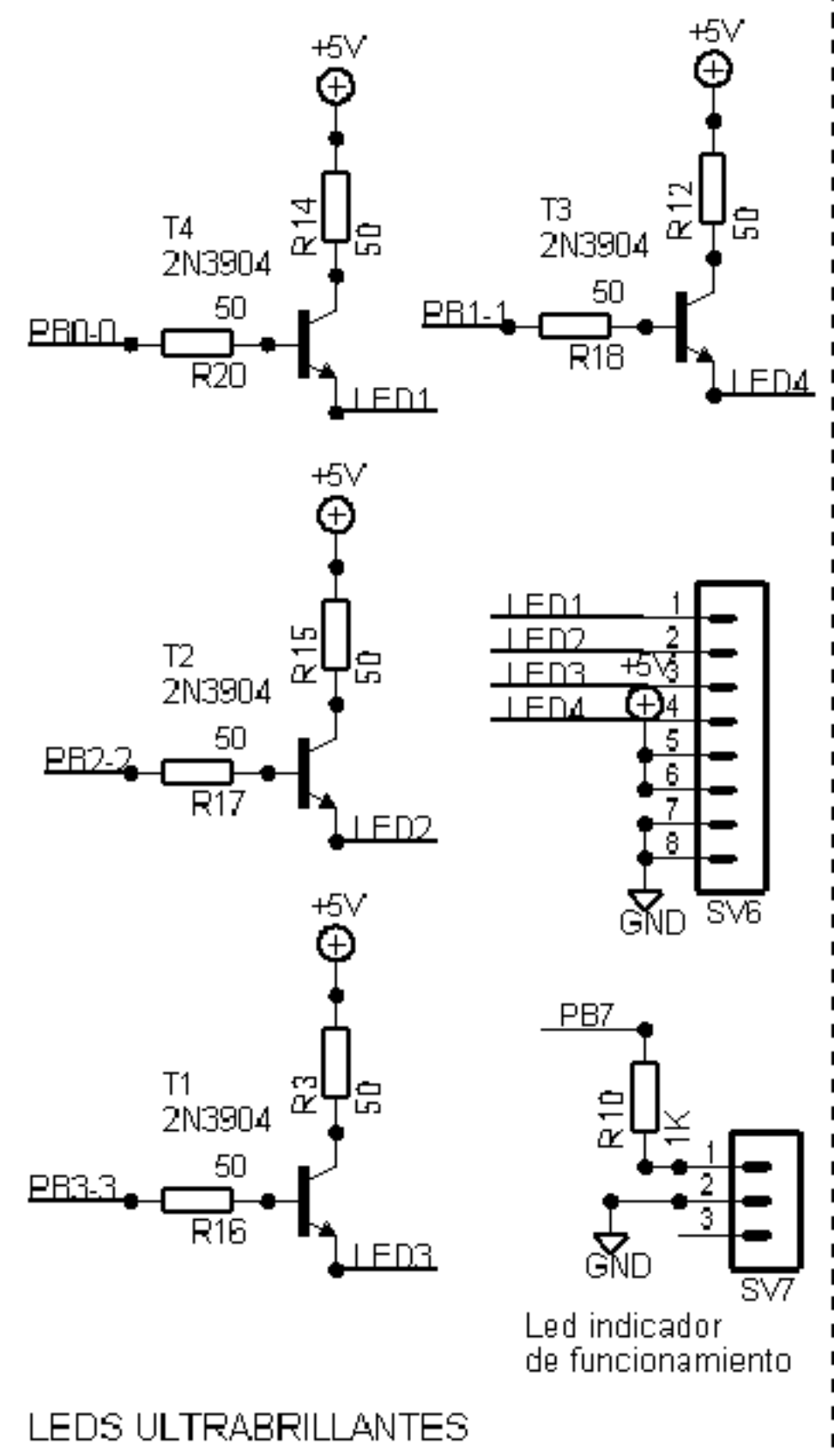
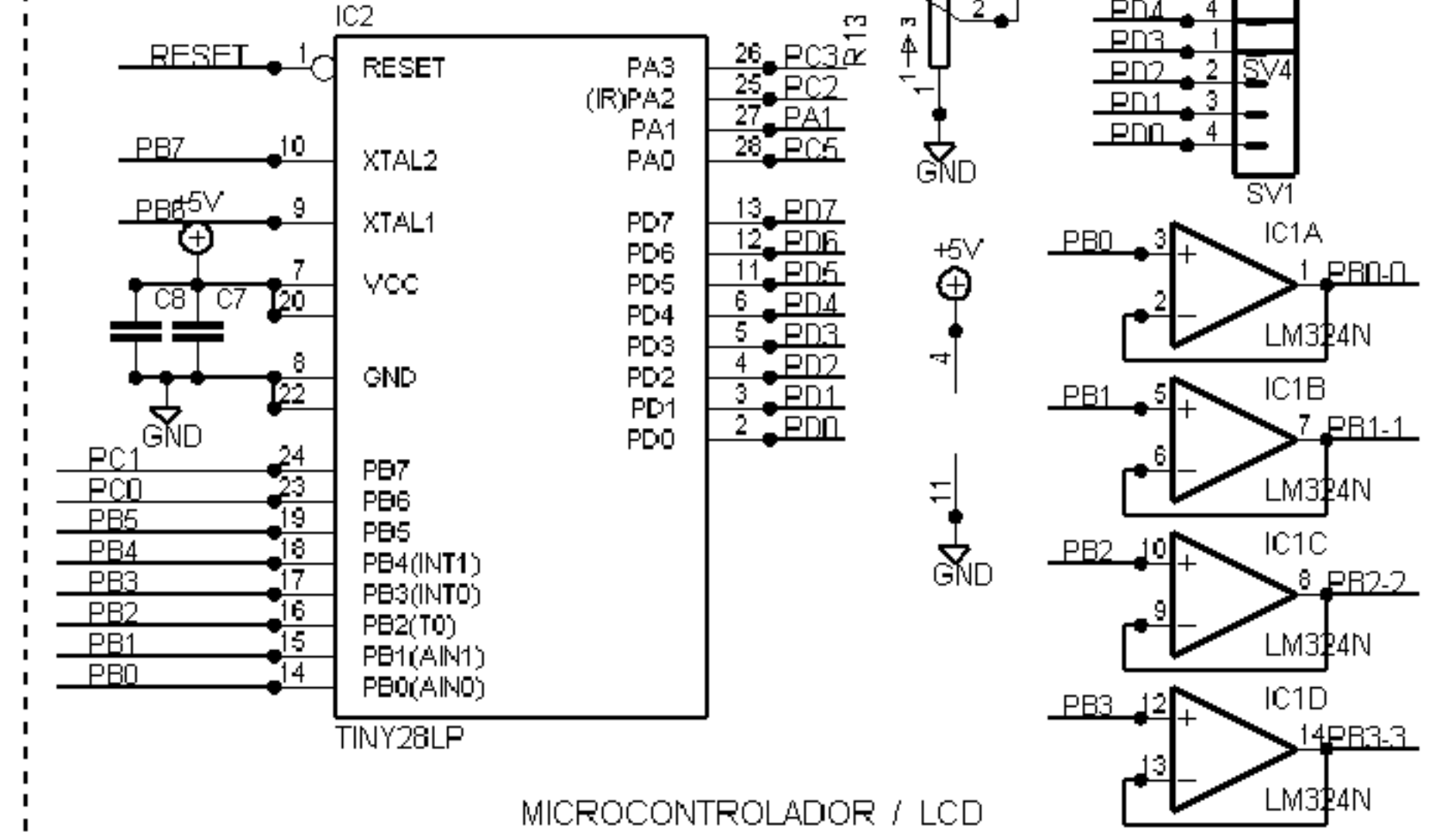
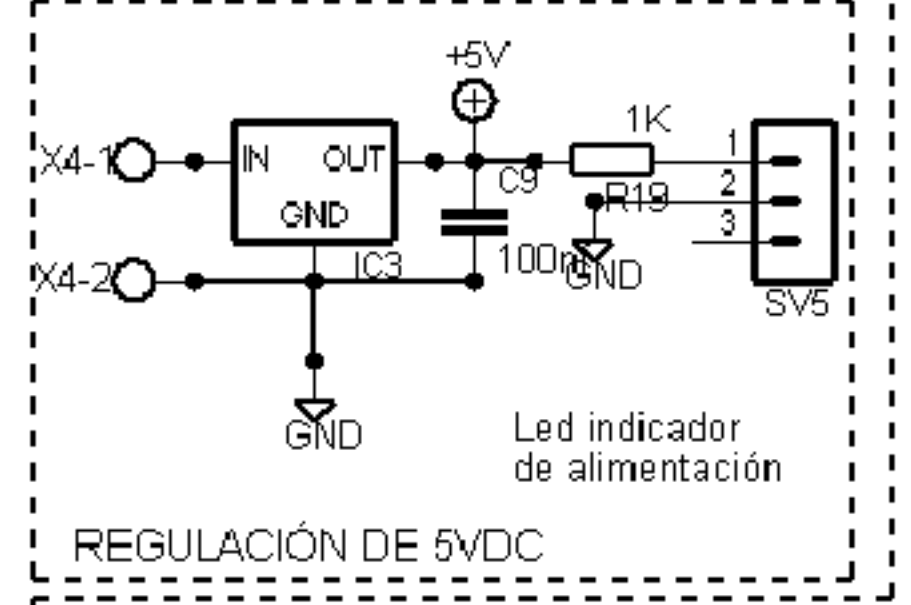
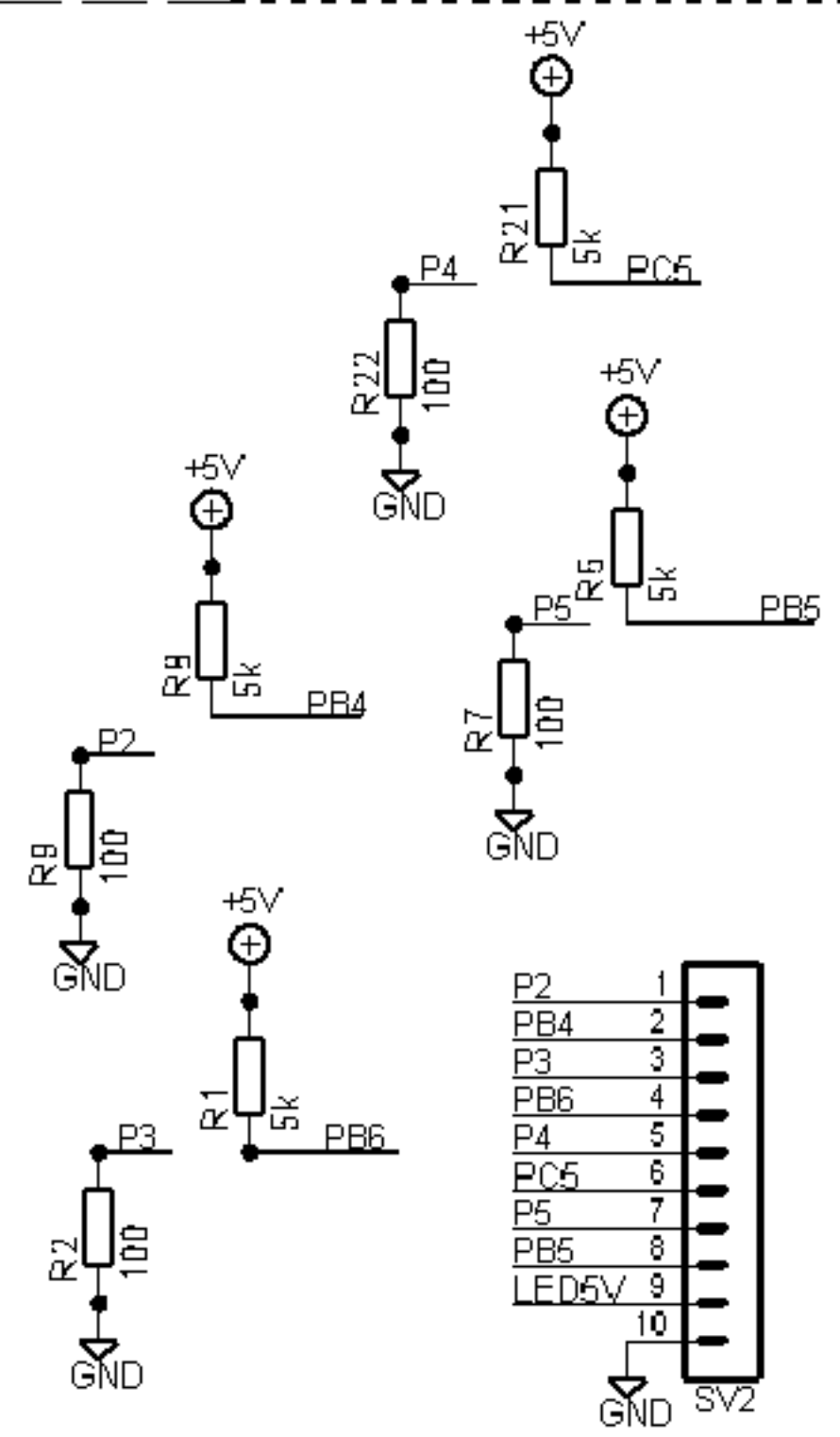




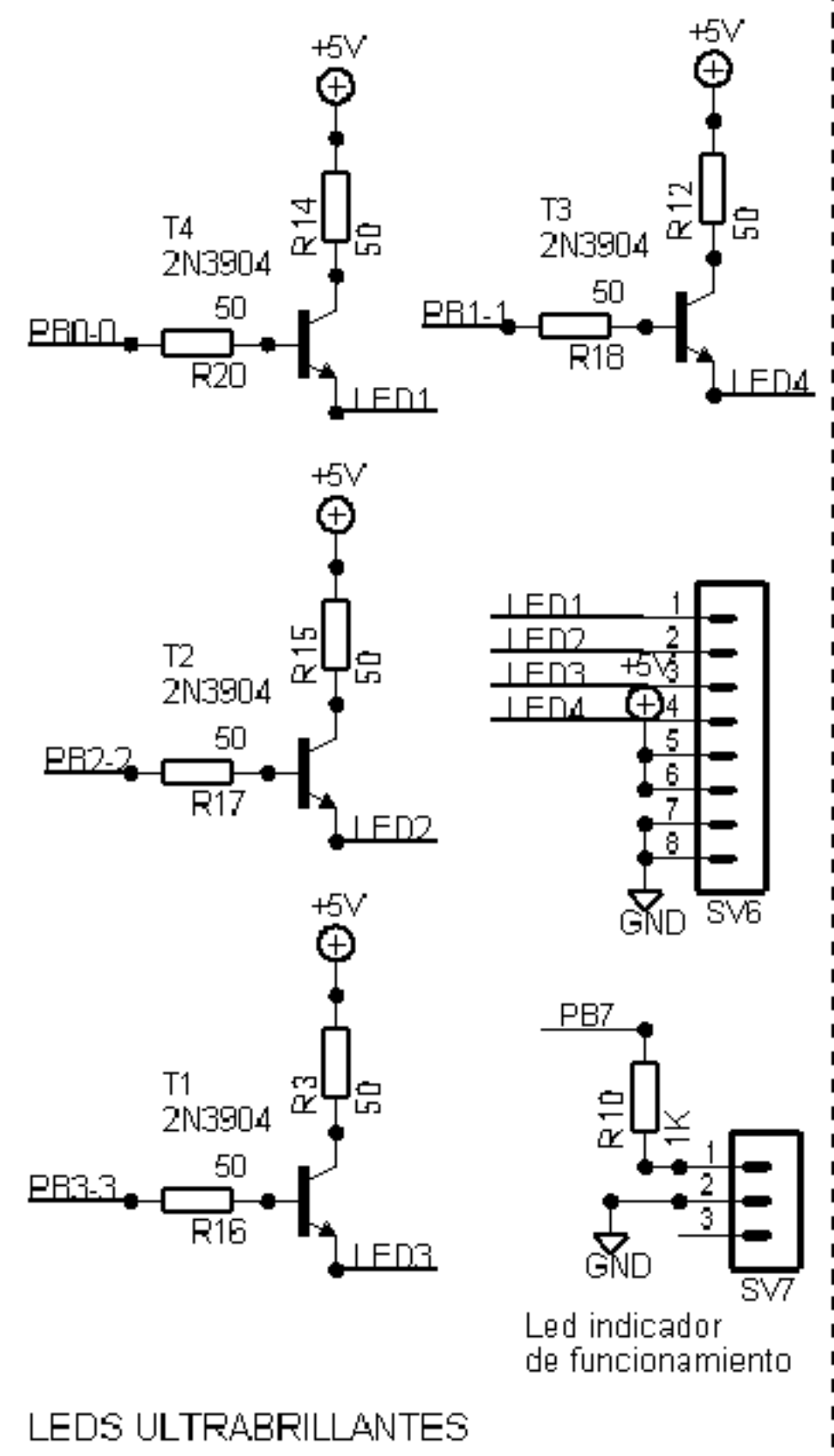
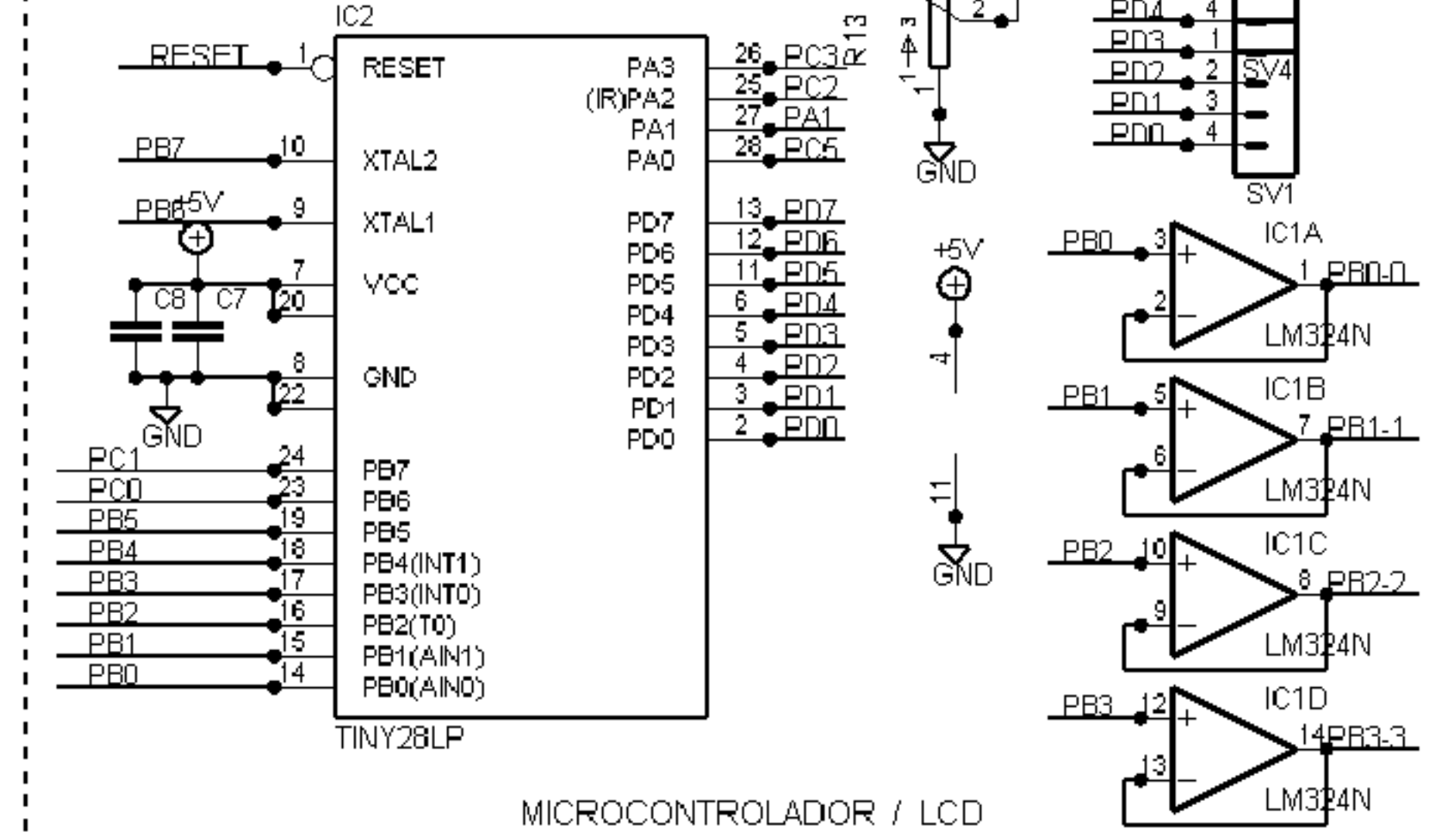
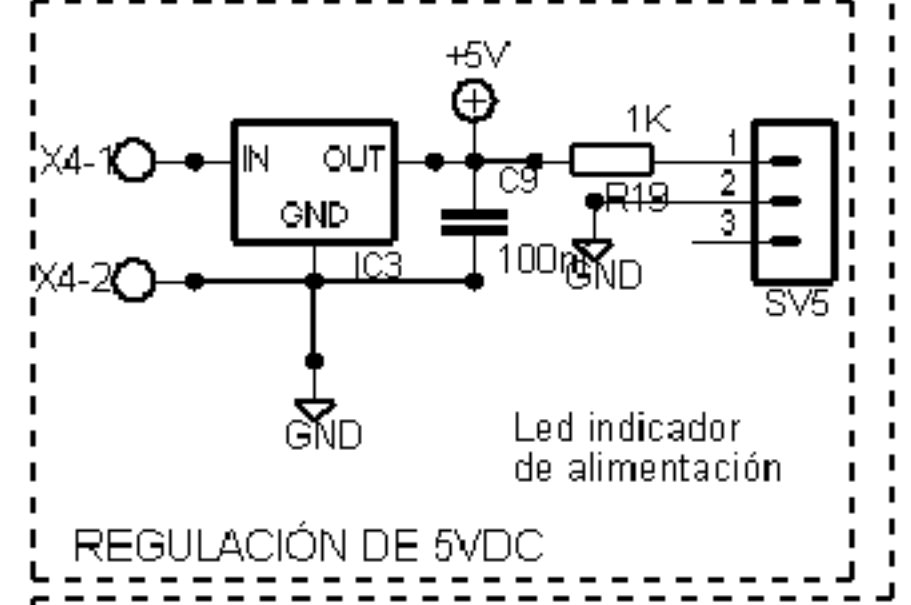
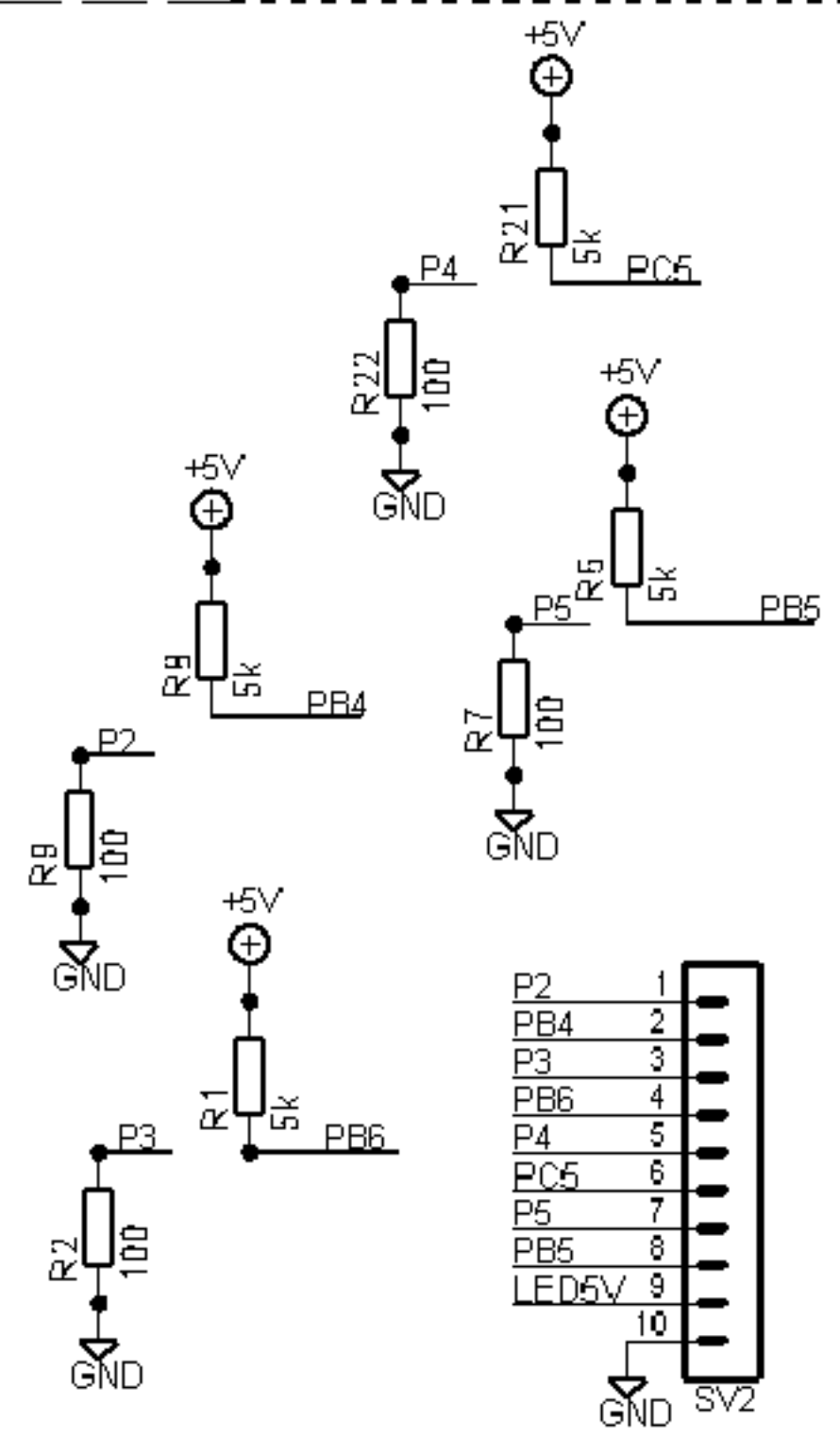
DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA
 UTILIZANDO LEDS APLICADO A LA DERMATOLOGÍA



DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA
 UTILIZANDO LEDS APLICADO A LA DERMATOLOGÍA



DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA USANDO LEDS



DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA USANDO LEDS

ANEXO8: GRÁFICAS OBTENIDAS DEL SIMULADOR VMLAB

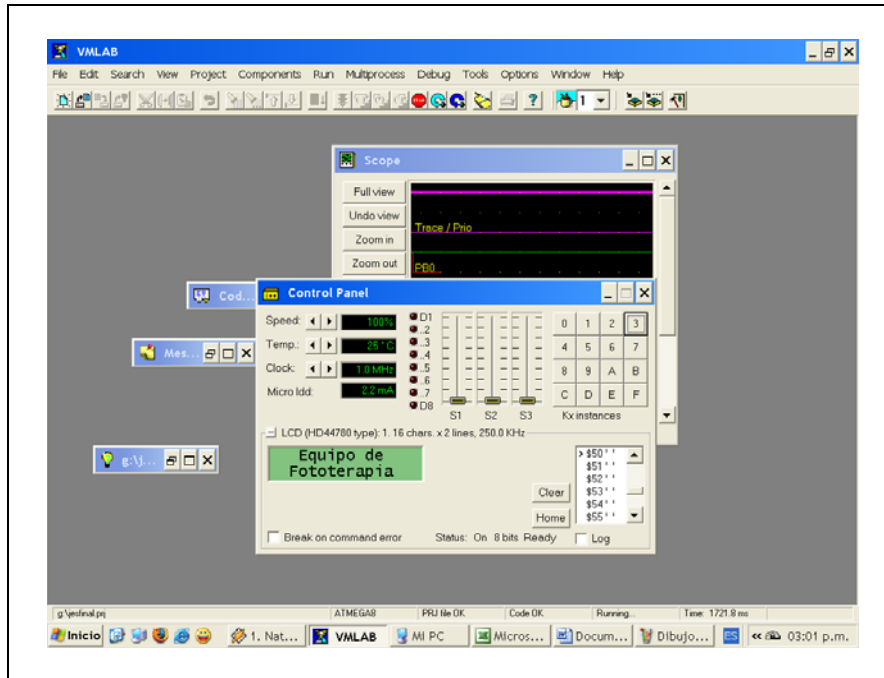


Figura 1 Impresión de caracteres al inicio del programa

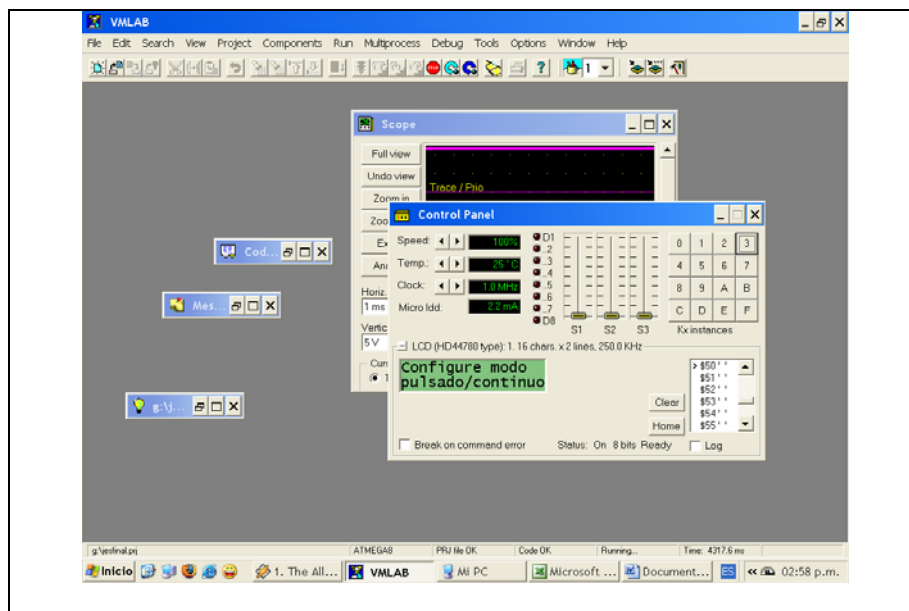


Figura 2 Configurar modo pulsado/ continuo

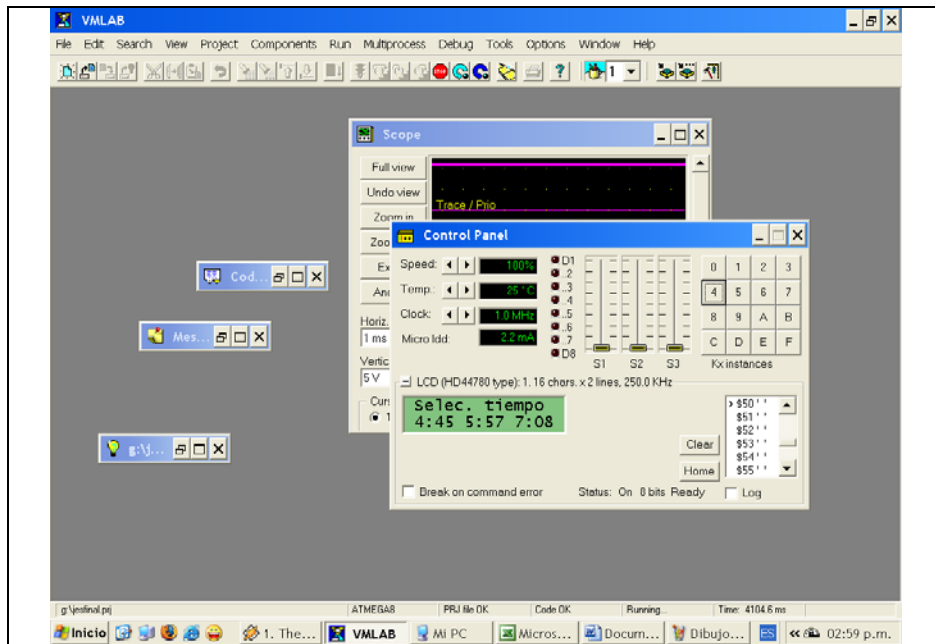


Figura 3 Se imprimen los caracteres de a selección del tiempo

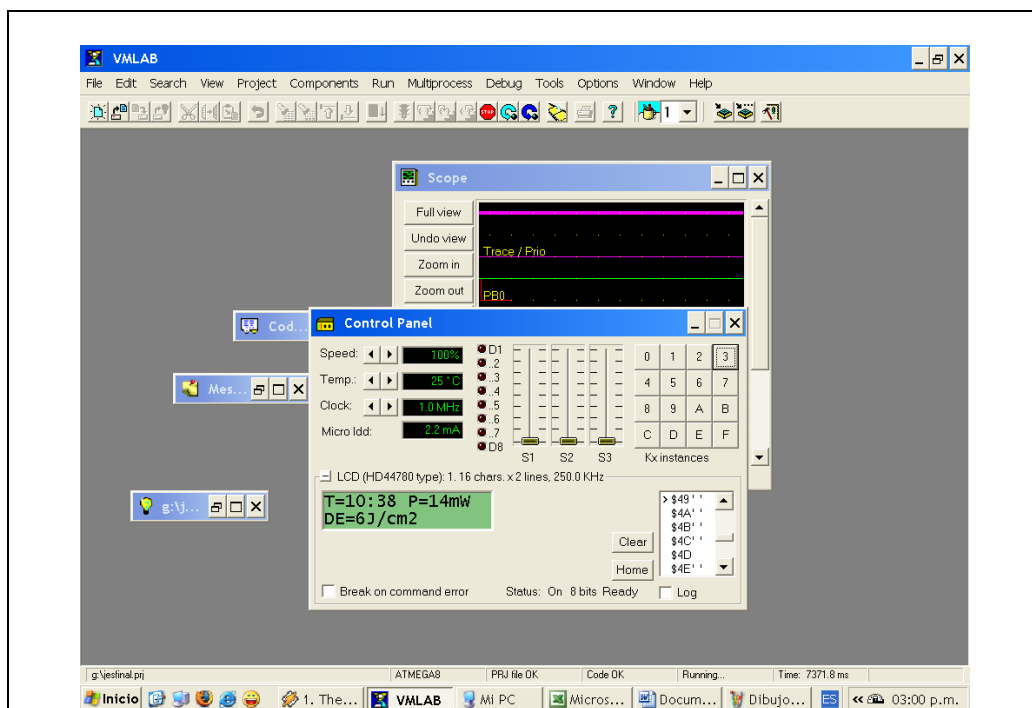


Figura 4 Se selecciona el tiempo T, y se observa la Densidad de Energía y la potencia a la cual ha sido configurada

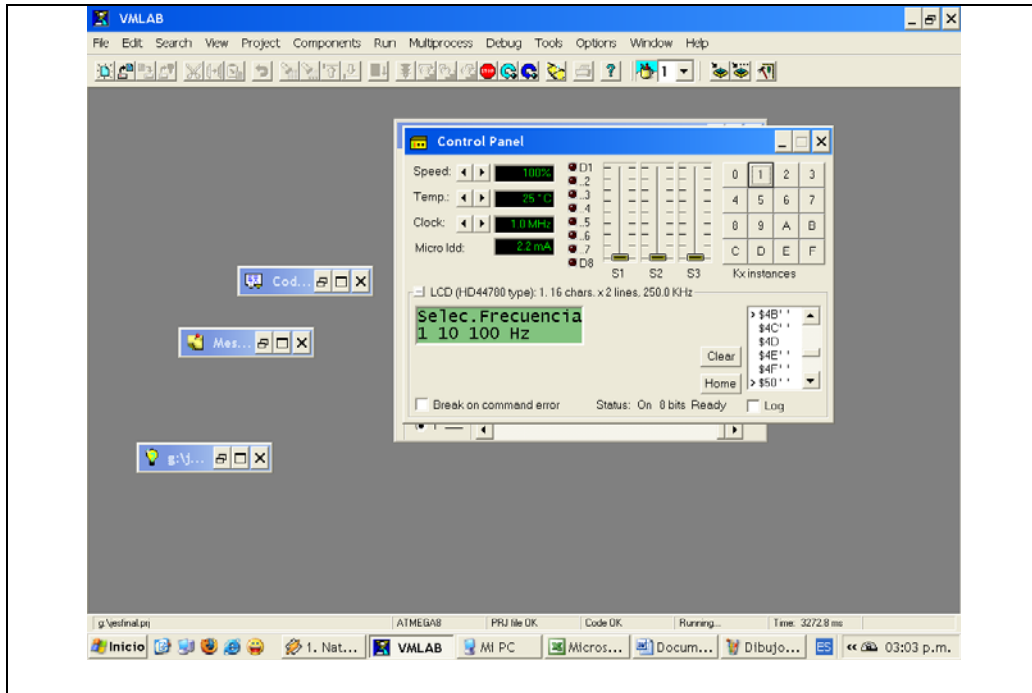


Figura 5 Se muestra en el LCD la selección de la frecuencia

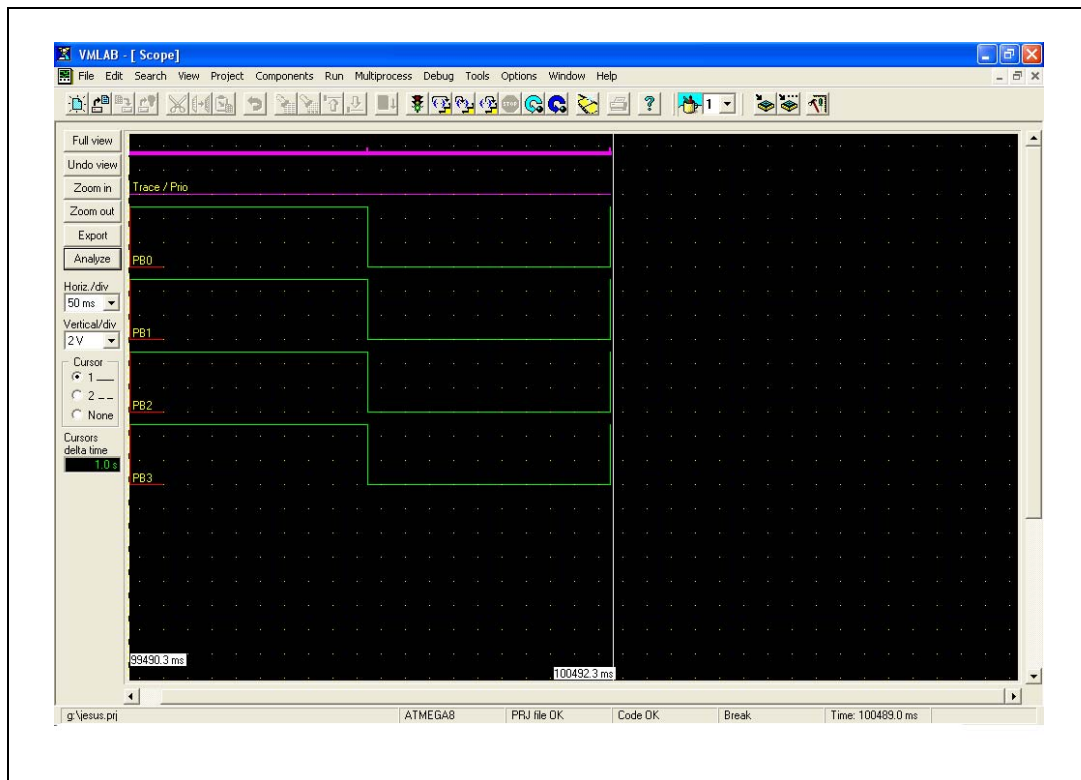


Figura 6 Frecuencia 1 Hz y 50 % de duty cycle

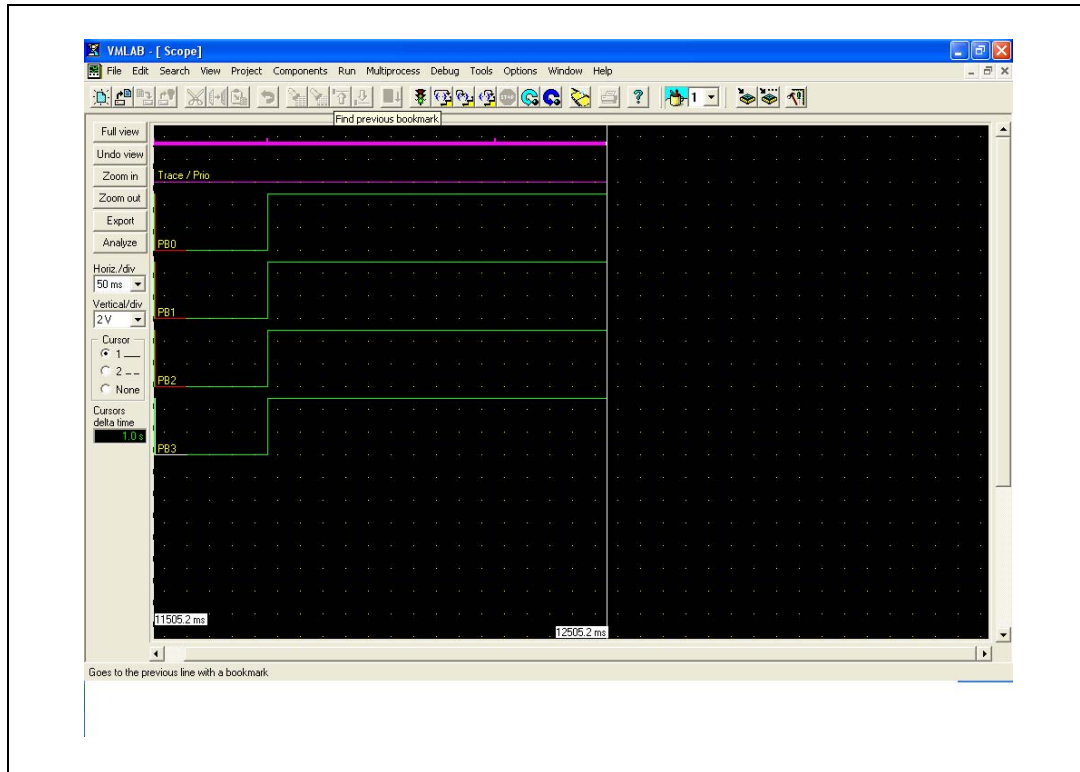


Figura 7 Frecuencia 1 Hz y 75 % de duty cycle

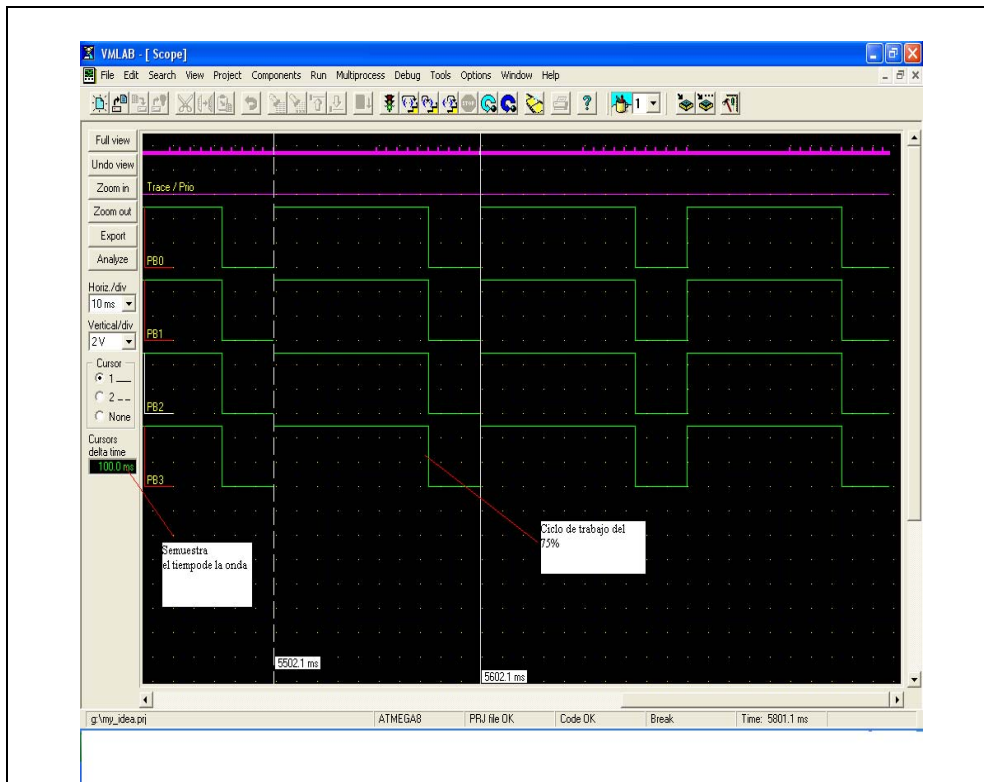


Figura 8 Frecuencia 10 Hz y 50 % de duty cycle

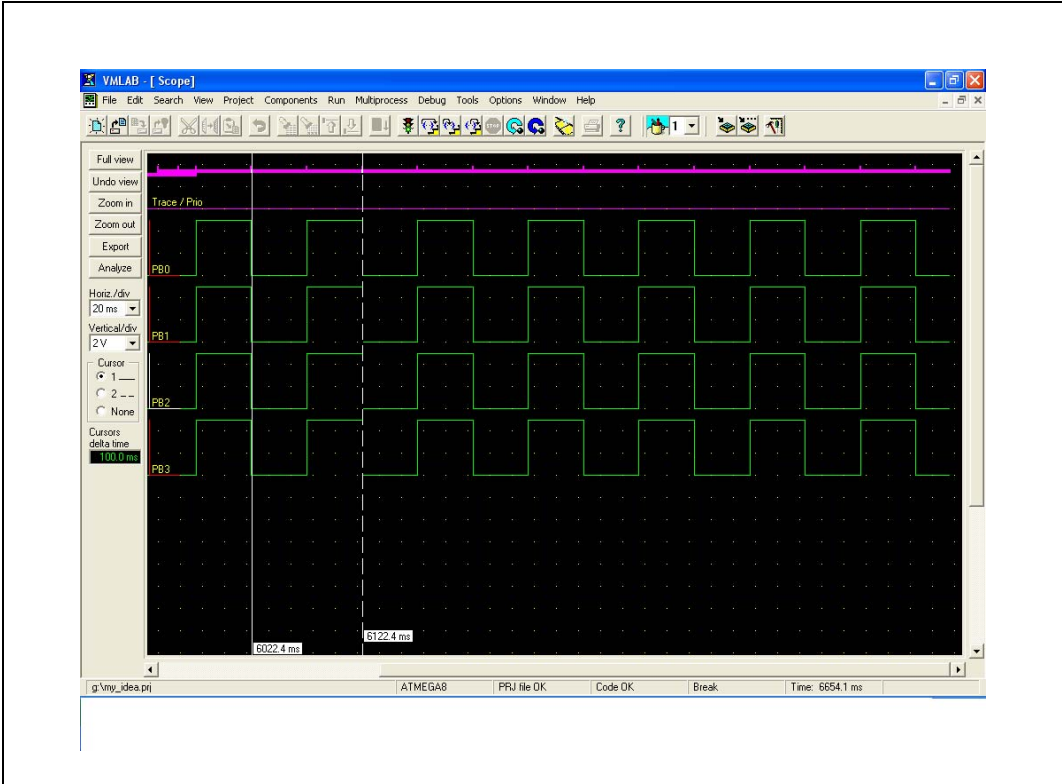


Figura 9 Frecuencia 10 Hz y 75% de duty cycle

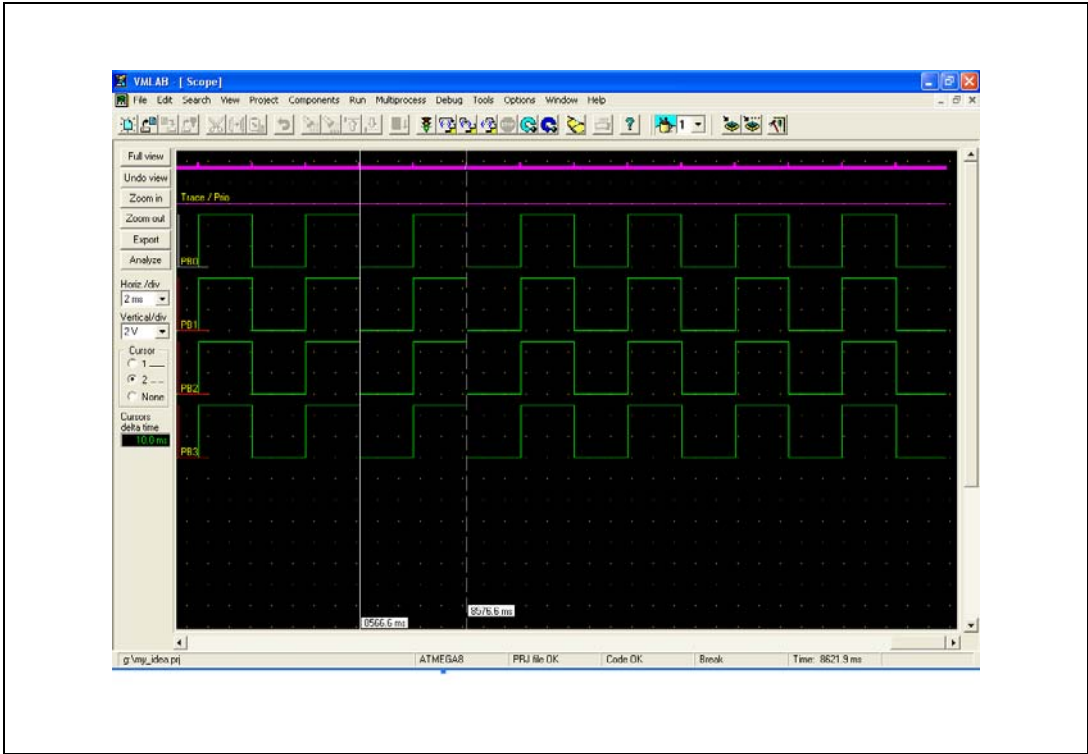


Figura 10 Frecuencia de 100 Hz y 50% de duty cycle

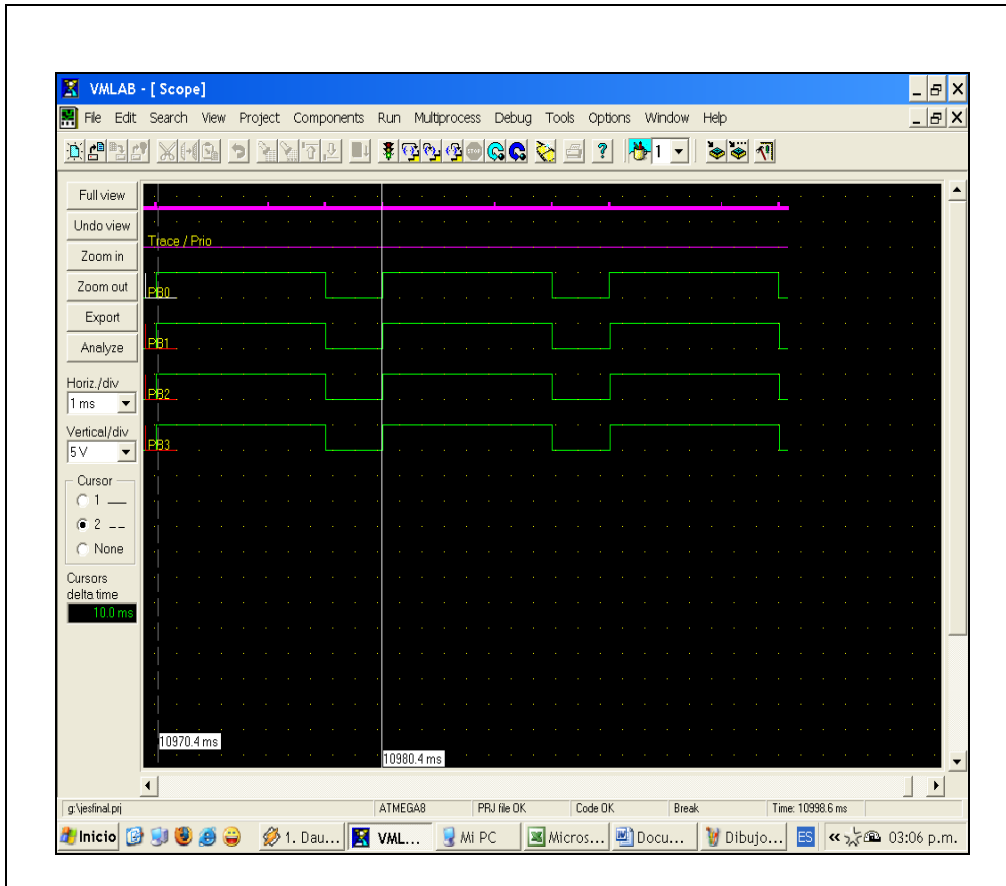


Figura 11 Frecuencia de 100 Hz y 75% de duty cycle

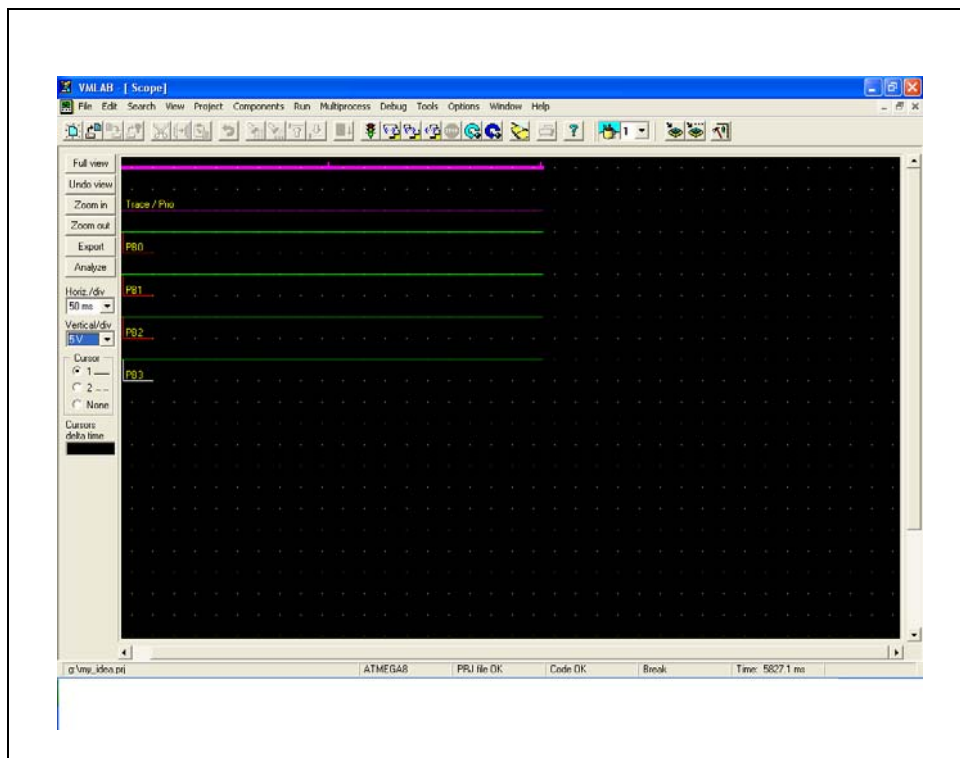


Figura 12 Salida de 5V de los pines PBO:PB3

ANEXO8: GRÁFICAS OBTENIDAS DEL SIMULADOR VMLAB

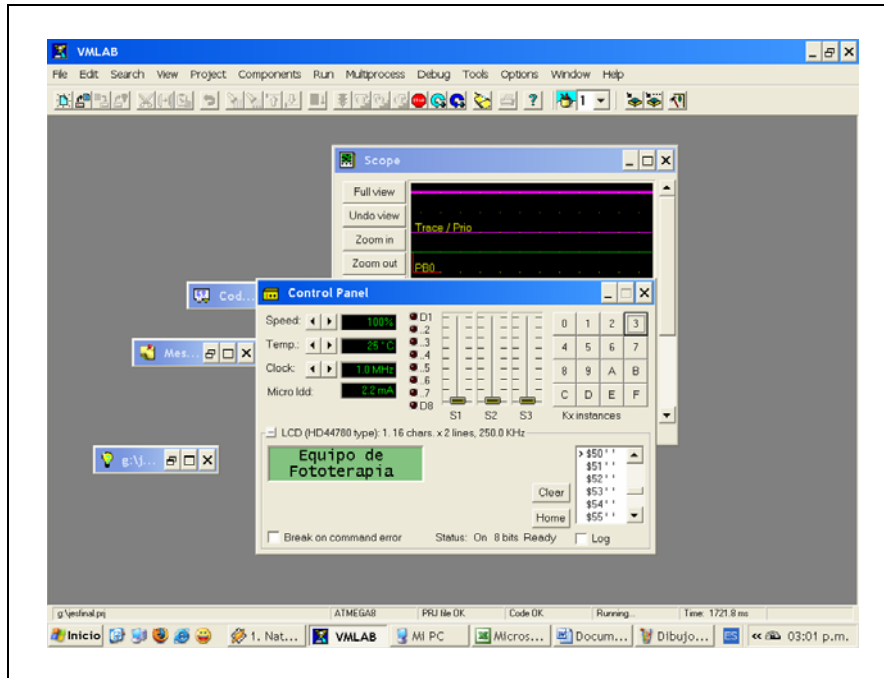


Figura 1 Impresión de caracteres al inicio del programa

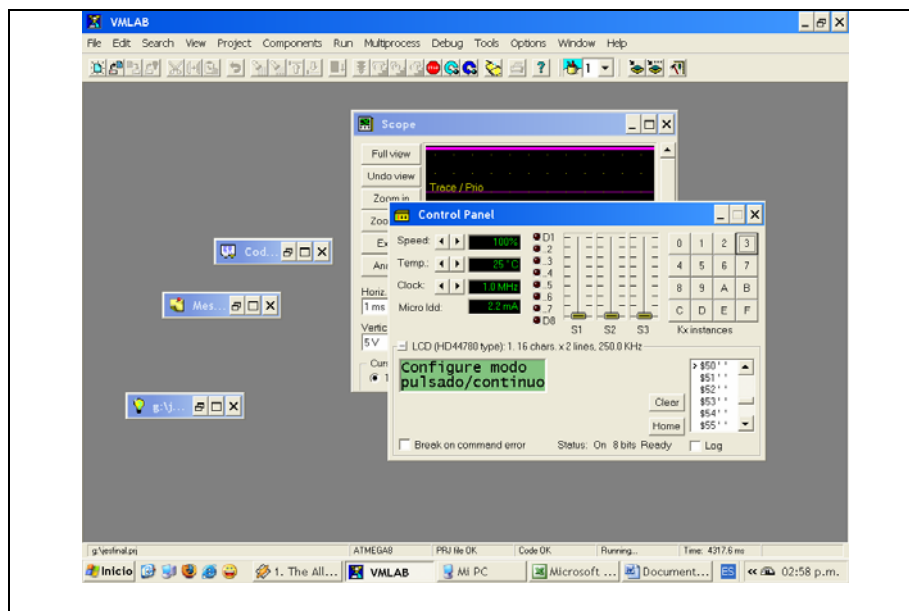


Figura 2 Configurar modo pulsado/ continuo

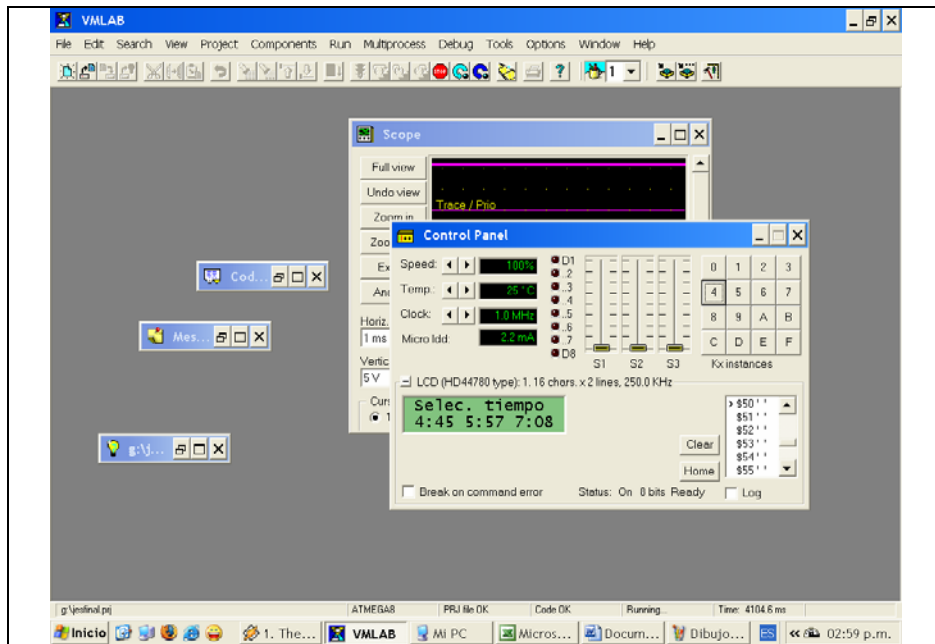


Figura 3 Se imprimen los caracteres de a selección del tiempo

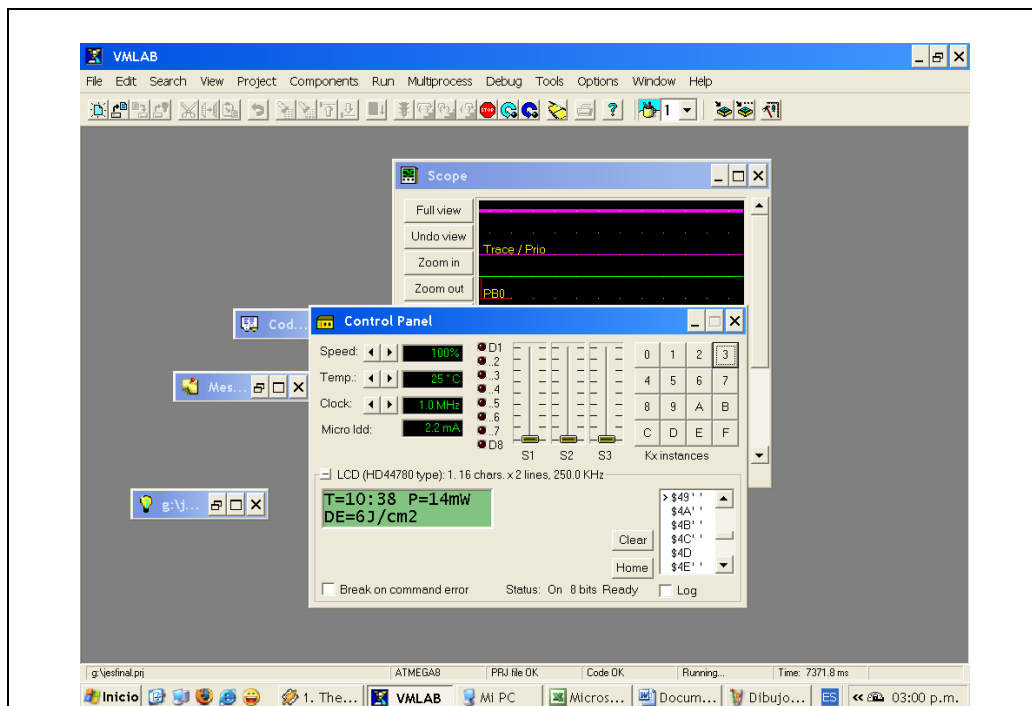


Figura 4 Se selecciona el tiempo T, y se observa la Densidad de Energía y la potencia a la cual ha sido configurada

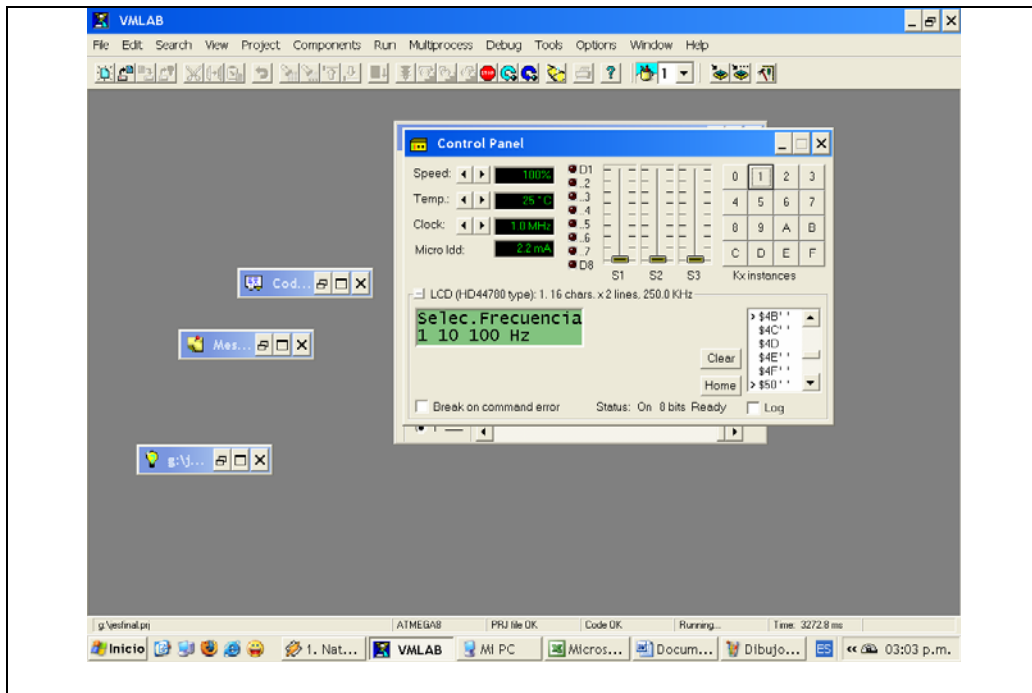


Figura 5 Se muestra en el LCD la selección de la frecuencia

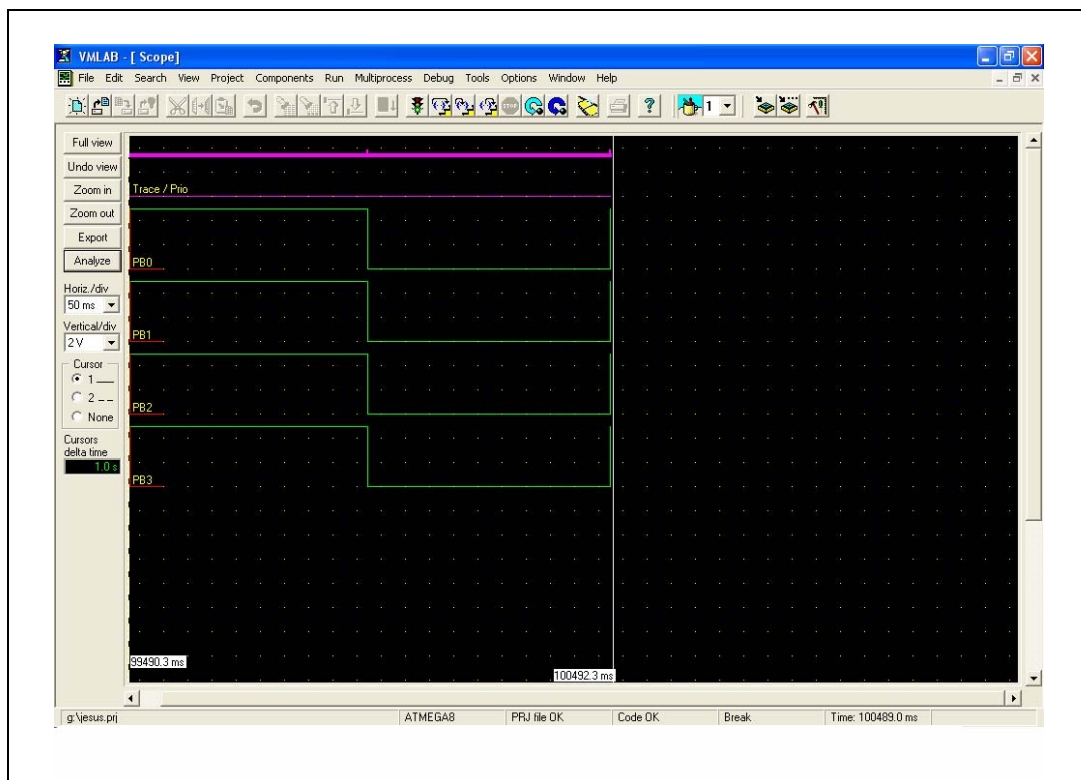


Figura 6 Frecuencia 1 Hz y 50 % de duty cycle

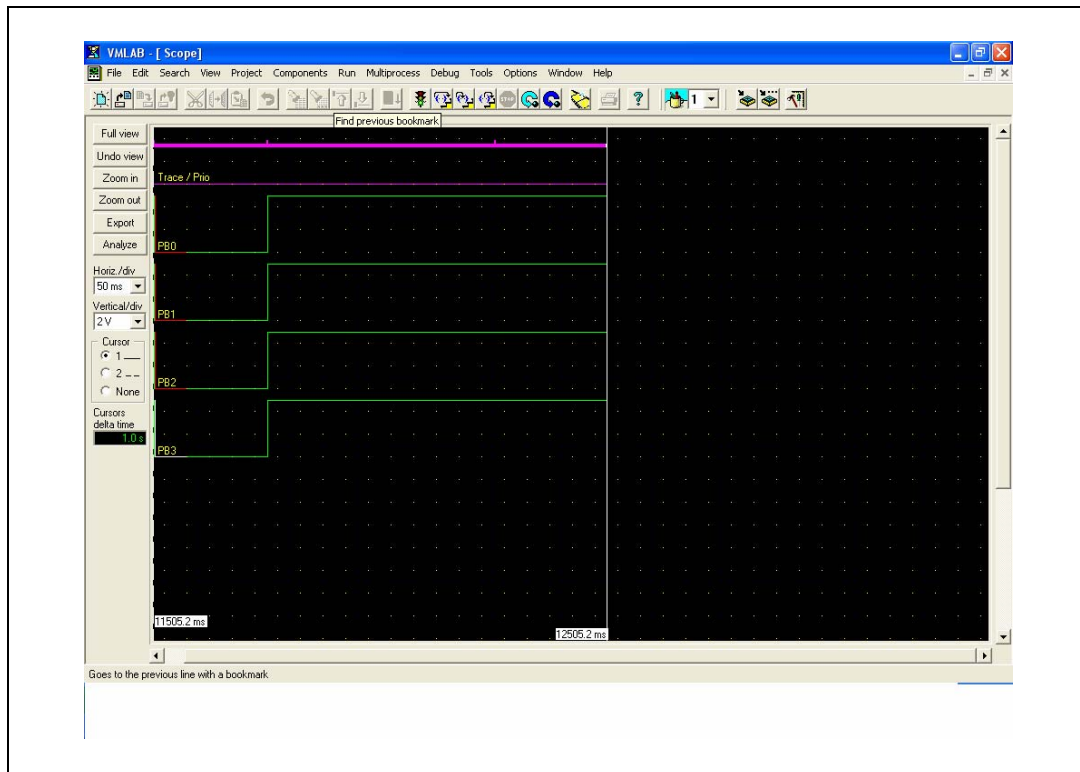


Figura 7 Frecuencia 1 Hz y 75 % de duty cycle

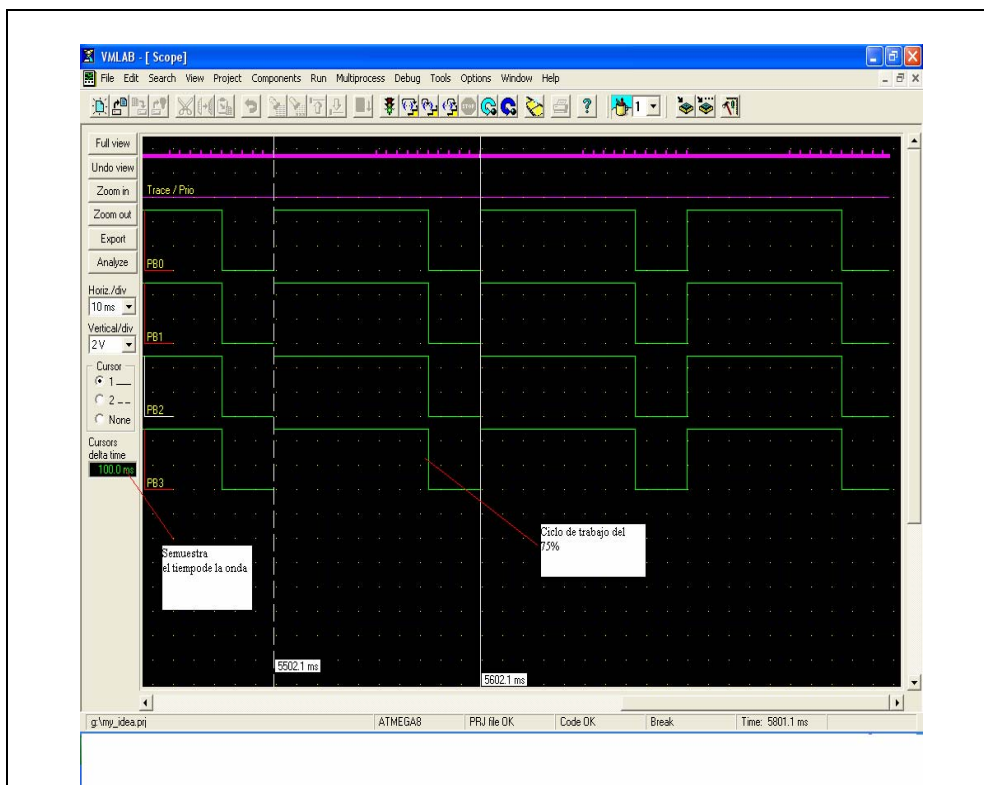


Figura 8 Frecuencia 10 Hz y 50 % de duty cycle

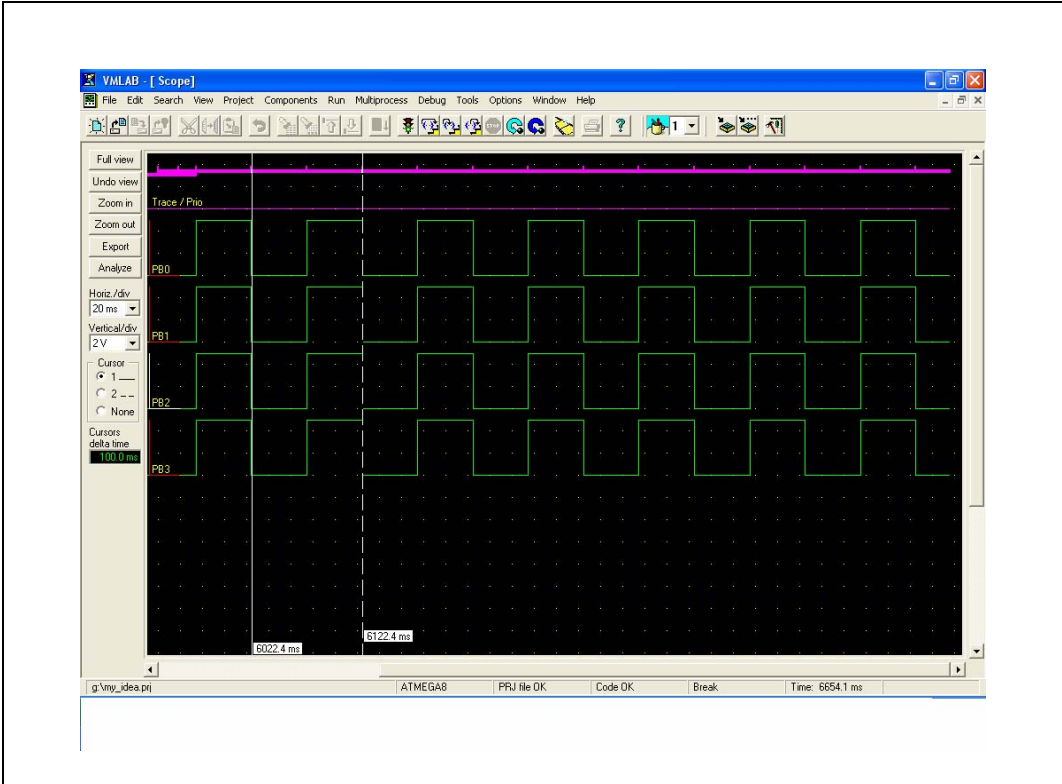


Figura 9 Frecuencia 10 Hz y 75% de duty cycle

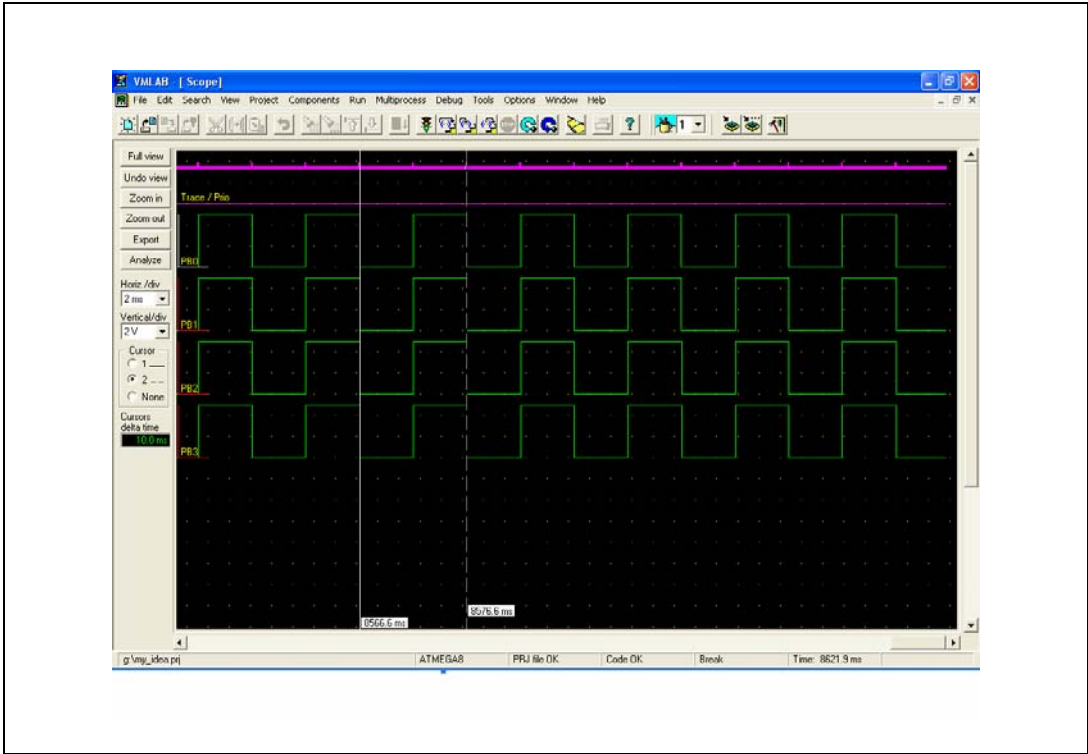


Figura 10 Frecuencia de 100 Hz y 50% de duty cycle

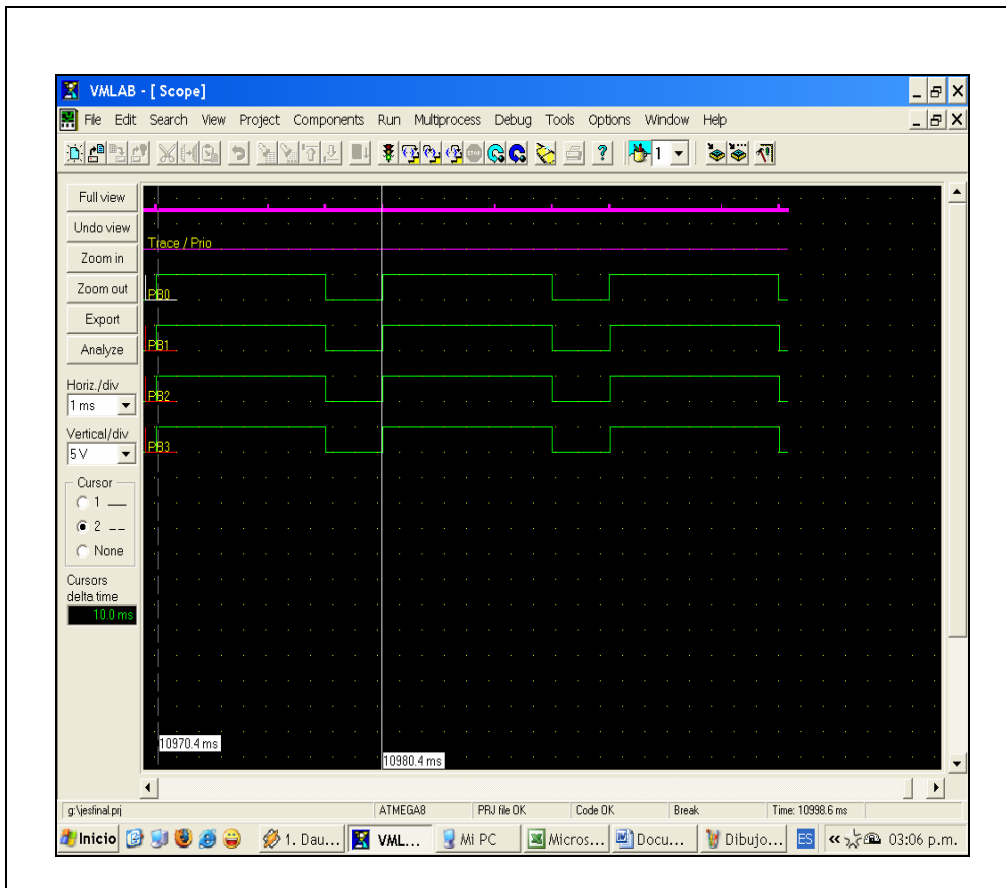


Figura 11 Frecuencia de 100 Hz y 75% de duty cycle

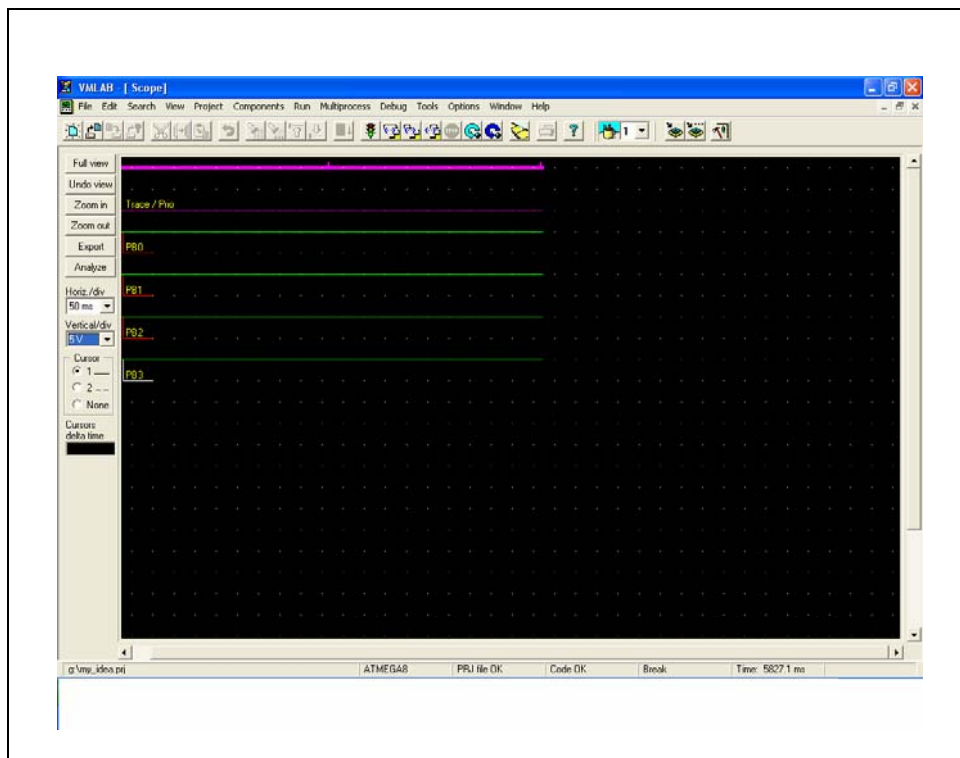


Figura 12 Salida de 5V de los pines PBO:PB3


```
.include "C:\VMLAB\include\m8def.inc"
.list
.def instruccion=r16 ; definimos los registros
.def dato=r17
.dseg
.org $60
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Programa de tesis: Diseño de un sistema de fototerapia utilizando xxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX LEDs aplicado a la dermatología xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;xxx Autor: JESUS VICTOR ZEGARRA FLORES xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
sen_1Hz : .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
sen_10Hz: .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
sen_100Hz: .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
act_sen_1Hz : .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
act_sen_10Hz: .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
act_sen_100Hz: .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
cont_100HzH: .byte 1
cont_100HzL: .byte 1
cont_10HzH: .byte 1
cont_10HzL: .byte 1
cont_1HzH: .byte 1
cont_1HzL: .byte 1
```

```
.cseg
.org 0
```

```
rjmp Inicio
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;*****XXXXXXXXXX
;***** PROGRAMA PRINCIPAL DE FOTOTERAPIA *****XXXXXXXXXX
;*****XXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Inicio:

```
ldi R16,high(RAMEND) ;Le doy el valor inicial al puntero de pila
out SPH,R16
ldi R16,low(RAMEND)
```

out SPL,R16

Configura_puertos:

```
ldi R16,$FF ;Puerto D va conectado al bus de datos del LCD
out DDRD,R16
ldi R16,$17 ;Se configuran los pines PC0, PC1 y PC2 como salidas
out DDRC,R16 ;líneas de control del LCD: PC0=E PC1=RS PC2=R/W
ldi R16,0b10001111 ;PB0:PB3 Salida de los leds: pb7
out DDRB,R16 ;PB4:PB6 entrada de pulsadores
ldi R16,$1F
out portb, r16
rcall Configura_LCD
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_1
```

empieza:

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_2
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Modo Continuo XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
modo_cont: ; se configura el modo continuo con el pinC5
sbic pinc,5
rjmp modo_puls
```

```
deja_modos_cont:
sbis pinc,5
rjmp deja_modos_cont
nop
```

rcall primera_parte

primera_parte:

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_3
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX presiona 4:45 min XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_uno:
sbic pinb,6 ; se configura el modoc ontinuo con el pinb,6
rjmp presiono_dos
```

```
deja_uno:  
sbis pinb,6
```

```
rjmp deja_uno  
rcall Limpia_pantalla  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_4  
ldi r17,82  
sbi portb,0  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
sbi portc,4
```

```
lazoprimer:  
ldi r16,35 ; existe un retardo para que se encuentre el t=4:45  
rcall Retardodecimas ; 82 x 35 = 4:45m  
dec r17  
brne lazoprimer  
rjmp empieza
```

```
;  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX presiona 5:57 min XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_dos:  
sbic pinb,5  
rjmp presiono_tres ; se configura si se presiona la configuración a 5:57 m
```

```
deja_dos:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_dos  
rcall Limpia_pantalla  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_5  
ldi r17, 66  
sbi portb,0  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
sbi portc,4
```

lazosegundo:

ldi r16,54 ; se configuran 54 x 66 = 5:57min

rcall Retardodecimas

dec r17

brne lazosegundo

rjmp empieza

ret

;XX;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 7:08 XX

;XX

presiono_tres:

sbic pinb,4

rjmp presiono_uno

deja_tres:

sbis pinb,4

rjmp deja_tres

rcall Limpia_pantalla

rcall Imprime_pantalla_6

ldi r17, 55

sbi portb,0

sbi portb,1

sbi portb,2

sbi portb,3

sbi portb,7

sbi portc,4

lazotercero:

ldi r16,78

rcall Retardodecimas

dec r17

brne lazotercero ; se configuran a 78 x 55= 7:08 m

rjmp empieza

ret

;oo

;oo

;oo

;XX

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX MODOD PULSADO XXX

;XX

;XX

modo_puls:

sbic pinb,6

rjmp modo_cont ;se configura en un modo pulsado

deja_modopuls:
sbis pinb,6 ;
rjmp deja_modopuls
nop

rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_7
rcall Seleccionefrecuencia

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100Hz XX
;XX

Seleccionefrecuencia: ;Selección de frecuencia en modo pulsado 1,10,100 Hz.

presiono_100Hz:
sbic pinb,4
rjmp presiono_10Hz ; se configura para 100 Hz

deja_100Hz:
sbis pinb,4
rjmp deja_100Hz
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_8
rcall Seleccioneciclo

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 10 Hz XX
;XX

presiono_10Hz:
sbic pinb,5 ; se configura a 10 Hz
rjmp presiono_1Hz

deja_10Hz:
sbis pinb,5
rjmp deja_10Hz
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_8
rcall Seleccioneciclo2

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 1 HZ XX
;XX

```
presiono_1Hz:  
sbic pinb,6 ; se configura a 1 Hz  
rjmp presiono_100Hz
```

```
deja_1Hz:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_1Hz  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_8  
rcall Selec_ciclo3
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;***** FIN DE PROGRAMA PRINCIPAL *****XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Selección del ciclo de trabajo XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 50% a 100 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Selec_ciclo:  
presiono_50: ; se selecciona a 50%  
sbic pinb,6  
rjmp presiono_75  
deja_50:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_50
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_9  
rcall Tecla_tiempo1
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 75% a 100 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_75: ; se selecciona a 75%  
sbic pinb,5  
rjmp presiono_50
```

```
deja_75:
sbis pinb,5
rjmp deja_75
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_10
rcall Tecla_tiempo2
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 50% a 10 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Selec_ciclo2: ;Se configura a 10 Hz con 50% en el pinB6
presiono_502:
sbic pinb,6
rjmp presiono_752
```

```
deja_502:
sbis pinb,6
rjmp deja_502
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_11
rcall Tecla_tiempo3
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 75% a 10 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_752: ;Se configura a 10 Hz con 75% en el pinB5
sbic pinb,5
rjmp presiono_502
```

```
deja_752:
sbis pinb,5
rjmp deja_752
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_12
```

```

rcall Tecla_tiempo4
ret
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 50% a 1 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Selec_ciclo3: ;Se configura a 1 Hz con 50% en el pinB6

```

presiono_503:
sbic pinb,6
rjmp presiono_753
deja_503:
sbis pinb,6
rjmp deja_50
nop

```

```

rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_13
rcall Tecla_tiempo5

```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 75% a 1Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

presiono_753: ;Se configura a 1 Hz con 75% en el pinB5

```

sbic pinb,5
rjmp presiono_502

deja_753:
sbis pinb,5
rjmp deja_753
nop

```

```

rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_14
rcall Tecla_tiempo6
ret

```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Selección de los tiempos a configurar XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Tecla_tiempo1:

```
t_tiempo1:  
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo2
```

```
deja_t_tiempo1:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo1
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_15  
rcall Senhal_100Hz  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

t_tiempo2:
sbic pinb,5
rjmp t_tiempo3

```
deja_t_tiempo2:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo2  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_16  
rcall Senhal_100Hz_50  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

t_tiempo3:
sbic pinb,4
rjmp t_tiempo1

```
deja_t_tiempo3:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo3  
nop
```

```
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_17  
rcall Senhal_100Hz_60  
ret
```

;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Configurar tecla tiempo 2 xxx

Tecla_tiempo2:

```
t_tiempo12:  
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo22
```

```
deja_t_tiempo12:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo12
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_18  
rcall Senhal_100Hz_70  
ret
```

;xx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo2 xxx
;xx

```
t_tiempo22:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo32
```

```
deja_t_tiempo22:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo22  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_19  
rcall Senhal_100Hz_80  
ret
```

;xx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo 3 xxx
;xx

```
t_tiempo32:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo12
```

```
deja_t_tiempo32:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo32  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_20  
rcall Senhal_100Hz_90  
ret
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Configurar tecla tiempo 3 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Tecla_tiempo3:
```

```
t_tiempo13:  
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo23
```

```
deja_t_tiempo13:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo13
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_21  
rcall Senhal_10Hz_1  
ret
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo2 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
t_tiempo23:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo33
```

```
deja_t_tiempo23:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo23  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_22  
rcall Senhal_10Hz_1_2  
ret
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo 3 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo33:
sbic pinb,4
rjmp t_tiempo13
```

```
deja_t_tiempo33:
sbis pinb,4
rjmp deja_t_tiempo33
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_23
rcall Senhal_10Hz_1_3
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 4 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Tecla_tiempo4:

```
t_tiempo14:
sbic pinb,6
rjmp t_tiempo24
```

```
deja_t_tiempo14:
sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo14
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_24
rcall Senhal_10Hz_1_4
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo24:
sbic pinb,5
rjmp t_tiempo34
```

```
deja_t_tiempo24:
sbis pinb,5
rjmp deja_t_tiempo24
nop
```



```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_25
rcall Senhal_10Hz_1_5
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo34:
sbic pinb,4
rjmp t_tiempo14
```

```
deja_t_tiempo34:
sbis pinb,4
rjmp deja_t_tiempo34
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_26
rcall Senhal_10Hz_1_6
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 5 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Tecla_tiempo5:

```
t_tiempo15:
sbic pinb,6
rjmp t_tiempo25
```

```
deja_t_tiempo15:
sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo15
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_27
rcall Senhal_1Hz
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo25:
sbic pinb,5
```

rjmp t_tiempo35

deja_t_tiempo25:

sbis pinb,5
rjmp deja_t_tiempo25
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_28
rcall Senhal_1Hz_22
ret

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXX
;XX

t_tiempo35:

sbic pinb,4
rjmp t_tiempo15

deja_t_tiempo35:

sbis pinb,4
rjmp deja_t_tiempo35
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_29
rcall Senhal_1Hz_33
ret

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 6 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XX

Tecla_tiempo6:

t_tiempo16:

sbic pinb,6
rjmp t_tiempo26

deja_t_tiempo16:

sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo16

nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_30
rcall Senhal_1Hz_44

ret

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XX
;XX

t_tiempo26:
sbic pinb,5
rjmp t_tiempo36

deja_t_tiempo26:
sbis pinb,5
rjmp deja_t_tiempo26
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_31
rcall Senhal_1Hz_55
ret

;XX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XX
;XX

t_tiempo36:
sbic pinb,4
rjmp t_tiempo16

deja_t_tiempo36:
sbis pinb,4
rjmp deja_t_tiempo36
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_32
rcall Senhal_1Hz_66
ret

;XX
;XX
;XX
;XX Subrutina que configura la pantalla LCD XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XX

Configura_LCD:

```

push R16
push R17
rcall Retardo           ;un pequeño etado cde 45.8 ms.
ldi  instruccion,$30   ;Configuracion: 8 bits
rcall Envia_LCD
rcall Retardo
;ldi  instruccion,$30
;rcall Envia_LCD
;rcall Retardo
;ldi  instruccion,$30
;rcall Envia_LCD
;rcall Retardo
ldi  instruccion,$38   ;Trabajar con datos de 8 bits, 2 lineas
rcall Envia_LCD       ;y una matriz de 5*7 puntos
rcall CheckBF
ldi  instruccion,0     ;Apaga el Display
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,1     ;Limpia el Display
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,6     ;Cursor se desplaza a la derecha
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,$0C   ;Enciende pantalla,muestra el cursor y este
rcall Envia_LCD       ;parapadea
rcall CheckBF
pop  R17
pop  R16
ret

```

ENVIA_CADENA:

cadena:

```

rcall CheckBF
lpm  dato,Z+           ;Lee y muestra caracter en LCD
cpi  dato,' '         ;Muestro 16 caracteres
breq NO_MAS
rcall Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
rjmp cadena

```

NO_MAS:

RET

ENVIA_CADENA2:

```

ldi Instruccion,$C0 ;Segunda linea : Direccion $40
rcall Envia_LCD ;Configura el LCD

```

cadena2:

```

rcall CheckBF
lpm dato,Z+ ;Lee y muestra caracter en LCD
cpi dato,'$' ;Muestra 16 caracteres
breq NO_MAS2
rcall Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
rjmp cadena2

```

NO_MAS2:

```
RET
```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina que genera retardos paa el LCD XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Retardo:

```

push R16
push R17
clr R16

```

Otra_vez:

```
clr R17
```

lazo_tiempo:

```

inc R17 ;Esperamos a que R17 se desborde
brne lazo_tiempo
inc R16
cpi R16,$AA ;45.8mseg
brne Otra_vez
pop R17
pop R16
ret

```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina genera retardo para visualizar XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Retardo_de_visualizacion: ; Es un retardo de 0.5 milisegundos aproximadamente.

```

push R17
ldi R17,0

```

lazo_retardo:

```

inc R17
cpi R17,$F5
brne lazo_retardo

```

```
pop R17
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina que envia un instrucción al LCD XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Envia_LCD:
```

```
;RW C2
```

```
;RS C1
```

```
;E C0
```

```
push R17
```

```
ldi R17,0b000 ;RW=0, RS=0 y E=0, se envia un "0" al enable
```

```
out PORTC,R17
```

```
ldi R17,0b001 ;RW=0, RS=0 y E=1, se envia un "1" al enable
```

```
out PORTC,R17
```

```
out PORTD,instruccion ;se envia la instruccion
```

```
ldi R17,0b000 ;RW=0, RS=0 y E=0, se envia un "0" al enable
```

```
out PORTC,R17
```

```
ldi R17,0b100 ;RW=1, RS=0 y E=0
```

```
out PORTC,R17
```

```
pop R17
```

```
ret
```

```
;*Subrutina que envia un dato al LCD*
```

```
Enviadato_LCD:
```

```
push R16
```

```
push R17
```

```
ldi R16,0b010 ;RW=0, RS=1 y E=0
```

```
out PORTC,R16
```

```
ldi R16,0b011 ;RW=0, RS=1 y E=1
```

```
out PORTC,R16
```

```
out PORTD,dato ;se envia el dato
```

```
ldi R16,0b010 ;RW=0, RS=1 y E=0
```

```
out PORTC,R16
```

```
ldi R16,0b100 ;RW=1, RS=0 y E=0
```

```
out PORTC,R16
```

```
pop R17
```

```
pop R16
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina que espera Read Busy Flag XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
CheckBF:
```

```
push R16
```

```
push R17
```

```
ldi R16,0 ; Bus de datos: entrada
```

```
out DDRD,R16
```

LecturaBF:

```

ldi R16,0b100      ; RW=1, RS=0 y E=0
out PORTC,R16
ldi R16,0b101      ; RW=1, RS=0 y E=1
out PORTC,R16
nop
in R17,PIND        ; Analiza bit BF (DB7)
ldi R16,0b100      ; RW=1, RS=0 y E=0
out PORTC,R16
andi R17,0b10000000 ; Espera a BF = 0, es decir que se desocupe
cpi R17,0
brne LecturaBF     ; Si LCD esta ocupado => espera
ldi R16,$FF        ;Bus de datos: salida
out DDRD,R16
pop R17
pop R16
ret

```

MOSTRAR_VALOR:

```

ldi r16,$88        ;Retrocedo el cursor de la pantalla para
rcall envia_lcd    ;actualizar el nuevo dato
rcall retardo
LDI R16,$30
ADD R22,R16
ADD R21,R16
ADD R20,R16
MOV DATO,R20
RCALL Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
MOV DATO,R21
RCALL Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
MOV DATO,R22
RCALL Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
RET

```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

```

;; Subrutina limpia pantalla XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

```

;*****

```

Limpia_pantalla:

```

ldi Instruccion,$01
rcall Envia_LCD
rcall Retardo
ldi Instruccion,$02 ;Cursor a Home
rcall Envia_LCD

```



```
push XL  
push XH
```

Lazo1:

```
ldi XL,low(12500)  
ldi XH,high(12500)
```

Lazo2:

```
sbiw XL,1  
brne Lazo2  
dec r16  
brne Lazo1
```

```
pop XH  
pop XL  
pop r16  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
; Configura un retardo de una décima xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Retardodecimas:

```
push r16  
push XL  
push XH
```

Retardodecimaslazo:

```
ldi XL,low(25000)  
ldi XH,high(25000)
```

Retardodecimaslazo1:

```
sbiw XL,1  
brne Retardodecimaslazo1  
dec r16  
brne Retardodecimaslazo  
pop XH  
pop XL  
pop r16  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;xxx COnfigura un retardo de un minuto xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

Retardominuto:

```
push r16
```

```
push XL
push XH
```

Retardominutolazo:

```
ldi XL,low(250000)
ldi XH,high(250000)
```

Retardominutolazo1:

```
sbiw XL,1
brne Retardominutolazo1
dec r16
brne Retardominutolazo
pop XH
pop XL
pop r16
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

; Señal de 1 hz a 50% a 425 segundos

Senhal_1Hz:

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16 ;
clr R16 ;
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(850)
breq compara_baja2
rjmp continua_senhal2
compara_baja2:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(850)
breq fin_1Hz
continua_senhal2:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS ; se configura el retardo a un segundo (0.5 s en alta y 0.5 en baja)
ldi R16,1
```



```
Lazo_senhal_1Hz_22:  
lds R16,cont_1HzH  
cpi R16,high(1063)  
breq compara_baja2_22  
rjmp continua_senhal2_22
```

```
compara_baja2_22:  
lds R16,cont_1HzL  
cpi R16,low(1063)  
breq fin_1Hz_22  
continua_senhal2_22:  
lds R16,act_sen_1Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_12_22  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall Retardo_medioS  
ldi R16,1  
sts act_sen_1Hz,R16  
lds R16,cont_1HzL  
inc R16  
sts cont_1HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta2_22  
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
inc_parte_alta2_22:  
lds R16,cont_1HzH  
inc R16  
sts cont_1HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
senhal_12_22:  
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall Retardo_medioS  
ldi R16,0  
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL  
inc R16  
sts cont_1HzL,R16  
cpi R16,0
```

```
breq inc_parte_alta_2_22  
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
inc_parte_alta_2_22:  
lds R16,cont_1HzH  
inc R16  
sts cont_1HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
fin_1Hz_22:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
; Señal de 1 hz a 50% a 1276 segundos
```

```
Senhal_1Hz_33:
```

```
ldi R16,1  
sts act_sen_1Hz,R16  
clr R16  
sts cont_1HzH,R16  
sts cont_1HzL,R16  
Lazo_senhal_1Hz_33:  
lds R16,cont_1HzH  
cpi R16,high(1276)  
breq compara_baja2_33  
rjmp continua_senhal2_33
```

```
compara_baja2_33:  
lds R16,cont_1HzL  
cpi R16,low(1276)  
breq fin_1Hz_33  
continua_senhal2_33:
```

```
lds R16,act_sen_1Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_12_33
```

```
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
```

```
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall Retardo_50mS  
rcall Retardo_50mS  
rcall Retardo_50mS  
rcall Retardo_50mS  
rcall Retardo_50mS  
ldi R16,1
```

```
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_33
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
inc_parte_alta2_33:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
senal_12_33:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_33
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
inc_parte_alta_2_33:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
fin_1Hz_33:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

; Señal 75% , 1 Hz a709 segundos

Senhal_1Hz_44:

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_44:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(709)
breq compara_baja2_44
rjmp continua_senhal2_44
```

```
compara_baja2_44:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(709)
breq fin_1Hz_44
continua_senhal2_44:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_44
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_44
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
inc_parte_alta2_44:
lds R16,cont_1HzH
```



```
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
senhal_12_44:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
```

```
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_44
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
inc_parte_alta_2_44:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
fin_1Hz_44:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 75 % a 1Hz a 886 segundos
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_1Hz_55:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
```

```
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_55:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(886)
breq compara_baja2_55
rjmp continua_senhal2_55
```

```
compara_baja2_55:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(886)
breq fin_1Hz_55
continua_senhal2_55:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_55
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_025mS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_55
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
inc_parte_alta2_55:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
senhal_12_55:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
```

```
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_55
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
inc_parte_alta_2_55:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
fin_1Hz_55:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 75 % a 1Hz a 1062 segundos
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_1Hz_66:
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_66:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(1062)
breq compara_baja2_66
rjmp continua_senhal2_66
```

```
compara_baja2_66:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(1062)
breq fin_1Hz_66
continua_senhal2_66:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_66
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
```

```
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_66
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
inc_parte_alta2_66:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
senhal_12_66:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
```

```
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_66
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
inc_parte_alta_2_66:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
```

```
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
fin_1Hz_66:
```

```
ret
```

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
; Señal de 10 Hz al 50% 15860
```

```
Senhal_10Hz_1:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
Lazo_senhal_10Hz_1:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(15860)
breq compara_baja1_1
rjmp continua_senhal1_1
compara_baja1_1:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(15860)
breq fin_10Hz_1
```

```
continua_senhal1_1:
```

```
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal_11_1
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PBO:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
inc_parte_alta1_1:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
senhal_11_1:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
inc_parte_alta_1_1:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
fin_10Hz_1:
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 10 Hz 50% a 19840
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_10Hz_1_2:
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
Lazo_senhal_10Hz_1_2:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(19840)
breq compara_baja1_1_2
rjmp continua_senhal1_1_2
```

```
compara_baja1_1_2:  
lds R16,cont_10HzL  
cpi R16,low(19840)  
breq fin_10Hz_1_2
```

```
continua_senhal1_1_2:  
lds R16,act_sen_10Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_11_1_2  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
LDI r16,1  
rcall Retardo_50mS  
ldi R16,1  
sts act_sen_10Hz,R16  
lds R16,cont_10HzL  
inc R16  
sts cont_10HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta1_1_2  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_2
```

```
inc_parte_alta1_1_2:  
lds R16,cont_10HzH  
inc R16  
sts cont_10HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_2
```

```
senhal_11_1_2:  
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
ldi r16,1  
rcall Retardo_50mS  
ldi R16,0  
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL  
inc R16  
sts cont_10HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta_1_1_2  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_2
```



```
inc_parte_alta1_1_3:  
lds R16,cont_10HzH  
inc R16  
sts cont_10HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
senhal_11_1_3:  
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
ldi r16,1  
rcall Retardo_50mS  
ldi R16,0  
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL  
inc R16  
sts cont_10HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta_1_1_3  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
inc_parte_alta_1_1_3:  
lds R16,cont_10HzH  
inc R16  
sts cont_10HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
fin_10Hz_1_3:  
ret
```

```
;  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
; 8510 10Hz 75%  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_10Hz_1_4:  
ldi R16,1  
sts act_sen_10Hz,R16  
clr R16  
sts cont_10HzH,R16  
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_10Hz_1_4:  
lds R16,cont_10HzH  
cpi R16,high(8510)
```

```
breq compara_baja1_1_4
rjmp continua_senhal1_1_4
compara_baja1_1_4:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(8510)
breq fin_10Hz_1_4
```

```
continua_senhal1_1_4:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_4
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_4
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
inc_parte_alta1_1_4:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
senhal1_1_4:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1_4
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
inc_parte_alta_1_1_4:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
fin_10Hz_1_4:
ret
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;10638 segundos 10 Hz 75%
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_10Hz_1_5:
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_10Hz_1_5:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(10638)
breq compara_baja1_1_5
rjmp continua_senhal1_1_5
compara_baja1_1_5:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(10638)
breq fin_10Hz_1_5
```

```
continua_senhal1_1_5:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_5
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
```

```
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_5
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```
inc_parte_alta1_1_5:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```
senhal1_1_5:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_5
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```
inc_parte_alta_1_1_5:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```
fin_10Hz_1_5:
ret
;
;
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; 12765 segundos 10 Hz 75%
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_10Hz_1_6:
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_10Hz_1_6:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(10638)
breq compara_baja1_1_6
rjmp continua_senhal1_1_6
compara_baja1_1_6:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(10638)
breq fin_10Hz_1_6
```

```
continua_senhal1_1_6:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_6
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
```

```

sts  act_sen_10Hz,R16
lds  R16,cont_10HzL
inc  R16
sts  cont_10HzL,R16
cpi  R16,0
breq inc_parte_alta1_1_6
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6

```

```

inc_parte_alta1_1_6:
lds  R16,cont_10HzH
inc  R16
sts  cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6

```

```

senal1_1_6:
sbi  portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi  portb,1
sbi  portb,2
sbi  portb,3
sbi  portb,7
ldi  r16,1
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS

```

```

ldi  R16,0
sts  act_sen_10Hz,R16

```

```

lds  R16,cont_10HzL
inc  R16
sts  cont_10HzL,R16
cpi  R16,0
breq inc_parte_alta_1_1_6
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6

```

```

inc_parte_alta_1_1_6:
lds  R16,cont_10HzH
inc  R16
sts  cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6

```

```

fin_10Hz_1_6:
ret
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS
;SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS

```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxx Señal a 100 Hz xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
;xxxxxxxxxxxx Señal de 100 hZ AL 50% 153864
```

```
Senhal_100Hz:
```

```
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16  
sts cont_100HzH,R16  
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz:  
lds R16,cont_100HzH  
cpi R16,high(153864)  
breq compara_baja  
rjmp continua_senhal
```

```
compara_baja:  
lds R16,cont_100HzL  
cpi R16,low(153864)  
breq fin_100Hz
```

```
continua_senhal:  
lds R16,act_sen_100Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_1  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall Retardo_5mS  
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL  
inc R16  
sts cont_100HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta  
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
inc_parte_alta:  
lds R16,cont_100HzH  
inc R16
```

```
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
senal_1:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
inc_parte_alta_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
fin_100Hz:
```

```
ret
```

; Señal de 100 Hz al 50% a 192306

```
Senhal_100Hz_50:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_50:
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(192306)
breq compara_baja_50
rjmp continua_senhal_50
```

```
compara_baja_50:
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(192306)
```



```
breq fin_100Hz_50
```

```
continua_senhal_50:
```

```
lds R16,act_sen_100Hz
```

```
cpi R16,0
```

```
brne senhal_1_50
```

```
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
```

```
cbi portb,1
```

```
cbi portb,2
```

```
cbi portb,3
```

```
sbi portb,7
```

```
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,1
```

```
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
```

```
inc R16
```

```
sts cont_100HzL,R16
```

```
cpi R16,0
```

```
breq inc_parte_alta_50
```

```
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
inc_parte_alta_50:
```

```
lds R16,cont_100HzH
```

```
inc R16
```

```
sts cont_100HzH,R16
```

```
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
senhal_1_50:
```

```
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
```

```
sbi portb,1
```

```
sbi portb,2
```

```
sbi portb,3
```

```
sbi portb,7
```

```
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,0
```

```
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
```

```
inc R16
```

```
sts cont_100HzL,R16
```

```
cpi R16,0
```

```
breq inc_parte_alta_50
```

```
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
inc_parte_alta_50_:
```

```
lds R16,cont_100HzH
```

```
inc R16
```

```
sts cont_100HzH,R16
```

```
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
fin_100Hz_50:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100 Hz 50% 230768 s  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_100Hz_60:
```

```
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16  
sts cont_100HzH,R16  
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_60:
```

```
lds R16,cont_100HzH  
cpi R16,high(230768)  
breq compara_baja_60  
rjmp continua_senhal_60
```

```
compara_baja_60:  
lds R16,cont_100HzL  
cpi R16,low(230768)  
breq fin_100Hz_60
```

```
continua_senhal_60:
```

```
lds R16,act_sen_100Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_1_60  
cbi portb,0  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall Retardo_5mS  
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7

```
lds R16,cont_100HzL  
inc R16  
sts cont_100HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta_60  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60
```

```
inc_parte_alta_60:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60
```

```
senhal_1_60:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_60_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60
```

```
inc_parte_alta_60_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60
```

```
fin_100Hz_60:
ret
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx 100 Hz a 75% xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Senhal_100Hz_70:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_70:
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(80000)
breq compara_baja_70
rjmp continua_senhal_70
```

compara_baja_70:

```
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(80000)
breq fin_100Hz_70
```

continua_senhal_70:

```
lds R16,act_sen_100Hz
cpi R16,0
brne senhal_1_70
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall retardo_025mS
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_70
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

inc_parte_alta_70:

```
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

senhal_1_70:

```
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
rcall retardo_025mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_70_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

```
inc_parte_alta_70_:  
lds R16,cont_100HzH  
inc R16  
sts cont_100HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

fin_100Hz_70:

```
ret  
  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx 100 Hz a 75% xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Senhal_100Hz_80:  
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16  
sts cont_100HzH,R16  
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_80:  
lds R16,cont_100HzH  
cpi R16,high(100000)  
breq compara_baja_80  
rjmp continua_senhal_80
```

```
compara_baja_80:  
lds R16,cont_100HzL  
cpi R16,low(100000)  
breq fin_100Hz_80
```

```
continua_senhal_80:  
lds R16,act_sen_100Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_1_80  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall retardo_025mS
```

```
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL  
inc R16  
sts cont_100HzL,R16
```

```
    cpi  R16,0
    breq inc_parte_alta_80
    rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
inc_parte_alta_80:
lds  R16,cont_100HzH
inc  R16
sts  cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
senal_1_80:
sbi  portb,0      ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi  portb,1
sbi  portb,2
sbi  portb,3
sbi  portb,7
rcall Retardo_5mS
rcall retardo_025mS
ldi  R16,0
sts  act_sen_100Hz,R16
```

```
lds  R16,cont_100HzL
inc  R16
sts  cont_100HzL,R16
cpi  R16,0
breq  inc_parte_alta_80_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
inc_parte_alta_80_:
lds  R16,cont_100HzH
inc  R16
sts  cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
fin_100Hz_80:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100 Hz a 75% XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_100Hz_90:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16
sts cont_100HzH,R16
```

```
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_90:
```

```
lds R16,cont_100HzH  
cpi R16,high(120000)  
breq compara_baja_90  
rjmp continua_senhal_90
```

```
compara_baja_90:
```

```
lds R16,cont_100HzL  
cpi R16,low(120000)  
breq fin_100Hz_90
```

```
continua_senhal_90:
```

```
lds R16,act_sen_100Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_1_90  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall retardo_025mS
```

```
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL  
inc R16  
sts cont_100HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta_90  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90
```

```
inc_parte_alta_90:
```

```
lds R16,cont_100HzH  
inc R16  
sts cont_100HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90
```

```
senhal_1_90:
```

```
sbi portb,0  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
rcall Retardo_5mS  
rcall retardo_025mS  
ldi R16,0  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_90_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90
```

```
inc_parte_alta_90_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90
```

```
fin_100Hz_90:
```

```
ret
```

```
#####
#####
##### SUBRUTINAS #####
#####
#####
```

```
Imprime_pantalla_1:
```

```
ldi ZH,high(mensaje*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje0*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje0*2)
rcall ENVIA_CADENA2
```

```
ldi r16,20
rcall Retardodecimas
```

```
ret
```

```
mensaje:
.db " Equipo de $"
mensaje0:
.db " Fototerapia $"
```

```
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Imprime_pantalla_2:
```

```
ldi ZH,high(mensaje1*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
```



```

ldi ZH,high(mensaje4*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje4*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje41*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje41*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
mensaje4:
.db "T=5:57 P=14mW $"
mensaje41:
.db "DE=5J/cm2$"

```

;XX

```

Imprime_pantalla_6:
ldi ZH,high(mensaje5*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje5*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje51*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje51*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje5:
.db "T=10:38 P=14mW$"
mensaje51:
.db "DE=6J/cm2$"

```

;XX

```

Imprime_pantalla_7:
ldi ZH,high(mensaje6*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje6*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje61*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje61*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje6:
.db "Selec.Frecuencia$"
mensaje61:
.db "1 10 100 Hz$"

```

;XX

```

Imprime_pantalla_8:

```

```
ldi ZH,high(mensaje7*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje7*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje71*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje71*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje7:  
.db "Selec. cic.trab$"  
mensaje71:  
.db " 50% 75% $"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_9:  
ldi ZH,high(mensaje8*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje8*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje81*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje81*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje8:  
.db "Selec tiempo(m)$"  
mensaje81:  
.db "12:49 16 19:20$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_10:  
ldi ZH,high(mensaje9*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje9*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje91*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje91*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje9:  
.db "Selec tiempo(m)$"  
mensaje91:  
.db "6:40 8:20 10:00$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_11:  
ldi ZH,high(mensaje10*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
```

```
ldi ZL,low(mensaje10*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje101*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje101*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje10:
.db "Selec tiempo(m)$"
mensaje101:
.db "13:13 16:32 19:5$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_12:
ldi ZH,high(mensaje111*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje111*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje1111*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje1111*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje111:
.db "Selec tiempo(m)$"
mensaje1111:
.db "7:05 8:52 10:38$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_13:
ldi ZH,high(mensaje12*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje12*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje121*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje121*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje12:
.db "Selec tiempo(m)$"
mensaje121:
.db "7:05 8:52 10:38$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_14:
ldi ZH,high(mensaje13*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
```

```
ldi ZL,low(mensaje13*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje131*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje131*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje13:
.db " Selec. tiempo $"
mensaje131:
.db "5:55 7:23 8:52$"
```

```
;;; Impresion al final de la pantalla xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Imprime_pantalla_15:
ldi ZH,high(mensaje14*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje14*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje141*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje141*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje14:
.db "T=12:49 P=5.2mW$"
mensaje141:
.db"DE =4J/cm2$"
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Imprime_pantalla_16:
ldi ZH,high(mensaje15*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje15*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje151*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje151*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje15:
.db "T=16 P=5.2mW$"
mensaje151:
.db "DE=5J/cm2$"
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Imprime_pantalla_17:
```

```
ldi ZH,high(mensaje16*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje16*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje161*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje161*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje16:
.db "T=19:20 P=5.2mW$"
mensaje161:
.db "DE=6J/cm2$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_18:
ldi ZH,high(mensaje17*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje17*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje171*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje171*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje17:
.db "T=6:40 P=10mW$"
mensaje171:
.db "DE=4J/cm2$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_19:
ldi ZH,high(mensaje18*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje18*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje181*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje181*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje18:
.db "T=8:20 P=10mW$"
mensaje181:
.db "DE =5J/cm2 $"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_20:  
ldi ZH,high(mensaje19*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje19*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje191*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje191*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje19:  
.db " T=10 P=10mW$"  
mensaje191:  
.db "DE =6J/cm2"
```

XX

```
Imprime_pantalla_21:  
ldi ZH,high(mensaje20*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje20*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje201*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje201*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje20:  
.db "T=13:13 P=5.04mW$"  
mensaje201:  
.db "DE =4J/cm2"
```

XX

```
Imprime_pantalla_22:  
ldi ZH,high(mensaje21*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje21*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje221*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje221*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje21:  
.db " T=16:32 P=5.04mW$"  
mensaje221:  
.db "DE= 5J/cm2"
```

XX


```
Imprime_pantalla_26:  
ldi ZH,high(mensaje25*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje25*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje251*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje251*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje25:  
.db "T=10:38 P=9.4$"   
mensaje251:  
.db "DE= 6J/cm2$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_27:  
ldi ZH,high(mensaje26*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje26*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje261*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje261*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje26:  
.db "T=7:05 P=9.4mW$"   
mensaje261:  
.db "DE=4J/cm2$"
```

;XX

```
Imprime_pantalla_28:  
ldi ZH,high(mensaje27*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje27*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje271*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje271*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje27:  
.db "T=8:52 P=9.4mW$"   
mensaje271:  
.db "DE =5J/cm2$"
```


;XX

Imprime_pantalla_32:

ldi ZH,high(mensaje31*2) ;Z apunta al inicio del Tabla

ldi ZL,low(mensaje31*2)

rcll ENVIA_CADENA

ldi ZH,high(mensaje331*2) ;Z apunta al inicio del Tabla

ldi ZL,low(mensaje331*2)

rcll ENVIA_CADENA2

ret

mensaje31:

.db "T=8.52 P=11.28mW\$"

mensaje331:

.db " DE=6J/cm2\$"

;XX

```
.include "C:\VMLAB\include\m8def.inc"
.list
.def instruccion=r16 ; definimos los registros
.def dato=r17
.dseg
.org $60
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Programa de tesis: Diseño de un sistema de fototerapia utilizando xxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX LEDs aplicado a la dermatología xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;xxx Autor: JESUS VICTOR ZEGARRA FLORES xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
sen_1Hz : .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
sen_10Hz: .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
sen_100Hz: .byte 1 ;0:señal en baja // 1:Señal en alta
act_sen_1Hz : .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
act_sen_10Hz: .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
act_sen_100Hz: .byte 1 ;0:señal desactivada // 1:Señal activada
cont_100HzH: .byte 1
cont_100HzL: .byte 1
cont_10HzH: .byte 1
cont_10HzL: .byte 1
cont_1HzH: .byte 1
cont_1HzL: .byte 1
```

```
.cseg
.org 0
```

rjmp Inicio

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;*****XXXXXXXXXX
;***** PROGRAMAS PRINCIPAL DE FOTOTERAPIA *****XXXXXXXXXX
;*****XXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Inicio:

```
ldi R16,high(RAMEND) ;Le doy el valor inicial al puntero de pila
out SPH,R16
ldi R16,low(RAMEND)
out SPL,R16
```

Configura_puertos:

```
ldi R16,$FF ;Puerto D va conectado al bus de datos del LCD
out DDRD,R16
ldi R16,$17 ;Se configuran los pines PC0, PC1 y PC2 como salidas
out DDRC,R16 ;líneas de control del LCD: PC0=E PC1=RS PC2=R/W
ldi R16,0b10001111 ;PB0:PB3 Salida de los leds: pb7
out DDRB,R16 ;PB4:PB6 entrada de pulsadores
ldi R16,$1F
out portb, r16
rcall Configura_LCD
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_1
```

empieza:

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_2
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
modo_cont: ; se configura el modo continuo con el pinC5
sbic pinc,5
rjmp modo_puls
```

```
deja_modos_cont:
sbis pinc,5
rjmp deja_modos_cont
nop
```

```
rcall primera_parte
```

primera_parte:

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_3
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX presiona 4:45 min XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_uno:  
sbic pinb,6 ; se configura el modoc ontinuo con el pinb,6  
rjmp presiono_dos
```

```
deja_uno:  
sbis pinb,6
```

```
rjmp deja_uno  
rcall Limpia_pantalla  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_4  
ldi r17,82  
sbi portb,0  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7  
sbi portc,4
```

```
lazoprimer:  
ldi r16,35 ; existe un retardo para que se encuentre el t=4:45  
rcall Retardodecimas ; 82 x 35 = 4:45m  
dec r17  
brne lazoprimer  
rjmp empieza
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX presiona 5:57 min XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_dos:  
sbic pinb,5  
rjmp presiono_tres ; se configura si se presiona la configuración a 5:57 m
```

```
deja_dos:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_dos
```

```
rcall Limpia_pantalla
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_5
ldi r17, 66
sbi portb,0
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
```

```
lazosegundo:
ldi r16,54 ; se configuran 54 x 66 = 5:57min
rcall Retardodecimas
dec r17
brne lazosegundo
```

```
rjmp empieza
ret
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 7:08 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
presiono_tres:
sbic pinb,4
rjmp presiono_uno
```

```
deja_tres:
sbis pinb,4
rjmp deja_tres
```

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_6
ldi r17, 55
sbi portb,0
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
```

```
lazotercero:
ldi r16,78
rcall Retardodecimas
```

```
dec r17  
brne lazotercero ; se configuran a 78 x 55= 7:08 m  
rjmp empieza  
ret
```

```
;0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000  
;0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000  
;0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX MODOD PULSADO XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
modo_puls:  
sbic pinb,6  
rjmp modo_cont ;se configura en un modo pulsado
```

```
deja_modos_puls:  
sbis pinb,6 ;  
rjmp deja_modos_puls  
nop
```

```
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_7  
rcall Seleccione_frecuencia
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Seleccione_frecuencia: ;Selección de frecuencia en modo pulsado 1,10,100 Hz.

```
presiono_100Hz:  
sbic pinb,4  
rjmp presiono_10Hz ; se configura para 100 Hz
```

```
deja_100Hz:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_100Hz  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_8  
rcall Selec_ciclo
```



```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 10 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_10Hz:
sbic pinb,5 ; se configura a 10 Hz
rjmp presiono_1Hz
```

```
deja_10Hz:
sbis pinb,5
rjmp deja_10Hz
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_8
rcall Selec_ciclo2
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 1 HZ XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_1Hz:
sbic pinb,6 ; se configura a 1 Hz
rjmp presiono_100Hz
```

```
deja_1Hz:
sbis pinb,6
rjmp deja_1Hz
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_8
rcall Selec_ciclo3
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;***** FIN DE PROGRAMA PRINCIPAL *****XXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Selección del ciclo de trabajo XXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 50% a 100 Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```



```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_13
rcall Tecla_tiempo5
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 75% a 1Hz XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
presiono_753:      ;Se configura a 1 Hz con 75% en el pinB5
sbic pinb,5
rjmp presiono_502
```

```
deja_753:
sbis pinb,5
rjmp deja_753
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_14
rcall Tecla_tiempo6
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Selección de los tiempos a configurar XXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Tecla_tiempo1:
```

```
t_tiempo1:
sbic pinb,6
rjmp t_tiempo2
```

```
deja_t_tiempo1:
sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo1
```

```
nop
```

```
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_15  
rcall Senhal_100Hz  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo2:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo3
```

```
deja_t_tiempo2:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo2  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_16  
rcall Senhal_100Hz_50  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo3:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo1
```

```
deja_t_tiempo3:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo3  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_17  
rcall Senhal_100Hz_60  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Tecla_tiempo2:
```

```
t_tiempo12:  
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo22
```

```
deja_t_tiempo12:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo12
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_18  
rcall Senhal_100Hz_70  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo22:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo32
```

```
deja_t_tiempo22:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo2  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_19  
rcall Senhal_100Hz_80  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo32:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo12
```

```
deja_t_tiempo32:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo32  
nop
```

```
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_20
rcall Senhal_100Hz_90
ret
```

;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Configurar tecla tiempo 3 xxx

Tecla_tiempo3:

```
t_tiempo13:
sbic pinb,6
rjmp t_tiempo23
```

```
deja_t_tiempo13:
sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo13
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_21
rcall Senhal_10Hz_1
ret
```

;xx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo2 xxx
;xx

```
t_tiempo23:
sbic pinb,5
rjmp t_tiempo33
```

```
deja_t_tiempo23:
sbis pinb,5
rjmp deja_t_tiempo23
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_22
rcall Senhal_10Hz_1_2
ret
```

;xx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tiempo 3 xxx
;xx

```
t_tiempo33:
sbic pinb,4
rjmp t_tiempo13
```

```
deja_t_tiempo33:
sbis pinb,4
rjmp deja_t_tiempo33
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_23
rcall Senhal_10Hz_1_3
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 4 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Tecla_tiempo4:

```
t_tiempo14:
sbic pinb,6
rjmp t_tiempo24
```

```
deja_t_tiempo14:
sbis pinb,6
rjmp deja_t_tiempo14
```

```
nop
rcall Limpia_pantalla
rcall Imprime_pantalla_24
rcall Senhal_10Hz_1_4
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo24:
sbic pinb,5
rjmp t_tiempo34
```

deja_t_tiempo24:


```
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo24  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_25  
rcall Senhal_10Hz_1_5  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo34:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo14
```

```
deja_t_tiempo34:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo34  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_26  
rcall Senhal_10Hz_1_6  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 5 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Tecla_tiempo5:
```

```
t_tiempo15:  
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo25
```

```
deja_t_tiempo15:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo15
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_27  
rcall Senhal_1Hz  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo25:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo35
```

```
deja_t_tiempo25:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo25  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_28  
rcall Senhal_1Hz_22  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo35:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo15
```

```
deja_t_tiempo35:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo35  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_29  
rcall Senhal_1Hz_33  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Configurar tecla tiempo 6 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Tecla_tiempo6:  
  
t_tiempo16:
```

```
sbic pinb,6  
rjmp t_tiempo26
```

```
deja_t_tiempo16:  
sbis pinb,6  
rjmp deja_t_tiempo16
```

```
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_30  
rcall Senhal_1Hz_44  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo26:  
sbic pinb,5  
rjmp t_tiempo36
```

```
deja_t_tiempo26:  
sbis pinb,5  
rjmp deja_t_tiempo26  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_31  
rcall Senhal_1Hz_55  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX tiempo 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
t_tiempo36:  
sbic pinb,4  
rjmp t_tiempo16
```

```
deja_t_tiempo36:  
sbis pinb,4  
rjmp deja_t_tiempo36  
nop  
rcall Limpia_pantalla  
rcall Imprime_pantalla_32
```

```
rcall Senhal_1Hz_66
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Configura_LCD:

```
push R16
push R17
rcall Retardo          ;un pequeño etado cde 45.8 ms.
ldi  instruccion,$30   ;Configuracion: 8 bits
rcall Envia_LCD
rcall Retardo
;ldi  instruccion,$30
;rcall Envia_LCD
;rcall Retardo
;ldi  instruccion,$30
;rcall Envia_LCD
;rcall Retardo
ldi  instruccion,$38   ;Trabajar con datos de 8 bits, 2 lineas
rcall Envia_LCD        ;y una matriz de 5*7 puntos
rcall CheckBF
ldi  instruccion,0     ;Apaga el Display
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,1     ;Limpia el Display
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,6     ;Cursor se desplaza a la derecha
rcall Envia_LCD
rcall CheckBF
ldi  instruccion,$0C   ;Enciende pantalla,muestra el cursor y este
rcall Envia_LCD        ;parapadea
rcall CheckBF
pop  R17
pop  R16
ret
```

ENVIA_CADENA:

cadena:

```

rcall CheckBF
lpm dato,Z+          ;Lee y muestra caracter en LCD
cpi dato,'$'        ;Muestra 16 caracteres
breq NO_MAS
rcall Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
rjmp cadena

```

NO_MAS:

```
RET
```

ENVIA_CADENA2:

```

ldi Instruccion,$C0 ;Segunda linea : Direccion $40
rcall Envia_LCD     ;Configura el LCD

```

cadena2:

```

rcall CheckBF
lpm dato,Z+          ;Lee y muestra caracter en LCD
cpi dato,'$'        ;Muestra 16 caracteres
breq NO_MAS2
rcall Enviadato_LCD
rcall Retardo_de_visualizacion
rjmp cadena2

```

NO_MAS2:

```
RET
```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina que genera retardos paa el LCD XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Retardo:

```

push R16
push R17
clr R16

```

Otra_vez:

clr R17

lazo_tiempo:

inc R17 ;Esperamos a que R17 se desborde

brne lazo_tiempo

inc R16

cpi R16,\$AA ;45.8mseg

brne Otra_vez

pop R17

pop R16

ret

;XX

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina genera retardo para visualizar XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

;XX

Retardo_de_visualizacion: ; Es un retardo de 0.5 milisegundos aproximadamente.

push R17

ldi R17,0

lazo_retardo:

inc R17

cpi R17,\$F5

brne lazo_retardo

pop R17

ret

;XX

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Subrutina que envia un instrucción al LCD XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

;XX

Envia_LCD:

;RW C2

;RS C1

;E C0

push R17

ldi R17,0b000 ;RW=0, RS=0 y E=0, se envia un "0" al enable

out PORTC,R17

ldi R17,0b001 ;RW=0, RS=0 y E=1, se envia un "1" al enable

out PORTC,R17

out PORTD,instruccion ;se envia la instruccion

ldi R17,0b000 ;RW=0, RS=0 y E=0, se envia un "0" al enable

out PORTC,R17

ldi R17,0b100 ;RW=1, RS=0 y E=0

out PORTC,R17

pop R17

ret


```
sbiw  XL,1  
brne  Lazo2  
dec   r16  
brne  Lazo1
```

```
pop   XH  
pop   XL  
pop   r16  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
; Configura un retardo de una décima xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Retardodecimas:

```
push  r16  
push  XL  
push  XH
```

Retardodecimaslazo:

```
ldi   XL,low(25000)  
ldi   XH,high(25000)
```

Retardodecimaslazo1:

```
sbiw  XL,1  
brne  Retardodecimaslazo1  
dec   r16  
brne  Retardodecimaslazo  
pop   XH  
pop   XL  
pop   r16  
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;xxx CONfigura un retardo de un minuto xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

Retardominuto:

```
push  r16  
push  XL  
push  XH
```

Retardominutolazo:

```
ldi XL,low(250000)
ldi XH,high(250000)
```

Retardominutolazo1:

```
sbiw XL,1
brne Retardominutolazo1
dec r16
brne Retardominutolazo
pop XH
pop XL
pop r16
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

; Señal de 1 hz a 50% a 425 segundos

Senhal_1Hz:

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16 ;
clr R16 ;
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(850)
breq compara_baja2
rjmp continua_senhal2
compara_baja2:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(850)
breq fin_1Hz
continua_senhal2:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
```



```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_22:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(1063)
breq compara_baja2_22
rjmp continua_senhal2_22
```

```
compara_baja2_22:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(1063)
breq fin_1Hz_22
continua_senhal2_22:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_22
cbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_22
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
inc_parte_alta2_22:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
senhal_12_22:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
```

```
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16

lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_22
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

```
inc_parte_alta_2_22:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_22
```

fin_1Hz_22:

ret

;XX

; Señal de 1 hz a 50% a 1276 segundos

Senhal_1Hz_33:

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_33:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(1276)
breq compara_baja2_33
rjmp continua_senhal2_33
```

```
compara_baja2_33:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(1276)
breq fin_1Hz_33
continua_senhal2_33:
```

```
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_33
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_33
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
inc_parte_alta2_33:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
senhal_12_33:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16

lds R16,cont_1HzL
inc R16
```



```
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_33
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
inc_parte_alta_2_33:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_33
```

```
fin_1Hz_33:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
; Señal 75% , 1 Hz a709 segundos
```

```
Senhal_1Hz_44:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_44:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(709)
breq compara_baja2_44
rjmp continua_senhal2_44
```

```
compara_baja2_44:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(709)
breq fin_1Hz_44
continua_senhal2_44:
```

```
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_44
```

```
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
```

```
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_44
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
inc_parte_alta2_44:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
senhal_12_44:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
```

```
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_44
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
inc_parte_alta_2_44:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_44
```

```
fin_1Hz_44:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 75 % a 1Hz a 886 segundos
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_1Hz_55:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_55:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(886)
breq compara_baja2_55
rjmp continua_senhal2_55
```

```
compara_baja2_55:
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(886)
breq fin_1Hz_55
continua_senhal2_55:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_55
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
```

```
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_025mS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_55
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
inc_parte_alta2_55:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
senhal_12_55:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
```

```
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_55
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
inc_parte_alta_2_55:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
```

```
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_55
```

```
fin_1Hz_55:
```

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 75 % a 1Hz a 1062 segundos
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_1Hz_66:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
clr R16
sts cont_1HzH,R16
sts cont_1HzL,R16
Lazo_senhal_1Hz_66:
lds R16,cont_1HzH
cpi R16,high(1062)
breq compara_baja2_66
rjmp continua_senhal2_66
```

```
compara_baja2_66:
```

```
lds R16,cont_1HzL
cpi R16,low(1062)
breq fin_1Hz_66
continua_senhal2_66:
lds R16,act_sen_1Hz
cpi R16,0
brne senhal_12_66
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_1Hz,R16
lds R16,cont_1HzL
inc R16
```

```
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta2_66
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
inc_parte_alta2_66:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
senhal_12_66:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
sbi portc,4
rcall Retardo_medioS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_1Hz,R16
```

```
lds R16,cont_1HzL
inc R16
sts cont_1HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_2_66
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
inc_parte_alta_2_66:
lds R16,cont_1HzH
inc R16
sts cont_1HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_1Hz_66
```

```
fin_1Hz_66:
```

```
ret
```

;XX

;XX

; Señal de 10 Hz al 50% 15860

Senhal_10Hz_1:

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
Lazo_senhal_10Hz_1:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(15860)
breq compara_baja1_1
rjmp continua_senhal1_1
compara_baja1_1:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(15860)
breq fin_10Hz_1
```

continua_senhal1_1:

```
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal_11_1
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

inc_parte_alta1_1:

```
lds R16,cont_10HzH
inc R16
```

```
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
senal_11_1:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
inc_parte_alta_1_1:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1
```

```
fin_10Hz_1:
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
; Señal a 10 Hz 50% a 19840
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senhal_10Hz_1_2:
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
Lazo_senhal_10Hz_1_2:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(19840)
breq compara_baja1_1_2
```



```
rjmp continua_senhal1_1_2
compara_baja1_1_2:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(19840)
breq fin_10Hz_1_2
```

```
continua_senhal1_1_2:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal_11_1_2
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_2
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_2
```

```
inc_parte_alta1_1_2:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_2
```

```
senhal_11_1_2:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
```

```

sts  cont_10HzL,R16
cpi  R16,0
breq  inc_parte_alta_1_1_2
rjmp  Lazo_senhal_10Hz_1_2

```

```

inc_parte_alta_1_1_2:
lds  R16,cont_10HzH
inc  R16
sts  cont_10HzH,R16
rjmp  Lazo_senhal_10Hz_1_2

```

```

fin_10Hz_1_2:
ret

```

```

;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

```

; 23809 10 Hz 50%

```

```

Senhal_10Hz_1_3:
ldi  R16,1
sts  act_sen_10Hz,R16
clr  R16
sts  cont_10HzH,R16
sts  cont_10HzL,R16
Lazo_senhal_10Hz_1_3:
lds  R16,cont_10HzH
cpi  R16,high(23809)
breq  compara_baja1_1_3
rjmp  continua_senhal1_1_3
compara_baja1_1_3:
lds  R16,cont_10HzL
cpi  R16,low(23809)
breq  fin_10Hz_1_3

```

```

continua_senhal1_1_3:
lds  R16,act_sen_10Hz
cpi  R16,0
brne  senhal_11_1_3
cbi  portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 y PB7
cbi  portb,1
cbi  portb,2
cbi  portb,3
sbi  portb,7
LDI  r16,1

```

```
rcall Retardo_50mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_3
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
inc_parte_alta1_1_3:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
senhal_11_1_3:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1_3
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
inc_parte_alta_1_1_3:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_3
```

```
fin_10Hz_1_3:
ret
```

```
;
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
; 8510 10Hz 75%
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Senha_10Hz_1_4:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senha_10Hz_1_4:
```

```
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(8510)
breq compara_baja1_1_4
rjmp continua_senhal1_1_4
compara_baja1_1_4:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(8510)
breq fin_10Hz_1_4
```

```
continua_senhal1_1_4:
```

```
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_4
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_4
rjmp Lazo_senha_10Hz_1_4
```

```
inc_parte_alta1_1_4:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
senhal1_1_4:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
```

```
ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16
```

```
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1_4
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
inc_parte_alta_1_1_4:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_4
```

```
fin_10Hz_1_4:
ret
; xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
; 10638 segundos 10 Hz 75%
; xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Senhal_10Hz_1_5:
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_10Hz_1_5:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(10638)
breq compara_baja1_1_5
rjmp continua_senhal1_1_5
compara_baja1_1_5:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(10638)
breq fin_10Hz_1_5
```

```
continua_senhal1_1_5:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_5
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta1_1_5
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```
inc_parte_alta1_1_5:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5
```

```

senal1_1_5:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
ldi r16,1
rcall Retardo_50mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS

```

```

ldi R16,0
sts act_sen_10Hz,R16

```

```

lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_1_1_5
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5

```

```

inc_parte_alta_1_1_5:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_5

```

```

fin_10Hz_1_5:
ret
;
;
; xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
; 12765 segundos 10 Hz 75%
; xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

Senhal_10Hz_1_6:
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
clr R16

```

```
sts cont_10HzH,R16
sts cont_10HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_10Hz_1_6:
lds R16,cont_10HzH
cpi R16,high(10638)
brq compara_baja1_1_6
rjmp continua_senhal1_1_6
compara_baja1_1_6:
lds R16,cont_10HzL
cpi R16,low(10638)
brq fin_10Hz_1_6
```

```
continua_senhal1_1_6:
lds R16,act_sen_10Hz
cpi R16,0
brne senhal1_1_6
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
LDI r16,1
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_10Hz,R16
lds R16,cont_10HzL
inc R16
sts cont_10HzL,R16
cpi R16,0
brq inc_parte_alta1_1_6
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6
```

```
inc_parte_alta1_1_6:
lds R16,cont_10HzH
inc R16
sts cont_10HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_10Hz_1_6
```

```
senhal1_1_6:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
```



```
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz:
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(153864)
breq compara_baja
rjmp continua_senhal
```

```
compara_baja:
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(153864)
breq fin_100Hz
```

```
continua_senhal:
lds R16,act_sen_100Hz
cpi R16,0
brne senhal_1
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
inc_parte_alta:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
senhal_1:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
```

```
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
inc_parte_alta_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz
```

```
fin_100Hz:
```

```
ret
```

```
; Señal de 100 Hz al 50% a 192306
```

```
Senhal_100Hz_50:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_50:
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(192306)
breq compara_baja_50
rjmp continua_senhal_50
```

```
compara_baja_50:
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(192306)
breq fin_100Hz_50
```

```
continua_senhal_50:
lds R16,act_sen_100Hz
```

```
cpi R16,0
brne senhal_1_50
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_50
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
inc_parte_alta_50:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
senhal_1_50:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_50
rjmp Lazo_senhal_100Hz_50
```

```
inc_parte_alta_50_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
```

rjmp Lazo_senhal_100Hz_50

fin_100Hz_50:

ret

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100 Hz 50% 230768 s  
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Senhal_100Hz_60:

ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16

clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16

Lazo_senhal_100Hz_60:

lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(230768)
breq compara_baja_60
rjmp continua_senhal_60

compara_baja_60:
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(230768)
breq fin_100Hz_60

continua_senhal_60:
lds R16,act_sen_100Hz
cpi R16,0

brne senhal_1_60
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7

cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16

lds R16,cont_100HzL
inc R16

```

sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_60
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60

```

```

inc_parte_alta_60:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60

```

```

senal_1_60:
sbi portb,0           ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16

```

```

lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_60_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60

```

```

inc_parte_alta_60_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_60

```

```

fin_100Hz_60:
ret
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx 100 Hz a 75% xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

```

```

Senhal_100Hz_70:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16

```

```

clr R16
sts cont_100HzH,R16

```

```
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_70:
```

```
lds R16,cont_100HzH  
cpi R16,high(80000)  
breq compara_baja_70  
rjmp continua_senhal_70
```

```
compara_baja_70:
```

```
lds R16,cont_100HzL  
cpi R16,low(80000)  
breq fin_100Hz_70
```

```
continua_senhal_70:
```

```
lds R16,act_sen_100Hz  
cpi R16,0  
brne senhal_1_70  
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
cbi portb,1  
cbi portb,2  
cbi portb,3  
sbi portb,7  
rcall retardo_025mS  
ldi R16,1  
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL  
inc R16  
sts cont_100HzL,R16  
cpi R16,0  
breq inc_parte_alta_70  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

```
inc_parte_alta_70:
```

```
lds R16,cont_100HzH  
inc R16  
sts cont_100HzH,R16  
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

```
senhal_1_70:
```

```
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7  
sbi portb,1  
sbi portb,2  
sbi portb,3  
sbi portb,7
```

```
rcall Retardo_5mS
rcall retardo_025mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16

lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_70_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

```
inc_parte_alta_70_:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_70
```

```
fin_100Hz_70:
```

```
ret
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx 100 Hz a 75% xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Senhal_100Hz_80:
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

```
Lazo_senhal_100Hz_80:
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(100000)
breq compara_baja_80
rjmp continua_senhal_80
```

```
compara_baja_80:
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(100000)
breq fin_100Hz_80
```

```
continua_senhal_80:
```



```
lds R16,act_sen_100Hz
cpi R16,0
brne senhal_1_80
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall retardo_025mS
```

```
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_80
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
inc_parte_alta_80:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
senhal_1_80:
sbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
sbi portb,7
rcall Retardo_5mS
rcall retardo_025mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_80_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

```
inc_parte_alta_80_:
```

```
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_80
```

fin_100Hz_80:

```
ret
```

```
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 100 Hz a 75% XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
;XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Senhal_100Hz_90:

```
ldi R16,1
sts act_sen_100Hz,R16
```

```
clr R16
sts cont_100HzH,R16
sts cont_100HzL,R16
```

Lazo_senhal_100Hz_90:

```
lds R16,cont_100HzH
cpi R16,high(120000)
breq compara_baja_90
rjmp continua_senhal_90
```

compara_baja_90:

```
lds R16,cont_100HzL
cpi R16,low(120000)
breq fin_100Hz_90
```

continua_senhal_90:

```
lds R16,act_sen_100Hz
cpi R16,0
brne senhal_1_90
cbi portb,0 ; se configura la salida de los pines desde PB0:PB3 Y PB7
cbi portb,1
cbi portb,2
cbi portb,3
sbi portb,7
rcall retardo_025mS
```

```
ldi R16,1
```

sts act_sen_100Hz,R16

lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_90
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90

inc_parte_alta_90:
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90

senhal_1_90:
sbi portb,0
sbi portb,1
sbi portb,2
sbi portb,3
rcall Retardo_5mS
rcall retardo_025mS
ldi R16,0
sts act_sen_100Hz,R16

lds R16,cont_100HzL
inc R16
sts cont_100HzL,R16
cpi R16,0
breq inc_parte_alta_90_
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90

inc_parte_alta_90_ :
lds R16,cont_100HzH
inc R16
sts cont_100HzH,R16
rjmp Lazo_senhal_100Hz_90

fin_100Hz_90:

ret

#####

```
##### SUBRUTINAS #####
#####
#####
```

Imprime_pantalla_1:

```
ldi ZH,high(mensaje*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje0*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje0*2)
rcall ENVIA_CADENA2
```

```
ldi r16,20
rcall Retardodecimas
```

ret

```
mensaje:
.db " Equipo de $"
mensaje0:
.db " Fototerapia $"
```

XX

Imprime_pantalla_2:

```
ldi ZH,high(mensaje1*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje1*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje11*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje11*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje1:
.db "Configure modo $"
mensaje11:
.db "pulsado/continuo$"
```

XX

Imprime_pantalla_3:

```
ldi ZH,high(mensaje2*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
```

```
ldi ZL,low(mensaje2*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje211*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje211*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje2:
.db " Selec. tiempo $"
mensaje211:
.db " 4:45 5:57 7:08 $"
```

;XX

Imprime_pantalla_4:

```
ldi ZH,high(mensaje3*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje3*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje315*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje315*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje3:
.db " T=4:45 P=14mW $"
mensaje315:
.db " DE=4J/cm2 $"
```

;XX

Imprime_pantalla_5:

```
ldi ZH,high(mensaje4*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje4*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje41*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje41*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje4:
.db "T=5:57 P=14mW $"
mensaje41:
.db "DE=5J/cm2$"
```

;XX

Imprime_pantalla_6:

```
ldi ZH,high(mensaje5*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje5*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje51*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje51*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje5:
.db "T=10:38 P=14mW$"
mensaje51:
.db "DE=6J/cm2$"
```

;XX

Imprime_pantalla_7:

```
ldi ZH,high(mensaje6*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje6*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje61*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje61*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje6:
.db "Selec.Frecuencia$"
mensaje61:
.db "1 10 100 Hz$"
```

;XX

Imprime_pantalla_8:

```
ldi ZH,high(mensaje7*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje7*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje71*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje71*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje7:
```

```
.db "Selec. cic.trab$"  
mensaje71:  
.db " 50% 75%  $"
```

XX

```
Imprime_pantalla_9:  
ldi ZH,high(mensaje8*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje8*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje81*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje81*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje8:  
.db "Selec tiempo(m)$"  
mensaje81:  
.db "12:49 16 19:20$"
```

XX

```
Imprime_pantalla_10:  
ldi ZH,high(mensaje9*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje9*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje91*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje91*2)  
rcall ENVIA_CADENA2  
ret
```

```
mensaje9:  
.db "Selec tiempo(m)$"  
mensaje91:  
.db "6:40 8:20 10:00$"
```

XX

```
Imprime_pantalla_11:  
ldi ZH,high(mensaje10*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje10*2)  
rcall ENVIA_CADENA  
ldi ZH,high(mensaje101*2) ;Z apunta al inicio del Tabla  
ldi ZL,low(mensaje101*2)  
rcall ENVIA_CADENA2
```

ret

mensaje10:
.db "Selec tiempo(m)\$"
mensaje101:
.db "13:13 16:32 19:5\$"

;XX

Imprime_pantalla_12:
ldi ZH,high(mensaje111*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje111*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje1111*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje1111*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje111:
.db "Selec tiempo(m)\$"
mensaje1111:
.db "7:05 8:52 10:38\$"

;XX

Imprime_pantalla_13:
ldi ZH,high(mensaje12*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje12*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje121*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje121*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje12:
.db "Selec tiempo(m)\$"
mensaje121:
.db "7:05 8:52 10:38\$"

;XX

Imprime_pantalla_14:
ldi ZH,high(mensaje13*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje13*2)


```
rcall ENVIA_CADENA
ldi  ZH,high(mensaje131*2)      ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi  ZL,low(mensaje131*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje13:
.db  " Selec. tiempo $"
mensaje131:
.db  "5:55 7:23 8:52$"
```

```
;;; Impresion al final de la pantalla xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Imprime_pantalla_15:
ldi  ZH,high(mensaje14*2)      ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi  ZL,low(mensaje14*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi  ZH,high(mensaje141*2)     ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi  ZL,low(mensaje141*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje14:
.db  "T=12:49 P=5.2mW$"
mensaje141:
.db  "DE =4J/cm2$"
```

```
;xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

```
Imprime_pantalla_16:
ldi  ZH,high(mensaje15*2)     ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi  ZL,low(mensaje15*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi  ZH,high(mensaje151*2)    ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi  ZL,low(mensaje151*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje15:
.db  "T=16 P=5.2mW$"
mensaje151:
.db  "DE=5J/cm2$"
```

;XX

Imprime_pantalla_17:

```
ldi ZH,high(mensaje16*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje16*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje161*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje161*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje16:
.db "T=19:20 P=5.2mW$"
mensaje161:
.db "DE=6J/cm2$"
```

;XX

Imprime_pantalla_18:

```
ldi ZH,high(mensaje17*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje17*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje171*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje171*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```

```
mensaje17:
.db "T=6:40 P=10mW$"
mensaje171:
.db "DE=4J/cm2$"
```

;XX

Imprime_pantalla_19:

```
ldi ZH,high(mensaje18*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje18*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje181*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje181*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret
```


mensaje29:
.db "T=5:55 P=11.28\$"
mensaje291:
.db "DE=4J/cm2\$"

;XX

Imprime_pantalla_31:
ldi ZH,high(mensaje30*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje30*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje301*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje301*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje30:
.db "T=7:23 P=11.28mW\$"
mensaje301:
.db "DE= 5J/cm2\$"

;XX

Imprime_pantalla_32:
ldi ZH,high(mensaje31*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje31*2)
rcall ENVIA_CADENA
ldi ZH,high(mensaje331*2) ;Z apunta al inicio del Tabla
ldi ZL,low(mensaje331*2)
rcall ENVIA_CADENA2
ret

mensaje31:
.db "T=8.52 P=11.28mW\$"
mensaje331:
.db " DE=6J/cm2\$"

;XX

```

; *****
; PROJECT:DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA UTILIZANDO LEDS APLICADO EN DERMATOLOGIA
; AUTHOR: JESUS VICTOR ZEGARRA FLORES
; *****

```

```

; Micro + software running
; -----

```

```

.MICRO "ATmega8L"
.PROGRAM "jesus.asm"
.TARGET "jesus.hex"

```

```

.TRACE          ; Activate micro trace

```

```

; Following lines are optional; if not included
; exactly these values are taken by default
; -----

```

```

.POWER VDD=5 VSS=0 ; Power nodes
.CLOCK 1meg        ; Micro clock
.STORE 1000m       ; Trace (micro+signals) storage time

```

```

; Micro nodes: RESET, AREF, PB0-PB7, PC0-PC6, PD0-PD7, ACO, TIM1OVF, ADC6, ADC7
; Define here the hardware around the micro
; -----

```

```

R1 vdd PB6 5K
R11 vss n1 100
K1 n1 pb6 ; x: Buttons 0 - F. Optional type: MONOSTABLE(t_delay), LATCHED

```

```

R2 vdd PB5 5K
R12 vss n2 100
K2 n2 PB5

```

```

R3 vdd PB4 5K
R13 vss n3 100
K3 n3 pb4

```

```

R4 vdd PC5 5K
R14 vss n4 100
K4 n4 PC5

```

```

;RW C2
;RS C1
;E C0

```

```

X1 LCD(16 2 250K) PC1 PC2 PC0 PD7 PD6 PD5 PD4 PD3 PD2 PD1 PD0

```

```

.plot v (pb0)
.plot v (pb1)

```


.plot v (pb2)
.plot v (pb3)

```

; *****
; PROJECT:DISEÑO DE UN SISTEMA DE FOTOTERAPIA UTILIZANDO LEDS APLICADO EN DERMATOLOGIA
; AUTHOR: JESUS VICTOR ZEGARRA FLORES
; *****

```

```

; Micro + software running
; -----

```

```

.MICRO "ATmega8L"
.PROGRAM "jesus.asm"
.TARGET "jesus.hex"

```

```

.TRACE          ; Activate micro trace

```

```

; Following lines are optional; if not included
; exactly these values are taken by default
; -----

```

```

.POWER VDD=5 VSS=0 ; Power nodes
.CLOCK 1meg        ; Micro clock
.STORE 1000m       ; Trace (micro+signals) storage time

```

```

; Micro nodes: RESET, AREF, PB0-PB7, PC0-PC6, PD0-PD7, ACO, TIM1OVF, ADC6, ADC7
; Define here the hardware around the micro
; -----

```

```

R1 vdd PB6 5K
R11 vss n1 100
K1 n1 pb6 ; x: Buttons 0 - F. Optional type: MONOSTABLE(t_delay), LATCHED

```

```

R2 vdd PB5 5K
R12 vss n2 100
K2 n2 PB5

```

```

R3 vdd PB4 5K
R13 vss n3 100
K3 n3 pb4

```

```

R4 vdd PC5 5K
R14 vss n4 100
K4 n4 PC5

```

```

;RW C2
;RS C1
;E C0

```

```

X1 LCD(16 2 250K) PC1 PC2 PC0 PD7 PD6 PD5 PD4 PD3 PD2 PD1 PD0

```

```

.plot v (pb0)
.plot v (pb1)
.plot v (pb2)
.plot v (pb3)

```

Frecuencia	Ciclo de trabajo	Tiempo (s)
1 Hz	50%	425.53
1 Hz	50%	531.91
1 Hz	50%	638.29
1 Hz	75%	354.6
1 Hz	75%	443.26
1 Hz	75%	531.91
10 Hz	50%	793.65
10 Hz	50%	992.06
10 Hz	50%	1190.47
10 Hz	75%	425.53
10 Hz	75%	531.91
10 Hz	75%	638.29
100 Hz	50%	769.23
100 Hz	50%	961.53
100 Hz	50%	1153.84
100 Hz	75%	400
100 Hz	75%	500
100 Hz	75%	600

Tiempo (m)	Tiempo a programar (s)
7:05m	850
8:52m	1063
10:38m	1276
5:55m	709
7:23m	886
8:52m	1062
13:13m	15860
16:32 m	19840
19:50m	23809
7:05 m	8510
8:52m	10638
10:38m	12765
12:49m	153864
16:00m	192306
19:20m	230768
6:40m	80000
8:20m	100000
10:00m	120000

LM78XX/LM78XXA

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

General Description

The LM78XX series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating 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 voltages and currents.

Ordering Information

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature
LM7805CT	±4%	TO-220	-40°C to +125°C
LM7806CT			
LM7808CT			
LM7809CT			
LM7810CT			
LM7812CT			
LM7815CT			
LM7818CT			
LM7824CT			
LM7805ACT			
LM7806ACT			
LM7808ACT			
LM7809ACT			
LM7810ACT			
LM7812ACT			
LM7815ACT			
LM7818ACT			
LM7824ACT			

Block Diagram

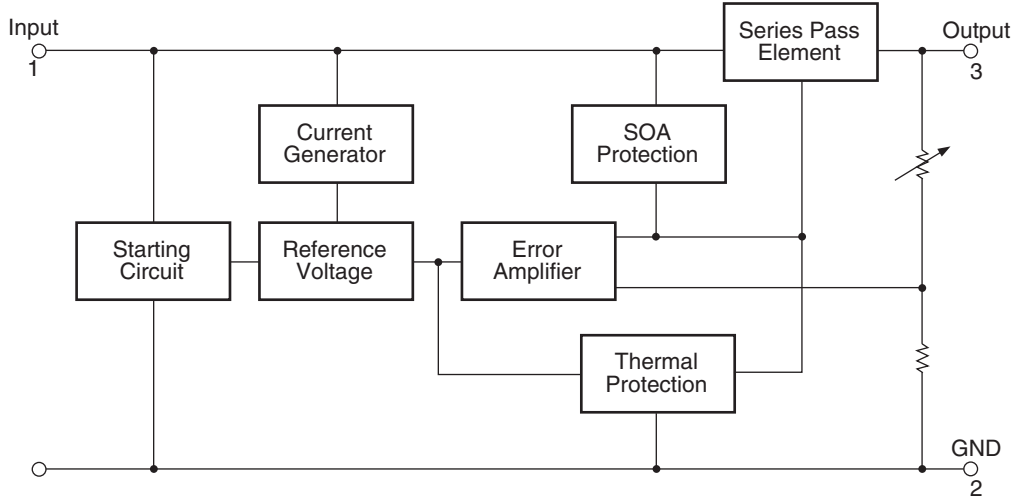


Figure 1.

Pin Assignment

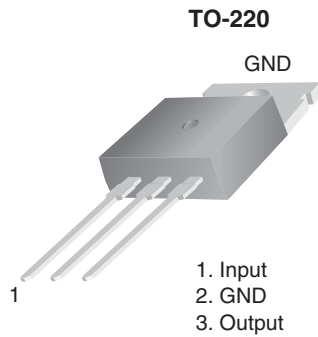


Figure 2.

Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

Symbol	Parameter	Value	Unit	
V_I	Input Voltage	$V_O = 5V \text{ to } 18V$	35	V
		$V_O = 24V$	40	V
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	5	$^{\circ}C/W$	
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	65	$^{\circ}C/W$	
T_{OPR}	Operating Temperature Range	LM78xx	-40 to +125	$^{\circ}C$
		LM78xxA	0 to +125	
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to +150	$^{\circ}C$	

Electrical Characteristics (LM7805)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	1.6	50.0	
Regload	Load Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	9.0	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	50.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	0.3	1.3		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	42.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62.0	73.0	–	dB	
V_{DROPP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	15.0	–	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

1. 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 is used.
2. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7806) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	5.75	6.0	6.25	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 8.0\text{V to } 21\text{V}$	5.7	6.0	6.3		
Regline	Line Regulation ⁽³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$	–	5.0	120	mV
			$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	1.5	60.0	
Regload	Load Regulation ⁽³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	9.0	120	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	3.0	60.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$	–	–	1.3		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽⁴⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	45.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽⁴⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62.0	73.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽⁴⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	19.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽⁴⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

- 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 is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7808) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	7.7	8.0	8.3	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 10.5\text{V to } 23\text{V}$	7.6	8.0	8.4		
Regline	Line Regulation ⁽⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	–	5.0	160	mV
			$V_I = 11.5\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0	80.0	
Regload	Load Regulation ⁽⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	10.0	160	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	80.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	0.05	0.5	mA	
		$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	–	0.5	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽⁶⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	52.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽⁶⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 11.5\text{V to } 21.5\text{V}$	56.0	73.0	–	dB	
V_{DROPP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽⁶⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽⁶⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

- 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 is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7809) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.65	9.0	9.35	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	8.6	9.0	9.4		
Regline	Line Regulation ⁽⁷⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 25\text{V}$	–	6.0	180	mV
			$V_I = 12\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0	90.0	
Regload	Load Regulation ⁽⁷⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	180	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	90.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 11.5\text{V to } 26\text{V}$	–	–	1.3		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽⁸⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	58.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽⁸⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 13\text{V to } 23\text{V}$	56.0	71.0	–	dB	
V_{DROPP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽⁸⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽⁸⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

- 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 is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7810) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	9.6	10.0	10.4	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	9.5	10.0	10.5		
Regline	Line Regulation ⁽⁹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	–	10.0	200	mV
			$V_I = 13\text{V to } 25\text{V}$	–	3.0	100	
Regload	Load Regulation ⁽⁹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	200	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	400	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12.5\text{V to } 29\text{V}$	–	–	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹⁰⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	58.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹⁰⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 13\text{V to } 23\text{V}$	56.0	71.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽¹⁰⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹⁰⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

9. 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 is used.
10. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7812) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.5	12.0	12.5	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	11.4	12.0	12.6		
Regline	Line Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	–	10.0	240	mV
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	3.0	120	
Regload	Load Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	11.0	240	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	120	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	0.1	0.5	mA	
		$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	–	0.5	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	76.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 15\text{V to } 25\text{V}$	55.0	71.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽¹²⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	18.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

- 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 is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7815) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	14.4	15.0	15.6	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	14.25	15.0	15.75		
Regline	Line Regulation ⁽¹³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	11.0	300	mV
			$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	3.0	150	
Regload	Load Regulation ⁽¹³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	300	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	150	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	–	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹⁴⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	90.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹⁴⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 18.5\text{V to } 28.5\text{V}$	54.0	70.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽¹⁴⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	19.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹⁴⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

13. 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 is used.
14. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7818) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	17.3	18.0	18.7	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	17.1	18.0	18.9		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	15.0	360	mV
			$V_I = 24\text{V to } 30\text{V}$	–	5.0	180	
Regload	Load Regulation ⁽¹⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	15.0	360	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	180	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	–	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹⁶⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	110	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹⁶⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 22\text{V to } 32\text{V}$	53.0	69.0	–	dB	
$V_{\text{DRO}}P$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽¹⁶⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	22.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹⁶⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

15. 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 is used.
16. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7824) (Continued)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	23.0	24.0	25.0	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	22.8	24.0	25.25		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁷⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	–	17.0	480	mV
			$V_I = 30\text{V to } 36\text{V}$	–	6.0	240	
Regload	Load Regulation ⁽¹⁷⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	15.0	480	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	240	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	0.1	0.5	mA	
		$V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	–	0.5	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹⁸⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.5	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	60.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹⁸⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 28\text{V to } 38\text{V}$	50.0	67.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
rO	Output Resistance ⁽¹⁸⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	28.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹⁸⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

17. 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 is used.
18. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7805A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.9	5.0	5.1	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$	4.8	5.0	5.2		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁹⁾	$V_I = 7.5\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	5.0	50.0	mV	
		$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	3.0	50.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7.3\text{V to } 20\text{V}$	–	5.0		50.0
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	1.5		25.0
Regload	Load Regulation ⁽¹⁹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	9.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	9.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁰⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁰⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 8\text{V to } 18\text{V}$	–	68.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁰⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁰⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

19. 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 is used.

20. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7806A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	5.58	6.0	6.12	V
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 8.6\text{V to } 21\text{V}$	5.76	6.0	6.24	
Regline	Line Regulation ⁽²¹⁾	$V_I = 8.6\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	5.0	60.0	mV
		$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	3.0	60.0	
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $V_I = 8.3\text{V to } 21\text{V}$	–	5.0	60.0	
		$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	1.5	30.0	
Regload	Load Regulation ⁽²¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	9.0	100	mV
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	9.0	100	
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	4.3	6.0	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA
		$V_I = 19\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8	
		$V_I = 8.5\text{V to } 21\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$
RR	Ripple Rejection ⁽²²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 9\text{V to } 19\text{V}$	–	65.0	–	dB
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V
r_O	Output Resistance ⁽²²⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	m Ω
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA
I_{PK}	Peak Current ⁽²²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A

Notes:

21. 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 is used.

22. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7808A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	7.84	8.0	8.16	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 10.6\text{V to } 23\text{V}$	7.7	8.0	8.3		
Regline	Line Regulation ⁽²³⁾	$V_I = 10.6\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	6.0	80.0	mV	
		$V_I = 11\text{V to } 17\text{V}$	–	3.0	80.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 10.4\text{V to } 23\text{V}$	–	6.0		80.0
		$V_I = 11\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0	40.0		
Regload	Load Regulation ⁽²³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 11\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 10.6\text{V to } 23\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁴⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁴⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 11.5\text{V to } 21.5\text{V}$	–	62.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁴⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	18.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁴⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

23. 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 is used.

24. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7809A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.82	9.0	9.16	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 11.2\text{V to } 24\text{V}$	8.65	9.0	9.35		
Regline	Line Regulation ⁽²⁵⁾	$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	6.0	90.0	mV	
		$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	–	4.0	45.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	–	6.0		90.0
		$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	–	2.0	45.0		
Regload	Load Regulation ⁽²⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁶⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁶⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 12\text{V to } 22\text{V}$	–	62.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁶⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁶⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

25. 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 is used.

26. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7810A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	9.8	10.0	10.2	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 12.8\text{V to } 25\text{V}$	9.6	10.0	10.4		
Regline	Line Regulation ⁽²⁷⁾	$V_I = 12.8\text{V to } 26\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	8.0	100	mV	
		$V_I = 13\text{V to } 20\text{V}$	–	4.0	50.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	–	8.0		100
			$V_I = 13\text{V to } 20\text{V}$	–	3.0		50.0
Regload	Load Regulation ⁽²⁷⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12.8\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 13\text{V to } 26\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.5		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁸⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁸⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$	–	62.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁸⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	17.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁸⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

27. 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 is used.

28. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7812A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.75	12.0	12.25	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 14.8\text{V to } 27\text{V}$	11.5	12.0	12.5		
Regline	Line Regulation ⁽²⁹⁾	$V_I = 14.8\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	10.0	120	mV	
		$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	4.0	120		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$ $V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	10.0		120
		–		3.0	60.0		
Regload	Load Regulation ⁽²⁹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 14\text{V to } 27\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 15\text{V to } 30\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³⁰⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽³⁰⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$	–	60.0	–	dB	
V_{DROPP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽³⁰⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	18.0	–	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽³⁰⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note:

29. 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 is used.

30. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7815A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	14.75	15.0	15.3	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 17.7\text{V to } 30\text{V}$	14.4	15.0	15.6		
Regline	Line Regulation ⁽³¹⁾	$V_I = 17.4\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	10.0	150	mV	
		$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	5.0	150		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	11.0		150
			$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	3.0		75.0
Regload	Load Regulation ⁽³¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽³²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 18.5\text{V to } 28.5\text{V}$	–	58.0	–	dB	
V_{DROPO}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽³²⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	19.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽³²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

31. 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 is used.

32. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7818A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	17.64	18.0	18.36	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	17.3	18.0	18.7		
Regline	Line Regulation ⁽³³⁾	$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	15.0	180	mV	
		$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	5.0	180		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 20.6\text{V to } 33\text{V}$	–	15.0		180
			$V_I = 24\text{V to } 30\text{V}$	–	5.0		90.0
Regload	Load Regulation ⁽³³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	15.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	15.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	7.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 33\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 12\text{V to } 33\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³⁴⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽³⁴⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 22\text{V to } 32\text{V}$	–	57.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽³⁴⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	19.0	–	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽³⁴⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

33. 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 is used.

34. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7824A) (Continued)Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	23.5	24.0	24.5	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$	23.0	24.0	25.0		
Regline	Line Regulation ⁽³⁵⁾	$V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	18.0	240	mV	
		$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	6.0	240		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 26.7\text{V to } 38\text{V}$	–	18.0		240
			$V_I = 30\text{V to } 36\text{V}$	–	6.0		120
Regload	Load Regulation ⁽³⁵⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	15.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	15.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	7.0	50.0		
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³⁶⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	-1.5	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽³⁶⁾	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 28\text{V to } 38\text{V}$	–	54.0	–	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽³⁶⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	20.0	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽³⁶⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

35. 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 is used.

36. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Typical Performance Characteristics

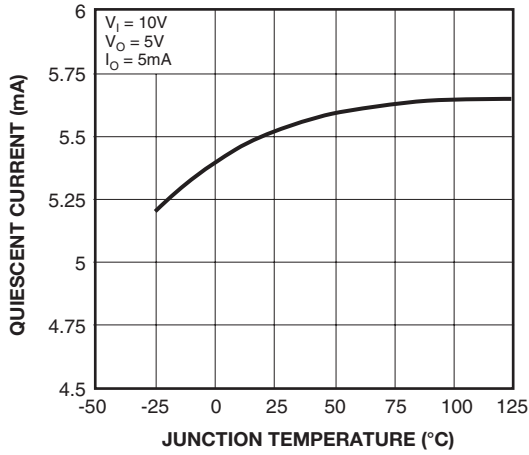


Figure 3. Quiescent Current

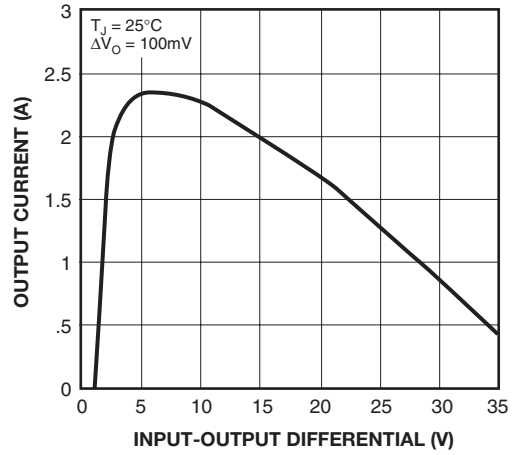


Figure 4. Peak Output Current

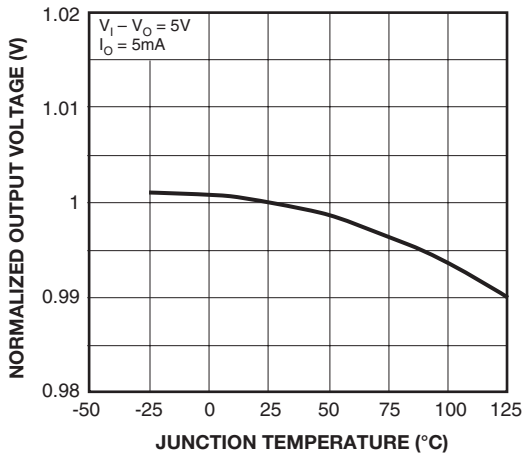


Figure 5. Output Voltage

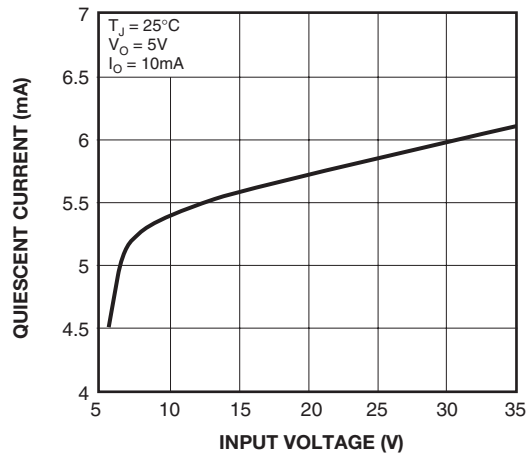


Figure 6. Quiescent Current

Typical Applications

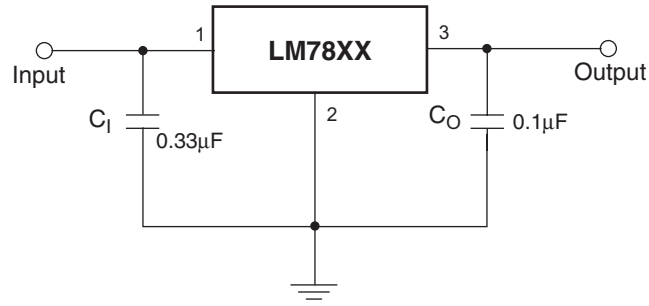


Figure 7. DC Parameters

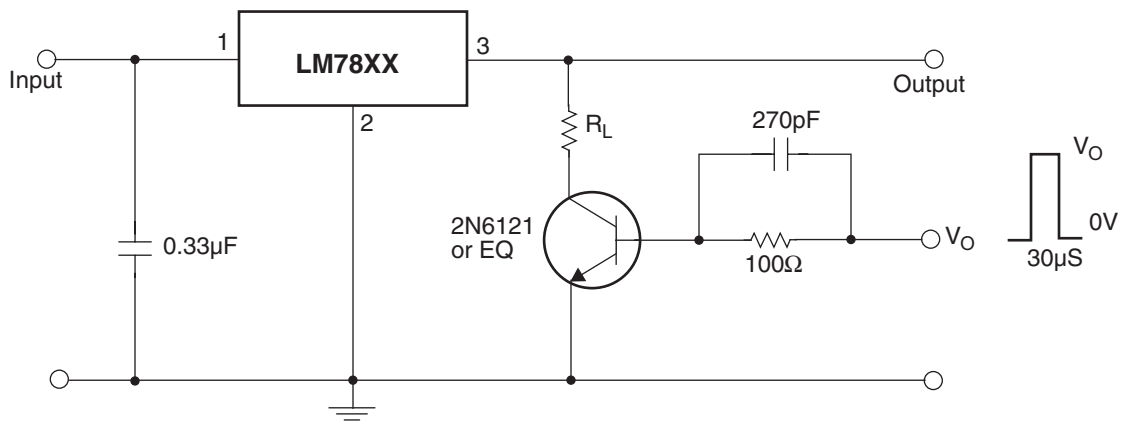


Figure 8. Load Regulation

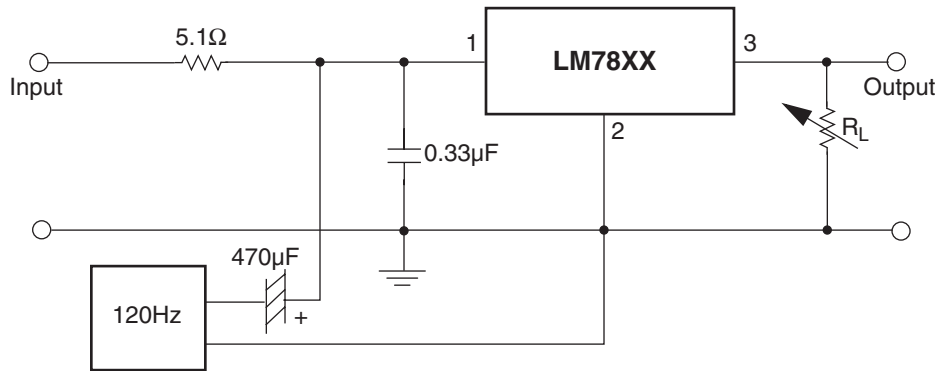


Figure 9. Ripple Rejection

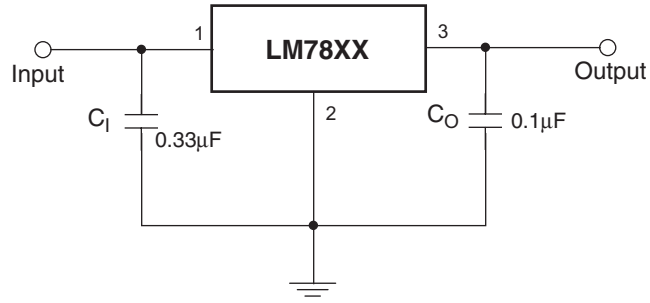
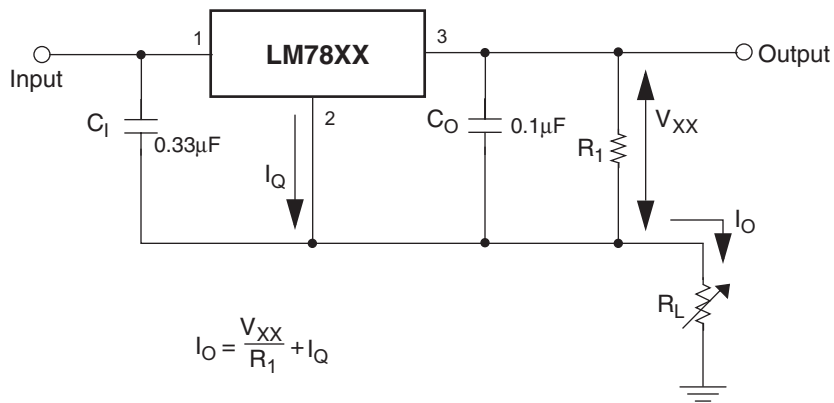


Figure 10. Fixed Output Regulator



Notes:

1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX." A common ground is required between the input and the output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.
2. C₁ is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
3. C₀ improves stability and transient response.

Figure 11.

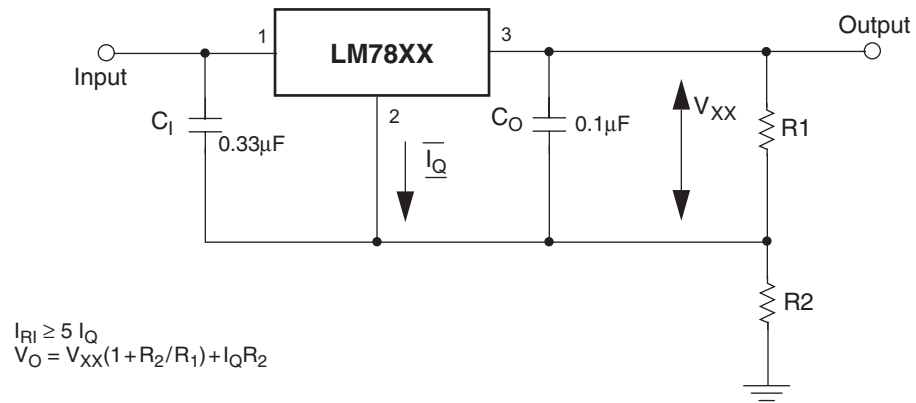


Figure 12. Circuit for Increasing Output Voltage

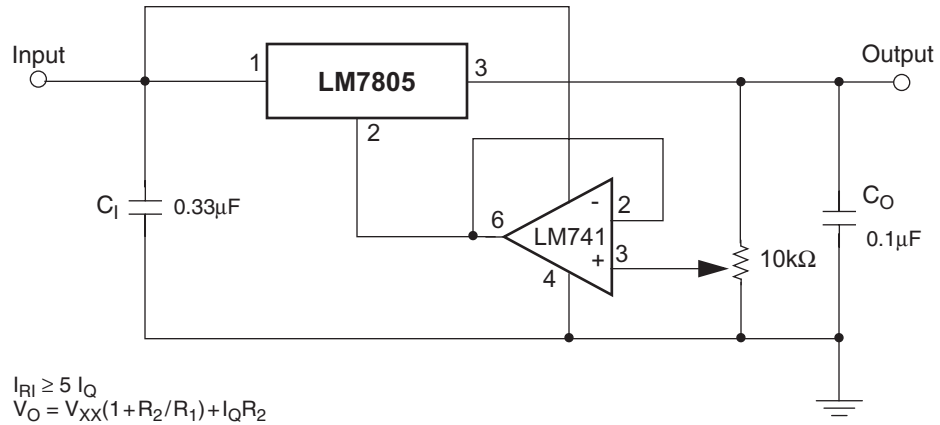


Figure 13. Adjustable Output Regulator (7V to 30V)

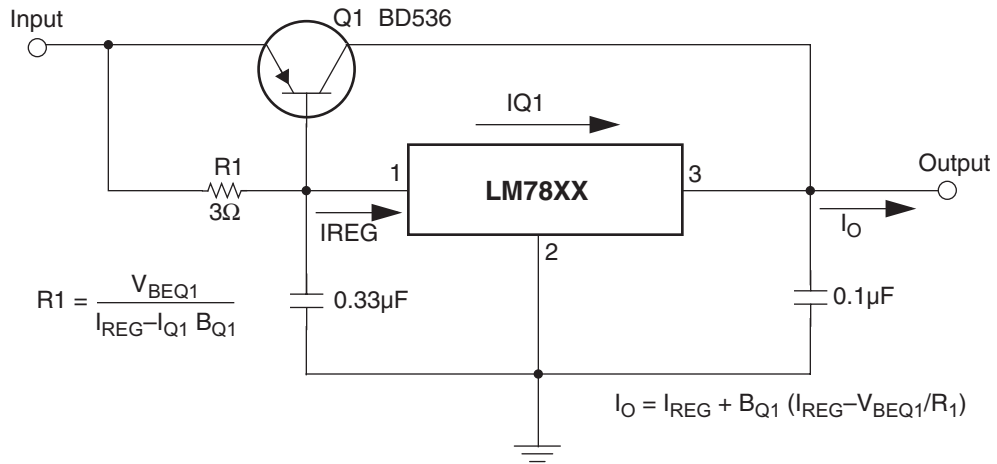


Figure 14. High Current Voltage Regulator

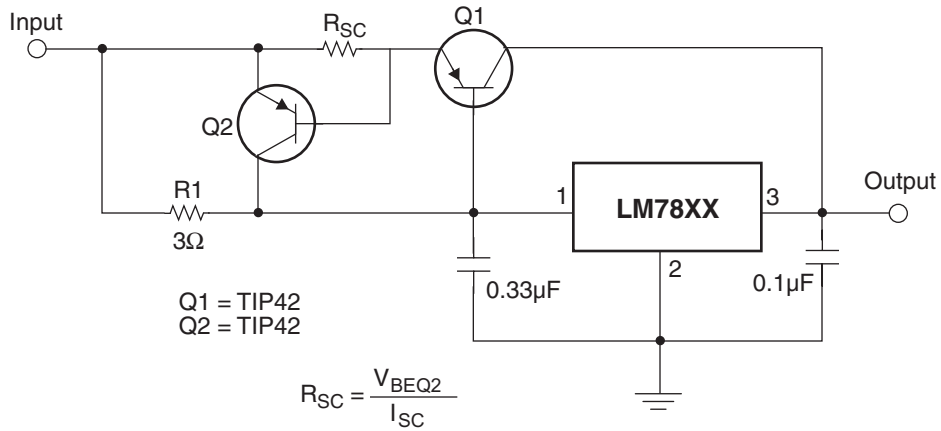


Figure 15. High Output Current with Short Circuit Protection

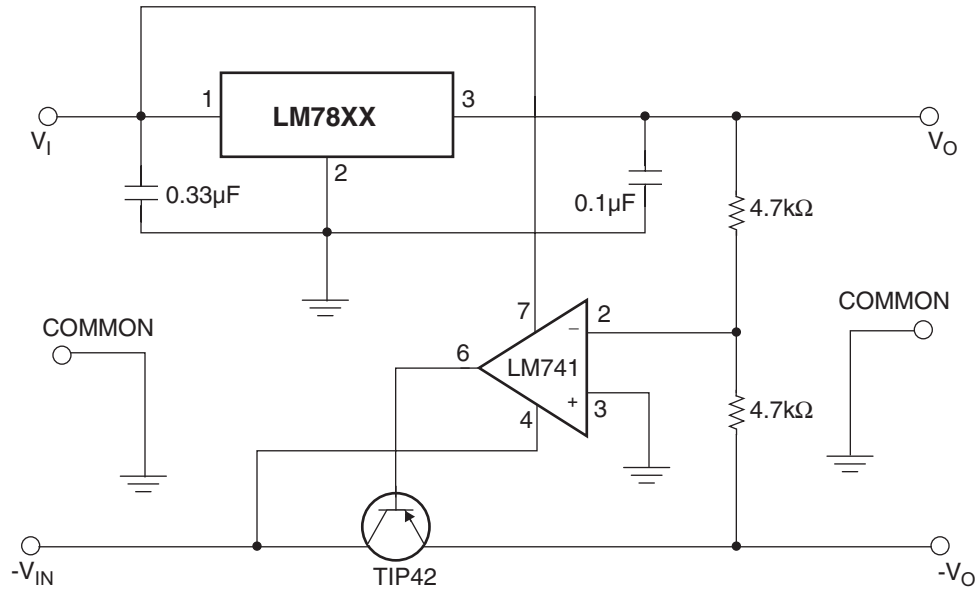


Figure 16. Tracking Voltage Regulator

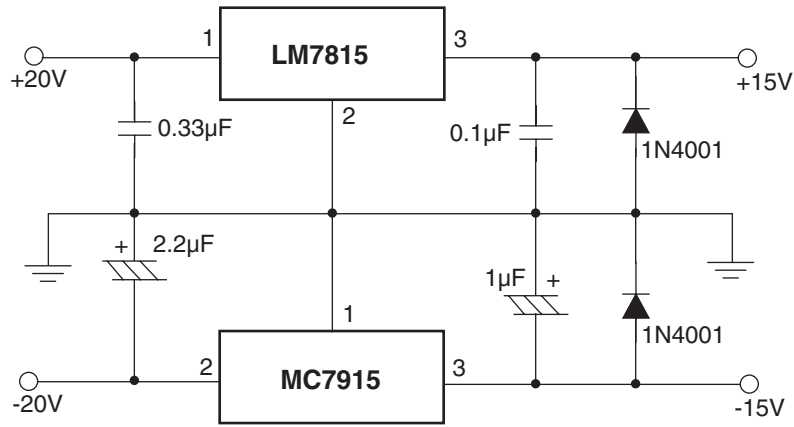


Figure 17. Split Power Supply ($\pm 15V - 1A$)

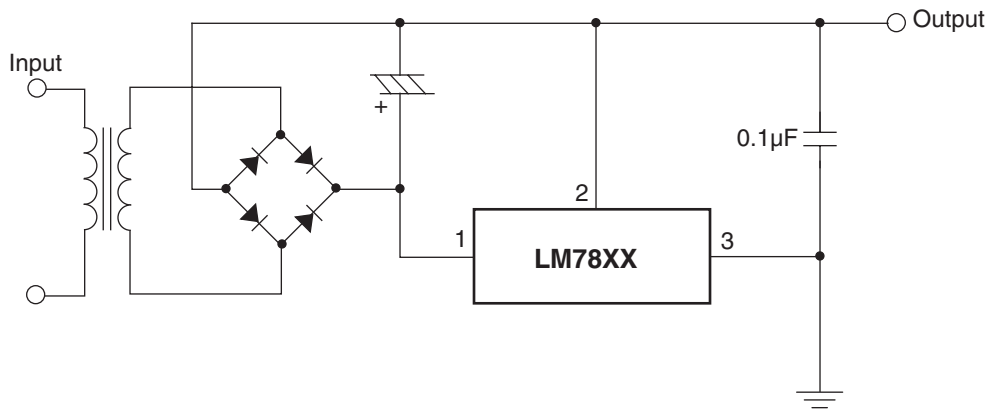


Figure 18. Negative Output Voltage Circuit

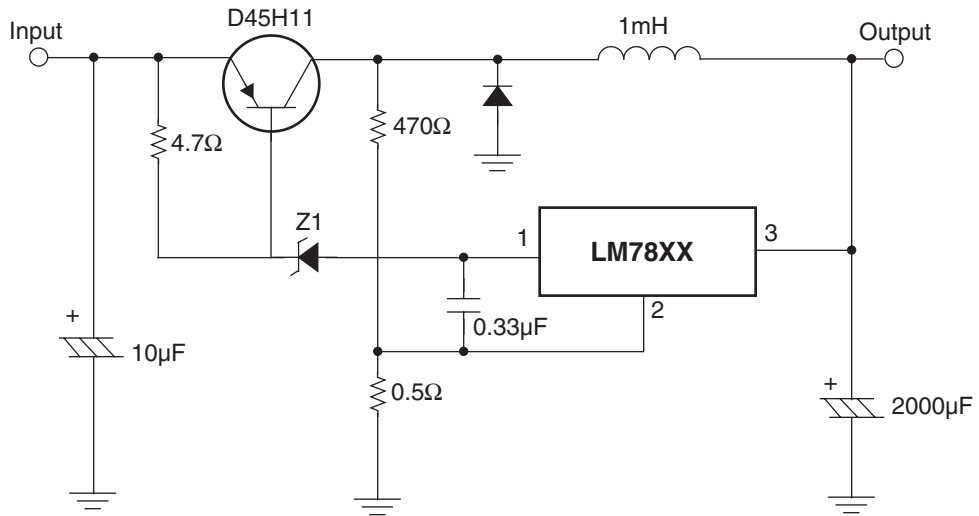
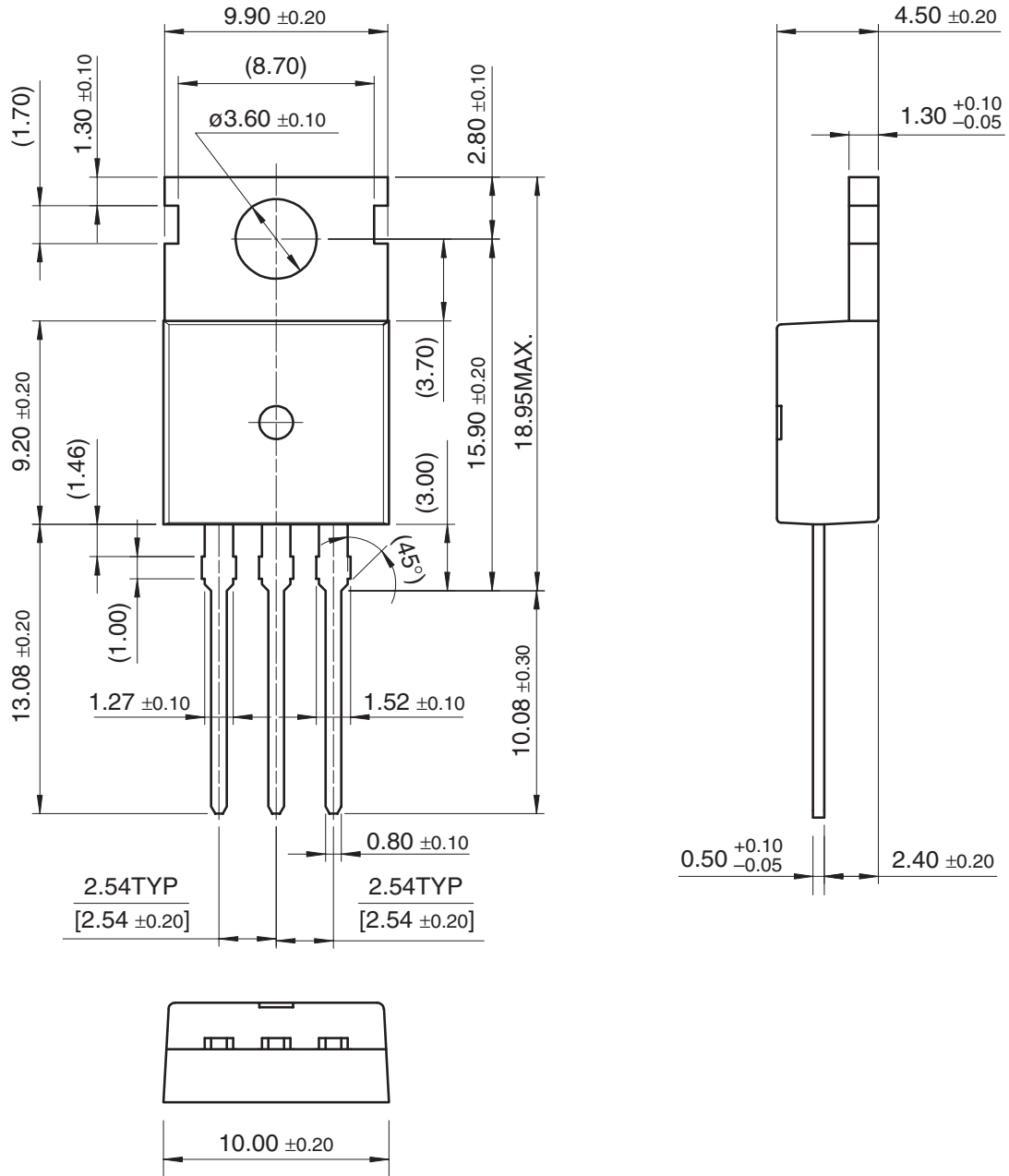


Figure 19. Switching Regulator

Mechanical Dimensions

Dimensions in millimeters

TO-220



TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FAST®	ISOPLANAR™	PowerEdge™	SuperFET™
ActiveArray™	FASTr™	LittleFET™	PowerSaver™	SuperSOT™-3
Bottomless™	FPS™	MICROCOUPLER™	PowerTrench®	SuperSOT™-6
Build it Now™	FRFET™	MicroFET™	QFET®	SuperSOT™-8
CoolFET™	GlobalOptoisolator™	MicroPak™	QS™	SyncFET™
CROSSVOLT™	GTO™	MICROWIRE™	QT Optoelectronics™	TCM™
DOME™	HiSeC™	MSX™	Quiet Series™	TinyLogic®
EcoSPARK™	I ² C™	MSXPro™	RapidConfigure™	TINYOPTO™
E ² C MOS™	i-Lo™	OCX™	RapidConnect™	TruTranslation™
EnSigna™	ImpliedDisconnect™	OCXPro™	μSerDes™	UHC™
FACT™	IntelliMAX™	OPTOLOGIC®	ScalarPump™	UniFET™
FACT Quiet Series™		OPTOPLANAR™	SILENT SWITCHER®	UltraFET®
Across the board. Around the world.™		PACMAN™	SMART START™	VCX™
The Power Franchise®		POP™	SPM™	Wire™
Programmable Active Droop™		Power247™	Stealth™	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD 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, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in 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.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Rev. 119