

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Sección de Electricidad y Electrónica



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DEL
ALIMENTADOR DE UN RADIOTELESCOPIO DE 8 METROS**

Tesis para optar el título de ingeniero electrónico, que presenta el bachiller:

Rodrigo Eduardo Quinteros Chuquin

ASESOR: Jorge Arturo Heraud P., PhD.

Lima, junio de 2018

RESUMEN

El Instituto de Radioastronomía de la Pontificia Universidad Católica del Perú ha implementado un radiotelescopio de ocho metros de diámetro con el fin de hacer investigación en Astrofísica y desarrollar en el Perú un área que no ha tenido en el pasado mayor difusión ni interés. Dicho radiotelescopio, denominado RT-8, posee una superficie reflectora en forma de un paraboloides de revolución para concentrar las ondas de radio que se reflejan desde su superficie en un solo punto llamado foco, el cual debe coincidir con el centro de fase del alimentador.

La presente tesis tiene como objetivo general el diseño de un sistema que permita un ajuste manual, automático o programado del foco y polarización del radiotelescopio, así como la adquisición de la data. Los objetivos específicos son dos, el primero es un movimiento axial del alimentador a lo largo del eje perpendicular a la superficie reflectora con el fin de hacer coincidir el centro de fase del alimentador con el punto focal del paraboloides. El segundo objetivo específico es un movimiento de rotación sobre el propio eje del alimentador, con el fin de conocer la polarización que posea la señal recibida.

Finalmente, estos objetivos terminan en la creación de un software el cual permitirá la adquisición y visualización de datos además del control remoto del sistema desde una computadora.

*Dedicado a mis padres y a mi abuela,
que siempre confiaron en mí
y me apoyaron en todo momento.
¡Gracias por todo!*



GLOSARIO

ADC	Convertidor análogo-digital.
AVcc	Voltaje de alimentación analógico.
CMOS	Semiconductor complementario de óxido metálico.
dB	Decibelio.
DC	Corriente directa.
<i>ENCODER</i>	Codificador de ángulo a digital.
LABView	Software orientado al flujo de datos
mA	Miliamperios
us	Microsegundos.
ns	Nanosegundos.
nF	Nanofaradio.
pF	Picofaradio.
PWM	Modulación por ancho de pulso.
SSI	Interfaz serial síncrona.
TTL	Lógica transistor-transistor.
UART	Transmisión y recepción asíncrona universal.
<i>WATCHDOG</i>	Circuito automático de supervisión

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DEL ALIMENTADOR DE UN RADIOTELESCOPIO	2
1.1 La radioastronomía	2
1.1.1 Introducción a la radioastronomía	2
1.1.2 El radiotelescopio.....	3
1.1.3 Polarización de ondas electromagnéticas	4
1.1.3.1 Polarización Lineal.....	5
1.2 Construcción general de los radiotelescopios.....	5
1.2.1 La superficie reflectora.....	5
1.2.2 El alimentador.....	6
1.2.3 Limitaciones en la construcción de radiotelescopios	7
1.2.3.1 Deformación por estrés	7
1.2.3.2 Deformación por temperatura.....	7
1.2.3.3 Deformación por gravedad	7
1.3 Principales fuerzas que afectan al radiotelescopio	8
1.3.1 Radiotelescopios de elevación fija	8
1.3.2 Radiotelescopios de superficie ajustables.....	8
1.3.3 Radiotelescopios con corrección por homología	8
1.4 Posicionamiento del punto focal	9
1.4.1 Sistema de posicionamiento del radiotelescopio de 20 metros	9
1.4.2 Sistema de posicionamiento del radiotelescopio de 8 metros	9
1.4.2.1 Sistema de posicionamiento en el eje axial	10
1.4.2.2 Sistema de rotación del alimentador.....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Requerimientos generales del sistema	11
2.1.1 Requerimientos en el movimiento axial del alimentador.....	11
2.1.2 Requerimientos en el movimiento de rotación del alimentador.....	11

2.2 Marco Teórico de los sensores de posición.....	12
2.2.1 Sensores de posición angular.....	12
2.2.2 Sensores Absolutos.....	12
2.2.3 Elección del sensor de posición angular a utilizar.....	12
2.3 Marco teórico de los actuadores lineales.....	15
2.3.1 Actuador lineal eléctrico.....	15
2.3.2 Elección de los actuadores a utilizar en cada tipo de movimiento.....	15
CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO Y SOFTWARE DE	
ADQUISICIÓN DE DATOS.....	19
3.1 Objetivos.....	19
3.1.1 Objetivo general.....	19
3.1.2 Objetivos específicos.....	19
3.2 Alcances del sistema.....	19
3.3 Diseño del sistema electrónico.....	20
3.3.1 Requerimientos del sistema electrónico.....	20
3.3.2 Microcontrolador.....	20
3.3.3 Comunicación con la computadora.....	22
3.3.4 Control de los motores.....	25
3.3.4.1 Control por PWM.....	28
3.3.4.2 Circuito de protección para el puente H.....	30
3.3.5 Circuito de vigilancia.....	32
3.3.6 Lectura del potenciómetro del actuador lineal.....	33
3.3.7 Lectura del <i>ENCODER</i>	35
3.3.8 Tiempo de seguimiento del sistema de rotación.....	37
3.3.9 Diseño de la tarjeta de procesamiento.....	38
3.4 Diseño del software de control y adquisición de datos.....	40
3.4.1 Requerimientos del software.....	40
3.4.2 Diseño del panel principal.....	41
3.4.3 Diseño del panel de control axial.....	42

3.4.3.1 Control axial manual 1	42
3.4.3.2 Control axial manual 2	42
3.4.3.3 Control axial automático.....	43
3.4.4 Diseño del panel de control rotacional	44
3.4.4.1 Control rotacional manual	44
3.4.4.2 Control rotacional automático.....	44
3.4.4.3 Control rotacional seguimiento 1	45
3.4.4.4 Control rotacional seguimiento 2	46
3.5 Diseño del sistema mecánico.....	46
CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	51
4.1 Pruebas individuales del sistema	51
4.2 Pruebas del sistema en conjunto.....	56
4.2.1 Pruebas del sistema de movimiento axial	56
4.2.1.1 Prueba del modo automático	58
4.2.2 Pruebas del sistema de movimiento de rotación	59
4.2.2.1 Prueba del modo automático	59
4.2.2.2 Prueba del modo seguimiento 1	61
4.2.2.3 Prueba del modo seguimiento 2.....	62
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS.....	68

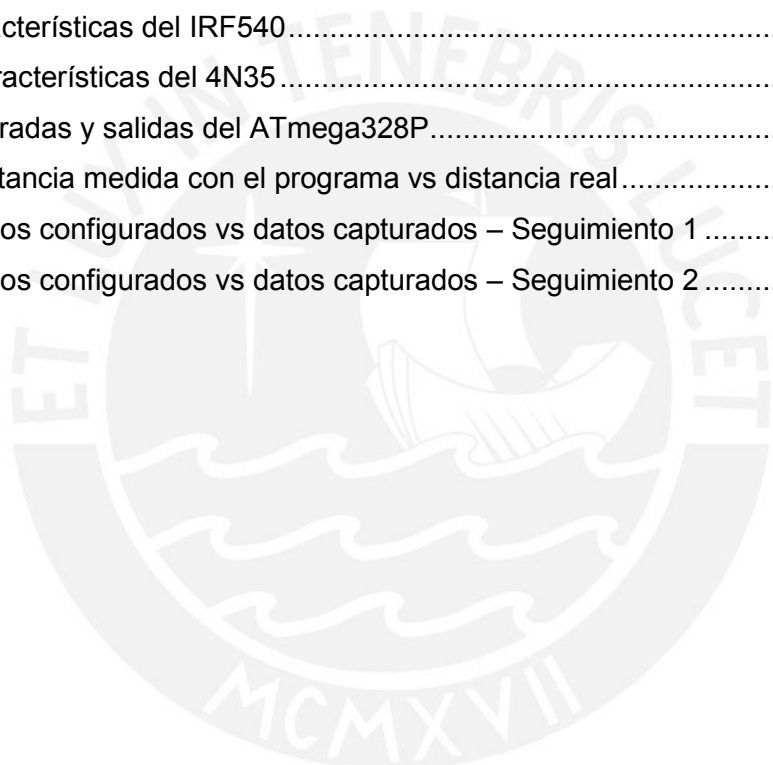
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grote Reber y su antena casera.....	2
Figura 2: El espectro electromagnético.....	3
Figura 3: Partes del radiotelescopio.....	4
Figura 4: Campos oscilantes de una onda electromagnética.....	4
Figura 5: Polarización lineal, el campo eléctrico oscila con una inclinación de α	5
Figura 6: Gráfica de una parábola.....	6
Figura 7: Codificador angular absoluto de 22 bits, Dynapar AD25.....	13
Figura 8: Codificador angular absoluto de 17 bits, AEAT_9000_1GSH1 AVAGO.....	14
Figura 9: Actuador lineal, Electrak 1SP, Thompson.....	15
Figura 10: Actuador lineal, Midwest Motion Products.....	16
Figura 11: Motor DC.....	18
Figura 12: Esquema de control del sistema.....	19
Figura 13: Disposición de pines para el ATmega328P.....	22
Figura 14: Registro UCSR0B.....	22
Figura 15: Registro UCSR0C.....	23
Figura 16: Configuración del MAX-232.....	24
Figura 17: Esquemático del circuito de comunicación serial.....	24
Figura 18: Circuito esquemático del puente H.....	26
Figura 19: (a) Cara frontal del circuito impreso del puente H (b) Cara posterior del circuito impreso del puente H.....	27
Figura 20: Tarjeta del puente H implementada.....	27
Figura 21: Registro TCCR1A.....	28
Figura 22: Registro TCCR1B.....	28
Figura 23: Circuito esquemático de protección.....	30
Figura 24: Diagrama del circuito de seguridad impreso.....	31
Figura 25: Circuito de seguridad implementado.....	32
Figura 26: Configuración del circuito integrado 555.....	32
Figura 27: Circuito esquemático de vigilancia.....	33
Figura 28: Registro ADMUX.....	34
Figura 29: Registro ADCSRA.....	34
Figura 30: Diagrama esquemático del filtro.....	35
Figura 31: Distribución de pines del MAX-485.....	35
Figura 32: Diagrama de tiempo de SSI.....	36
Figura 33: Diagrama esquemático de la comunicación con el codificador absoluto.....	36
Figura 34: Registro TCCR0A.....	37

Figura 35: Registro TCCR0B	38
Figura 36: Diagrama esquemático de la alimentación.....	38
Figura 37: Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de procesamiento	39
Figura 38: Tarjeta de procesamiento implementada	40
Figura 39: Panel de configuración de movimiento.....	41
Figura 40: Panel de configuración general.....	41
Figura 41: Control axial manual	42
Figura 42: Control axial manual 2	43
Figura 43: Control axial automático.....	43
Figura 44: Control rotacional manual	44
Figura 45: Control rotacional automático.....	45
Figura 46: Control rotacional seguimiento.....	45
Figura 47: Control rotacional seguimiento 2.....	46
Figura 48: Soporte actual del alimentador.....	47
Figura 49: Montaje del soporte del alimentador	47
Figura 50: Alimentador.....	48
Figura 51: Diseño del soporte mecánico.....	48
Figura 52: Tren motriz.....	49
Figura 53: Maqueta-Prototipo del sistema de rotación.....	50
Figura 54:(a) Respuesta del movimiento axial (b) Respuesta del movimiento rotacional	51
Figura 55: Panel de configuración general.....	52
Figura 56: (a) Señal PWM para el movimiento rotación - horario (b) Señal PWM para el movimiento rotación - anti horario.....	53
Figura 57: (a) Señal PWM para el movimiento axial de alejamiento (b) Señal PWM para el movimiento axial de acercamiento	54
Figura 58: Desfase de seguridad para el movimiento de rotación.....	54
Figura 59: Señal cuadrada del temporizador 0.....	55
Figura 60: Señal en baja del TIMER555 después de 3 segundos.....	55
Figura 61: Sistema electrónico en conjunto con los motores.....	56
Figura 62: (a) Medición de la distancia real (b) Distancia visualizada en el programa. 57	57
Figura 63: Programa que simula la ganancia respecto a distancia.....	58
Figura 64: Resultados obtenidos del barrido axial de ganancia	59
Figura 65: Programa que simula la ganancia respecto a un ángulo.....	60
Figura 66: Resultados obtenidos del modo automático.....	60
Figura 67: Resultados obtenidos del modo seguimiento 1	61
Figura 68: Resultados obtenidos del modo seguimiento 2	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones del codificador angular Dynapar AD25.....	13
Tabla 2: Especificaciones del codificador angular AEAT_9000_1GSH1 AVAGO.....	14
Tabla 3: Especificaciones del actuador lineal Electrak 1SP	16
Tabla 4: Especificaciones del actuador lineal de Midwest Motion Products	17
Tabla 5: Especificaciones del motor DC.....	18
Tabla 6: Características principales del microcontrolador ATmega328P.....	21
Tabla 7: Parámetros de configuración del UART	22
Tabla 8: Características del IRF9540.....	25
Tabla 9: Características del IRF540.....	25
Tabla 10: Características del 4N35	26
Tabla 11: Entradas y salidas del ATmega328P.....	39
Tabla 12: Distancia medida con el programa vs distancia real.....	57
Tabla 13: Datos configurados vs datos capturados – Seguimiento 1	61
Tabla 14: Datos configurados vs datos capturados – Seguimiento 2	62



INTRODUCCIÓN

La radioastronomía estudia los objetos y fenómenos del espacio en la región de radio del espectro. Dichos estudios experimentales se realizan a través del radiotelescopio, estructura conformada de tres partes fundamentales: la torre de soporte, la superficie reflectora y el alimentador.

El alimentador recibe las ondas de radio y las convierte en señales eléctricas, por lo que la ganancia con la que se recibe una señal está ligada a la posición de este respecto a la superficie reflectora. Por esta razón, en caso se cambie de alimentador será necesario que el nuevo sea colocado en una correcta posición, la cual dependerá de la frecuencia a la que éste trabaje.

En este marco, el objetivo principal de esta tesis es el diseño de un sistema que permita un ajuste manual, automático o programado del foco y polarización del radiotelescopio de 8 metros construido en el INRAS por medio de dos movimientos principales. El primero, un movimiento axial del alimentador a lo largo del eje perpendicular de la superficie reflectora con el fin de hacer coincidir el centro de fase del alimentador con el punto focal del paraboloide. El segundo es un movimiento de rotación sobre el eje del alimentador, con el fin de conocer la polarización de la señal recibida.

CAPÍTULO 1:

ESTADO DEL ARTE DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DEL ALIMENTADOR DE UN RADIOTELESCOPIO

1.1 La radioastronomía

1.1.1 Introducción a la radioastronomía

En 1931, Karl G. Jansky, un ingeniero de radio norteamericano de los laboratorios Bell en Holmdel, New Jersey, estudiaba las interferencias que sufrían las ondas de radio debido a los rayos durante las tormentas eléctricas con el fin de mejorar las comunicaciones transoceánicas. Dichos estudios detectaron una fuente de ruido de origen desconocido que se repetía cada 23 horas y 56 minutos. Debido a que él no era un astrónomo de profesión, tardó en darse cuenta que lo que había detectado era una fuente de ondas de radio proveniente del centro de la galaxia, realizando así la primera observación de una fuente de radio extraterrestre y sentando las bases para una nueva ciencia que después se llamaría radioastronomía. A pesar que dicho descubrimiento fue de vital importancia, éste pasó desapercibido durante la época y no es hasta 1937 que otro científico de radio llamado Grote Reber, basado en las investigaciones de Jansky, construyó en el patio trasero de su casa en Illinois una antena utilizando un reflector paraboloide de revolución, lo que en la actualidad se conoce como un tipo de radiotelescopio [1].



Figura 1: Grote Reber y su antena casera. [1]

No es hasta después de la segunda guerra mundial que la radioastronomía empieza a crecer a pasos agigantados, brindando a los astrónomos ventajas que no encontraban en la astronomía óptica [1].

El estudio del universo por medio del espectro electromagnético de radio no requiere un cielo despejado para obtener resultados favorables, con longitudes de onda entre 1 cm y 6 m no se tendrá problema en realizar observaciones. Esta ventaja permitió a los astrónomos no solo entender mejor a estrellas como el Sol sino también descubrir nuevos objetos estelares como púlsares o quásares que datan de una época temprana y violenta del universo [2].

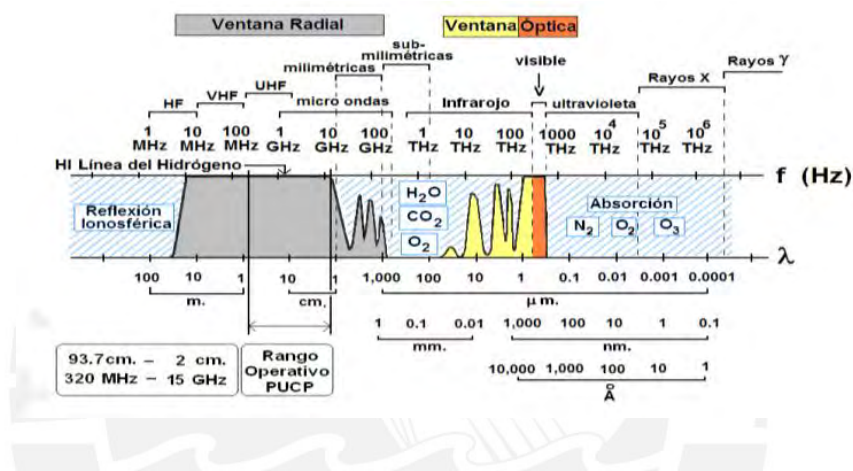


Figura 2: El espectro electromagnético. [5]

1.1.2 El radiotelescopio

Es la herramienta usada para captar las ondas de radio provenientes del espacio. Existen diferentes configuraciones de radiotelescopios dependiendo de la geometría que posean, por lo tanto, es difícil afirmar que una configuración sea la más utilizada [1]. La antena de ocho metros construida en el Instituto de Radioastronomía posee una superficie con forma de paraboloides de revolución, por lo que se tomará esta geometría para futuras explicaciones.

El radiotelescopio cuenta con tres partes fundamentales en su estructura, la torre de soporte, el reflector parabólico y el alimentador. La torre de soporte sostiene la estructura en su totalidad, además de poseer controles de elevación y azimut para el posicionamiento y direccionamiento del radiotelescopio. El reflector parabólico está montado sobre la torre de soporte y refleja las ondas de radio que llegan a su

superficie hacia el alimentador, el cual recibe dichas ondas y las convierte en señales eléctricas para su posterior procesamiento en receptores especiales.

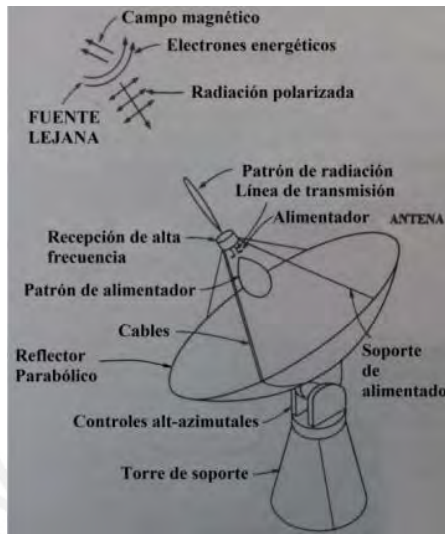


Figura 3: Partes del radiotelescopio. [1]

La resolución de un radiotelescopio depende del tamaño de la superficie reflectora, por lo que los astrónomos utilizan arreglos de antenas distribuidas de manera especial para que trabajen como si fuera un solo instrumento, esta técnica recibe el nombre de interferometría de radio o síntesis de apertura [1].

1.1.3 Polarización de ondas electromagnéticas

Pese a que el campo eléctrico y el campo magnético son recíprocos y están a 90 grados uno del otro, se ha escogido al campo eléctrico para señalar la polarización en futuras explicaciones.

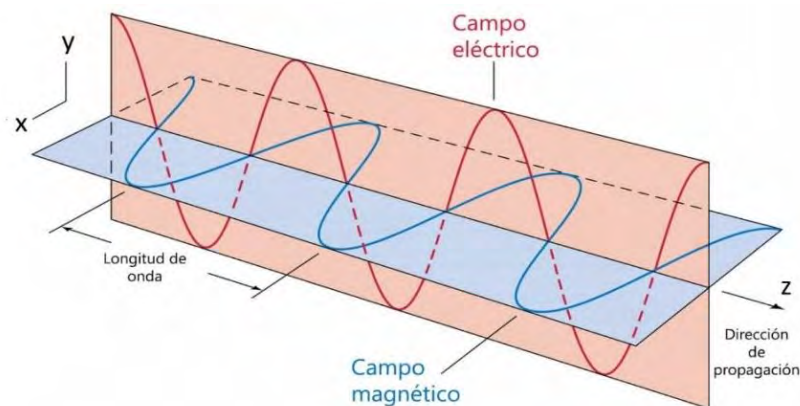


Figura 4: Campos oscilantes de una onda electromagnética. [3]

1.1.3.1 Polarización Lineal

Una onda está polarizada linealmente cuando su campo eléctrico oscila en un mismo plano durante toda su propagación y con un cierto ángulo de inclinación respecto su eje original.

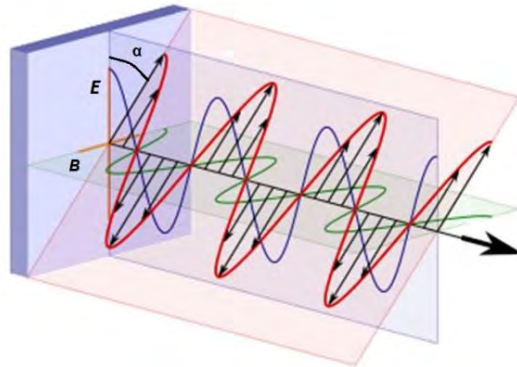


Figura 5: Polarización lineal, el campo eléctrico oscila con una inclinación de α . [3]

El ángulo de inclinación con el cual la onda llega al alimentador proporciona información sobre el medio por donde esta se ha propagado. Por ejemplo, se tendría información sobre el contenido total de electrones libres de la ionósfera pues, al momento de pasar por esta debido a las cargas eléctricas que contiene, la polarización de la onda variará. Adicionalmente, este ángulo de inclinación generará una pérdida máxima de ganancia en la señal de -3 dB dado que la onda recibida no posee el mismo sistema de referencia que el alimentador, mientras menor sea ese ángulo, existirá mayor incidencia de la señal [3].

Además de la polarización lineal también existen otros tipos de polarización como la circular que ocurre cuando el plano donde oscila el campo eléctrico rota a lo largo de su propagación [3].

1.2 Construcción general de los radiotelescopios

1.2.1 La superficie reflectora

Para la explicación de las propiedades que posee una superficie reflectora con forma de paraboloides de revolución se limitará el análisis a dos dimensiones donde el paraboloides pasa a ser una parábola. Se considera el sistema coordenado (x, z) como se observa en la figura 6, la definición de parábola dicta que el lugar de puntos P en

la parábola, donde la suma de las distancias de P a F con la distancia de P a Q, siendo PQ paralelo al eje z, es una constante [9].

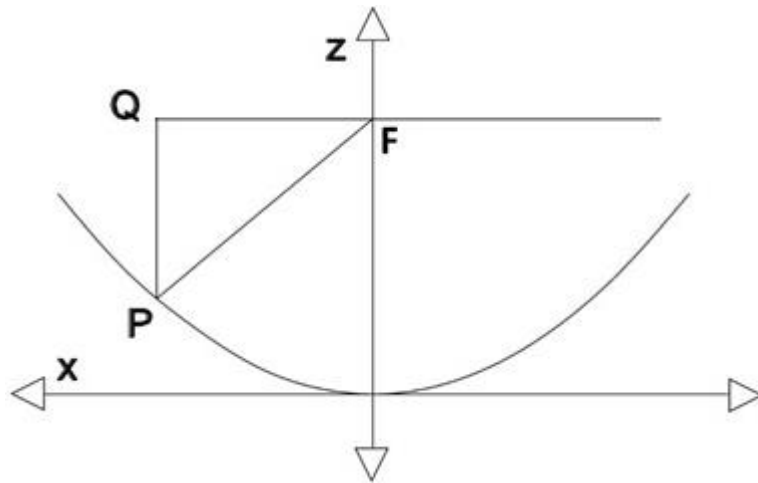


Figura 6: Gráfica de una parábola. Fuente: Elaboración Propia

Lo que resulta de la definición de parábola es la siguiente ecuación:

$$\overline{FP} + \overline{PQ} = \text{constante} = 2 * (\text{distancia focal}) \quad (1.1)$$

Esta geometría permite concentrar las ondas que llegan paralelas al eje de la superficie parabólica en un solo punto teórico llamado punto focal [9].

1.2.2 El alimentador

Es el receptor colocado en el punto focal y recibe las señales que provienen de fuentes externas. En este proceso de recepción de señales existirán pérdidas de energía y atenuación de la señal además de la adición de ruido debido a los componentes resistivos que conforman la antena [8].

Es necesario que el alimentador ilumine únicamente la superficie del reflector de manera que se produzca una adecuada distribución en fase y amplitud de la señal. En la práctica no existe una distribución ideal, pero se busca que sea una distribución uniforme. En caso que se ilumine más allá de la superficie reflectora, se producirá un efecto llamado derrame, el cual además de producir una pérdida de energía en la señal, también generará una indeseada recepción de radiación proveniente del suelo o de fuentes muy intensas en el cielo [8].

Por lo tanto, la correcta colocación del alimentador es de vital importancia, es por esto que se utiliza la relación F/D (donde F es la distancia focal y D es el diámetro de apertura de la antena o también llamado diámetro). Esta relación nos da un rango

de valores que son adecuados para el radiotelescopio, siendo estos valores entre 0.25 y 0.6 [8].

1.2.3 Limitaciones en la construcción de radiotelescopios

Existen tres límites para la construcción de un radiotelescopio y estos límites están ligados a la deformación que sufren por fuerzas de la naturaleza.

1.2.3.1 Deformación por estrés

Los radiotelescopios tienen un límite en el diámetro que el reflector alcanza, esto es debido a que la estructura sufrirá una compresión por su propio peso, a más diámetro, mayor será esta compresión [7]. Se sugiere que el límite de estrés para el diámetro, denominado D_{st} , sea el siguiente

$$D_{st} \leq 600 \text{ m} \quad (1.2)$$

1.2.3.2 Deformación por temperatura

Debido a que los radiotelescopios están expuestos a las condiciones ambientales, estos sufrirán una deformación en su estructura reflectora causada por la temperatura del día. Esta deformación alargará la estructura provocando una pérdida de precisión en la superficie y limitando una mínima longitud de onda medible, denominada λ_{th} , que dependerá del diámetro D en metros que tenga el radiotelescopio, expresado en metros [7].

$$\lambda_{th} \geq 2.4 \text{ cm} \cdot \frac{D}{100 \text{ m}} \quad (1.3)$$

1.2.3.3 Deformación por gravedad

Surge debido al peso de la estructura cuando el radiotelescopio está inclinado desde el cenit al horizonte. La gravedad provoca una deflexión que restringirá una longitud de onda mínima, denominado λ_{gr} , similar al caso de la deformación térmica. Esta longitud mínima dependerá del diámetro D en metros que tenga el radiotelescopio expresado en metros, pero además aumentará con el cuadrado de este [7].

$$\lambda_{gr} \geq 8 \text{ cm} \cdot \left(\frac{D}{100 \text{ m}}\right)^2 \quad (1.4)$$

1.3 Principales fuerzas que afectan al radiotelescopio

Existen tres fuerzas principales que afectan las dimensiones de la estructura del radiotelescopio: la gravedad, el viento y la temperatura. Cada una de las fuerzas tiene su propio impacto en el radiotelescopio, siendo la fuerza de gravedad la de mayor influencia, por esta razón, en este caso se puede despreciar el efecto de las demás [10].

Dicha deformación ocasiona que la superficie reflectora deje de ser un paraboloide, perdiendo así la ubicación del punto focal. Por este motivo es necesaria una adecuada estructura en el momento de la construcción del radiotelescopio de manera que se pueda reducir al máximo el impacto de la deformación en la superficie reflectora [10].

Para contrarrestar estos efectos, existen diferentes tipos de radiotelescopios, cada uno con sus propias ventajas, siendo los más importantes los siguientes.

1.3.1 Radiotelescopios de elevación fija

El mejor ejemplo de este tipo de radiotelescopio es el de Arecibo en Puerto Rico, cuyo diámetro es de 305 metros y fue construido dentro de una depresión. Debido al gran tamaño de su estructura, la deformación por efecto de la gravedad sería inmensa, por ende, para minimizar dichos efectos se optó por tener fija la superficie reflectora. Además este radiotelescopio posee un alimentador colocado en su punto focal que varía de posición según la observación a realizar [7].

1.3.2 Radiotelescopios de superficie ajustables

Para disminuir la deformación por gravedad y por ende la pérdida del punto focal, se construyen radiotelescopios con motores en cada uno de los paneles que conforman su superficie reflectora. De esta manera, cuando se hacen mediciones con una cierta elevación, cada uno de los paneles reflectores se gradúan de manera que se corrija la posible deformación y la estructura continúe siendo un paraboloide, sin que el punto focal se vea afectado [7].

1.3.3 Radiotelescopios con corrección por homología

Estos radiotelescopios tienen una superficie reflectora que cumplen con el principio de homología, el cual dicta que, cuando el radiotelescopio se posiciona con una cierta elevación y la superficie reflectora se ve deformada por acción de la gravedad, esta

se deformará en otra parábola, lo que produce un espejo óptimo para cualquier ángulo de inclinación siempre que se corrija a la posición del foco [7].

Entre los diferentes tipos de radiotelescopios presentados, aquel que posee una superficie que cumple el principio de homología tiene una ventaja frente a los demás, en aspectos de costos y movilidad [7].

1.4 Posicionamiento del punto focal

Aunque una superficie reflectora que cumpla con el principio de homología no afecte las propiedades del punto focal, la posición de este variará, por lo que será necesario de un sistema que permita el posicionamiento del alimentador en el nuevo punto focal con el fin de corregir las deformaciones y obtener la máxima ganancia al momento de la recepción de una señal.

1.4.1 Sistema de posicionamiento del radiotelescopio de 20 metros

El instituto de radioastronomía planea la construcción de un radiotelescopio de veinte metros de diámetro o llamado RT-20 cuya superficie reflectora se diseñó bajo el principio de homología. Es por esto que se llevó a cabo una profunda investigación sobre el sistema de posicionamiento que se deberá implementar en la RT-20 para la corrección de la posición del punto focal al momento de la deformación [10].

En un principio, se consideró que el sistema debería poseer seis grados de libertad en los tres ejes del sistema de coordenadas. Sin embargo, después de realizar simulaciones en la estructura por medio de programas especializados, se observó que las deformaciones en algunos grados de libertad eran despreciables a comparación de otros. Por lo que el sistema se redujo de seis grados de libertad a solo dos. Adicionalmente, se añadió un grado de libertad para la rotación del alimentador, con el fin de medir la polarización, por lo que el sistema tuvo en total 3 grados de libertad, traslación en el eje axial a la superficie reflectora, en el eje lateral y una rotación en el eje axial. [10].

1.4.2 Sistema de posicionamiento del radiotelescopio de 8 metros

El radiotelescopio de 8 metros no cuenta con un reflector diseñado bajo el principio de homología por lo tanto, el sistema a diseñar en esta tesis no corregirá la deformación por gravedad previamente descrita. Sin embargo, permitirá el posicionamiento del alimentador con el fin de hacer coincidir el centro de fase de este

con el punto focal de la superficie reflectora. Cabe mencionar que dicho ajuste se realizará una única vez con el alimentador a utilizar.

1.4.2.1 Sistema de posicionamiento en el eje axial

Se contará únicamente con el posicionamiento del alimentador en el eje axial a la superficie reflectora debido a la limitación por peso que tiene el radiotelescopio. Se debe asegurar que el peso añadido por el sistema a diseñar sea menor a 10 kg en el soporte y alimentador, de lo contrario, se añadirá una deformación a la superficie reflectora. Es por esta razón que se asumirá que la posición real del foco se encuentra en algún punto del eje axial teniendo así un único ajuste de profundidad.

1.4.2.2 Sistema de rotación del alimentador

El sistema contará también con un movimiento de rotación en el eje del alimentador. Esto permitirá conocer el ángulo de polarización con el cual la señal es recibida por el alimentador. Por medio de un sistema de control, el alimentador rotará buscando dicho ángulo y además continuamente estará evaluando si la polarización cambia. Se tendrá conocimiento acerca del cambio de polarización debido a que existirá una pérdida de ganancia en la recepción. El fin de este sistema es únicamente de medición, el de tener conocimiento de cómo la polarización de la señal recibida cambia a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO 2:

MARCO TEÓRICO

2.1 Requerimientos generales del sistema

2.1.1 Requerimientos en el movimiento axial del alimentador

La distancia que se moverá el alimentador en el eje axial depende de la frecuencia a la que trabaje este. El INRAS posee dos alimentadores de frecuencias distintas, uno que trabaja a 1420.4057 MHz y otro a 4.4296 GHz. Para el análisis se debe tener presente el caso que exija mayor distancia de movimiento; para esto, se toma la menor frecuencia. Por medio de la siguiente ecuación

$$\lambda * f = c \quad (2.1)$$

Siendo f la frecuencia de trabajo del alimentador, c la velocidad de la luz y λ la longitud de onda, reemplazando la frecuencia de 1420.4057 MHz y la velocidad de la luz se obtiene un λ igual a 21.1 centímetros; sin embargo, el sistema trabajará a un cuarto de longitud de onda, por lo que para hacer una corrección de fase de 90° el alimentador se moverá como máximo la distancia de 5.28 centímetros. Debido a que el movimiento del alimentador se llevará a cabo en un solo eje, un actuador lineal será ideal para el diseño.

Como resolución en el movimiento, debe ser una distancia pequeña para tener mayor precisión en longitud de onda, sin embargo la matemática no brinda un valor exacto por lo que tomando en cuenta posibles limitaciones de control del actuador, se escogió una resolución de 0.5 cm.

2.1.2 Requerimientos en el movimiento de rotación del alimentador

Para el caso del movimiento de rotación, es necesaria una tecnología que pueda hacer rotar el alimentador sobre su propio eje y otra que pueda dar el valor del ángulo que ha barrido el alimentador en el momento de la rotación. Un codificador absoluto será suficiente para tener conocimiento del ángulo de giro del alimentador mientras que un motor de corriente continua se encargará del giro del alimentador.

No será necesario que el alimentador barra un ángulo de 360 grados, debido a que si el ángulo de polarización de la señal recibida es de 90 grados, el campo eléctrico estará oscilando en el eje del campo magnético y viceversa, obteniéndose la máxima

ganancia posible. Es por esto que el ángulo máximo que el alimentador barrerá será de 90 grados sexagesimales.

Como resolución angular, se espera 5 grados sexagesimales teniendo en cuenta posibles limitaciones mecánicas y de control.

2.2 Marco Teórico de los sensores de posición

2.2.1 Sensores de posición angular

El sensor angular o *ENCODER* es un codificador de posición que obtiene el ángulo del objeto que se está midiendo, respecto a una referencia inicial dada [4]. Estos sensores se utilizan en mecanismos donde hay ejes o partes que presentan movimientos circulares o de rotación sobre una superficie que se mantiene fija. Los sensores de posición angular se dividen en 2 tipos, los incrementales y los absolutos.

2.2.2 Sensores Absolutos

Los sensores angulares absolutos asignan a cada posición angular del objeto a medir, un valor único e inequívoco. A través de pistas con patrones determinados, se logra que todas las posibles posiciones del sistema correspondan a un código establecido. La tecnología involucrada en esta detección es muy variada, siendo los más usados los codificadores de posición angular ópticos y magnéticos [4].

Una característica importante de los sensores de posición angular absolutos es la resolución que poseen estos. Como el sensor absoluto posee un código único para una determinada posición del sistema en un rango de 360 grados, si se desea tener una mayor cantidad de posiciones registradas se necesitará una mayor combinación de números posibles; a esta limitación de combinaciones se le llama resolución [11].

Para los codificadores, la resolución se mide en bits, el cual es la unidad mínima que permite codificar el disco. A los bits se le asigna la letra n y la cantidad de posiciones que permite se determina por medio de 2^n , por ejemplo, para un codificador de 12 bits, se tendrá 4096 posiciones detectables distintas y una mínima variación angular detectable de 0.087 grados [11].

2.2.3 Elección del sensor de posición angular a utilizar

A continuación, se presenta una muestra de los sensores de posición angular los cuales el INRAS posee y están a disposición del diseño del sistema de posicionamiento del alimentador. Estos codificadores se encuentran en el mercado internacional y son desarrollados por los fabricantes más importantes de ese rubro;

también se presenta un cuadro de cada sensor con sus principales características a fin de tener una mejor referencia de lo que se usará para el diseño.



Figura 7: Codificador angular absoluto de 22 bits, Dynapar AD25 [12]

Fuente: Catálogo de productos Dynapar 2010 [12]

Tabla 1: Especificaciones del codificador angular Dynapar AD25

Fabricante	Dynapar
Modelo	AD25 - Codificador angular absoluto
Resolución:	22 bit
Voltaje de entrada DC:	5 V
Rangos de temperatura de operación:	-15°C to +120°C
Características Principales	Detección óptica de posición, resistente a choque hasta 100g, resistente a vibración hasta 10g
Dimensiones:	Eje: 10 mm de diámetro Sensor: 58 mm de diámetro
Precio	\$513

Fuente: Catálogo de productos Dynapar 2010 [12]



Figura 8: Codificador angular absoluto de 17 bits, AEAT_9000_1GSH1 AVAGO [13]

Fuente: Hoja técnica del AEAT_9000_1GSH1 AVAGO [13]

Tabla 2: Especificaciones del codificador angular AEAT_9000_1GSH1 AVAGO

Fabricante	AVAGO
Modelo	AEAT_9000_1GSH1 Codificador angular absoluto
Resolución:	17 bit
Voltaje de entrada DC:	5 V
Rangos de temperatura de operación:	-40°C to +115°C
Características Principales	Detección óptica de posición
Dimensiones:	46 mm de largo 24.9 mm de ancho 17.45 mm de alto
Precio	\$168

Fuente: Hoja técnica del *ENCODER* [13]

El número de bits necesarios en el sensor dependerá de la resolución requerida por el sistema. Como se desea una resolución de 5 grados, es necesario un codificador de 7 bits a más. Con el de 22 bits se tendrá una resolución de 0.085 micro grados,

mientras que el de 17 bits tendrá una resolución de 2.74 micro grados. Ambos codificadores poseen una alta resolución y cumplen con los requerimientos, sin embargo, el codificador de 17 bits no posee un sistema mecánico que permita su uso inmediato, por lo que se optará por el uso del codificador de 22 bits.

2.3 Marco teórico de los actuadores lineales

2.3.1 Actuador lineal eléctrico

Un actuador lineal eléctrico es un dispositivo capaz de convertir el movimiento de rotación de un motor en movimiento lineal, es decir, los movimientos de empuje y halado, cabe resaltar que el motor que se utiliza en estos actuadores es uno de corriente continua y de baja tensión [6].

La ventaja de los actuadores eléctricos frente a los hidráulicos y neumáticos es que son más económicos. Además de tener una transmisión de energía más simple y eficiente, también son de fácil uso y automatización; no se requiere cambiar partes por lo que su mantenimiento es poco frecuente [6].

2.3.2 Elección de los actuadores a utilizar en cada tipo de movimiento

De igual manera, se presenta los actuadores lineales que se encuentran en el mercado internacional, los cuales son desarrollados por los fabricantes más importantes de ese rubro; también se presenta un cuadro de cada actuador con sus principales características a fin de tener una mejor referencia de lo que se usará para el diseño.



Figura 9: Actuador lineal, Electrak 1SP, Thompson [14]

Fuente: Catálogo de Thompson: Linear Motion 2013 [14]

Tabla 3: Especificaciones del actuador lineal Electrak 1SP

Fabricante	THOMPSON
Modelo	S12-09A4-04
Máxima carga	Hasta 11,3 kg
Voltaje de entrada DC:	12 V
Rangos de temperatura de operación:	-26°C to +65°C
Características Principales	Actuador Lineal de voltaje continuo, longitud de 25.4 cm, con potenciómetro Alcance máximo de 11.43 cm
Precio	245\$

Fuente: Catálogo de productos Thompson 2013 [14]



Figura 10: Actuador lineal, Midwest Motion Products [15]

Fuente: Página en línea de Midwest Motion Products [15]

Tabla 4: Especificaciones del actuador lineal de Midwest Motion Products

Fabricante	Midwest Motion Products
Modelo	LA3-12V-5-A-100-P
Máxima carga	Hasta 15,42 kg
Voltaje de entrada DC:	12 V
Rangos de temperatura de operación:	-26°C to +65°C
Características Principales	Actuador Lineal de voltaje continuo, 24.6 cm de longitud, con potenciómetro Alcance máximo de 10 cm
Precio	232\$

Fuente: Página en línea de Midwest Motion Products [15]

Para la elección del actuador lineal en el movimiento axial, adicionalmente al requerimiento de poseer un rango mayor a 5.28 cm, es necesario que sea lo más liviano posible y pueda mover el peso del alimentador y su soporte, los cuales juntos tienen un peso de 3.5 kg.

Se escogió que el actuador trabaje a 12 voltios debido a que no se necesita una mayor potencia para mover el peso requerido. Así como el rango de trabajo elegido fue de 4 pulgadas o aproximadamente 10 cm pues cumple con el requerimiento de ser mayor a 5.28 cm proporcionando una distancia extra de 4 cm.

Ambos actuadores lineales presentados cumplen con los requerimientos de trabajar a 12 voltios, ser livianos pues están fabricados de aluminio con un peso un poco mayor a medio kilogramo y de tener un rango de acción de 10 cm o cercano a este. Sin embargo se eligió el actuador de Midwest Motion Products debido a que tiene un menor precio y es capaz de mover un mayor peso que el actuador de la empresa Thompson, además de contar con un potenciómetro interno para conocer la distancia recorrida por el vástago.

Para el movimiento de rotación, el actuador escogido fue un motor de corriente continua o DC. El Instituto de Radioastronomía posee motores DC los cuales estaban a disposición de esta tesis por lo que se optó por el motor más liviano debido a la limitación de peso del sistema. Cabe mencionar que no se hizo un marco teórico de los motores eléctricos debido a que es una tecnología muy extendida. A continuación se presenta el motor DC escogido para el sistema.



Figura 11: Motor DC

Tabla 5: Especificaciones del motor DC

Fabricante	MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL
Modelo	GMN6MP026A
Máxima carga	Hasta 12 kg
Voltaje de entrada DC:	22 V
RPM	110
Características Principales	Motor de voltaje continuo y peso de 580 gramos
Precio	30\$

Fuente: Hoja de datos del motor

CAPÍTULO 3:

DISEÑO DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO Y SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

- El diseño de un sistema que permita un ajuste manual, automático o programado del foco y polarización del radiotelescopio, así como la adquisición de la data.

3.1.2 Objetivos específicos

- Un movimiento axial del alimentador a lo largo del eje perpendicular a la superficie reflectora con el fin de hacer coincidir el centro de fase del alimentador con el punto focal del paraboloide.
- Proveer un movimiento de rotación sobre el propio eje del alimentador, con el fin de conocer la polarización que posea la señal recibida.

3.2 Alcances del sistema

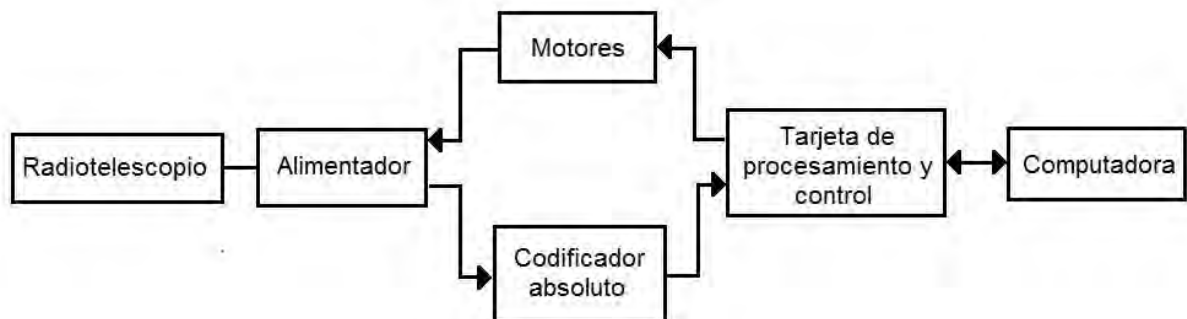


Figura 12: Esquema de control del sistema. Fuente: Elaboración propia

El sistema de posicionamiento cuenta con un sistema electrónico constituido principalmente por una tarjeta de procesamiento y control, la cual maneja los motores que realizan los movimientos requeridos. Así mismo, se cuenta con sensores que indican el ángulo de rotación y la posición en el eje axial del alimentador. Adicionalmente, el sistema electrónico puede ser controlado desde una computadora por medio de un programa diseñado para la comunicación, control y visualización de datos.

Esta tesis abarca el diseño e implementación de la tarjeta de procesamiento y otras tarjetas necesarias para el control de los motores, así como la elaboración del programa. También abarca el diseño de un nuevo soporte mecánico que permita los movimientos requeridos del alimentador.

3.3 Diseño del sistema electrónico

3.3.1 Requerimientos del sistema electrónico

El sistema electrónico debe comunicarse con una computadora, de manera que por medio del programa diseñado se tenga control sobre este. Además, debe controlar el sentido de giro del motor del actuador lineal para el sistema de posicionamiento axial y del motor DC para el sistema de rotación. También debe conocer la distancia que el actuador lineal ha movido al alimentador y el ángulo que el motor DC lo ha rotado.

3.3.2 Microcontrolador

Se escogió al ATmega328P como microcontrolador a utilizar debido a la facilidad de programación y bajo costo que tiene, así como su uso extendido en el Instituto de Radioastronomía. El número de entradas disponibles en el microcontrolador fue el suficiente para la aplicación, así como sus periféricos los necesarios. A continuación, se muestran las características principales del microcontrolador en la tabla 6.

Tabla 6: Características principales del microcontrolador ATmega328P

Tensión de alimentación:	4.5 – 5.5 V
N° de líneas de entrada/salida:	23
N° de instrucciones:	130
N° de registros de propósito general:	32
N° de contadores/temporizadores:	3
Resolución del convertor ADC:	10 bits
Frecuencia máxima de reloj:	16 MHz
Comunicación Serial:	<i>UART</i>

Fuente: Hoja de datos del microprocesador

Para propósitos de esta tesis, se utilizará un *UART*, los tres temporizadores, el ADC y 17 pines entre entradas y salidas.

La figura 13 presenta la disposición de pines que posee el ATmega328P. La mención de cada pin utilizado, así como la configuración de cada periférico será detallada posteriormente.

El ATmega328P cuenta con un oscilador interno que trabaja a una frecuencia de 8 MHz, sin embargo, se utiliza un oscilador externo de 16 MHz debido a que se necesita una velocidad de respuesta alta por parte del microcontrolador. Dicha frecuencia se obtiene a partir de un cristal de cuarzo que se coloca en los pines PB6 y PB7 con sus respectivos capacitores de 22 pF colocados a tierra, como se observará más adelante en el circuito esquemático general.

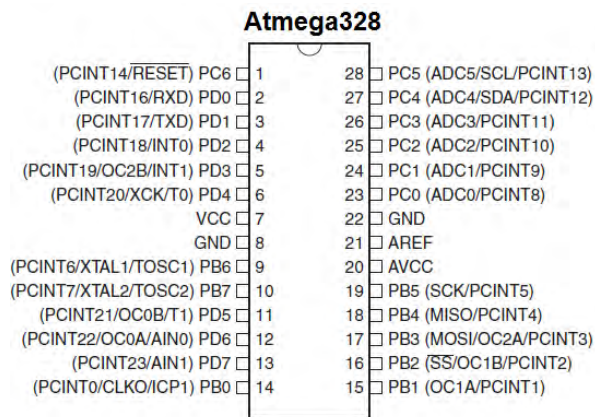


Figura 13: Disposición de pines para el ATmega328P. Fuente: Hoja técnica

3.3.3 Comunicación con la computadora

Para la comunicación del microcontrolador con la computadora se utiliza comunicación serial configurando el UART de la siguiente manera

Tabla 7: Parámetros de configuración del UART

Baudios	9600
Bits de datos	8
Bits de parada	1
Paridad	No

Se modificaron los siguientes registros ilustrados en las figuras 14 y 15.

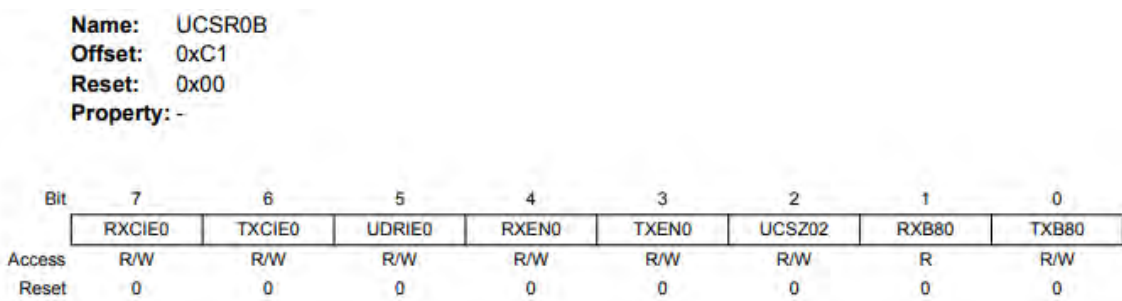


Figura 14: Registro UCSR0B. Fuente: Hoja técnica

En el registro UCSR0B se colocaron los bits RXCIE0 y TXCIE0 a '1' lógico, habilitando de esta manera la transmisión y recepción de datos.

Name: UCSR0C
Offset: 0xC2
Reset: 0x06
Property: -

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	UMSEL01	UMSEL00	UPM01	UPM00	USBS0	UCSZ01 / UDORD0	UCSZ00 / UCPHA0	UCPOL0
Access	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	1	1	0

Figura 15: Registro UCSR0C. Fuente: Hoja técnica

En el registro UCSR0C, para configurar a 8 bits de datos, 1 solo bit de parada y ningún bit de paridad se colocaron a '1' los bits UCSZ00 y UCSZ01, mientras que los bits USBS0, UPM00 y UPM01 a '0'.

Para configurar la velocidad a 9600 baudios, se colocó a UBRR0 un valor dependiente de la frecuencia de trabajo del microcontrolador (f_{osc}) y de los baudios deseados. Para el modo asíncrono se utilizó la siguiente fórmula

$$UBRR0 = \frac{f_{osc}}{16 * Baudios} - 1 \quad (3.1)$$

Se utiliza el protocolo RS-232, el cual convierte los bits de datos en niveles de tensión entre los +12 voltios y -12 voltios, proporcionando inmunidad al ruido y un rango de trabajo de hasta los 15 metros.

Para esto se utiliza el integrado MAX-232, el cual convierte los datos al protocolo requerido. Dicho integrado posee 16 pines y su voltaje de alimentación es de 5 voltios, además de tener dos líneas de comunicación independientes, de las cuales solo se utiliza una. Los pines 11 y 12 del MAX232 se conectaron al ATmega mientras que los pines 13 y 14 a un conector DB9 *female*.

La figura 16 presenta la distribución de pines y una configuración típica del integrado para su correcto funcionamiento.

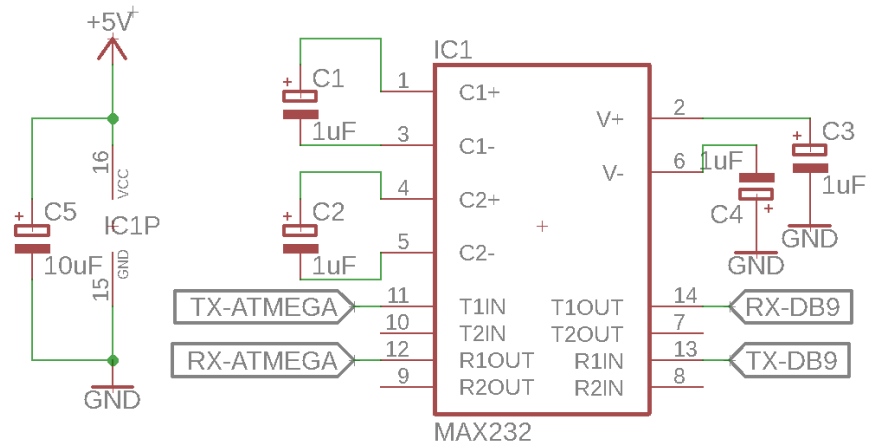


Figura 16: Configuración del MAX-232. Fuente: Elaboración propia.

El conector DB9 *female* posee 9 pines de los cuales se utilizan el de recepción, transmisión y tierra, siendo los pines 2,3 y 5 respectivamente. Cabe mencionar que la comunicación serial por medio del MAX-232 es transparente, por lo que no se hicieron modificaciones a la configuración del UART descrita anteriormente.

En la figura 17 se muestra el circuito esquemático para la comunicación serial.

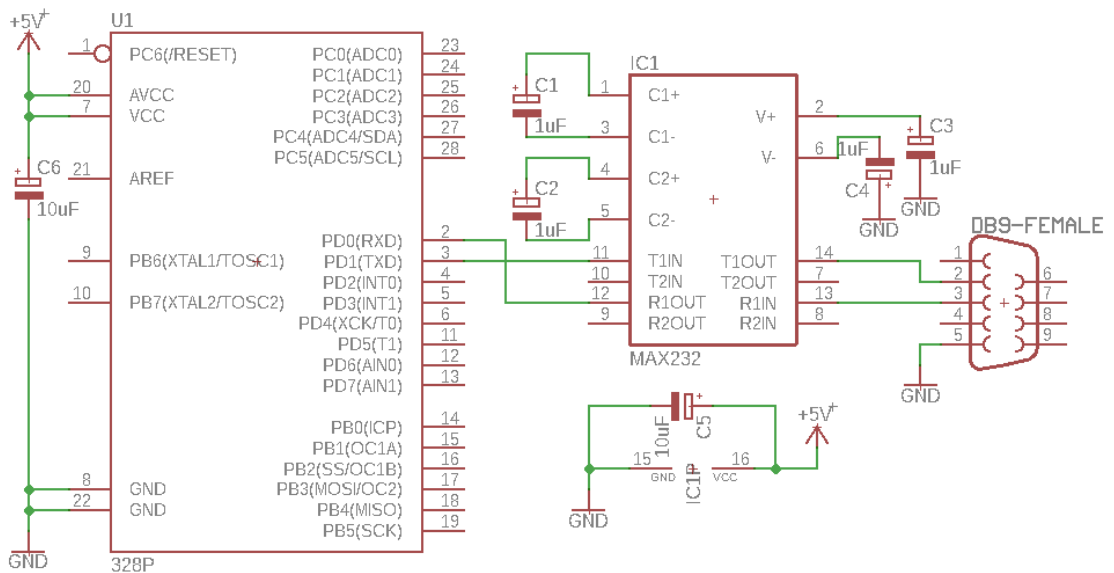


Figura 17: Esquemático del circuito de comunicación serial. Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Control de los motores

Se diseñó un puente H, para controlar el sentido de giro de los motores por medio de la señal TTL del microcontrolador, a pesar que la tensión de alimentación del motor sea mucho mayor al del microcontrolador utilizado.

Se consideró la tensión de alimentación del motor, así como la corriente máxima que este pudiera consumir para la correcta elección de los transistores a utilizar. El actuador lineal trabaja con una tensión de alimentación de 12 voltios y consume una corriente máxima de 2,5 amperios mientras que el motor DC trabaja con una tensión de alimentación de 22 voltios y una corriente máxima de 3 amperios.

Bajo estos criterios, se eligieron dos IRF9540, el cual es un MOSFET canal P cuyas características principales se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla 8: Características del IRF9540

Tensión <i>Drain-Source</i>	V_{DS}	-100 V
Tensión <i>Gate-Source</i>	V_{GS}	± 20 V
Corriente <i>Drain</i>	I_D	-19 A
Tensión Umbral <i>Gate-Source</i>	$V_{GS(th)}$	-2 v a -4 V

De igual forma, para los otros dos transistores se eligieron dos IRF540, el cual es un MOSFET canal N cuyas características principales se presentan en la tabla 9.

Tabla 9: Características del IRF540

Tensión <i>Drain-Source</i>	V_{DS}	100 V
Tensión <i>Gate-Source</i>	V_{GS}	± 20 V
Tensión <i>Drain</i>	I_D	28 A
Tensión Umbral <i>Gate-Source</i>	$V_{GS(th)}$	2 v a 4 V

Además, la activación del puente H es por medio de un optoacoplador con el fin que se aísle la parte del control del motor con la parte del microprocesador. Se escogieron dos 4N35, uno para cada sentido de giro del motor. Sus características se presentan en la tabla 10.

Tabla 10: Características del 4N35

Entrada		
Tensión inversa	V_R	6 V
Corriente directa	I_F	50 mA
Salida		
Tensión de ruptura colector-emisor	V_{CEO}	70 V
Tensión de ruptura base-emisor	V_{EBO}	7 V
Corriente del colector	I_C	50 mA

Cabe mencionar que existen otros transistores u optoacopladores que se pudieron elegir para el diseño del puente H y que cumplieran con los requisitos dados, sin embargo, los componentes electrónicos escogidos estaban disponibles en el Instituto de Radioastronomía.

Los transistores MOSFET cuentan con diodos externos de protección, siendo estos de código SB540, los cuales poseen una tensión inversa máxima de 40 V y soportan una corriente máxima de 5 A, suficiente para los requerimientos de los motores.

En la figura 18 se presenta el diagrama esquemático del puente H.

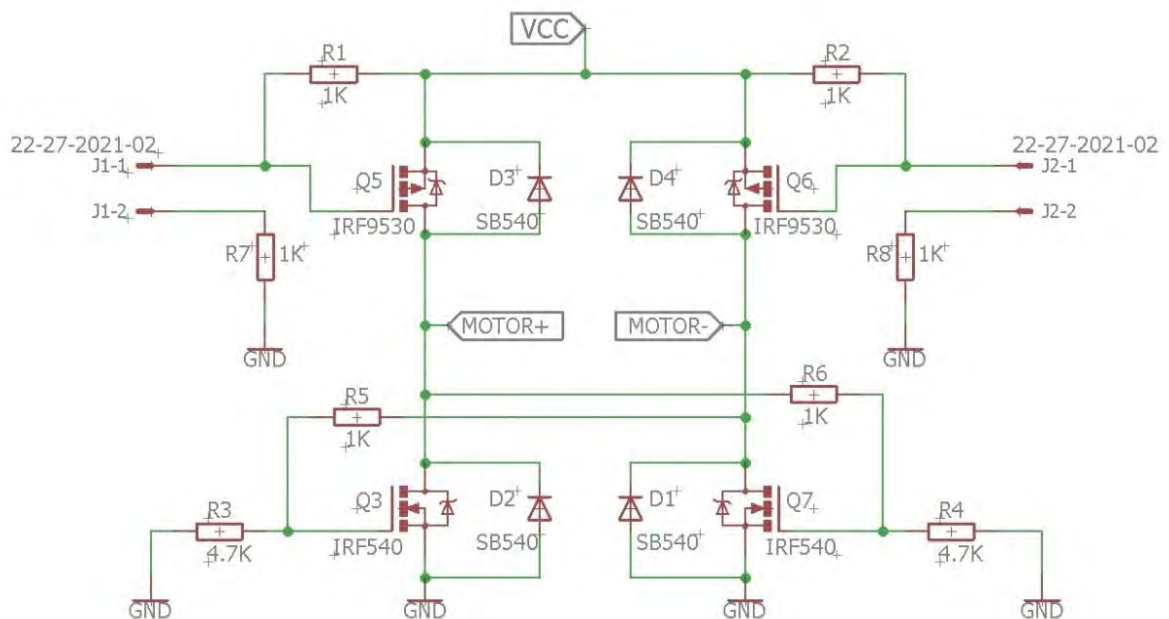


Figura 18: Circuito esquemático del puente H. Fuente: Elaboración propia.

Las salidas de los optoacopladores se conectaron a las borneras J1 y J2, los cuales activan cada par de MOSFET para un sentido de giro en específico. Cuando el diodo interno del optoacoplador de la bornera J1 se energice, su transistor interno cerrará el circuito uniendo las resistencias R1 y R7 activando el MOSFET Q5, una vez activado por medio de la resistencia R6 y R4 se activará el MOSFET Q7, obteniendo un sentido de giro.

En la figura 19 se presenta el circuito impreso del puente H, el cual se fabricó en doble capa debido a la corriente que maneja.

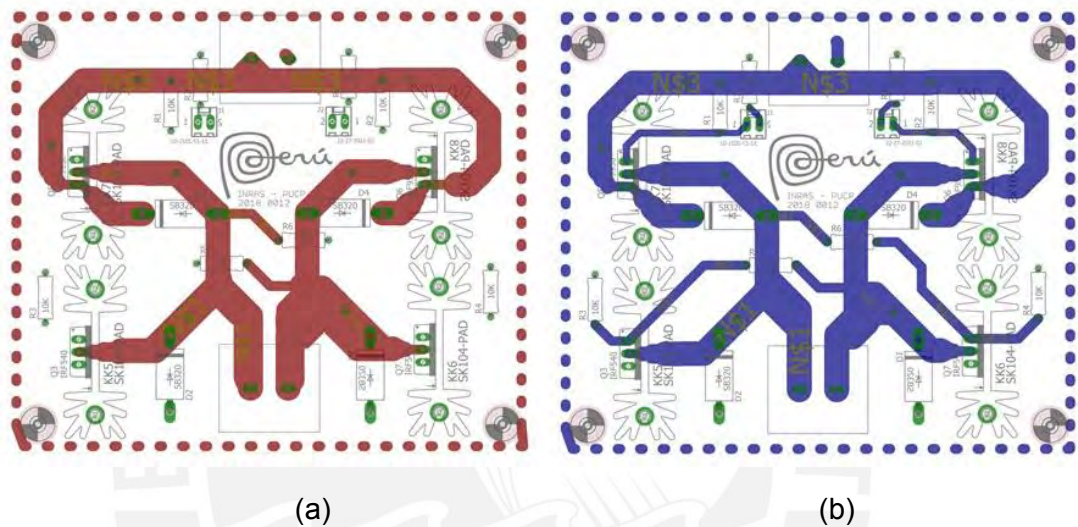


Figura 19: (a) Cara frontal del circuito impreso del puente H (b) Cara posterior del circuito impreso del puente H. Fuente: Elaboración propia.

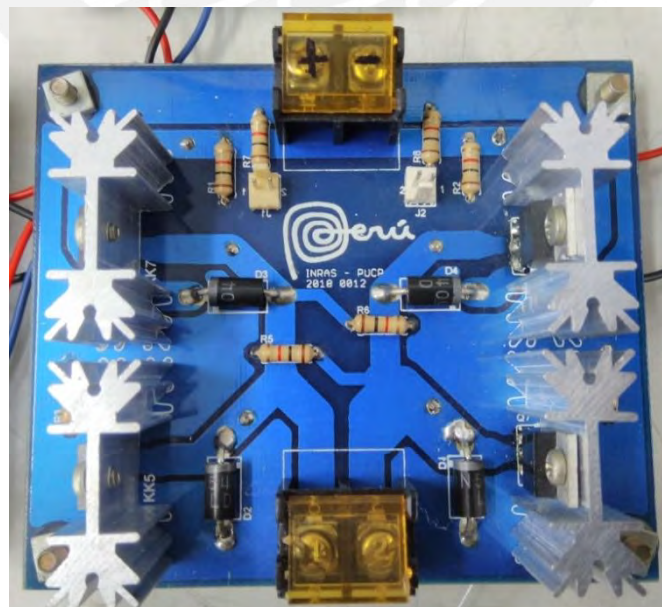


Figura 20: Tarjeta del puente H implementada. Fuente: Elaboración Propia.

3.3.4.1 Control por PWM

Para el manejo de los motores se utilizan dos modos de control por PWM, el primero por medio de una sola señal PWM que activa dos MOSFET para un sentido de giro mientras los otros dos MOSFET se mantienen apagados y el segundo modo por medio de dos señales PWM simultáneas, una con ciclo de trabajo invertido con respecto a la otra, que activan los cuatro MOSFET, obteniendo así un control preciso sobre motor.

Las señales PWM se obtienen por medio de los temporizadores del ATmega, teniendo cada temporizador dos señales PWM diferentes. Para el actuador lineal se utiliza el temporizador 1, el cual es de 16 bits y genera una señal de frecuencia fija determinada por ICR1A. El ciclo de trabajo es variable y depende del valor asignado a OC1A en PB1 u OC1B en PB2.

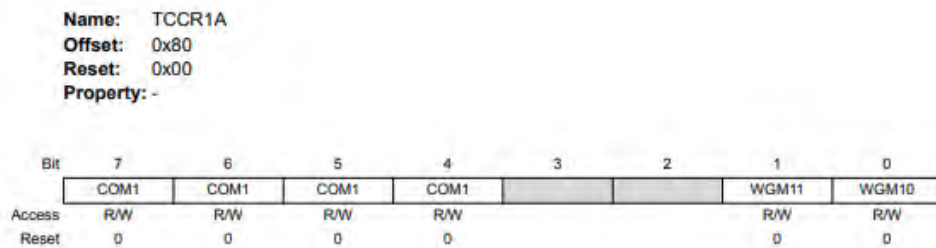


Figura 21: Registro TCCR1A. Fuente: Hoja técnica

OC1A trabajará en modo invertido y comparación exitosa, por lo que en el registro TCCR1A, se colocó COM1A a '1' y COM0A a '0' lógico. Mientras que OC1B trabajará también en comparación exitosa pero en modo no invertido, colocando COM0B y COM1B a '1' lógico. En caso se desee apagar cualquiera de las señales PWM, se mandará ambos bits (COM0 y COM1) a '0' lógico.

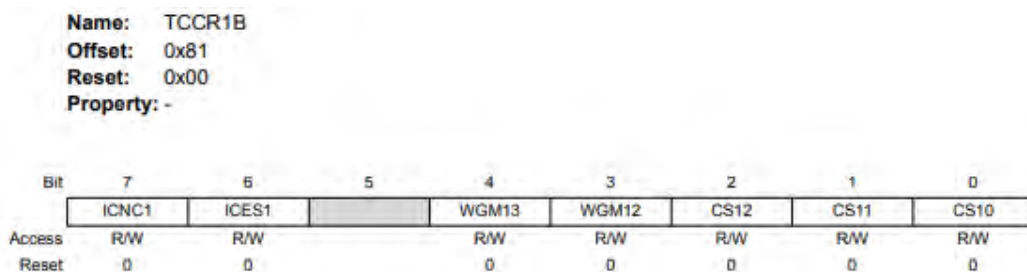


Figura 22: Registro TCCR1B. Fuente: Hoja técnica.

En el registro TCCR1B, los bits WGM [10-13] configuran el modo de generación de la PWM, en este caso en modo *fast*-PWM por medio del ICR1, por lo que únicamente se puso a '0' el bit WGM10 y los demás a '1' lógico.

Los bits CS [10-12] se encargan de configurar el preescalador interno del temporizador, para esta configuración se utilizó preescalador 1 poniendo a '1' el bit CS10 y los demás a '0'.

La frecuencia de la señal viene dada por la siguiente fórmula

$$ICR1A = \frac{F_{clk}}{F_o * Preescalador} - 1 \quad (3.2)$$

Siendo F_o la frecuencia deseada de la señal, en este caso de 500 Hz, F_{clk} la frecuencia de 16 MHz del oscilador y el preescalador igual a 1 se obtiene un $ICR1A$ igual a 31999.

El valor que toma OC1A y OC1B viene dado por la misma fórmula

$$OC1A = duty_{cicle} * \frac{F_{clk}}{F_o * Preescalador} - 1 \quad (3.3)$$

Siendo $duty_{cicle}$ el ciclo de trabajo que tendrá la señal PWM.

La señal PWM que controla el motor DC para la rotación se obtiene del temporizador 2, el cual es de 8 bits y no posee una configuración de la frecuencia de la señal por medio de ICR1A por lo que los valores de frecuencia son limitados y determinados por el valor del preescalador usado.

El temporizador 2, de igual forma al temporizador 1, trabaja en modo *fast*-PWM, con OCR2A en modo no invertido y OCR2B en modo invertido. El modo de generación de la PWM es por comparación exitosa con OCR2A u OCR2B según sea el pin utilizado, por lo que se colocó WGM21 y WGM20 a '1'. Se configuró el preescalador a 128 por lo que se colocó los bits CS20 y CS22 a '1'.

La frecuencia de la PWM viene dada por la siguiente ecuación

$$f_{OC1A} = \frac{f_{clock}}{preescalador * 256} \quad (3.4)$$

Siendo f_{clock} la frecuencia de reloj del ATmega, 16 MHz y el preescalador de 128, se obtiene una frecuencia de 488.28 Hz.

3.3.4.2 Circuito de protección para el puente H

Se diseñó un circuito de seguridad por medio de compuertas lógicas AND y NOT para que evitar que se activen los cuatro transistores al mismo tiempo en el puente H. Para la elección de los integrados para las compuertas lógicas se optó por escoger la tecnología TTL, el NOT 74LS04 y el AND 74LS08, los cuales tienen un valor de alimentación de entre 4.75-5 V. A pesar de que también se pudo escoger la tecnología CMOS la cual brinda un rango de valores de alimentación más amplia, de hasta 18 V, nuevamente la elección de las compuertas TTL fueron debido a la disponibilidad de componentes en el Instituto de Radioastronomía, sin embargo, cualquier de las dos tecnologías hubiera cumplido con los requisitos.

La figura 23 se presenta el circuito esquemático descrito

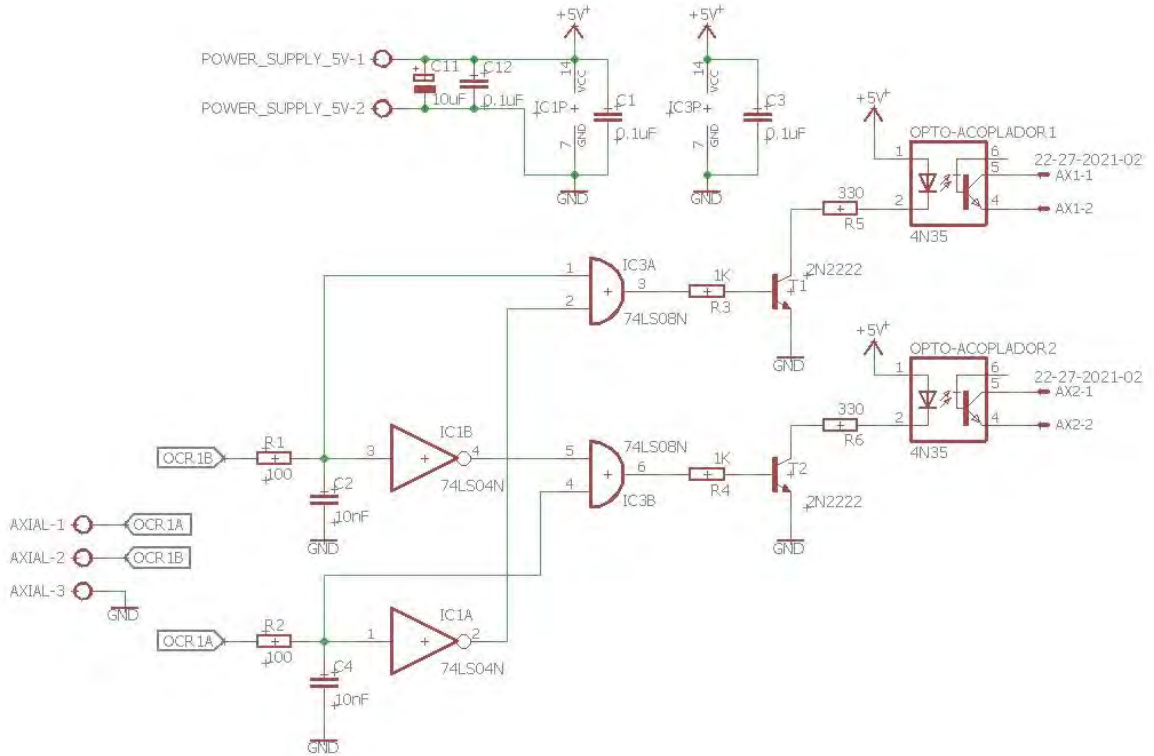


Figura 23: Circuito esquemático de protección. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el control del puente H fue por medio de dos señales PWM complementarias, se consideró el tiempo que los transistores tardan en cambiar de estado lógico.

A pesar que el circuito de protección evite el '1' lógico simultáneo enviado desde el microcontrolador, existe la posibilidad que, debido a ese retardo existente en el cambio de estado lógico, se genere el '1' lógico simultáneo en el puente H.

Según la hoja de datos de los MOSFET, el tiempo de subida y bajada para el IRF9540 es de 73 y 57 ns, mientras que para el IRF540 es 44 y 43 ns. Tomando el tiempo de 73 ns se diseñó un circuito RC, el cual genera un desfase entre las señales PWM por medio de la fórmula $\tau = R * C$. Se escogió el valor de capacitancia de 0.01 uF y de resistencia igual a 100 Ω , por lo que se obtuvo un τ igual a 1 microsegundos. Como el circuito RC afecta a ambas señales PWM, el desfase total que se genera es de 2 us, proporcionando un margen de seguridad suficiente para el sistema.

En la figura 24 y 25 se presenta el circuito de seguridad impreso y su correspondiente circuito implementado.

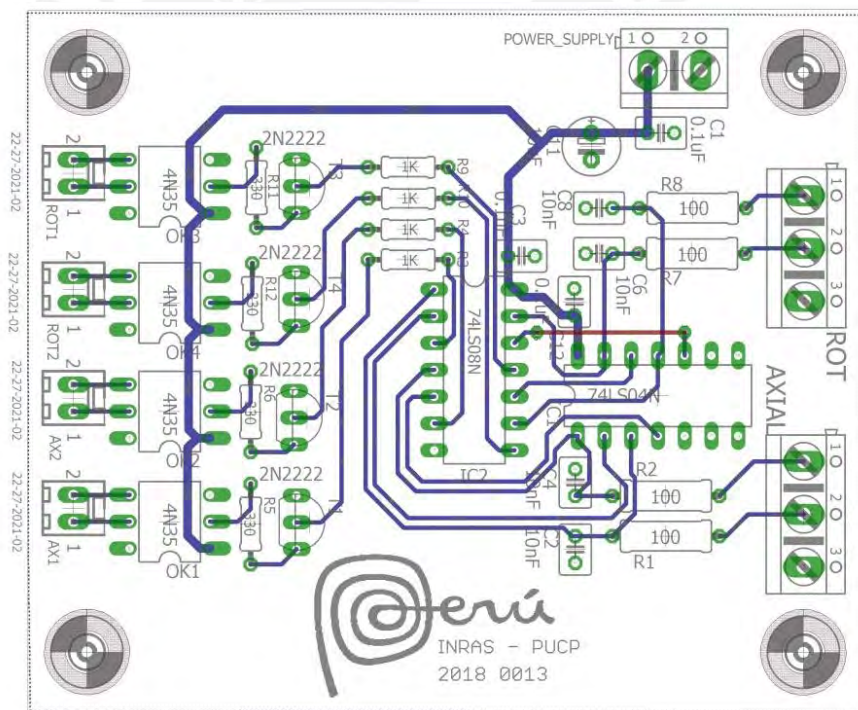


Figura 24: Diagrama del circuito de seguridad impreso. Fuente: Elaboración propia.

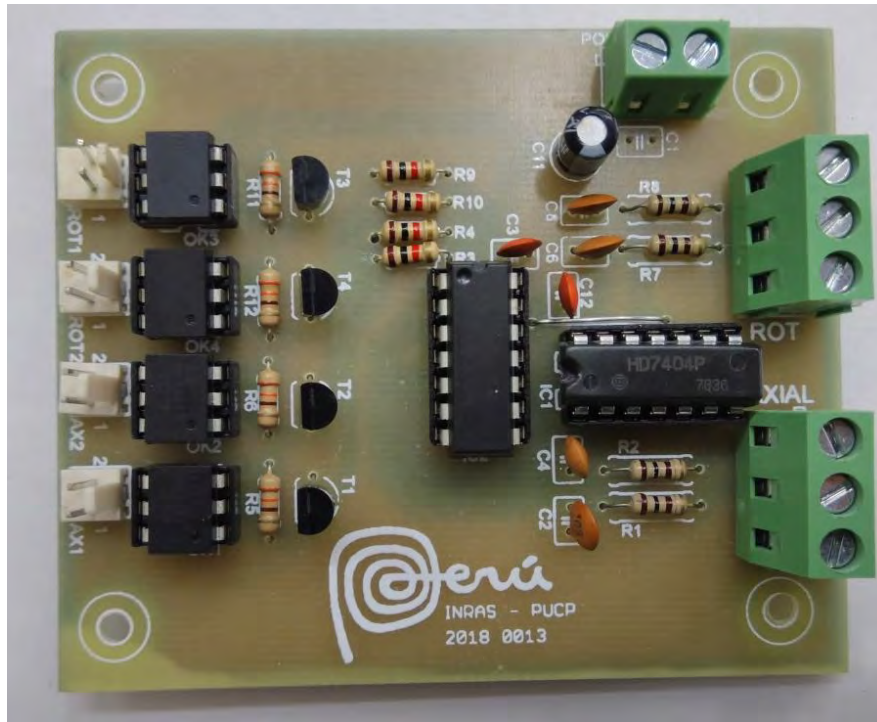


Figura 25: Circuito de seguridad implementado. Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Circuito de vigilancia

Se diseñó un circuito de supervisión, el cual reinicia el ATmega en caso este deje de recibir datos de la computadora por un periodo de tiempo establecido. Este circuito es una medida de seguridad para que el ATmega no se quede ejecutando una tarea en caso la computadora no responda.

Se utiliza el integrado 555 el cual por medio de dos resistencias R_A , R_B y un capacitor establece el tiempo de espera antes del reinicio.

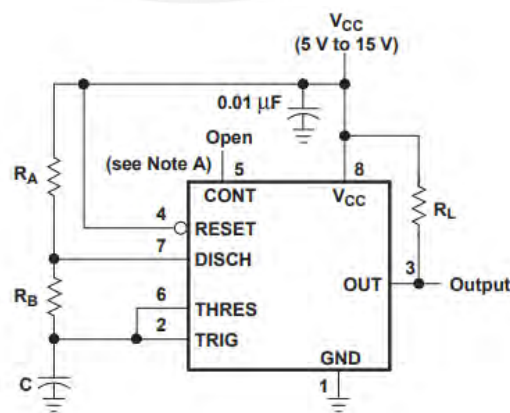


Figura 26: Configuración del circuito integrado 555. Fuente: Hoja técnica.

El tiempo se calcula por medio de la siguiente fórmula

$$T = 0.693 * (R_A + 2R_B) * C \quad (3.5)$$

Se escogieron los valores de $R_a = 120 \text{ K}\Omega$, $R_b = 11 \text{ K}\Omega$ y un $C = 33 \text{ }\mu\text{F}$, obteniendo un $T = 2.86$ segundos. Si en dicho tiempo, al pin 2 (TRIG) del integrado no le llega una señal de '1' lógico, reiniciará el ATmega.

El circuito esquemático se presenta en la figura 27. Se utiliza un transistor 2N2222 entre el ATmega y el 555 como medida de protección por la corriente que se genera cuando el condensador C6 se descarga por R5 a tierra, así mismo la resistencia R4 limita la corriente que llega a la base del transistor y R3 actúa como resistencia *pull-down*. El integrado 555 permite un reinicio manual del ATmega, por medio de su pin 4 (RESET), colocando un pulsador S1 a tierra y una resistencia R8 *pull-up* a la alimentación de 5 voltios.

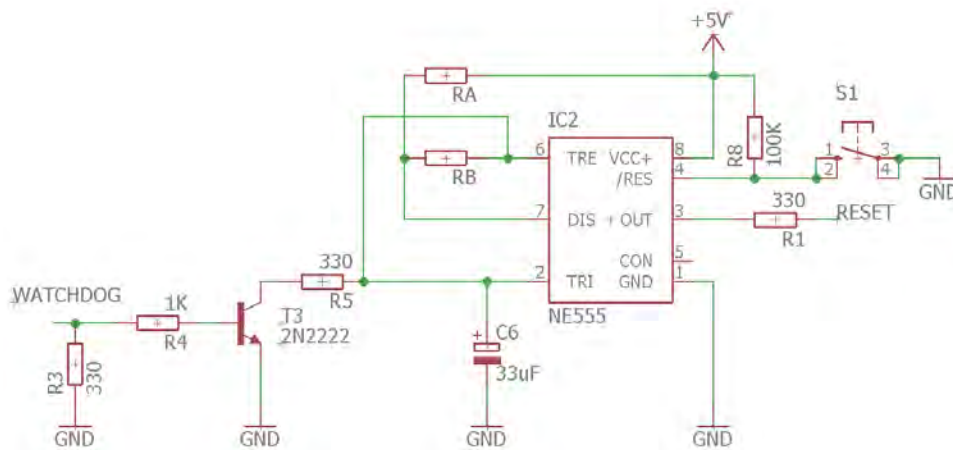


Figura 27: Circuito esquemático de vigilancia. Fuente: Elaboración propia.

3.3.6 Lectura del potenciómetro del actuador lineal

El actuador lineal escogido cuenta con un potenciómetro interno de $10 \text{ K}\Omega$, el cual siendo alimentado con 5 voltios entrega una tensión diferente para cada distancia recorrida por su vástago. La señal analógica es procesada por medio del ADC del ATmega de con una resolución de 10 bits, asignando un valor entre 0 y 1023 para cada valor de tensión leído. Se utilizó el PC0 para la lectura de tensión siendo la configuración la siguiente.

Name: ADMUX
Offset: 0x7C
Reset: 0x00
Property: -

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	REFS1	REFS0	ADLAR		MUX3	MUX2	MUX1	MUX0
Access	R/W	R/W	R/W		R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0		0	0	0	0

Figura 28: Registro ADMUX. Fuente: Hoja técnica.

Los bits REFS [0-1] configuran la tensión de referencia que se usará en el ADC, por lo que se colocó a '1' el bit REFS0 indicando que se utilizará el voltaje del pin AVcc del ATmega como referencia.

Name: ADCSRA
Offset: 0x7A
Reset: 0x00
Property: -

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0
Access	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 29: Registro ADCSRA. Fuente: Hoja técnica.

Los bits ADPS [0-2] determinan el factor de división entre la frecuencia del reloj del sistema y el reloj de entrada del ADC. Se configuró el preescalador a 8 colocando los bits ADPS0 y ADPS1 a '1'. El bit ADEN habilita el funcionamiento del ADC por lo que también se colocó a '1'.

El valor del ADC viene dado por la siguiente fórmula

$$ADC = \frac{V_{IN} * 1024}{V_{REF}} \quad (3.6)$$

Siendo V_{REF} el voltaje de referencia de 5 voltios y V_{IN} el voltaje de entrada generado por el potenciómetro. Experimentalmente se midieron los voltajes que daba el potenciómetro en distancias enteras dadas en centímetros, por lo que se relacionó el voltaje del potenciómetro con el valor de daba el ADC por medio de la siguiente fórmula

$$distancia = 0.0137 * ADC - 3.1691 \quad (3.7)$$

Adicionalmente, la señal generada por el potenciómetro pasa por un filtro de manera que se atenúe en lo posible el ruido de dicha señal. El circuito esquemático se presenta en la figura 30.

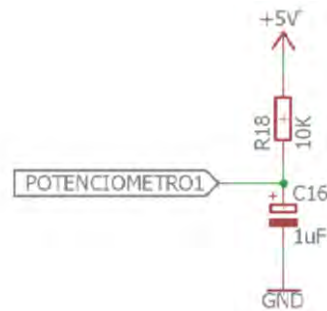


Figura 30: Diagrama esquemático del filtro. Fuente: Elaboración propia.

3.3.7 Lectura del *ENCODER*

Para conocer el ángulo barrido en el sistema de rotación se utiliza el *ENCODER* AD25, de 22 bits y voltaje de alimentación de 5 voltios. Dicho dispositivo trabaja con la interfaz síncrona serial o SSI y posee cuatro líneas unidireccionales, dos para la señal de reloj y dos para la información. Su interfaz eléctrica es RS-422 por lo que se utiliza el integrado MAX-485 cuya distribución de pines se observa en la figura 31.

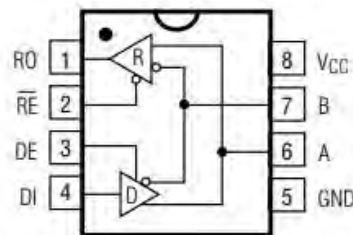


Figura 31: Distribución de pines del MAX-485. Fuente: Hoja técnica.

Debido a que el *ENCODER* trabaja con una doble línea de transmisión y otra de recepción, se usaron dos MAX-485. Los pines 2 y 3 del integrado configuran el modo de trabajo, colocados a '0' lógico el integrado funciona en transmisión y a '1' lógico en recepción.

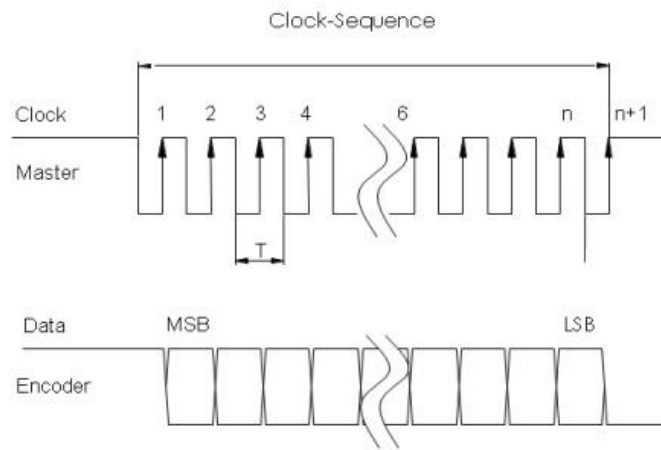


Figura 32: Diagrama de tiempo de SSI. Fuente: Hoja técnica.

La interfaz SSI consta de dos partes, un maestro que manda una señal de reloj y un esclavo que contesta con los bits de información como se aprecia en la figura 32, en este caso el microprocesador es el maestro mientras que el *ENCODER* el esclavo.

El ATmega debe enviar una señal de reloj con frecuencia entre 70KHz y 2 MHz hacia el *ENCODER* y en el primer flanco de subida de la señal de reloj, éste le responde con los bits del ángulo, del más significativo a menos significativo. La lectura de cada bit recibido se realiza durante cada flanco de bajada de la señal de reloj para asegurar la lectura exitosa de cada bit. En la figura 33 se presenta el diagrama esquemático de la comunicación con el *ENCODER*.

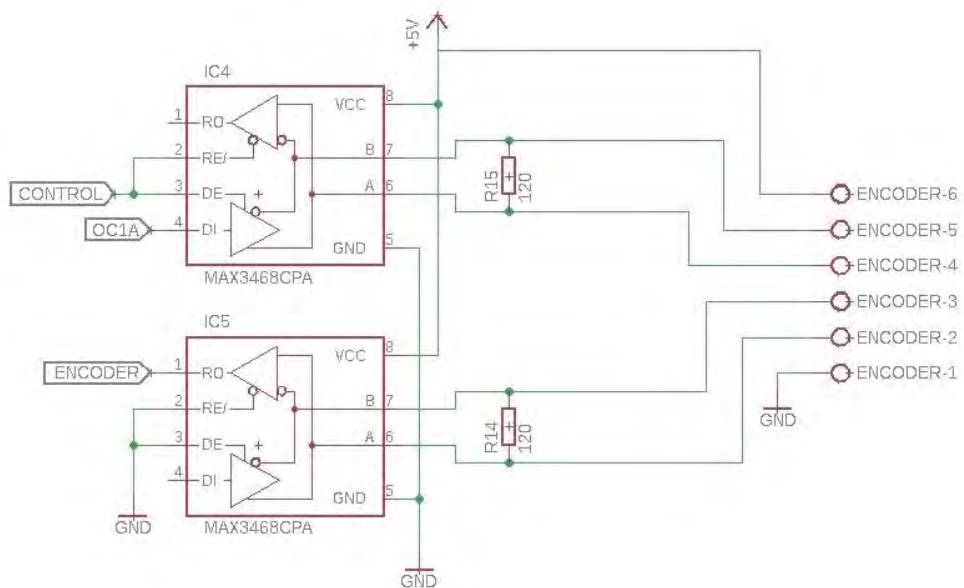


Figura 33: Diagrama esquemático de la comunicación con el codificador absoluto. Fuente: Elaboración propia.

El integrado IC4 trabaja como transmisor y el IC5 como receptor, además se tiene una señal de control que llega a los pines 2 y 3 del IC4 de manera que se habilite únicamente al momento que se requiera los datos de ángulo.

La señal de reloj requerida se consiguió por medio de OC1A (PB1) del temporizador 1, el cual se configuró para que genere una señal cuadrada de 80 KHz. Aunque dicho pin ya cumple la función de PWM para el control del actuador, no existe conflicto con generar la señal de reloj para el *ENCODER* pues son labores que no ocurrirán en simultáneo.

La configuración de la señal de reloj fue en modo CTC, con preescalador 1 por lo que en el registro TCCR1B se colocó los bits WG12 y CS10 a '1' lógico.

Cabe mencionar que se mantuvo la señal de reloj en alta mientras no se necesitara el valor del ángulo, por medio de la puesta a '1' de los bits COM1A0 y COM1A1. En caso se requiera el valor del ángulo, se modifican dichos bits colocando COM1A0 a '1' y COM1A1 a '0' iniciando la señal de reloj.

3.3.8 Tiempo de seguimiento del sistema de rotación

El sistema de rotación cuenta con un modo de seguimiento que se detallará más adelante, el cual necesita de un tiempo determinado por el usuario para comenzar la búsqueda de máxima ganancia, por lo que se configuró el temporizador 0 para obtener dicho tiempo.

Debido a que el temporizador 0 es de 8 bits, no era posible configurar una señal de periodo igual a 1 segundo, por lo que se configuró una señal de periodo igual a 10 ms.

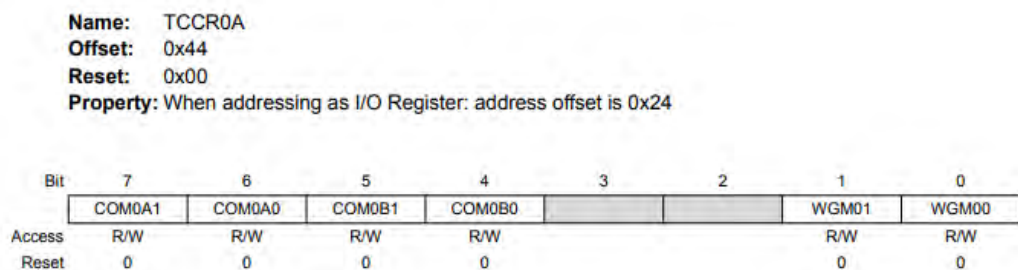


Figura 34: Registro TCCR0A. Fuente: Hoja técnica.

Se configuró el OC0A (pin PD6) en *non-PWM* y en el modo CTC por lo que únicamente se colocaron a '1' lógicamente los bits COM0A1 y WGM01.

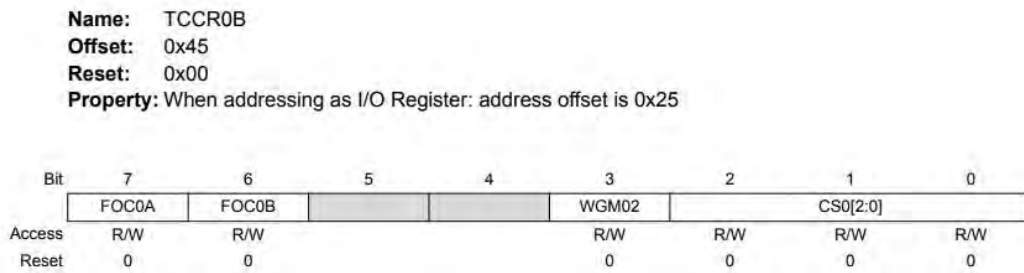


Figura 35: Registro TCCR0B. Fuente: Hoja técnica.

Se configuró el preescalador a 1024 debido a que el temporizador es solo de 8 bits y se necesita una frecuencia muy baja. Para esto se colocaron a '1' los bits CS00 y CS02. El valor que se le dio a OCR0A resultó de la ecuación

$$OCR0A = \frac{f_{clk}}{f_{oc} * 2 * preescalador} - 1 \quad (3.8)$$

Siendo f_{clk} la frecuencia de 16 MHz del ATmega, preescalador de 1024 y f_{oc} la frecuencia deseada para la señal de OCR0A, en este caso fue de 100 Hz o periodo igual a 10 milisegundos, se obtuvo un valor de 77 para OCR0A.

3.3.9 Diseño de la tarjeta de procesamiento

Se diseñó una tarjeta que tenga al microprocesador ATmega328P como integrado principal de manera que se unan todos los periféricos descritos en puntos anteriores. La entrada principal de alimentación es de 12 voltios, por lo que usa el regulador de voltaje 7805, con sus respectivos capacitores de seguridad con el fin de conseguir la tensión de 5 voltios con el que trabajaban todos los integrados en la placa.

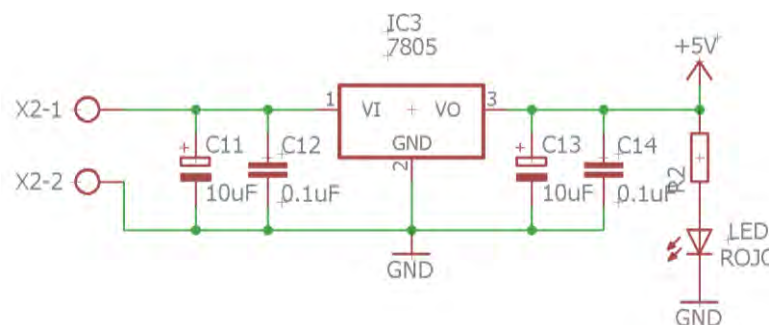


Figura 36: Diagrama esquemático de la alimentación. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se indica la función de cada pin del ATmega utilizado

Tabla 11: Entradas y salidas del ATmega328P

PIN	Función
PB0	Led indicador de movimiento axial del alimentador
PB1	Señal PWM invertida para el movimiento axial
PB2	Señal PWM no invertida para el movimiento axial
PB3	Señal PWM invertida para el movimiento de rotación
PB4	Led indicador de movimiento de rotación del alimentador
PB5	Led indicador de movimiento de rotación del alimentador
PC0	Lectura del potenciómetro
PC2	Lectura del <i>ENCODER</i>
PC4	Control de la transmisión del MAX485
PC5	Señal <i>WATCHDOG</i>
PC6	<i>RESET</i>
PD0	Recepción
PD1	Transmisión
PD3	Señal PWM no invertida para el movimiento de rotación
PD6	Señal para control de seguimiento
PD7	Led indicador de movimiento axial del alimentador

En la figura 37 y 38 se presenta el circuito impreso y su correspondiente implementación

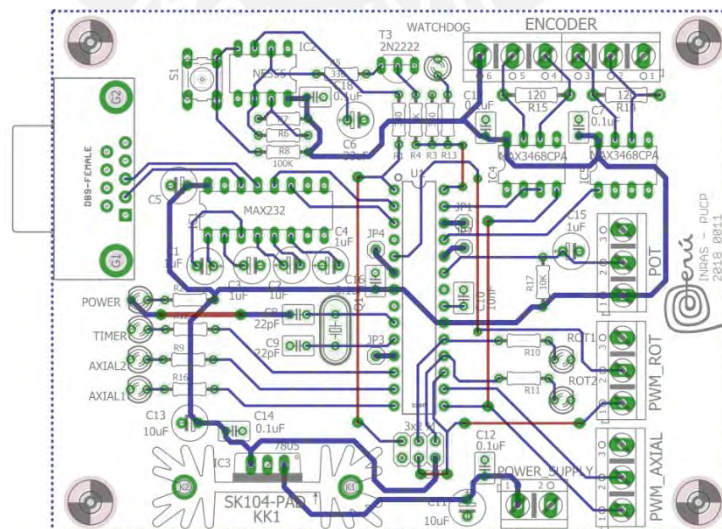


Figura 37: Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de procesamiento. Fuente: Elaboración propia.

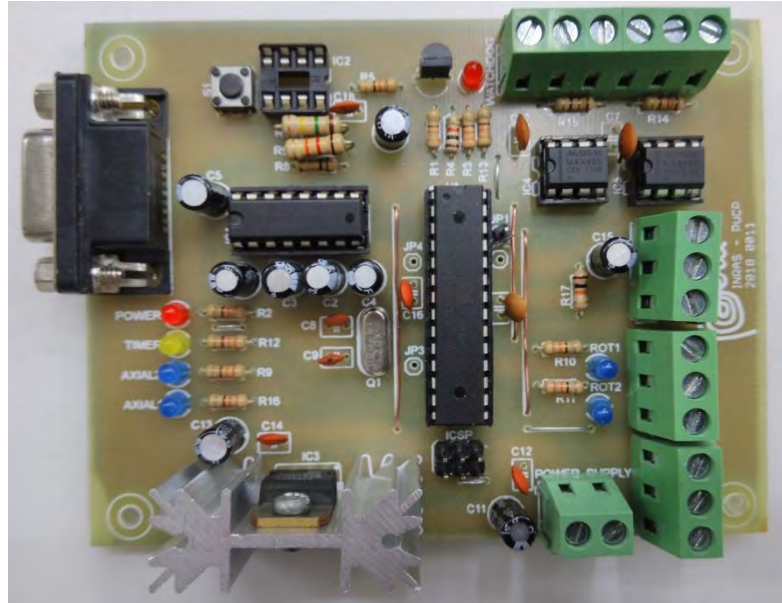


Figura 38: Tarjeta de procesamiento implementada. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38 se muestra la distribución de los componentes utilizados. Se usaron borneras de dos pines para la alimentación de 12 voltios y borneras de 3 pines para las salidas de PWM, tanto axial como rotación, para el potenciómetro del actuador lineal y para los cables del *ENCODER*. Además, se tienen 6 LED que indican la presencia de voltaje de alimentación, la dirección de movimiento de cada motor utilizado y la señal del temporizador 0. Adicionalmente se cuenta con un disipador para el regulador de voltaje y condensadores necesarios para el correcto funcionamiento de los integrados y supresión de ruido.

3.4 Diseño del software de control y adquisición de datos

3.4.1 Requerimientos del software

Se requiere que el software tenga control del movimiento axial del alimentador en dos modos principales. El primero modo permitirá manejar la posición del alimentador de manera manual, en busca de una mejora en ganancia. El segundo modo realizará de forma automática una búsqueda de la distancia de máxima ganancia.

De igual manera, se requiere un control del movimiento de rotación del alimentador en tres modos principales. El primero es un modo manual, donde se posicionará el alimentador al ángulo deseado. El segundo modo realizará de forma automática una búsqueda del ángulo de polarización. Mientras que el tercer modo realizará un seguimiento al ángulo de polarización por medio de cambios de ganancia.

3.4.2 Diseño del panel principal

En el panel principal, mostrado en la figura 39, se seleccionará el puerto USB a utilizar en la comunicación con el microprocesador. Además se escogerá el tipo de movimiento que se controlará, ya sea axial o de rotación. Adicionalmente el panel cuenta con indicadores que mostrarán el correcto funcionamiento del sistema.



Figura 39: Panel de configuración de movimiento. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se cuenta con un boton de opciones generales, el cual abre el panel ilustrado en la figura 40, donde se configurarán datos como el rango de trabajo tanto en distancia como en ángulo y la velocidad de movimiento de cada motor. También se cuenta con la configuración del ángulo que se barrerá en el modo seguimiento 2, el cual se explicará más adelante.

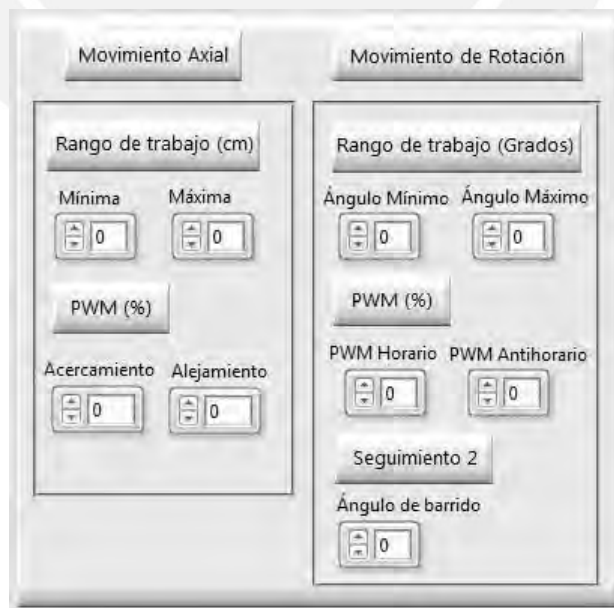


Figura 40: Panel de configuración general. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Diseño del panel de control axial

Todos los paneles cuentan con un cuadro que indica si el microprocesador responde correctamente a los protocolos establecidos. Además cuentan con un indicador visual en forma de tanque de agua y un indicador numérico en centímetros de la distancia en la que se encuentra el alimentador.

3.4.3.1 Control axial manual 1

Este panel, ilustrado en la figura 41, cuenta con una imagen referencial para el movimiento del alimentador respecto a la superficie reflectora. Para el control de la posición, el operador escogerá si el movimiento será de acercamiento o alejamiento respecto a la superficie reflectora, además de la distancia de movimiento, 1 cm o 0.5 cm. Una vez seleccionado los parámetros, por medio del botón “Calibrar Posición Axial” se enviará los datos al microprocesador para la activación del actuador lineal.

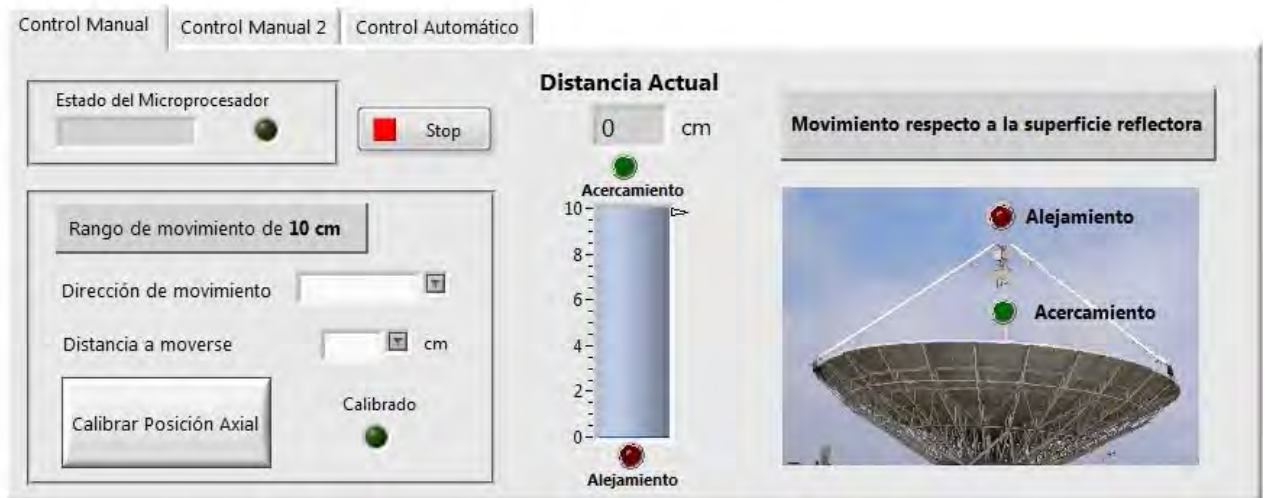


Figura 41: Control axial manual. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.2 Control axial manual 2

Este panel, ilustrado en la figura 42, también posee una imagen referencial sobre la orientación del rango de 10 cm del actuador respecto a la superficie reflectora. Para el control del movimiento, el operario ingresará un valor entero y uno decimal, los cuales sumados den un valor entre el rango del actuador lineal. Una vez escogidos los valores por medio del botón de “Calibrar Posición Axial” el alimentador se moverá directamente a la posición solicitada.

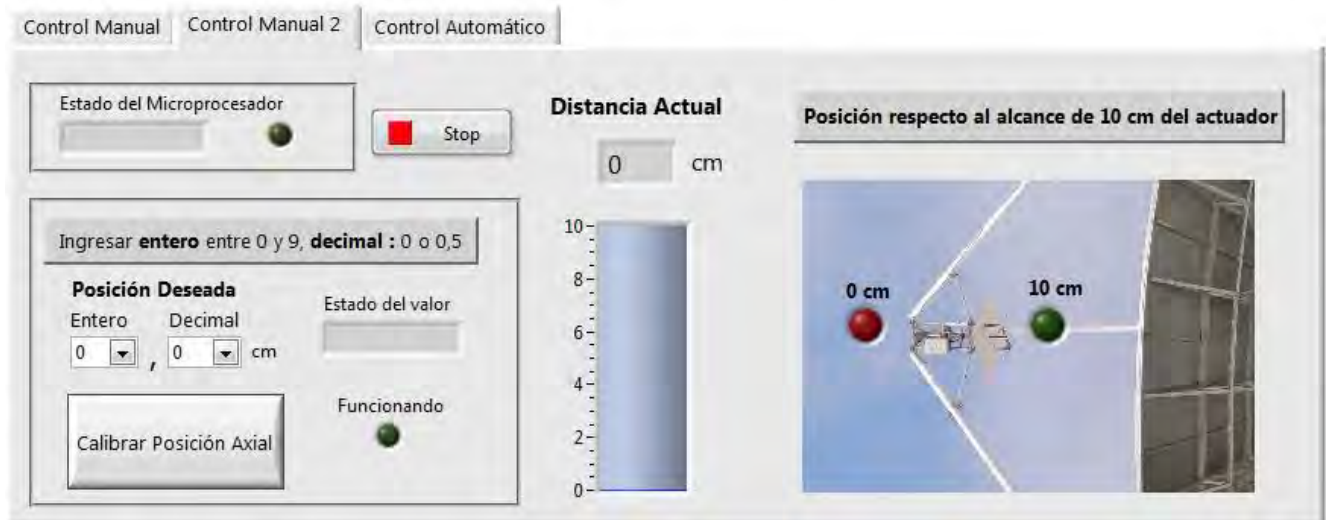


Figura 42: Control axial manual 2. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.3 Control axial automático

En este modo se realizará un barrido en el rango de acción del actuador para encontrar la distancia de máxima ganancia. Primero el alimentador se posicionará en la mínima distancia de trabajo para iniciar el barrido. Una vez finalizado el barrido, los valores de máxima ganancia y la distancia de máxima ganancia se visualizarán en el panel y el alimentador se posicionará en dicha distancia. El panel se presenta en la figura 43.

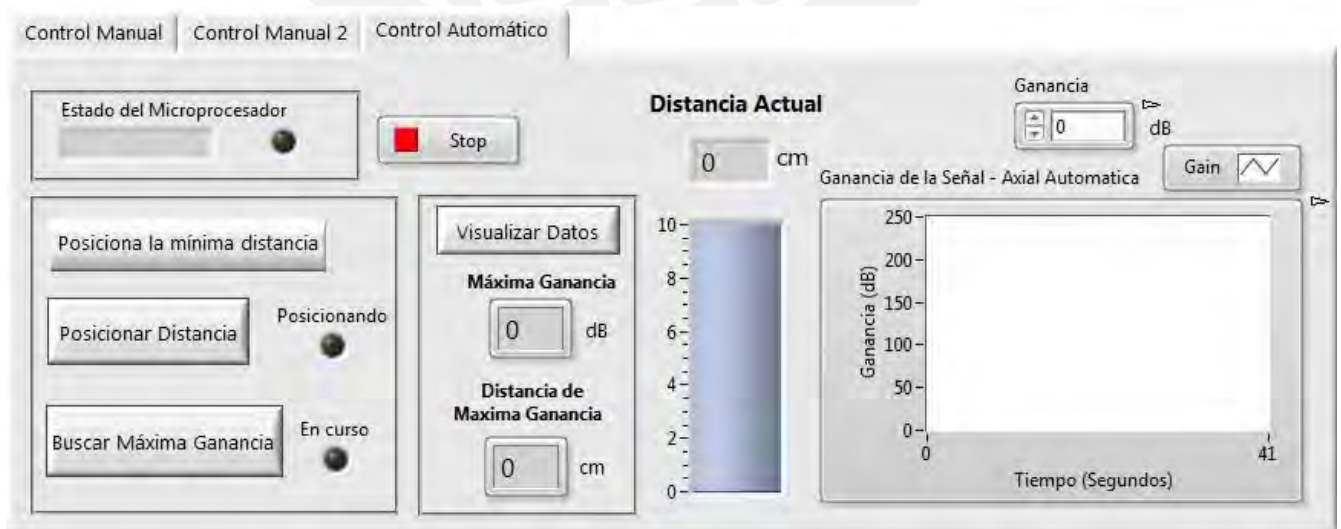


Figura 43: Control axial automático. Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Diseño del panel de control rotacional

De manera análoga al panel de control axial, todos los paneles cuentan con un cuadro que indica si el microprocesador responde correctamente a los protocolos establecidos. También cuenta con un indicador visual y numérico del ángulo actual en grados sexagesimales del alimentador, así como una gráfica en tiempo real de la ganancia de la señal recibida en dB.

3.4.4.1 Control rotacional manual

Para el control del movimiento, el operario ingresará el valor del ángulo en sexagesimales al que se desea posicionar al alimentador, dicho valor debe estar dentro del rango de trabajo en grados. El panel se presenta en la figura 44 y cuenta con un cuadro que indica el sentido de giro del alimentador.

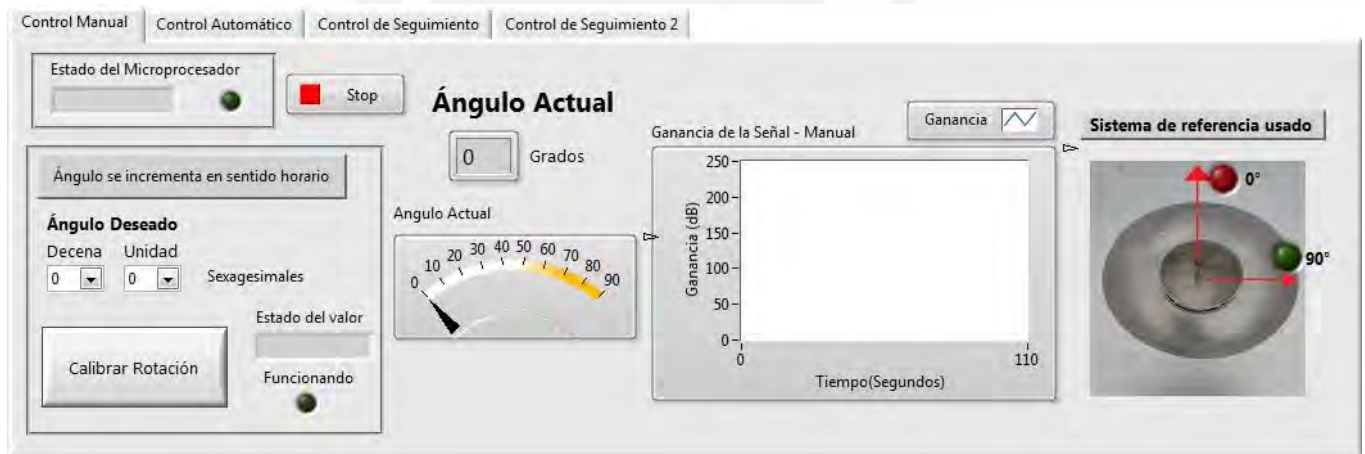


Figura 44: Control rotacional manual. Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.2 Control rotacional automático

En este modo se realizará un barrido en ángulo en el rango de trabajo para encontrar el ángulo de polarización. Primero, el alimentador rotará hasta posicionarse en el mínimo ángulo de trabajo para iniciar el barrido. Una vez finalizado el barrido, los valores de ángulo de polarización y máxima ganancia detectada se visualizarán en el panel y el alimentador rotará hasta posicionarse en dicho ángulo. El panel se presenta en la figura 45.

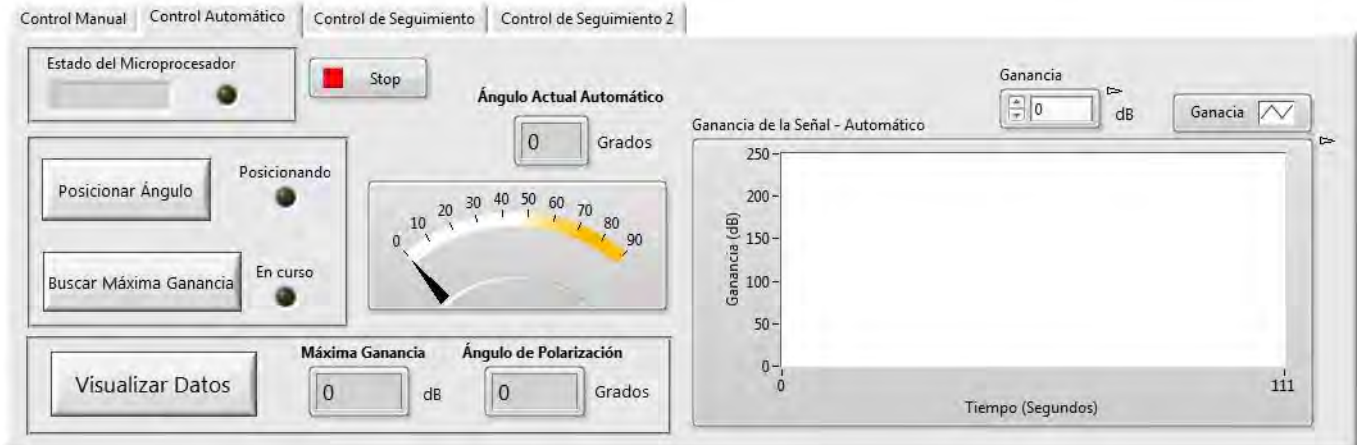


Figura 45: Control rotacional automático. Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.3 Control rotacional seguimiento 1

En este modo se realizará barridos sucesivos en el rango de trabajo cada cierto tiempo establecido. El operario ingresará el tiempo en segundos y presionará el botón “Comenzar Seguimiento” para iniciar el proceso. El alimentador realizará el barrido desde el mínimo ángulo de trabajo hasta el máximo y una vez finalizado un barrido, los valores de máxima ganancia y ángulo de polarización se visualizarán en un cuadro y el alimentador volverá al mínimo ángulo en espera del próximo barrido. Además se cuenta con una opción para visualizar los datos de un cierto barrido según el orden en que se realizó. El panel se muestra en la figura 46.



Figura 46: Control rotacional seguimiento. Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.4 Control rotacional seguimiento 2

En este modo de seguimiento se realizará barridos sucesivos respecto al ángulo de polarización, en sentido horario y antihorario, cada cierto tiempo establecido. El operario ingresará el tiempo en segundos y presionará el botón “Comenzar Seguimiento” para iniciar el proceso. Se realizará un primer barrido completo en busca del ángulo de polarización y se posicionará en dicho ángulo. Luego se realizará los barridos sucesivos en sentido horario y antihorario respecto a dicho ángulo, un valor predeterminado de 10 grados, sin embargo, este valor puede ser cambiado por el usuario en opciones generales. En cada barrido completado, los valores de la máxima ganancia y el ángulo de polarización detectado se mostrarán en un cuadro y en caso de que el ángulo de polarización cambie, el alimentador se posicionará al nuevo ángulo de manera que siempre se reciba la máxima ganancia de la señal. El panel se presenta en la figura 47.



Figura 47: Control rotacional seguimiento 2. Fuente: Elaboración propia.

3.5 Diseño del sistema mecánico

Actualmente el radiotelescopio cuenta con un sistema mecánico que mantiene fijo al alimentador por medio de un tubo que se sostiene de los tres soportes principales de la estructura, como se ilustra en la figura 48. El soporte actual está construido de barras de aluminio cuadradas de 25x25 mm y consta de tres niveles tomando como base el nivel por donde se sostiene el alimentador. La base tiene forma hexagonal mientras que los otros dos niveles son triangulares.



Figura 48: Soporte actual del alimentador

Dicho soporte cuenta con tres barras externas unidas a la base hexagonal por las cuales la estructura se sostiene al trípode de la superficie reflectora, como se aprecia en la figura 49.



Figura 49: Montaje del soporte del alimentador

El alimentador en el cual se basó los cálculos para determinar la distancia de movimiento en el eje axial es el presentado en la figura 50, con una frecuencia de trabajo de 1420.4057 MHz. Al ser el más pesado de los alimentadores con lo que actualmente trabaja el radiotelescopio, los requerimientos mecánicos y la electrónica se realizaron para dicho alimentador.



Figura 50: Alimentador

El diseño del nuevo soporte mecánico fue hecho en conjunto con el ingeniero mecánico Carlos Busquets y se presenta en la figura 51.

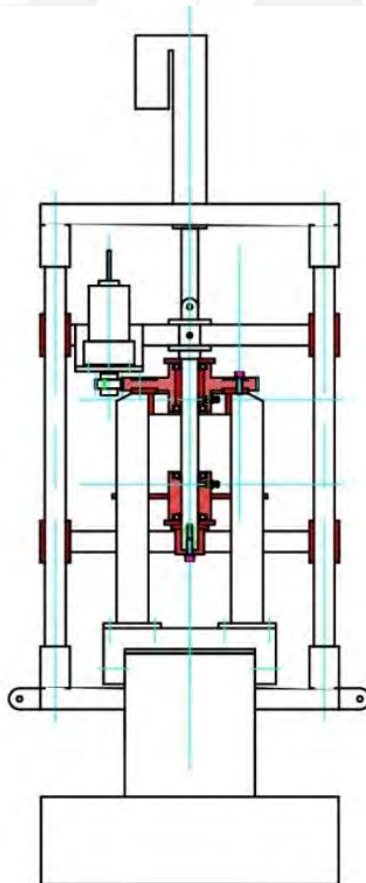


Figura 51: Diseño del soporte mecánico. Elaborado con AutoCAD Mechanical 2018.

El diseño del nuevo soporte cuenta únicamente de dos niveles, la base hexagonal donde se coloca el alimentador y el nivel superior triangular. Se sustituyeron las tres barras de base cuadrada que unían los niveles por tubos huecos de aluminio de diámetro 18mm. El actuador se sujeta al nivel triangular por medio de una brida, de manera que permita el movimiento axial del alimentador. El eje de la estructura que sujeta al alimentador tiene seis puntos de apoyo distribuidos en los tres tubos que conforman el nuevo soporte y los cuales le sirven de vía para el movimiento axial.

El motor DC cuenta con un piñón de 31 dientes, el cual engranará con la rueda de 161 dientes, consiguiendo así la rotación del alimentador. Dicho engranaje contará con retenes para evitar el ingreso de polvo. Así mismo las piezas con movimiento relativo contarán con un material de sacrificio entre ellas.

Se cuenta con tres piezas unidas al engranaje y a la estructura que sostiene al alimentador, dándole una mayor estabilidad. El tren motriz se presenta en la figura 52.

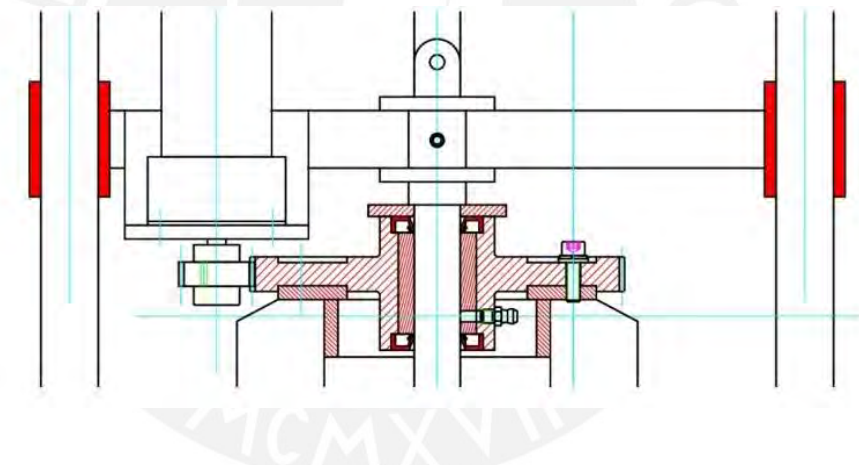


Figura 52: Tren motriz. Elaborado con AutoCAD Mechanical 2018.

Esta tesis no contempla la implementación del nuevo sistema mecánico, sin embargo, para realizar las pruebas necesarias al sistema de rotación se armó una maqueta que simula el funcionamiento del sistema rotación descrito anteriormente. Se fabricó una rueda dentada de acrílico por medio de corte laser, que cuenta con el mismo diámetro y número de dientes del que se utilizaría en el sistema mecánico. De esta manera, se simuló el control que se tendría con esa transmisión entre el número de dientes planteado.

Dicha rueda dentada se colocó de forma solidaria en el eje del *ENCODER* de modo que se pudiera conocer directamente el ángulo que el alimentador barrería. La maqueta se presenta en la figura 53.



Figura 53: Maqueta-Prototipo del sistema de rotación.



CAPÍTULO 4:

PRUEBAS Y RESULTADOS

El presente capítulo aborda las pruebas realizadas con el fin de corroborar el funcionamiento del diseño descrito en el capítulo 3. Estas comprendieron las tarjetas diseñadas y sus desempeños individuales, asegurando que cada tarjeta funcione correctamente antes de realizar pruebas con los motores y la maqueta. Primero, se probó la comunicación con la computadora y el programa diseñado en LabVIEW, así como la correcta lectura de los sensores utilizados en cada movimiento. Además, por medio del osciloscopio se observó que las señales PWM que controlan los puentes H eran las esperadas. En la segunda experiencia, se probó el sistema en conjunto con la maqueta y los motores comprobando el correcto funcionamiento de los diferentes modos en cada movimiento.

4.1 Pruebas individuales del sistema

Para la comunicación de la tarjeta de procesamiento con la computadora se utilizó un cable GIGAWARE de DB9 a USB. En la figura 54 se muestra el sistema conectado al puerto COM10 de la computadora, comprobando la comunicación entre ambos por medio de los indicadores del programa.



Figura 54:(a) Respuesta del movimiento axial (b) Respuesta del movimiento rotacional.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 55 se muestra los valores escogidos para las pruebas realizadas. Se escogió un rango de 3 a 8.5 centímetros para el sistema axial y uno de 3 a 88 grados para el sistema de rotación. Así mismo, para los ciclos de trabajo se escogieron valores relativamente bajos para obtener un control fino de los motores, siendo estos de 12% para el movimiento axial y 53% para el de rotación.

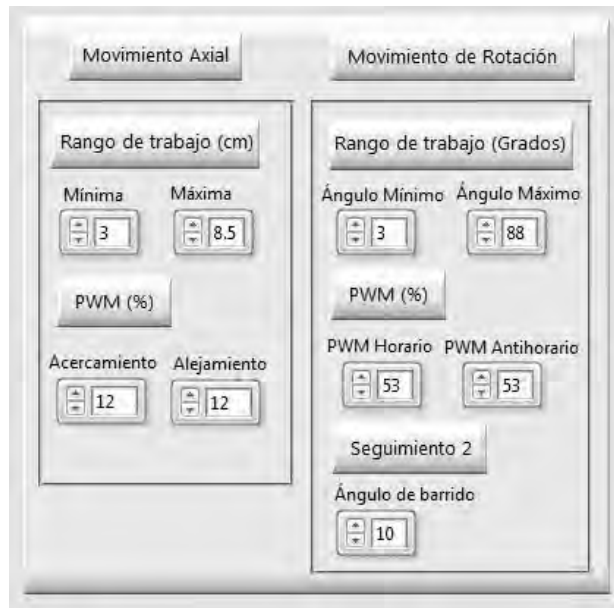
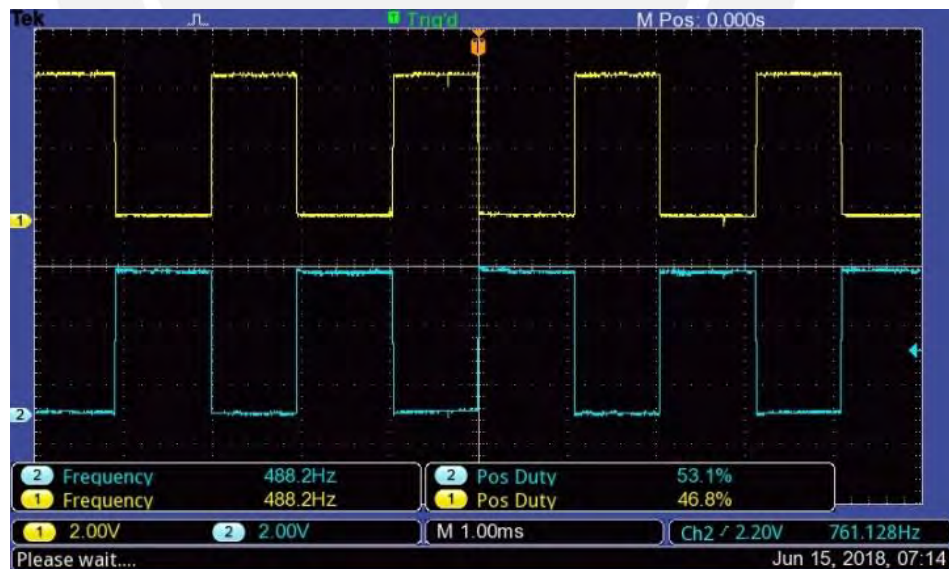
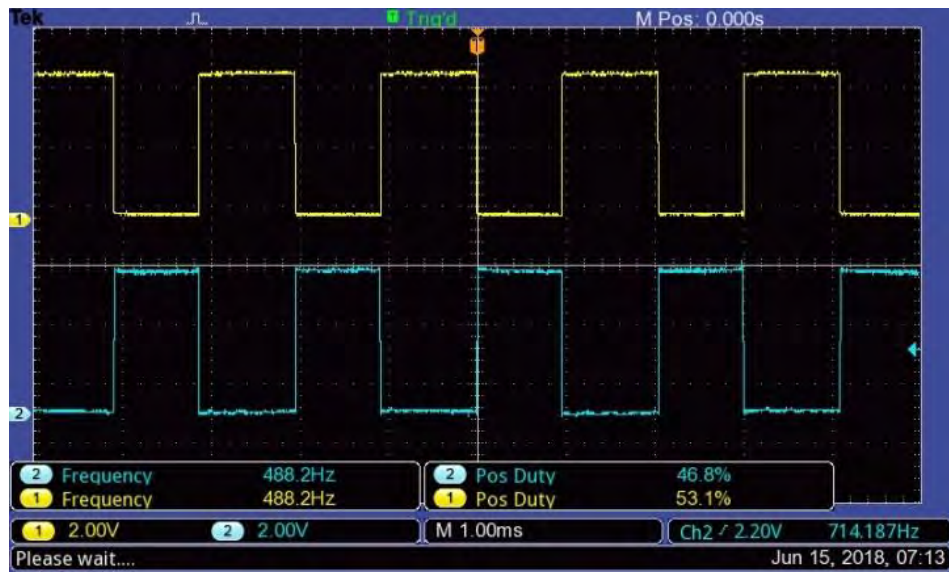


Figura 55: Panel de configuración general. Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de las señales PWM generadas por el procesador se midieron por medio de un osciloscopio, para ambos movimientos, a la salida de la compuerta lógica AND de la tarjeta de protección. Las mediciones se presentan en las figuras 56 y 57.

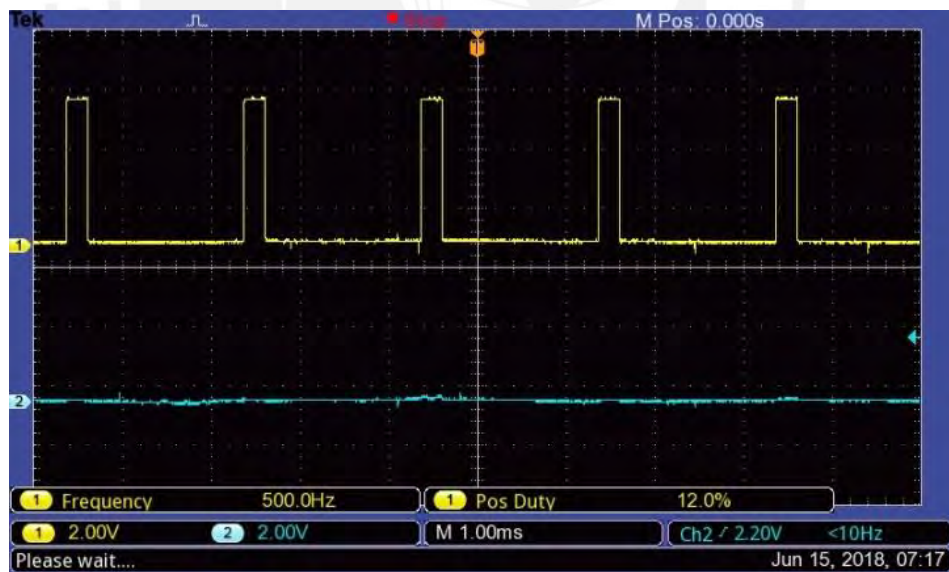


(a) Señal PWM para el movimiento rotación – horario

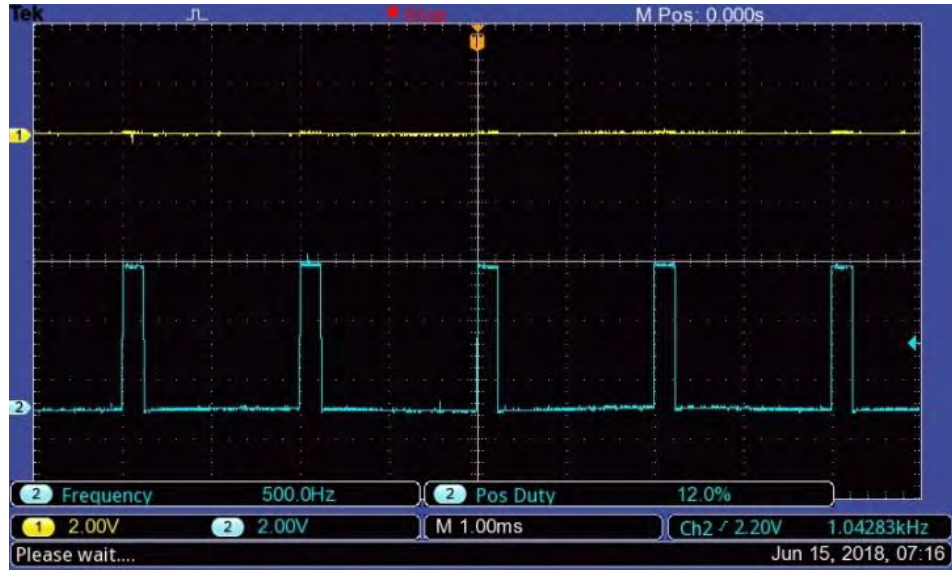


(b) Señal PWM para el movimiento rotación - anti horario

Figura 56: (a) Señal PWM para el movimiento rotación - horario (b) Señal PWM para el movimiento rotación - anti horario. Fuente: Elaboración propia.



(a) Señal PWM para el movimiento axial de alejamiento



(b) Señal PWM para el movimiento axial de acercamiento

Figura 57: (a) Señal PWM para el movimiento axial de alejamiento (b) Señal PWM para el movimiento axial de acercamiento. Fuente: Elaboración propia.

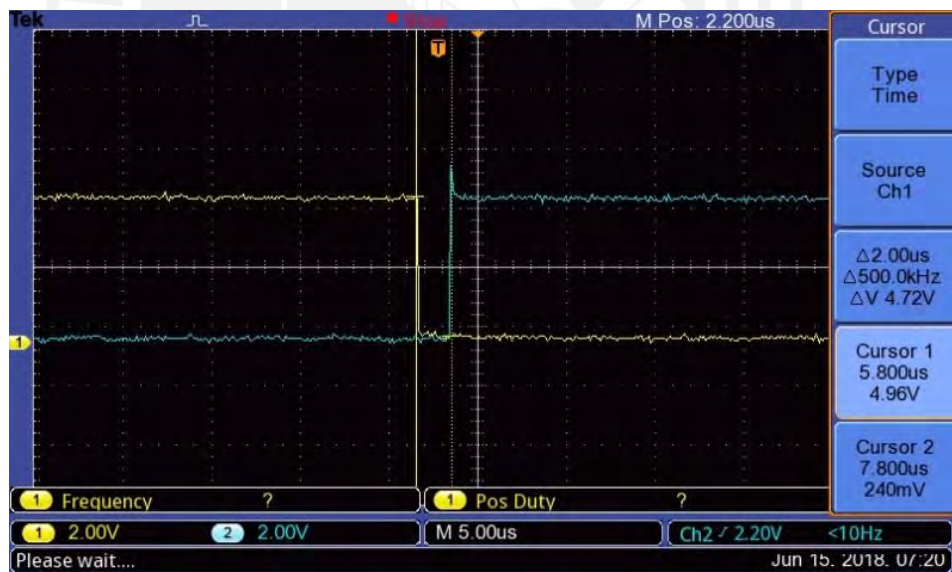


Figura 58: Desfase de seguridad para el movimiento de rotación. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las figuras 56 y 57, las señales PWM generadas para ambos movimientos tienen los ciclos de trabajo y frecuencias configurados, 12% con 500 Hz para el movimiento axial y 53% con 488 Hz para el movimiento de rotación. Además, en la figura 58 se comprueba que, para la PWM del movimiento de rotación, el

desfase generado por el circuito RC descrito en el capítulo 3, sección 3.3.4.2, es de 2 μ s.

De igual manera por medio de un osciloscopio se muestra en la figura 59, la señal generada por el temporizador 0 corroborando que la frecuencia es de 100 Hz.

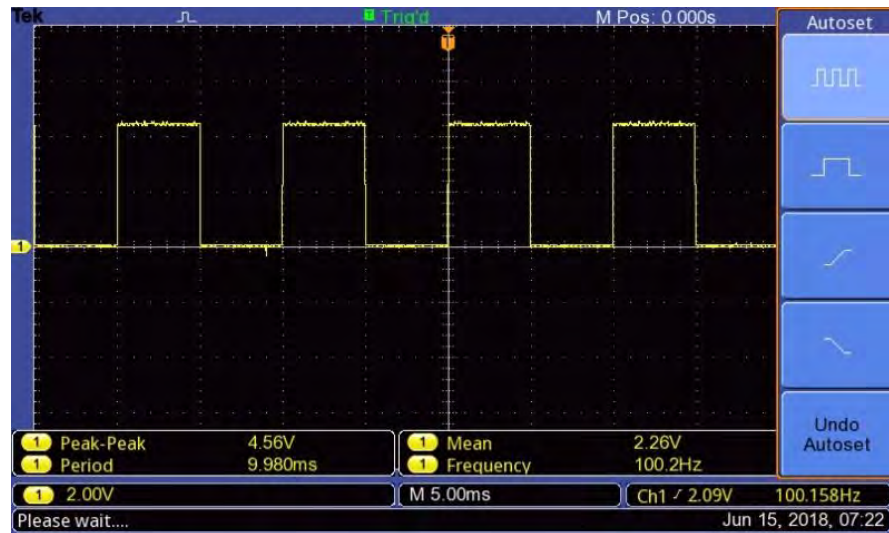


Figura 59: Señal cuadrada del temporizador 0. Fuente: Elaboración propia.

También se comprueba el funcionamiento del circuito de vigilancia. Después de 3 segundos se observa la señal en baja que reinicia al ATmega. La gráfica se presenta en la figura 60.



Figura 60: Señal en baja del TIMER555 después de 3 segundos. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Pruebas del sistema en conjunto

Las siguientes pruebas se realizaron con todo el sistema electrónico en conjunto con los motores y la maqueta. Se probó el sistema en los diferentes modos que tiene cada movimiento haciendo uso de un programa adicional que se diseñó con el fin de simular la ganancia de la señal, tanto para el desplazamiento axial como para el desplazamiento en rotación.

Con el fin de no incrementar la extensión de esta tesis, se optó por incluir sólo algunas imágenes asociadas a cada modo en los dos movimientos, sin embargo, es posible acceder a más imágenes adicionales en los anexos.

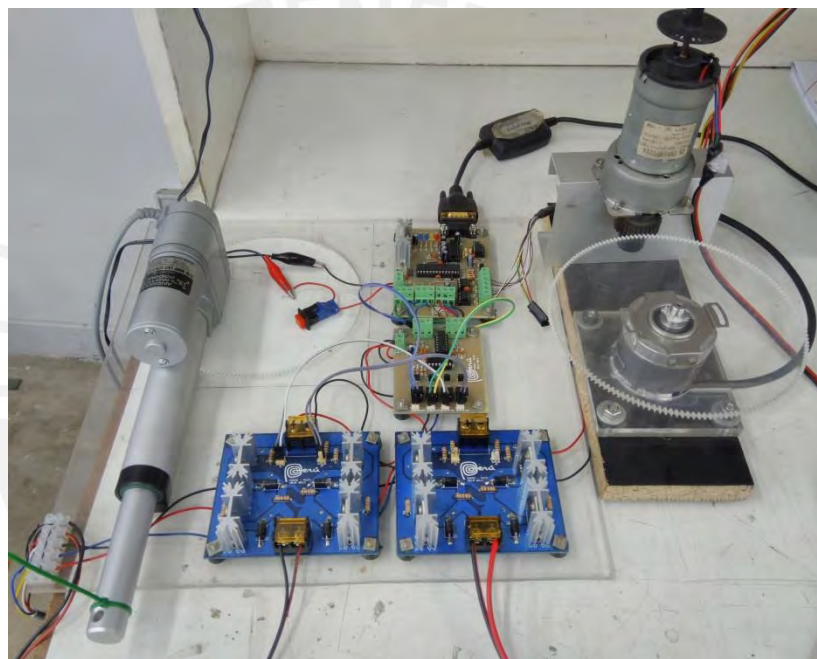


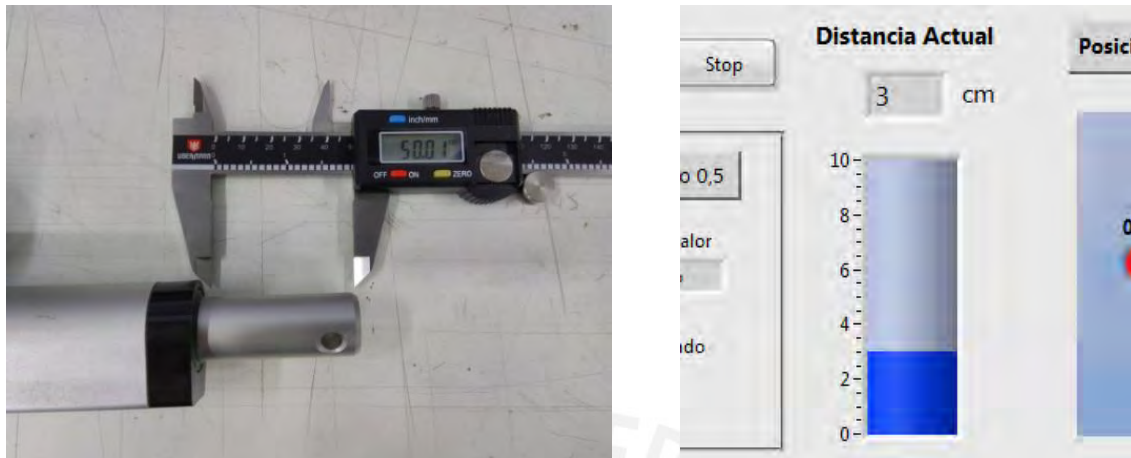
Figura 61: Sistema electrónico en conjunto con los motores

4.2.1 Pruebas del sistema de movimiento axial

Se realizaron pruebas en el modo manual 1 del movimiento axial comprobando que el actuador recorriera la distancia de 1 o 0,5 centímetros en dirección al reflector parabólico o en el sentido contrario según los datos ingresados en el panel.

Adicionalmente se hicieron cuatro mediciones por medio de un vernier digital, con el fin de corroborar que las distancias que se mostraban en el programa eran cercanas a las reales. Tomando como referencia la distancia de 3 centímetros que se muestra

en la figura 62, se tomaron medidas cada 1 cm hasta la posición de 8 cm, como se muestra en la tabla 12.



(a)

(b)

Figura 62: (a) Medición de la distancia real (b) Distancia visualizada en el programa.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Distancia medida con el programa vs distancia real

Distancia visualizada en el programa	Distancia real
3 cm	5.00 cm
4 cm	5.88 cm
5 cm	6.76 cm
6 cm	7.69 cm
7 cm	8.76 cm
8 cm	9.75 cm

Como se observa en la tabla 12, la posición del vástago viene dada por un *offset* de 2 cm tomando como referencia la posición inicial. La diferencia entre cada valor real medido debió ser de 1 cm, sin embargo se presentó un error máximo de 0,15 centímetros. Este error se debe a que el potenciómetro del actuador no se comporta linealmente como idealmente se espera, sin embargo para fines del sistema no se tendrá inconvenientes con este margen de error pues no se necesitan distancias absolutas.

De igual manera se realizaron pruebas en el modo manual 2. Inicialmente se planteó una resolución de 0.5 cm, sin embargo, se consiguió una resolución de 0.1 cm con una PWM de ciclo de trabajo de 12%.

Es importante resaltar que para todas las pruebas de posicionamiento axial se utilizó una PWM con ciclo de trabajo de 12%. Si bien este valor puede ser modificado por el usuario del programa, se recomienda no exceder de un ciclo de trabajo de 25% debido a que se pierde la resolución de 0.1 cm. En caso se use valores menores al 10% es posible no se venza la inercia y fricción del motor.

4.2.1.1 Prueba del modo automático

Para la prueba del modo automático se utilizó un programa adicional que simula el comportamiento de la ganancia de una señal recibida con respecto a la distancia del actuador lineal, como es ilustrado en la figura 63. Se configuró una máxima ganancia de 240 y una distancia correspondiente a la máxima ganancia de 6.4 cm, siendo estos valores escogidos de forma aleatoria y únicamente para fines de pruebas.

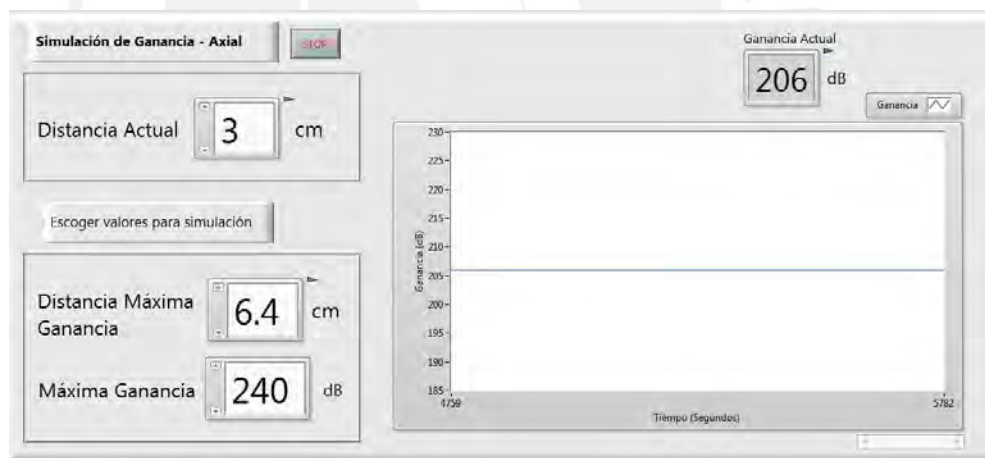


Figura 63: Programa que simula la ganancia respecto a distancia. Fuente: Elaboración propia.

Durante la prueba del modo automático, el vástago del actuador lineal se posicionó correctamente en la mínima distancia de trabajo, configurado a 3 centímetros. Luego realizó el barrido en búsqueda de la máxima ganancia hasta posicionarse en distancia máxima de trabajo, configurada a 8.5 centímetros. Por medio del botón "Visualizar Datos" se posicionó el vástago a la distancia de máxima ganancia encontrada y se visualizaron los datos obtenidos, tal como ilustra la figura 64.

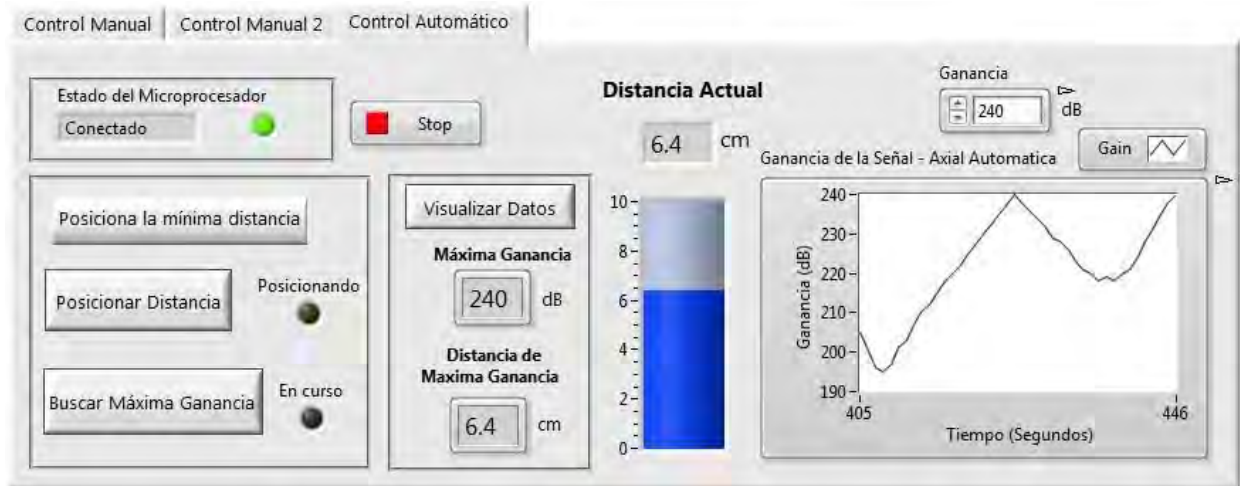


Figura 64: Resultados obtenidos del barrido axial de ganancia. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados observados en la figura 64 concuerdan con los configurados en el programa de simulación, máxima ganancia de 240 dB y una distancia de 6.4 cm, simulando lo que sería una coincidencia del centro de fase del alimentador con el punto focal del radiotelescopio.

4.2.2 Pruebas del sistema de movimiento de rotación

Como se especificó en la sección 4.1, todas las pruebas del movimiento de rotación fueron con una PWM con ciclo de trabajo de 53%, respecto al 50% que sería un motor estático. Con dichos valores se obtuvo una resolución de 1 grado, superando la planteada inicialmente. Sin embargo, si se excedía de 60% se presentaba un margen de error de 1 grado a más debido a la velocidad de giro del motor en el momento del frenado, mientras que si se reducía del 52%, no se vencía la inercia del motor.

4.2.2.1 Prueba del modo automático

Para el modo de rotación automática se utilizó otro programa que simula la ganancia de una señal recibida con respecto al ángulo leído por el *ENCODER*, ilustrado en la figura 65. Para esta prueba se configuró una máxima ganancia de 225 dB y un ángulo de polarización de 58 grados, siendo estos valores escogidos de forma aleatoria y únicamente para fines de pruebas.

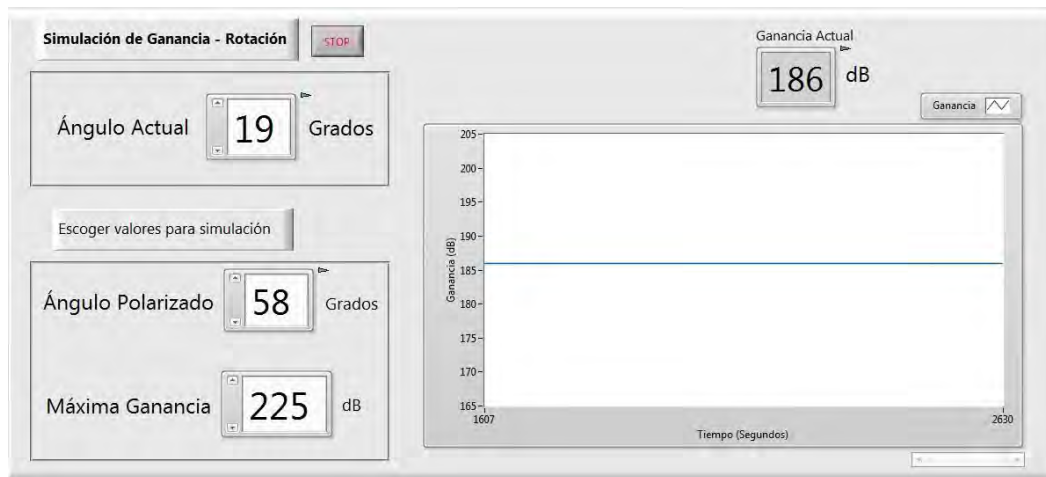


Figura 65: Programa que simula la ganancia respecto a un ángulo. Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda automática de máxima ganancia en rotación es similar al del movimiento axial. Primero, el alimentador se posicionó en el mínimo ángulo del rango de trabajo, configurado en 3 grados. Luego se realizó el barrido en búsqueda de la máxima ganancia hasta que el alimentador se posicionó en el ángulo de 88 grados. Los datos del ángulo polarizado y el valor de la máxima ganancia se visualizaron por medio del botón de “Visualizar datos”. Esto es presentado en la figura 66.

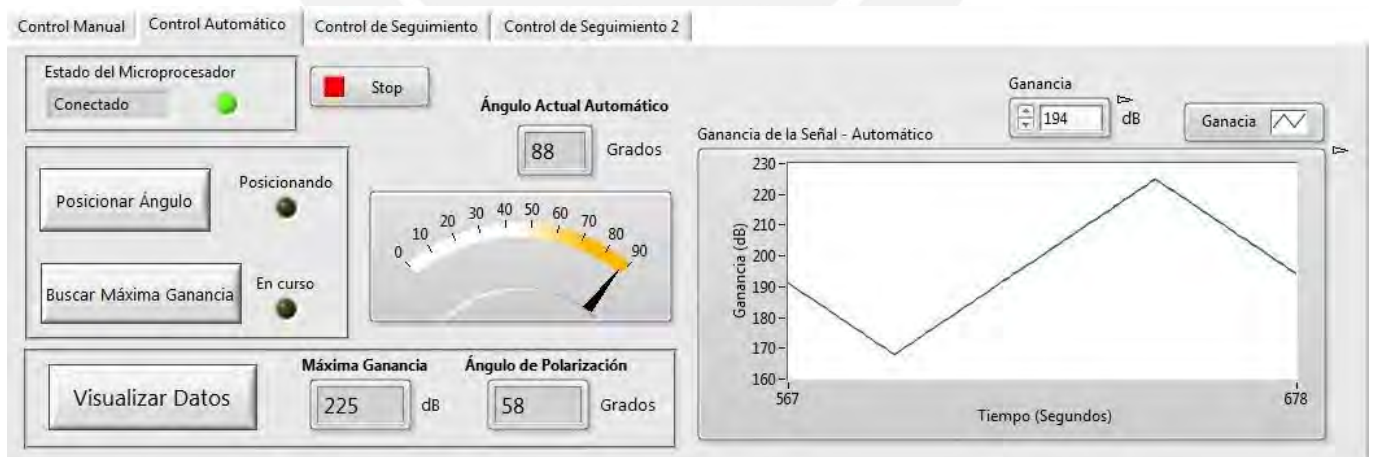


Figura 66: Resultados obtenidos del modo automático. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la figura 66 concuerdan con los configurados en el programa de simulación de ganancia, un ángulo de 58 grados y una máxima ganancia de 225, simulando lo que sería una búsqueda automática del ángulo de polarización al momento de la recepción de una señal.

4.2.2.2 Prueba del modo seguimiento 1

Para el modo de seguimiento 1, se ingresó un tiempo de 60 segundos y se configuró el programa de simulación en una máxima ganancia de 280 dB y un ángulo de polarización de 68 grados para la primera lectura, luego, al finalizar cada lectura se fue variando el ángulo de polarización a diferentes valores de manera que se compruebe el correcto seguimiento. Se realizaron cinco seguimientos con los resultados indicados en la tabla 13.

Tabla 13: Datos configurados vs datos capturados – Seguimiento 1

Programa de simulación de ganancia		Datos capturados por el modo seguimiento 1	
Ganancia (dB)	Ángulo Polarizado (°)	Ganancia (dB)	Ángulo Polarizado (°)
280	69	280	69
280	66	280	66
280	74	280	74
280	81	280	81
280	53	280	53



Figura 67: Resultados obtenidos del modo seguimiento 1. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la figura 67 concuerdan con las variaciones del ángulo de polarización del programa de simulación de ganancia. Esto simula la posible variación de una fuente a lo largo del tiempo, demostrando un correcto funcionamiento del modo seguimiento 1. Cabe resaltar que el tiempo de lectura fue de 60 segundos para facilitar la muestra de resultados y debido a que al sistema le toma un tiempo de 38 segundos hacer el barrido y regresar a la posición mínima de trabajo. En la práctica este tiempo dependerá de la señal que se mida y de que tan rápido cambie la polarización, con un tiempo desde los 15 minutos hasta de 1 hora. Adicionalmente se aprecia la visualización del tercer dato registrado, 74 grados y 280 dB.

4.2.2.3 Prueba del modo seguimiento 2

Para el modo de seguimiento 2, el ángulo a mover en el sentido horario y antihorario fue de 10 grados. Se ingresó un tiempo de 30 segundos y se configuró el programa de simulación con una máxima ganancia de 225 dB y un ángulo de polarización inicial de 45 grados, siendo estos valores aleatorios. Al finalizar cada seguimiento se fue variando el ángulo de polarización con el fin de corroborar el correcto funcionamiento del modo de seguimiento 2. Se realizaron cinco seguimientos con los resultados indicados en la tabla 14.

Tabla 14: Datos configurados vs datos capturados – Seguimiento 2

Programa de simulación de ganancia		Datos capturados por el modo seguimiento 2	
Ganancia (dB)	Ángulo Polarizado (°)	Ganancia (dB)	Ángulo Polarizado (°)
225	45	225	45
225	49	225	49
225	52	225	52
225	48	225	48
225	42	225	43

Los resultados obtenidos en la figura 68 muestra que los cuatro primeros valores fueron igual a los esperados, exceptuando el último, cuyo valor debió ser de 42 grados. Este error se generó debido a que el piñón del motor DC utilizado posee un juego mecánico el cual imposibilita que la resolución del sistema de rotación sea exactamente de 1 grados en todo momento. La resolución real es un valor entre 1 y 2 grados por lo que cada cierto ángulo se generará este margen de error.

La resolución esperada inicialmente fue de 5 grados por lo que este error no es significativo para las mediciones. Nuevamente se resalta que el tiempo entre lecturas escogido fue de 30 segundos para facilitar la muestra de resultados y debido a que al sistema le toma un tiempo de aproximadamente 21 segundos en realizar el barrido y posicionarse en el ángulo de polarización encontrado. En la práctica este tiempo dependerá de la señal que se mida y de que tan rápido cambie la polarización, siendo el tiempo mínimo de 25 segundos.



Figura 68: Resultados obtenidos del modo seguimiento 2. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Se logró el diseño de un sistema que permite hacer coincidir el centro de fase del alimentador con el punto focal de la superficie reflectora, consiguiendo una mejora teórica de la ganancia, visualizada en las gráficas de ganancia-tiempo en los diferentes modos de control axial.
- Con el control por PWM utilizado para manejar el actuador lineal se consiguió una resolución mejor que la esperada. Inicialmente se esperaba una resolución de 0.5 cm, sin embargo se consiguió una resolución de 0.1 cm, superando las expectativas del diseño.
- El sistema de rotación se probó en maqueta y se consiguió el control deseado sobre el motor DC por medio de la señal PWM configurada y el engranaje utilizado. Se obtuvo una resolución en ángulo mejor que la esperada, inicialmente se esperaba una resolución de 5 grados con dicho control, sin embargo se consiguió una resolución de 1 grado, superando nuevamente las expectativas del diseño.
- El sistema de rotación diseñado cumplió correctamente la función de seguir un posible cambio de polarización durante la medición de una señal, además de conseguir una mejora en la ganancia, apreciada en las gráficas de ganancia-tiempo en los diferentes modos de control.
- Por medio del lenguaje de programación gráfico orientado al flujo de datos de LabVIEW se logró controlar el sistema electrónico diseñado, de manera que se pueda utilizar dicho programa en conjunto con otros existentes relacionados al control del radiotelescopio de 8 metros.

RECOMENDACIONES

- Si bien las pruebas realizadas para los dos movimientos principales fueron hechas en una maqueta con resultados favorables, se recomienda que una vez se tenga el soporte mecánico implementado, se realicen nuevamente pruebas individuales al sistema montado en el soporte mecánico para luego proceder con las pruebas del sistema integrado al radiotelescopio, para así comprobar el correcto funcionamiento del sistema.
- Se recomienda que una vez el sistema esté implementado en el radiotelescopio, se tengan los cuidados necesarios y esté protegido por una cubierta especial. Esto debido a que el sistema cuenta con motores, los cuales estarán expuestos a los deterioros por la intemperie, como la humedad o lluvias, que pueden dañarlos.
- A pesar de que el sistema cuenta cuatro modos del control de rotación del alimentador, entre ellos dos de seguimiento, se recomienda a futuro implementar un modo de seguimiento inteligente que pueda variar el intervalo de tiempo entre cada búsqueda del ángulo de polarización. Dependiendo que tan seguido ocurra un cambio de polarización, el sistema se adapte a la frecuencia de este cambio, para así no realizar barridos en ángulo muy seguidos en caso la señal no lo requiera.

REFERENCIAS

- [1] J. D. Kraus, *Radio Astronomy*, Segunda edición, Powell, Ohio: Cygnus-Quasar Books, 1986.
- [2] David Newton, «Radioastronomy – Quasars and Pulsars», 2011. [En Línea]. Available: <http://science.jrank.org/pages/5673/Radio-Astronomy-Quasars-pulsars.html>. [Último acceso: 11 de Setiembre 2017].
- [3] Engineering LibreTexts, «Polarization of Waves», 2016. [En Línea]. Available: https://eng.libretexts.org/Core/Materials_Science/Optical_Properties/Polarization_of_Waves. [Último acceso: 18 de Setiembre 2017].
- [4] David S. Nyce, *Linear Position Sensors. Theory and Application*, 2004.
- [5] Jorge Arturo Heraud P., *Capítulo 7: Radioastronomía*, Curso: Ciencia e Ingeniería Espacial, ING306, 2017.
- [6] Ion Boldea, Syed Abu Nasar, *Linear Electric Actuators and Generators*, 1999.
- [7] Sebastian Von Hoerner, *Homologous Deformations of Tilttable Telescopes*, 1967.
- [8] W.N. Christiansen; J.A. Hogbom, *Radio telescopes*, 1969.
- [9] Jacob W. Baars, *The Paraboloidal Reflector Antenna in Radio Astronomy*, 2007.
- [10] Martin Böhme, Jorge Arturo Heraud P., *Design of a self-adjusting antenna feed for a homologous designed tilttable 20m-radio-telescope*, 2016.
- [11] Felipe Carrero Muñoz, Jorge Arturo Heraud P., *Diseño e implementación de un codificador de ángulo a señal digital para el posicionamiento del radiotelescopio RT-3*, 2012.
- [12] Dynapar, «Encoders & Resolvers», 2010. [En Línea]. Available: http://www.dynapar.com/uploadedFiles/_Site_Root/Service_and_Support/Dynapar2010Catalog.pdf. [Último acceso: 05 de Abril 2018].

[13] Digikey, 2018. [En Línea]. Available:
<https://www.digikey.com.mx/product-detail/es/broadcom-limited/AEAT-9000-1GSH1/516-3123-ND/4211243>.
[Último acceso: 06 de Abril 2018].

[14] Thompson, «Linear Motion Systems», 2013. [En Línea]. Available:
https://www.thomsonlinear.com/downloads/lms/Linear_Motion_Systems_cten.pdf.
[Último acceso: 13 de Marzo 2018].

[15] Midwest Motion, 2018. [En Línea]. Available:
<http://www.midwestmotion.com/products/la3/12V/100/MMP%20LA3-12V-5-A-100-P.pdf>.
[Último acceso: 10 de Julio 2018].



ANEXOS

Pruebas del sistema en conjunto

Sistema de movimiento axial - Modo Manual 1

En la siguiente prueba se movió el vástago del alimentador una distancia de 1 cm y en la dirección de acercamiento a la superficie reflectora.

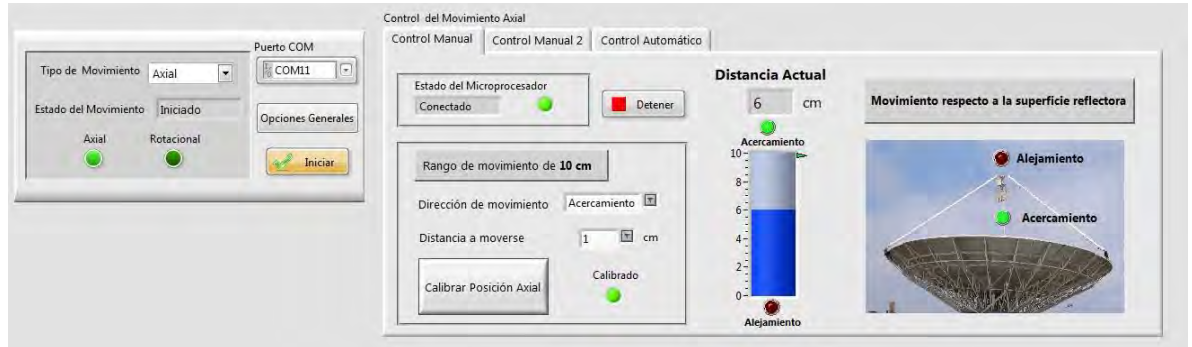


Ilustración 1: Inicio del movimiento del vástago

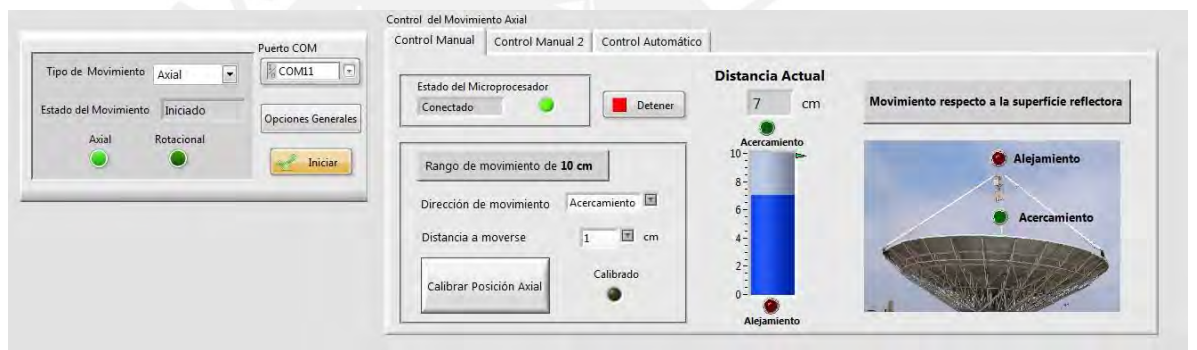


Ilustración 2: Finalización del movimiento del vástago

En esta prueba se movió el vástago del alimentador una distancia de 0.5 cm y en la dirección contraria a la anterior prueba.



Ilustración 3: Inicio del movimiento del vástago

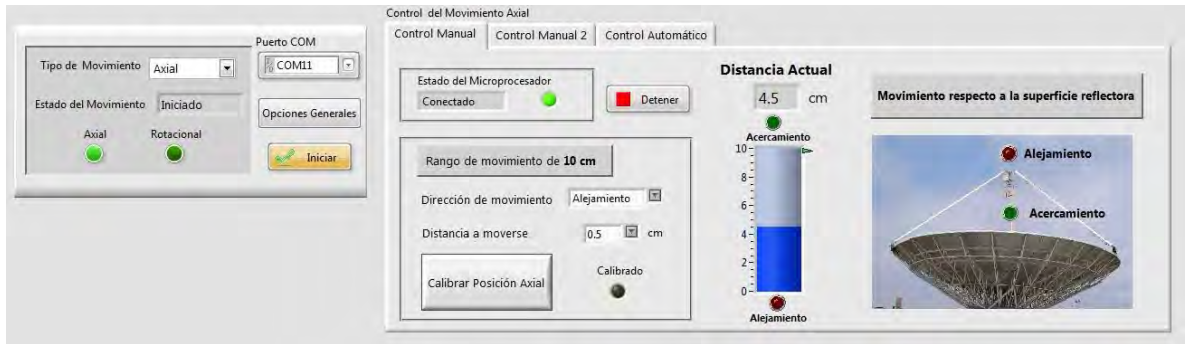


Ilustración 4: Finalización del movimiento del vástago

Modo Manual 2

En las siguientes pruebas se alcanzó la resolución de 0.1 cm en el movimiento axial. Se movió el vástago a la distancia de 5.3 cm y luego a 5.4 y 5.5 cm. Finalmente como última prueba se movió a la distancia de 6.8 cm.

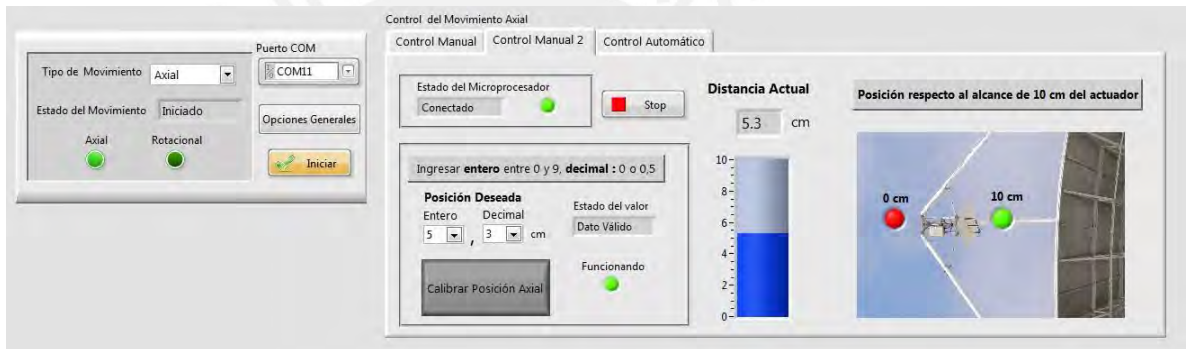


Ilustración 5: Posicionamiento a 5.3 cm



Ilustración 6: Posicionamiento a 5.4 cm

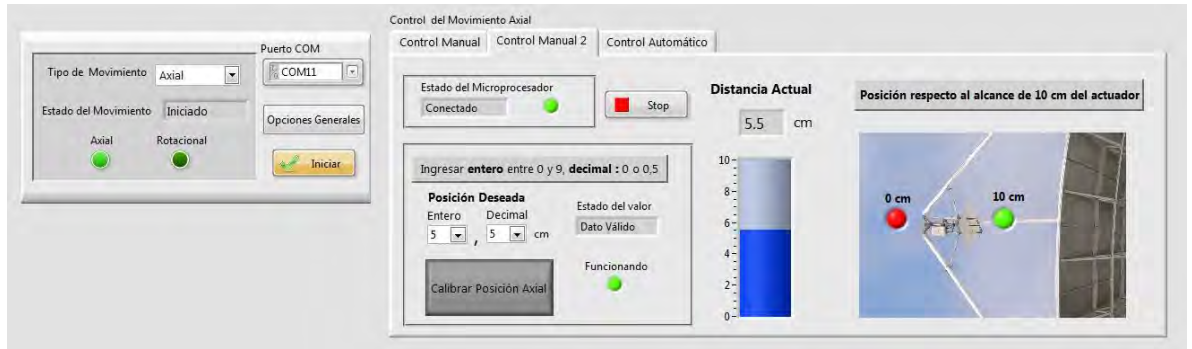


Ilustración 7: Posicionamiento a 5.5 cm

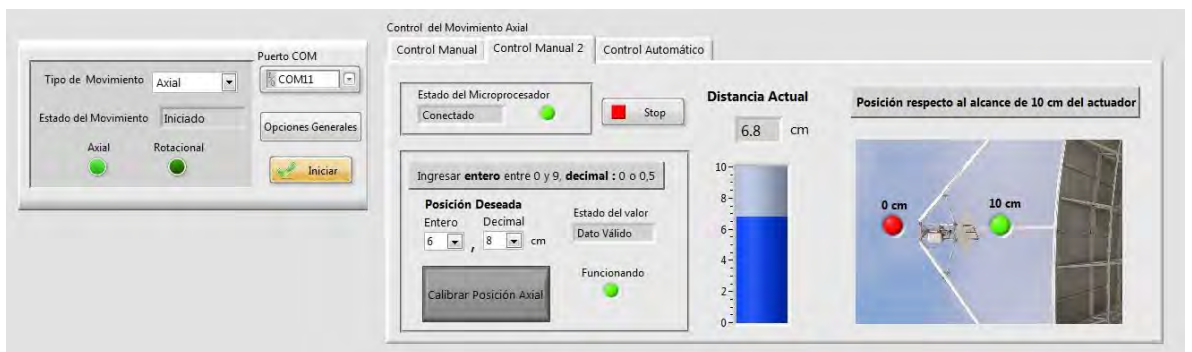


Ilustración 8: Posicionamiento a 6.8 cm

Sistema de movimiento de rotación - Modo Manual

En la siguiente prueba, el alimentador fue rotado a 3 posiciones diferentes, observando en la gráfica de ganancia-tiempo como variaba la ganancia en cada posición.

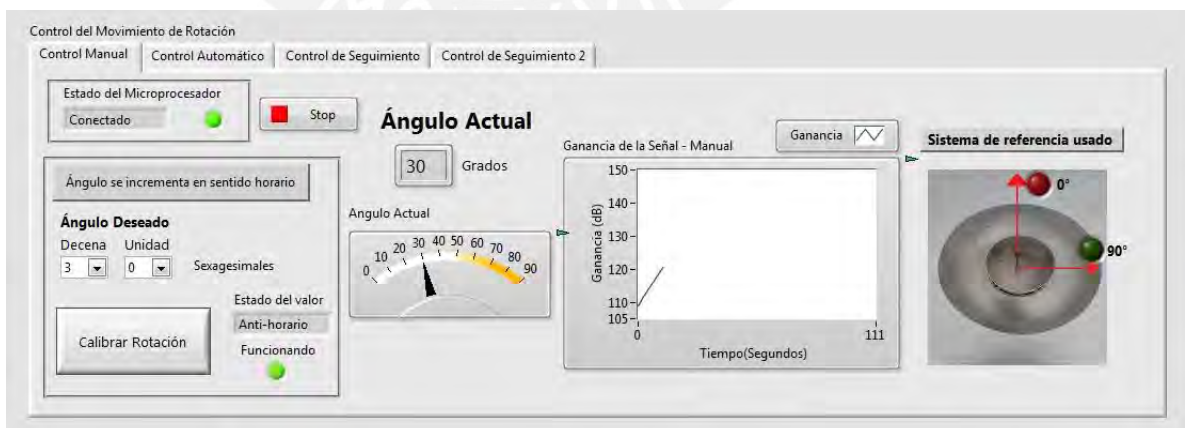


Ilustración 9: Posicionamiento a 30 grados.

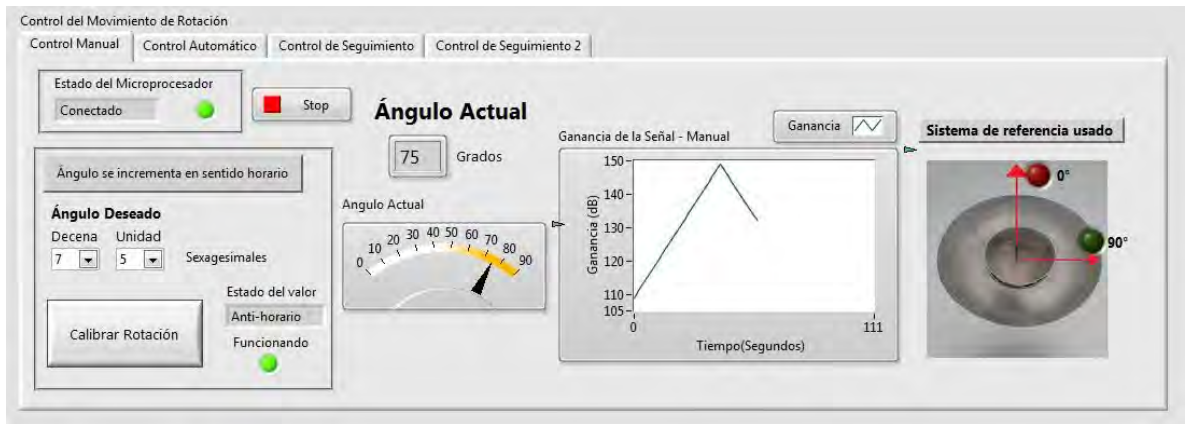


Ilustración 10: Posicionamiento a 75 grados.

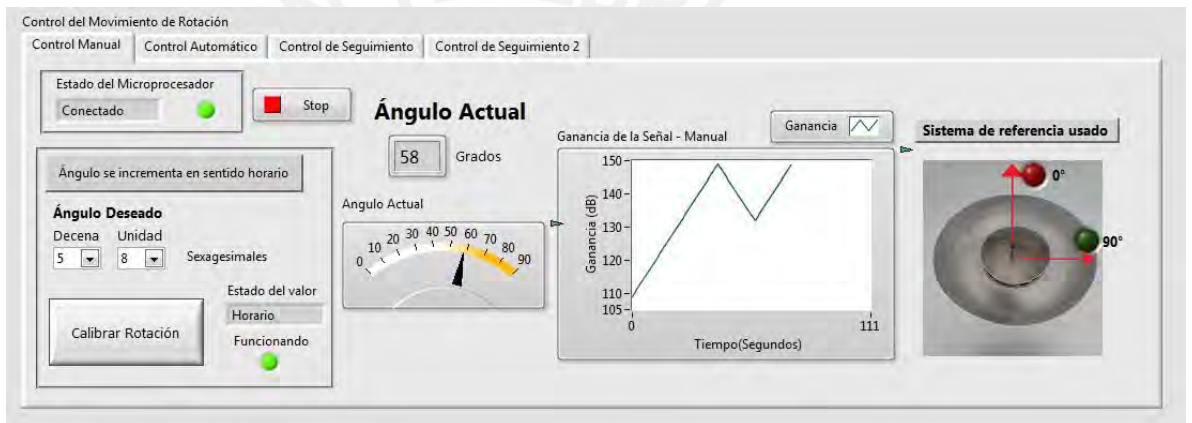


Ilustración 11: Posicionamiento a 58 grados.

Se puede apreciar que el punto de máxima ganancia está aproximadamente cerca a los 58 grados. Cabe mencionar que este modo manual tiene como fin hacer rotar el alimentador a ángulos deseados, en caso se desee conocer con exactitud el ángulo de máxima ganancia, se utilizará los otros modos de control.



Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:12 p.m.

Final Programa.vi



Control del Movimiento Axial

Control Manual | Control Manual 2 | Control Automático

Tipo de Movimiento: Puerto COM:

Estado del Movimiento:

Opciones Generales

Axial Rotacional

Iniciar

Estado del Microprocesador: Detener

Rango de movimiento de 10 cm

Dirección de movimiento:

Distancia a moverse: cm

Calibrar Posición Axial

Distancia Actual: 0 cm

Acercamiento

Alejamiento

Movimiento respecto a la superficie reflectora

Alejamiento

Acercamiento

Control del Movimiento de Rotación

Control Manual | Control Automático | Control de Seguimiento | Control de Seguimiento 2

Estado del Microprocesador: Conectado Stop

Ángulo se incrementa en sentido horario

Ángulo Deseado

Decena: Unidad: Sexagesimales

Estado del valor: Funcionando

Calibrar Rotación

Ángulo Actual: 0 Grados

Angulo Actual

Ganancia de la Señal - Manual

Ganancia

Sistema de referencia usado

0°

90°

Ganancia (dB) vs Tiempo (Segundos) graph



Calibrar



Control del Movimiento Axial



Dirección de movimiento



Calibrar



Entero



Decimal



Control del Movimiento de Rotación



STOP



STOP



STOP



Calibrar

Rotacion



Detener Programa




Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:12 p.m.

-  **Distancia a moverse**
-  **Tipo de Movimiento**
-  **Unidad**
-  **Decena**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Posicionar
Ángulo]
-  **STOP**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Visualizar
Datos]
-  **Ganancia**
-  **STOP**
-  **OK RM 2**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[OK RM 6]
-  **# del dato**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Visualizar en Excell]
-  **STOP**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Visualizar
Datos]
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Buscar Máxima
Ganancia]
-  **Ganancia 2**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Posicionar
Ángulo]
-  **Comenzar
Seguimiento**
-  **Tiempo**
-  **Buscar Angulo Polarizado**
[Visualizar Datos]



Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:12 p.m.

TF Buscar Angulo Polarizado
[Buscar Máxima
Ganancia]

DBL Ganancia

TF Buscar Angulo Polarizado
[Posicionar
Distancia]

DBL Ganancia Seguimiento[Ganancia Seguimiento]

DBL Angulo Máxima Ganancia

TF Buscar Angulo Polarizado
[Visualizar
Excell]

TF Buscar Angulo Polarizado
[Buscar
Máxima
Ganancia]

DBL Acercamiento

TF Default

DBL Alejamiento

DBL PWM Antihorario

DBL PWM Horario

DBL Mínima

DBL Ángulo Máximo

DBL Ángulo Mínimo

DBL Máxima

DBL Ángulo de barrido

TF

TF Iniciar

I/O Puerto COM

abc Estado del Microprocesador

TF Calibrado

TF Axial Manual 1

abc Estado del Microprocesador

TF Axial Manual 2

TF Funcionando

abc Estado del valor







Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:12 p.m.

-  **Estado del Microprocesador**
-  **Rotacion Manual**
-  **Estado del valor**
-  **Funcionando**
-  **Estado del Movimiento**
-  **Axial**
-  **Rotacional**
-  **Alejamiento**
-  **Acercamiento**
-  **Acercamiento**
-  **Alejamiento**
-  **10 cm**
-  **0 cm**
-  **Distancia Actual**
-  **Distancia Actual**
-  **Angulo Actual**
-  **0°**
-  **90°**
-  **Ganancia de la Señal - Automático**
-  **Máxima Ganancia**
-  **Rotacion Automatico**
-  **Estado del Microprocesador**
-  **Posicionando**
-  **En curso**
-  **Ángulo Actual Automático**
-  **Ángulo de Polarización**
-  **Estado del Microprocesador**
-  **Rotacion Seguimiento 1**
-  **Posicionando**
-  **Ángulo Actual Seguimiento**
-  **En curso**
-  **Haciendo el Barrido**
-  **Inicia búsqueda**




















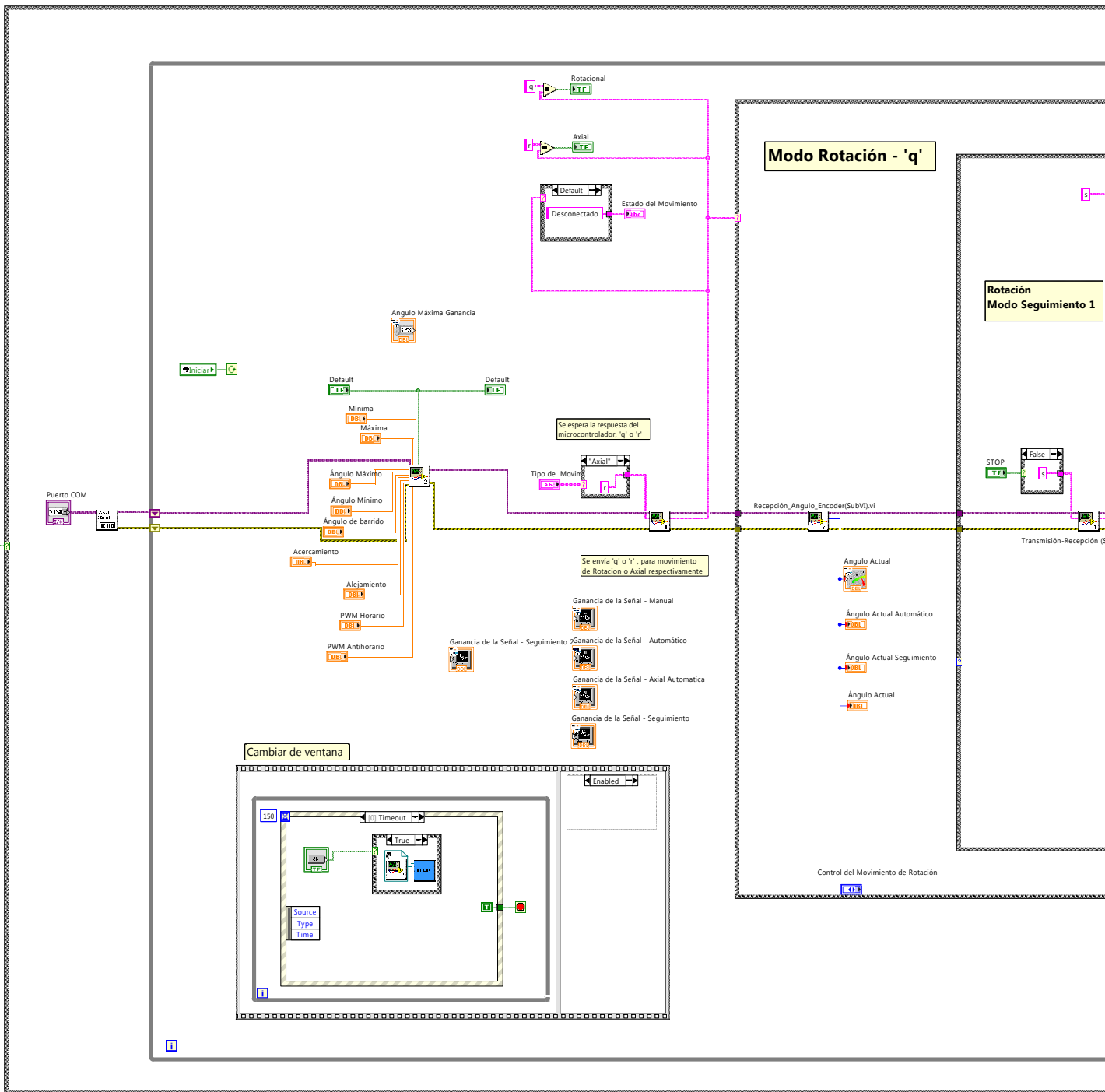
Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

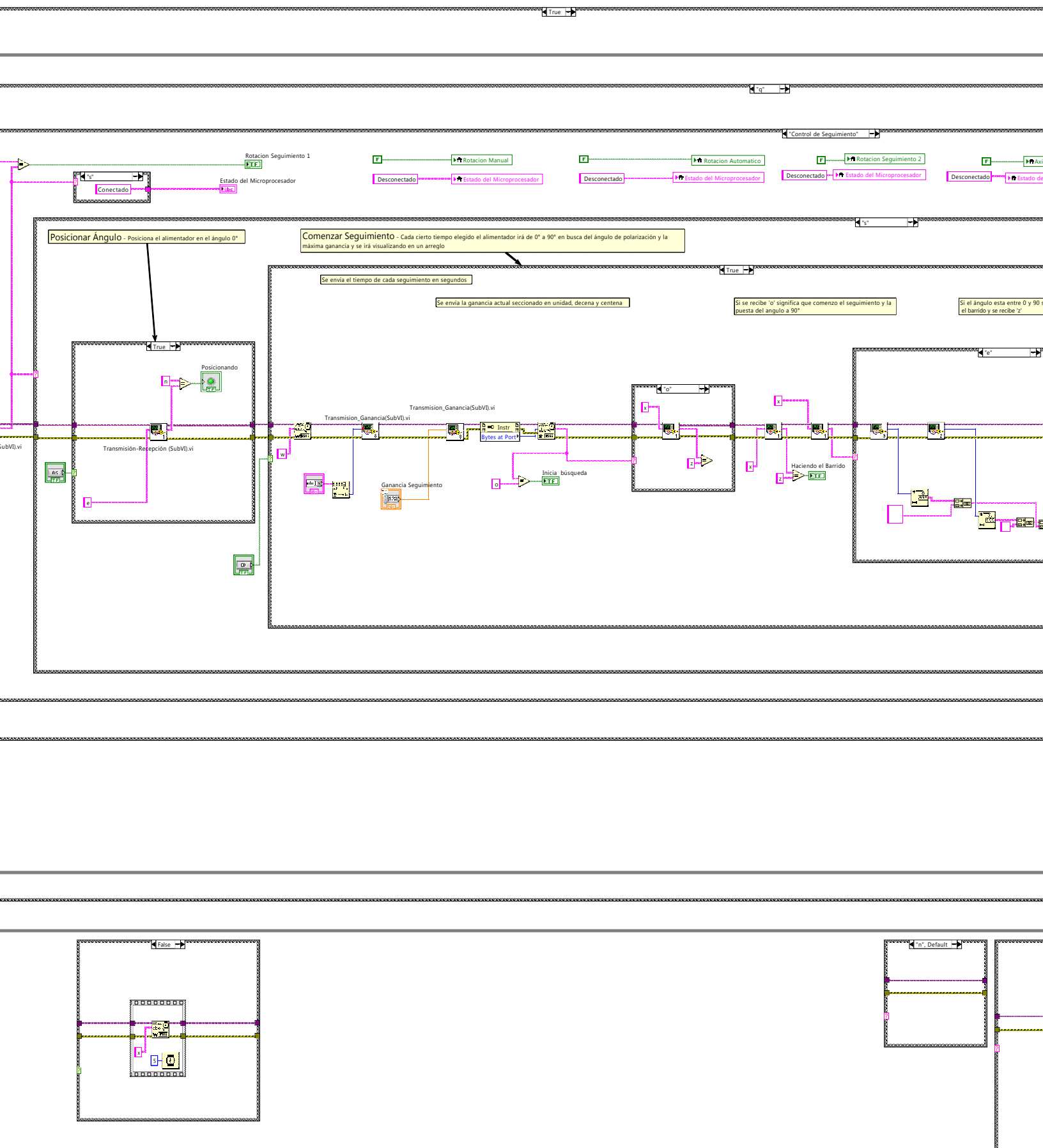
Printed on 11/02/2019 at 12:12 p.m.

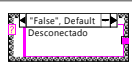
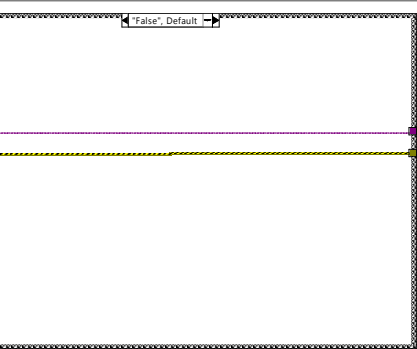
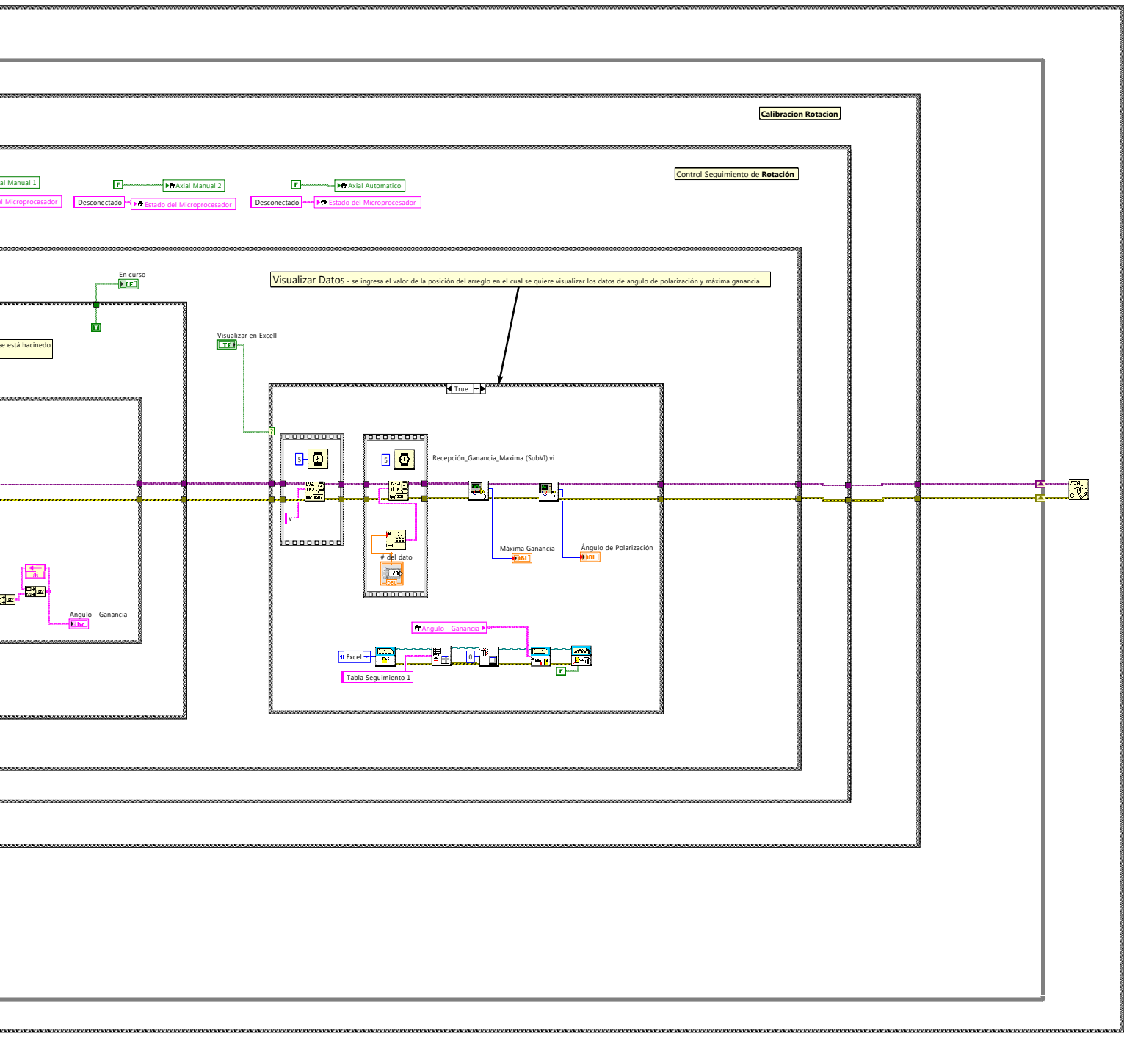
-  **Angulo - Ganancia**
-  **Ganancia de la Señal - Seguimiento**
-  **Ángulo de Polarización 3**
-  **Máxima Ganancia 3**
-  **Ganancia de la Señal - Manual**
-  **Estado del Microprocesador**
-  **Rotacion Seguimiento 2**
-  **Ángulo Actual**
-  **Ángulo de Polarización**
-  **Máxima Ganancia**
-  **En curso**
-  **Posicionando**
-  **Angulo - Ganancia 2**
-  **ADC**
-  **Distancia de
Maxima Ganancia**
-  **Máxima Ganancia**
-  **En curso**
-  **Posicionando**
-  **Axial Automatico**
-  **Estado del Microprocesador**
-  **Ganancia de la Señal - Axial Automatica**
-  **Distancia Actual**
-  **Ganancia de la Señal - Seguimiento 2**
-  **Default**



Detener Programa









Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



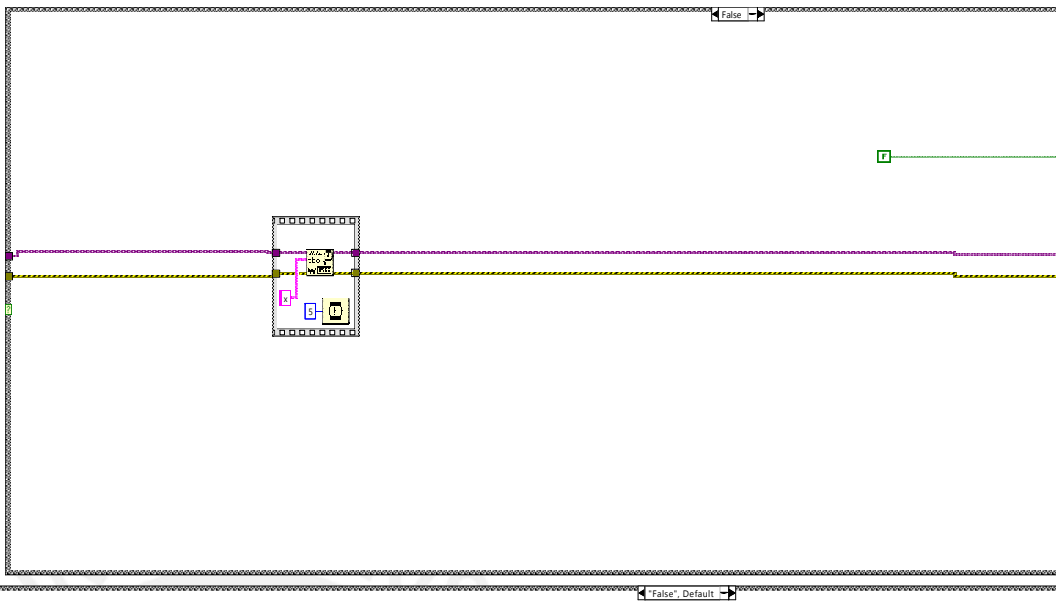


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



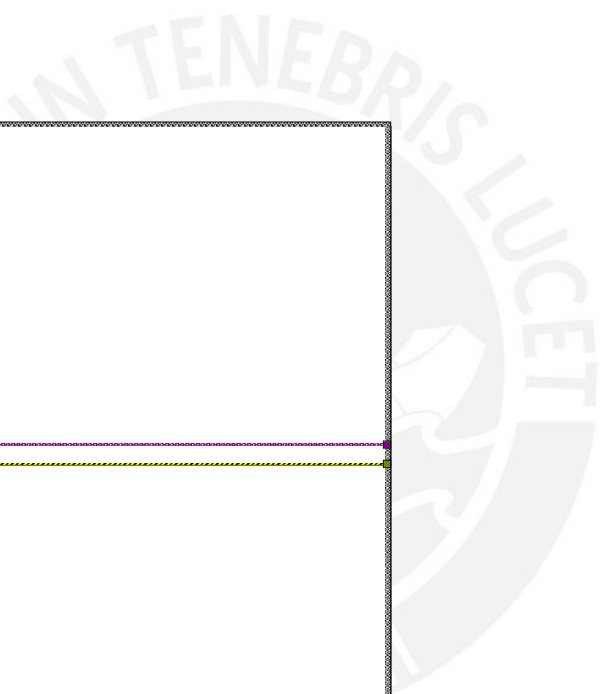
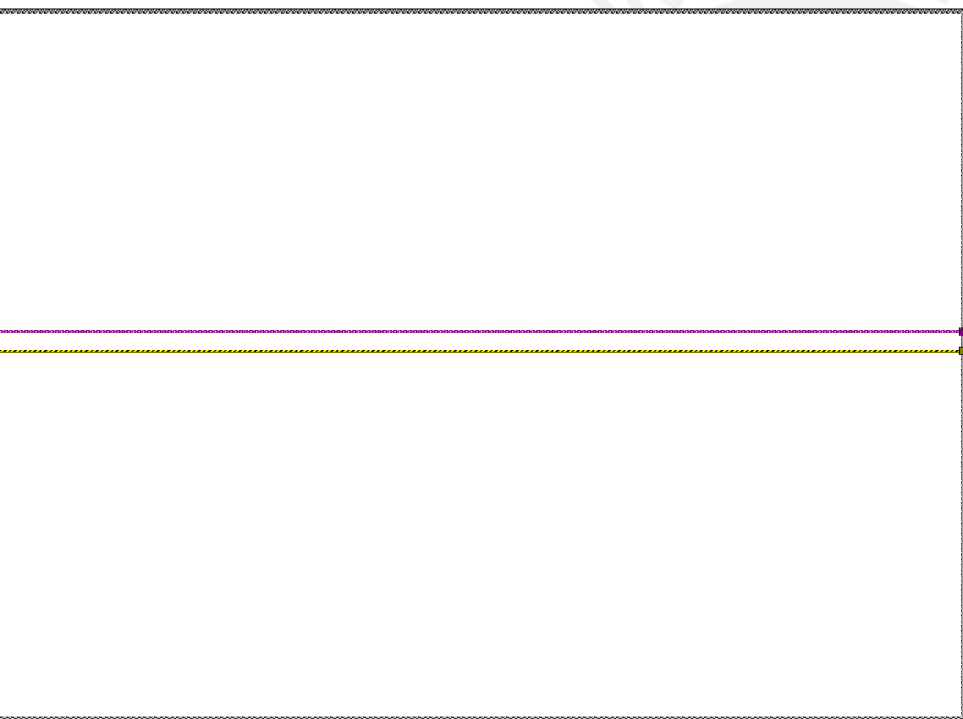
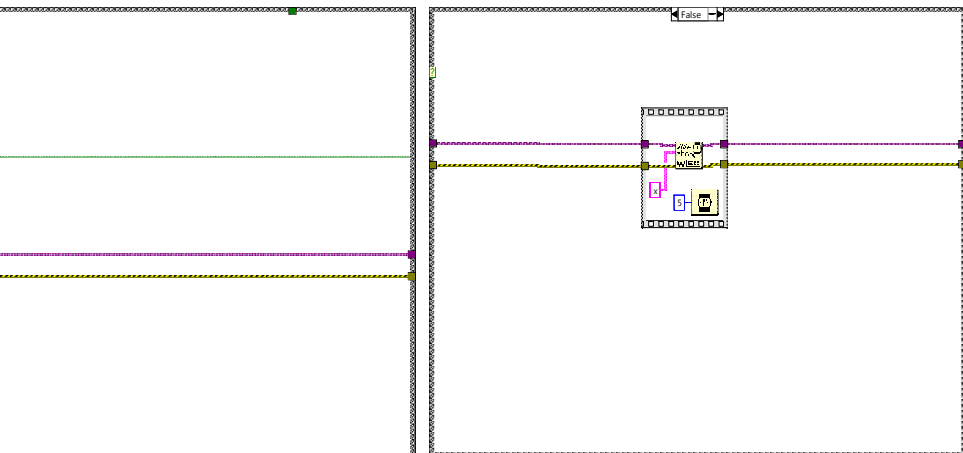


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



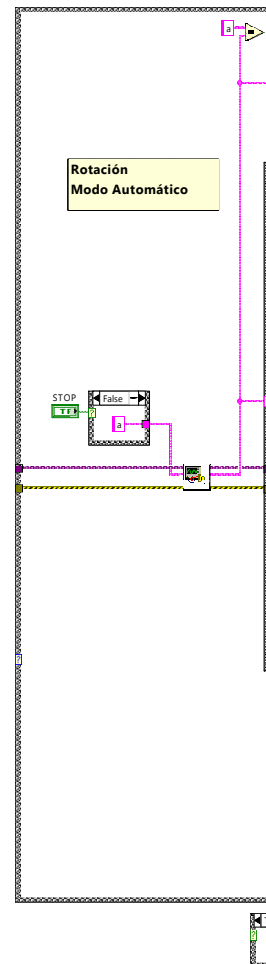


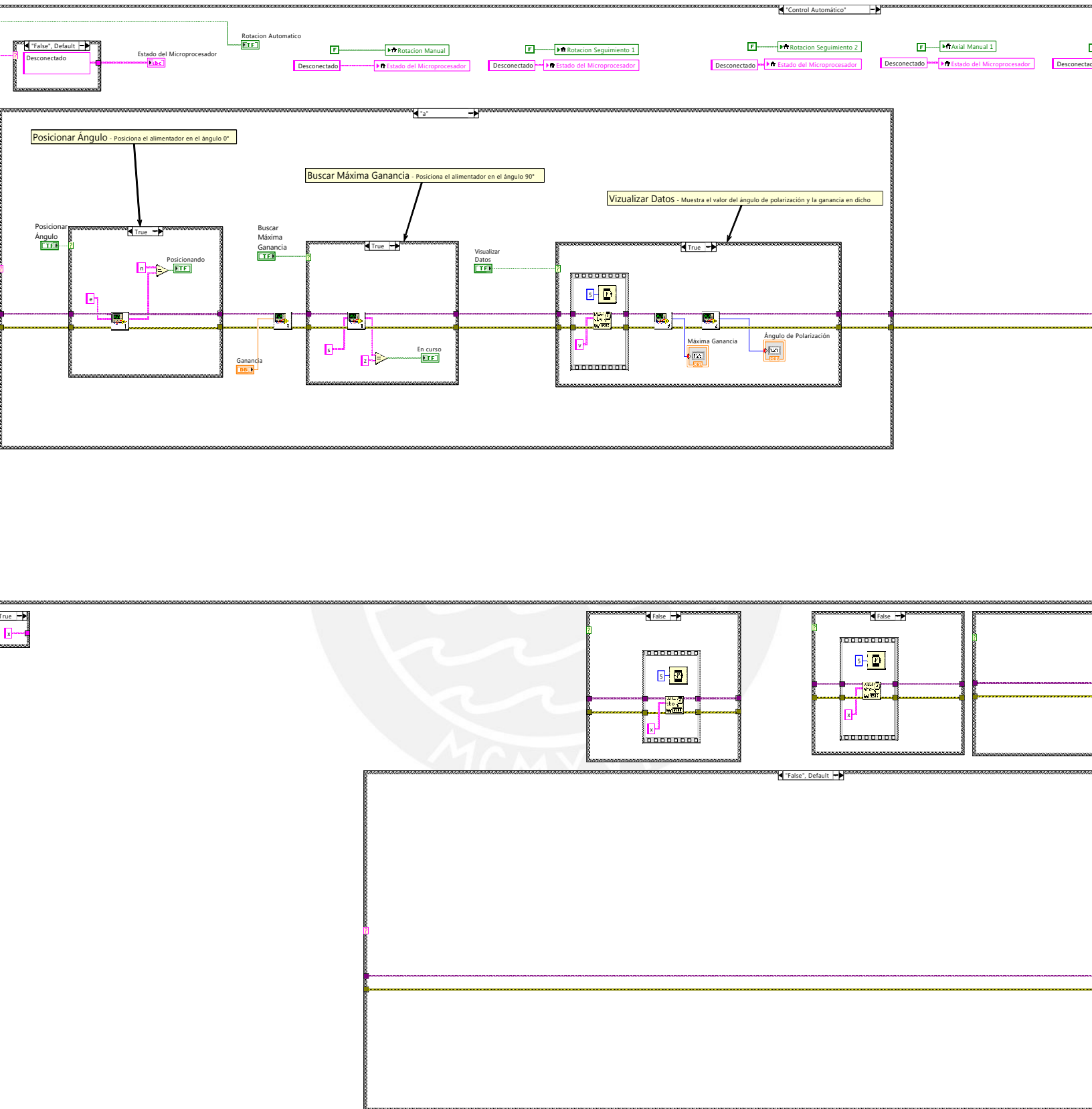
Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.





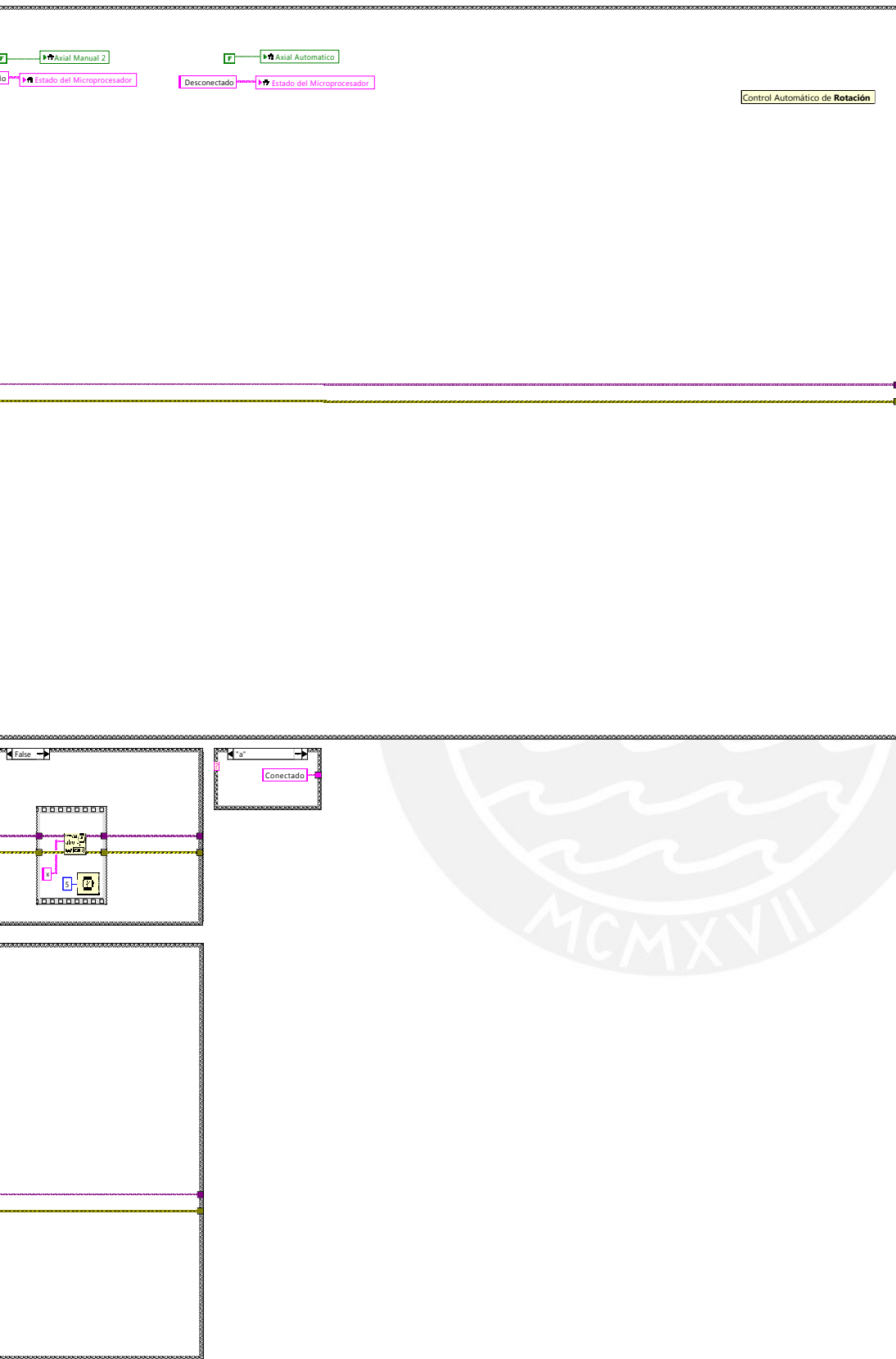


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



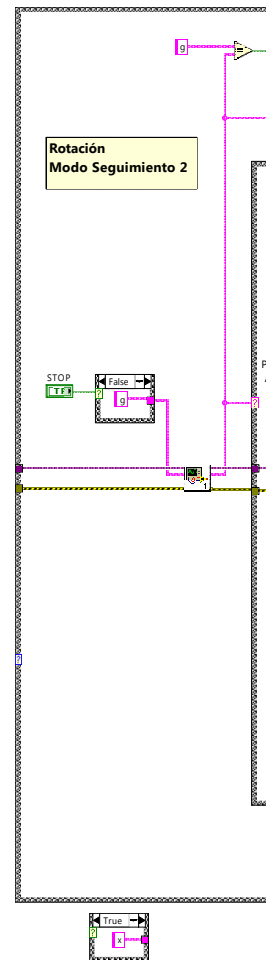


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



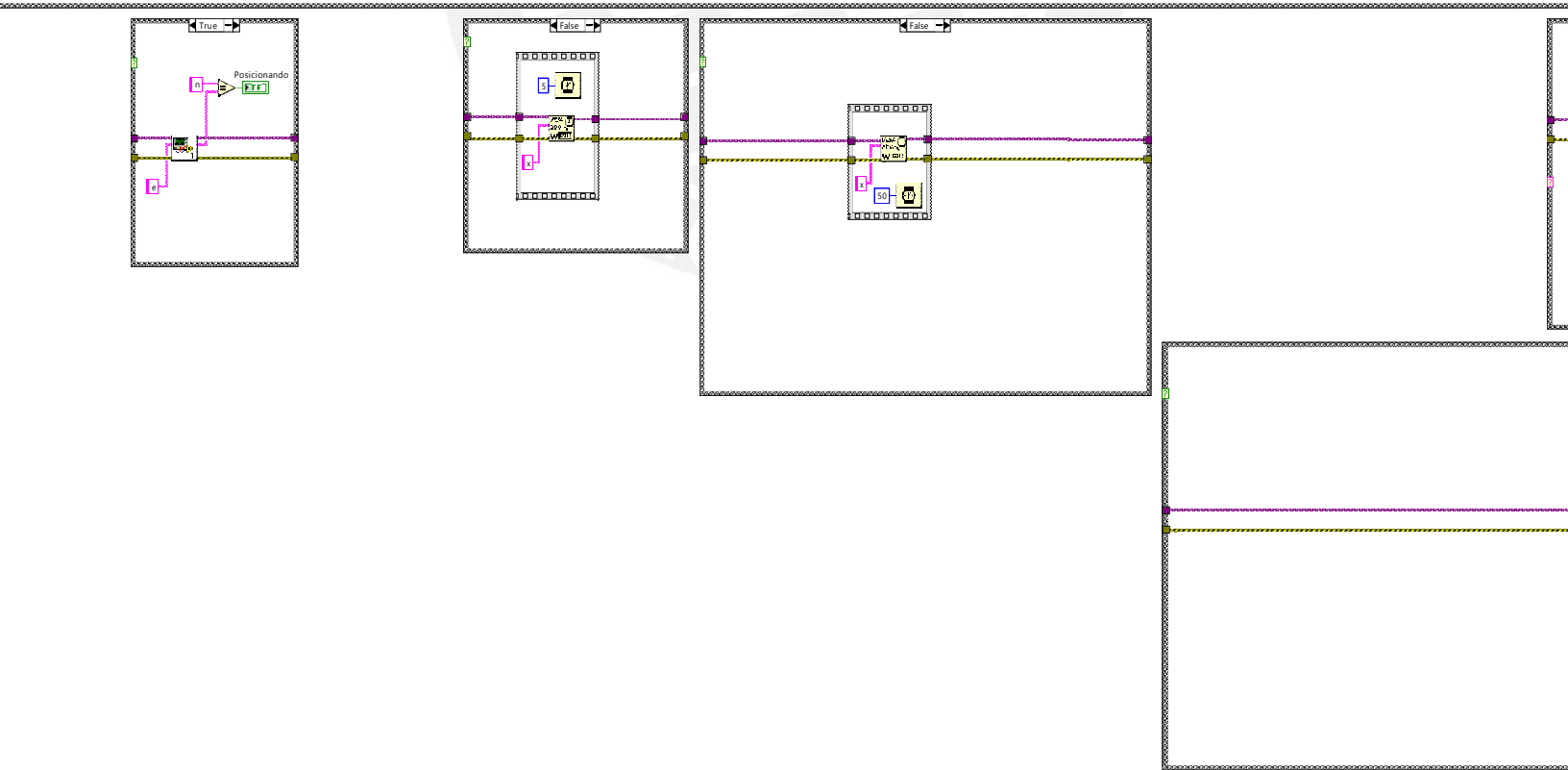
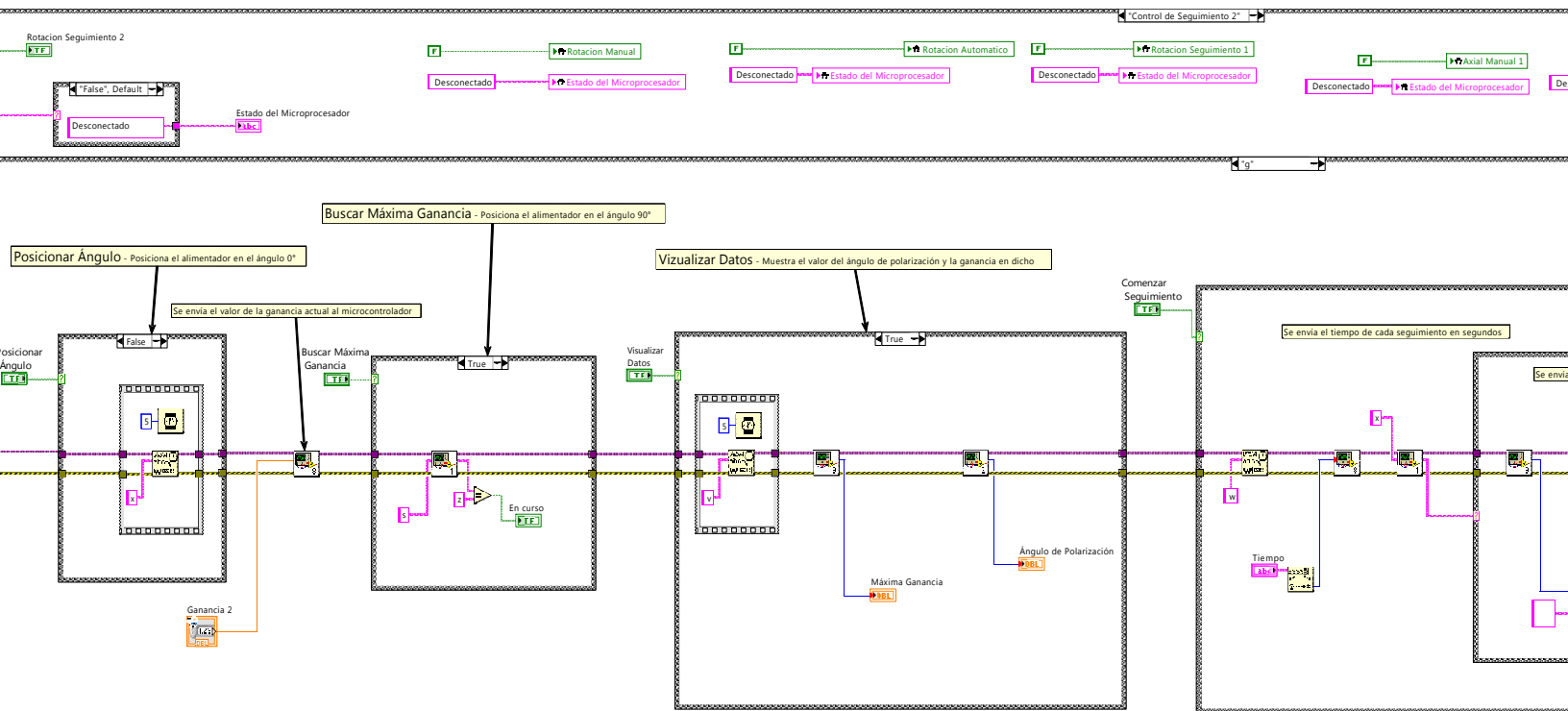


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



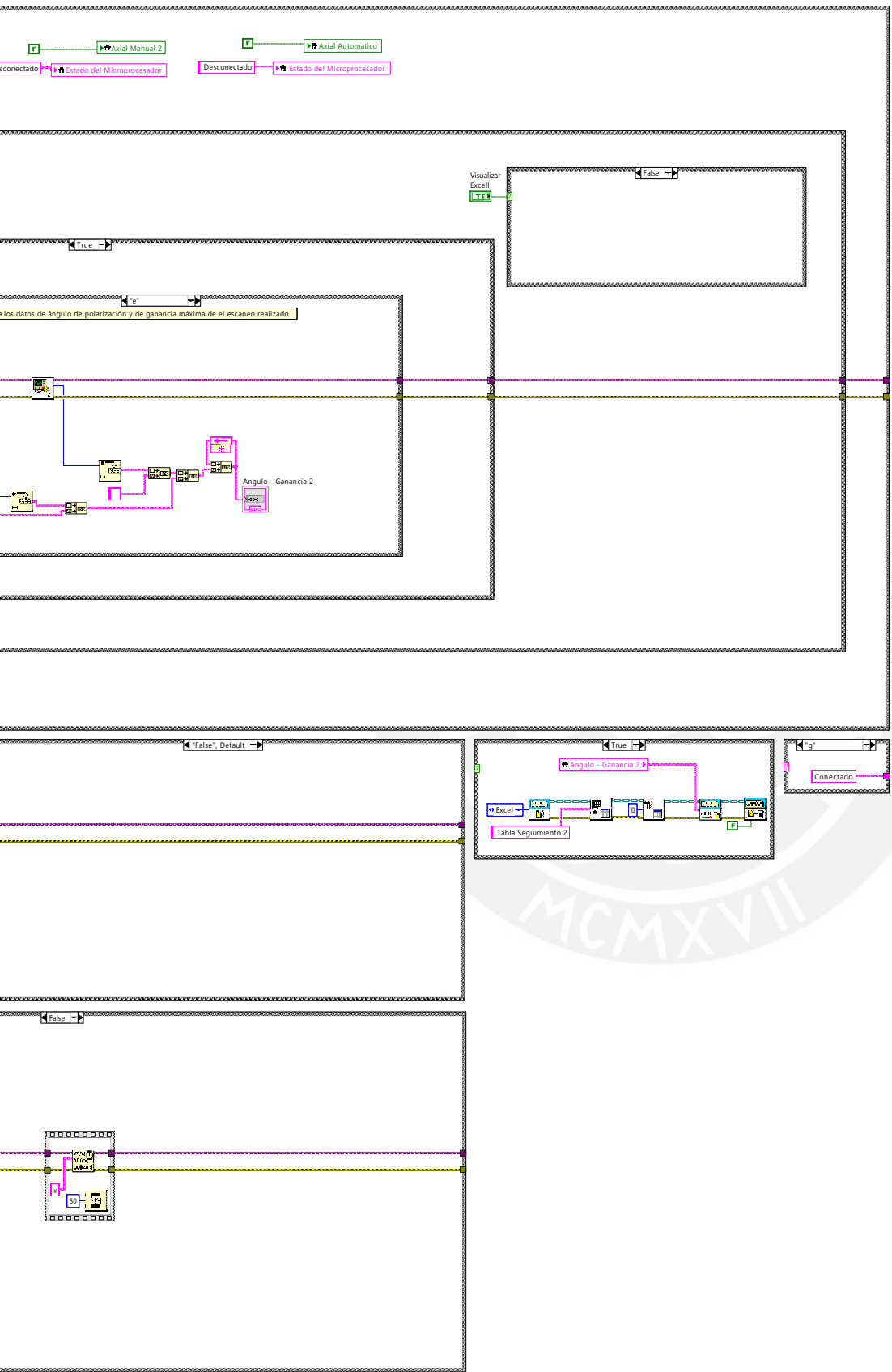


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



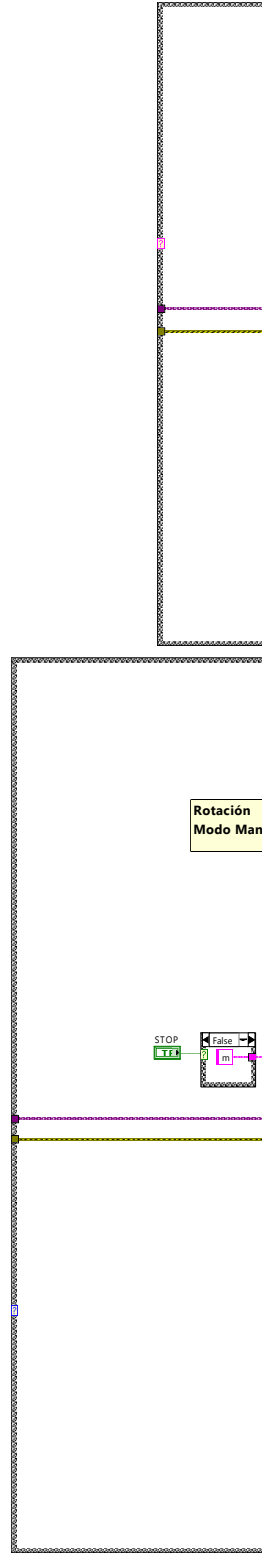


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

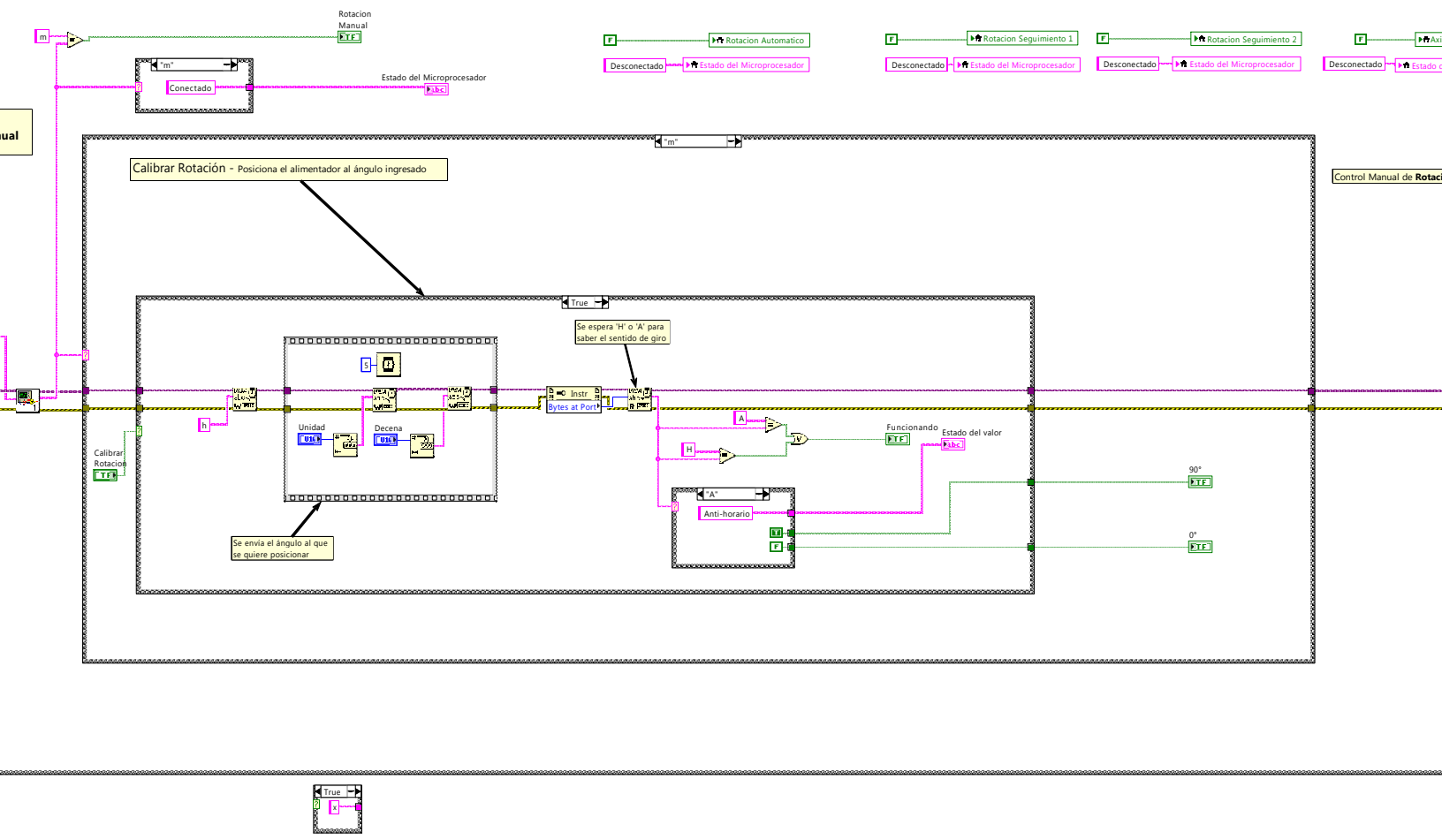
Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.





"False", Default

"Control Manual", Default



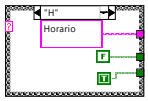
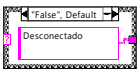
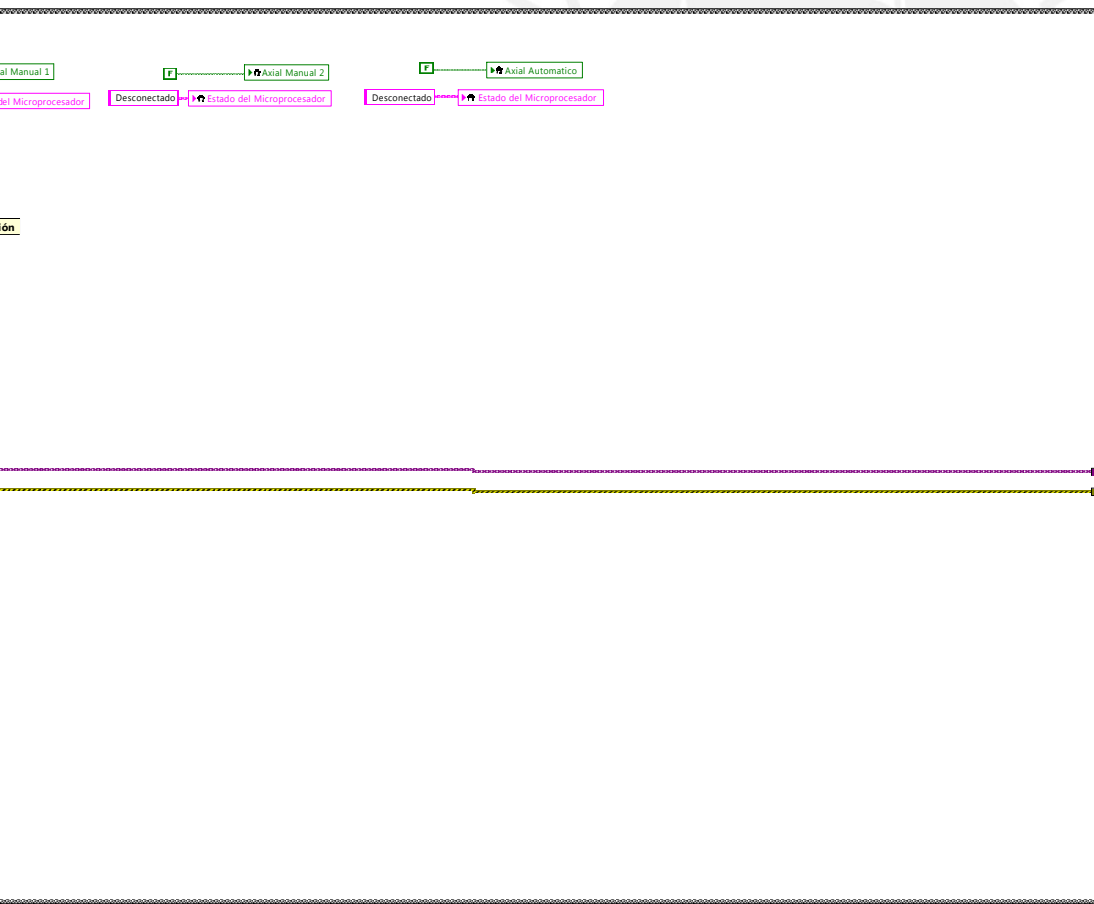
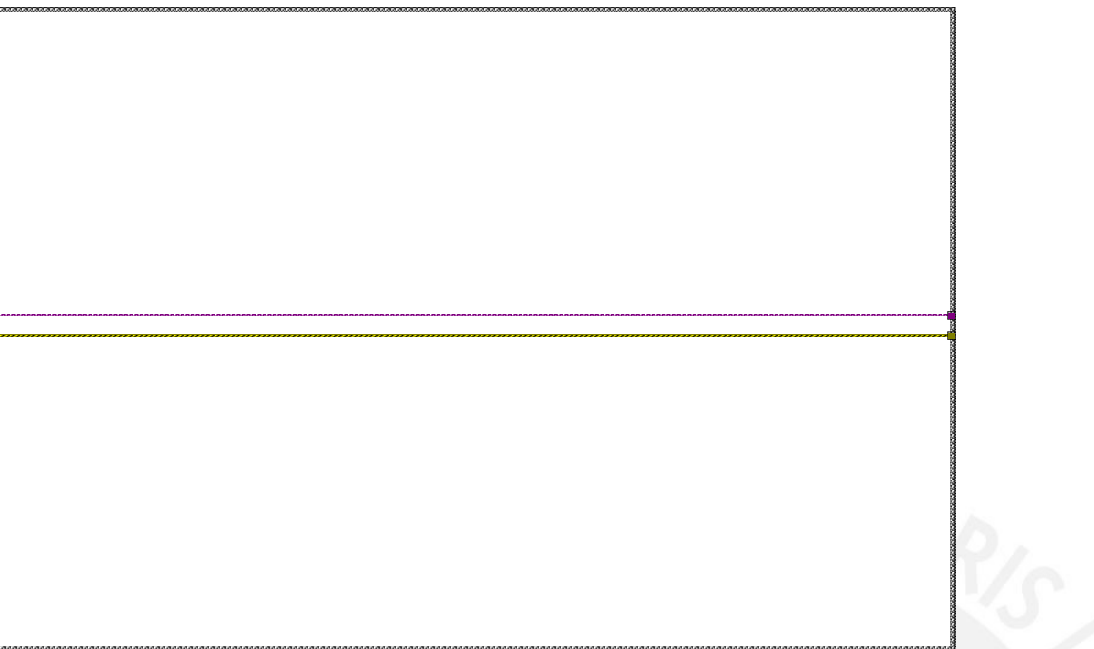


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



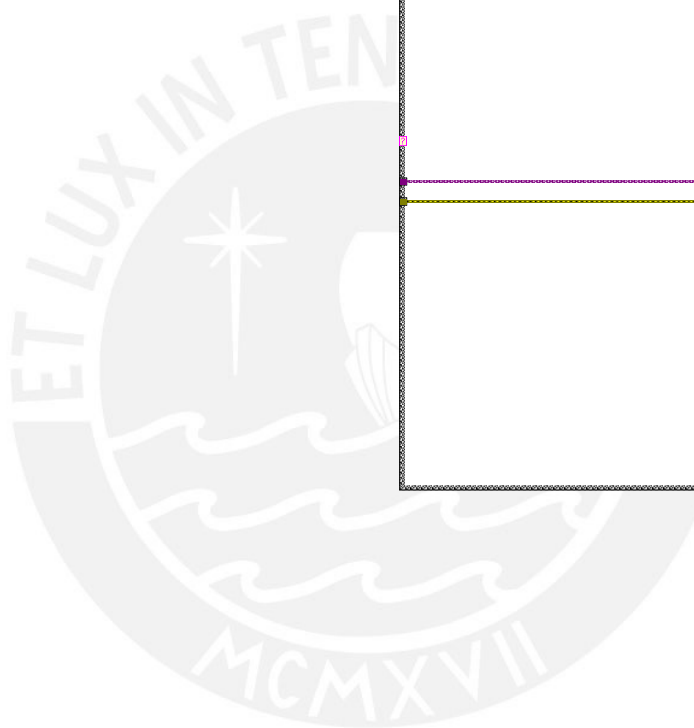
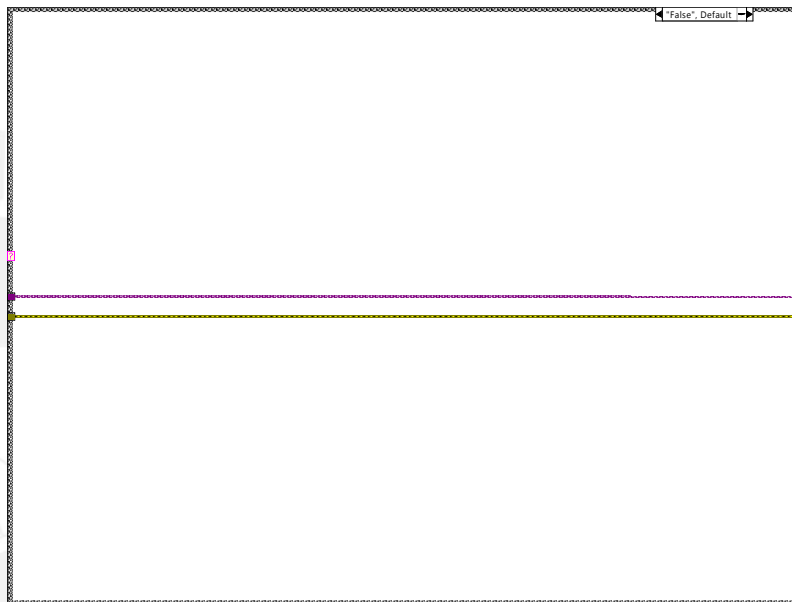
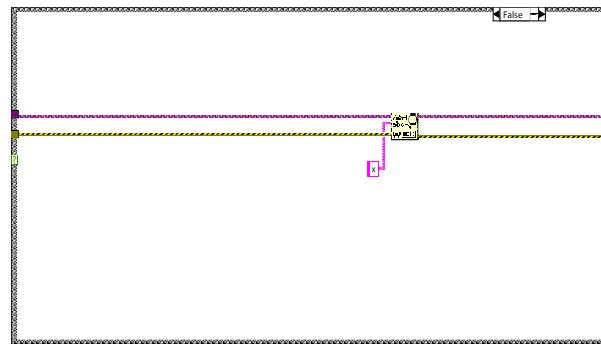


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



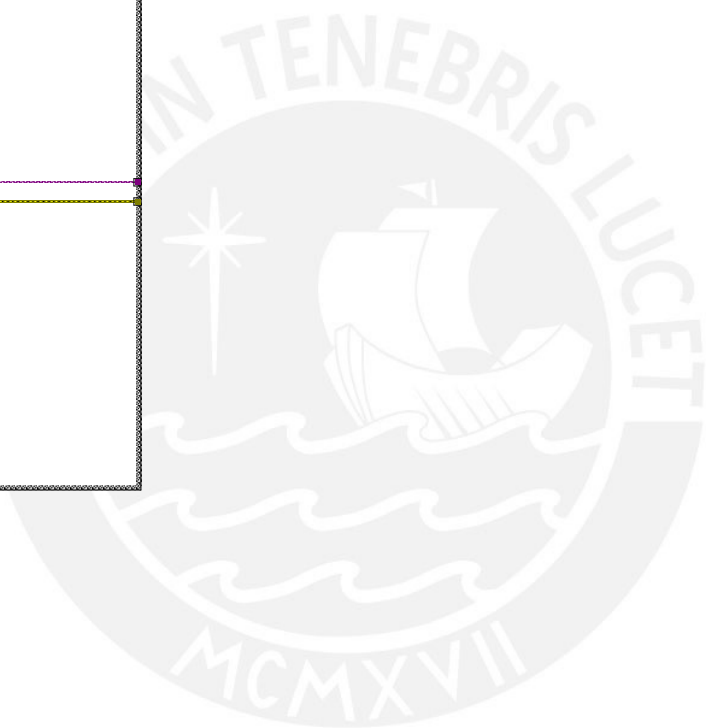
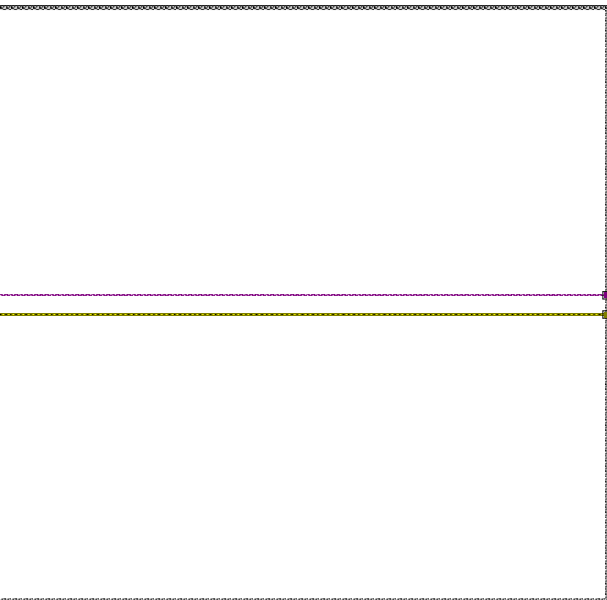


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



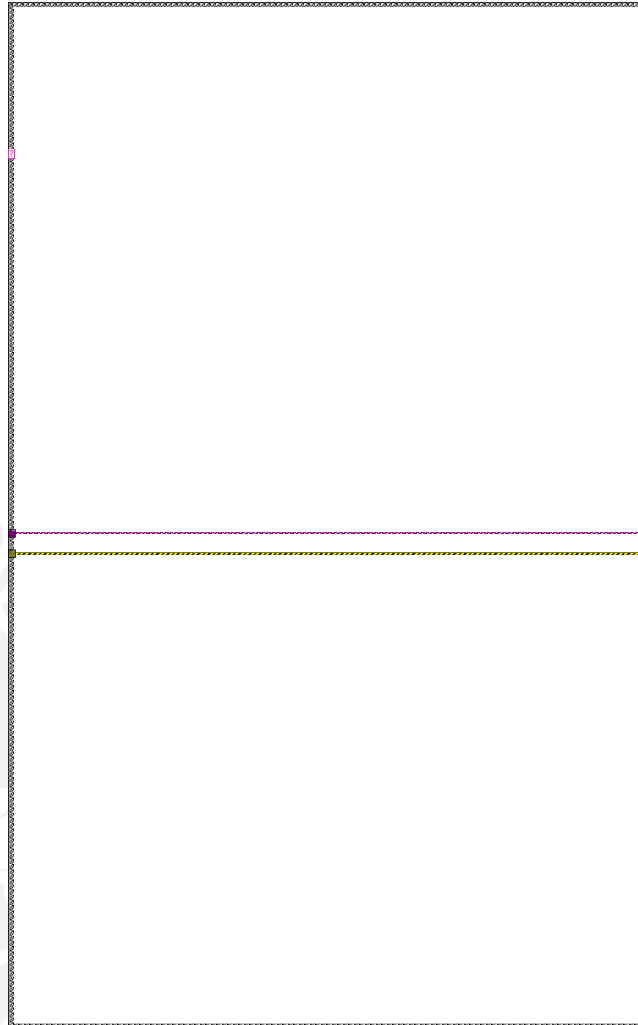


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



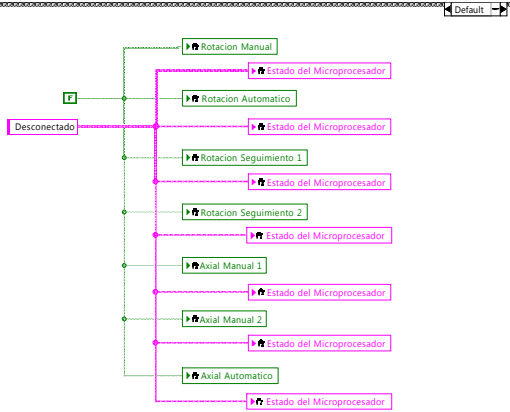


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



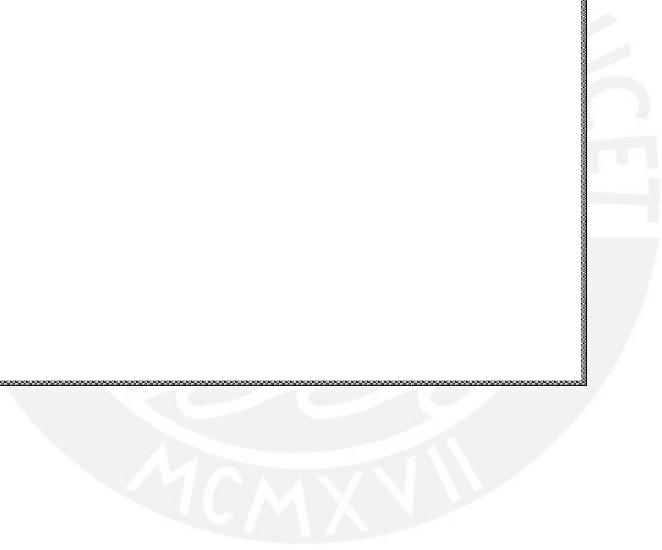
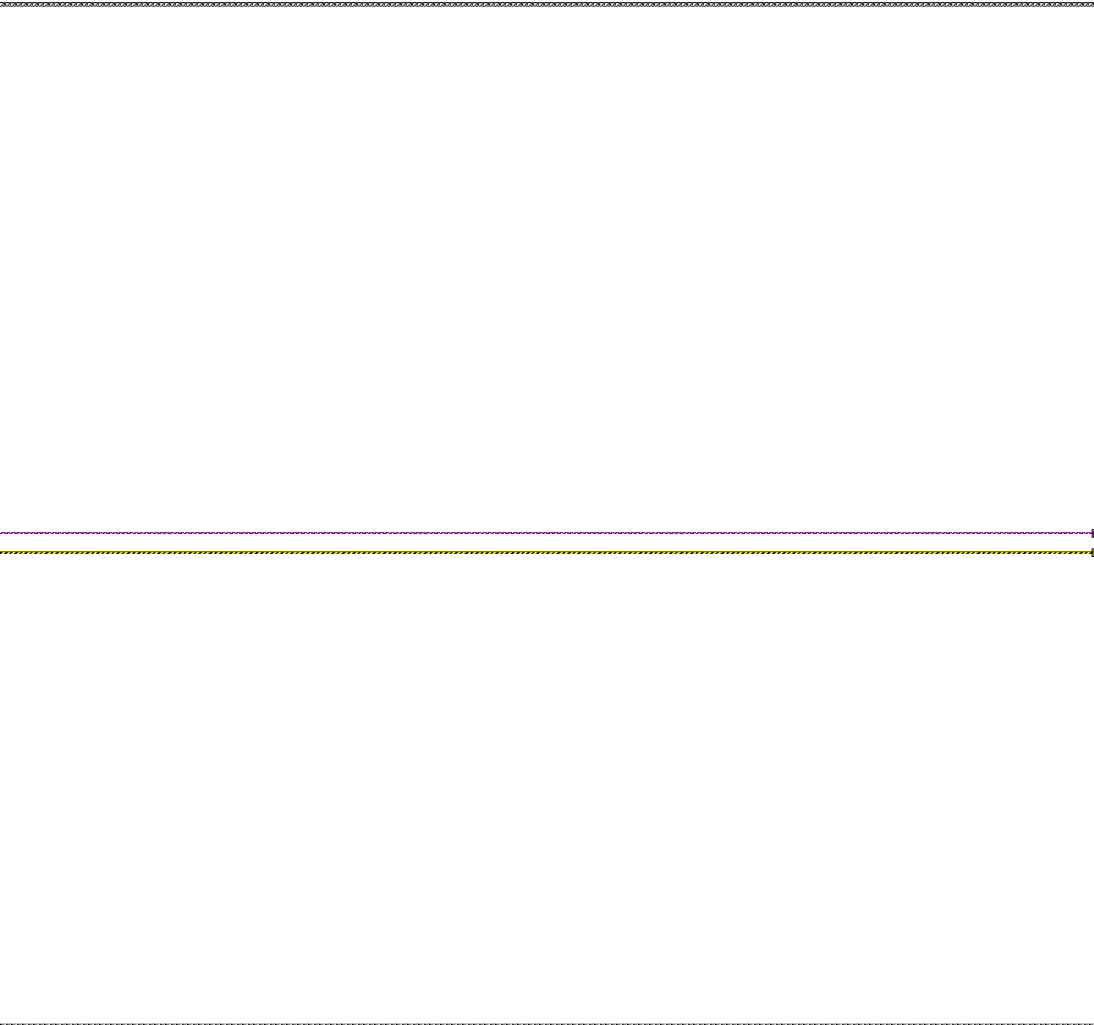


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



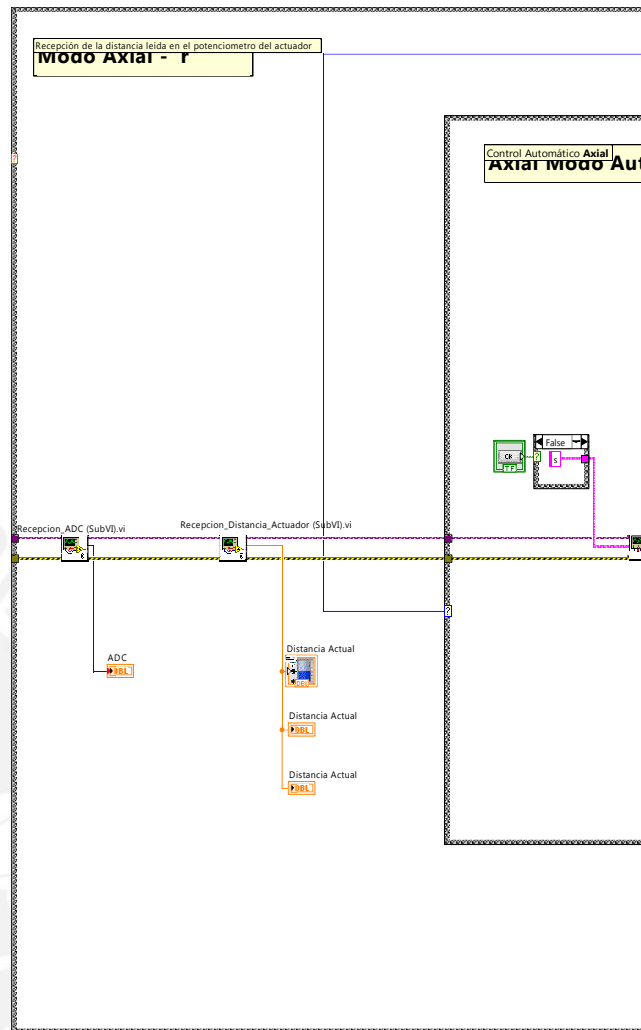


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



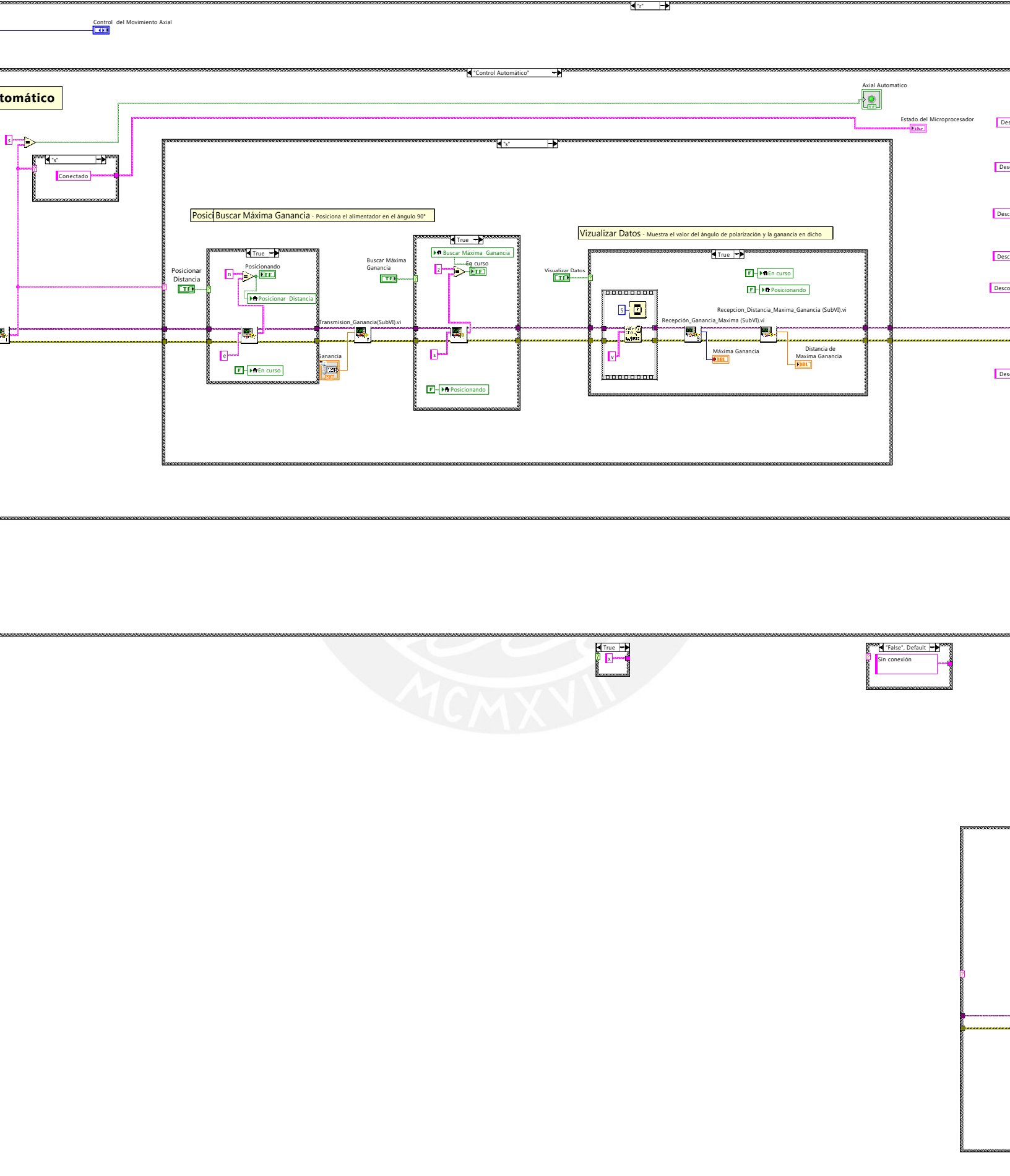


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



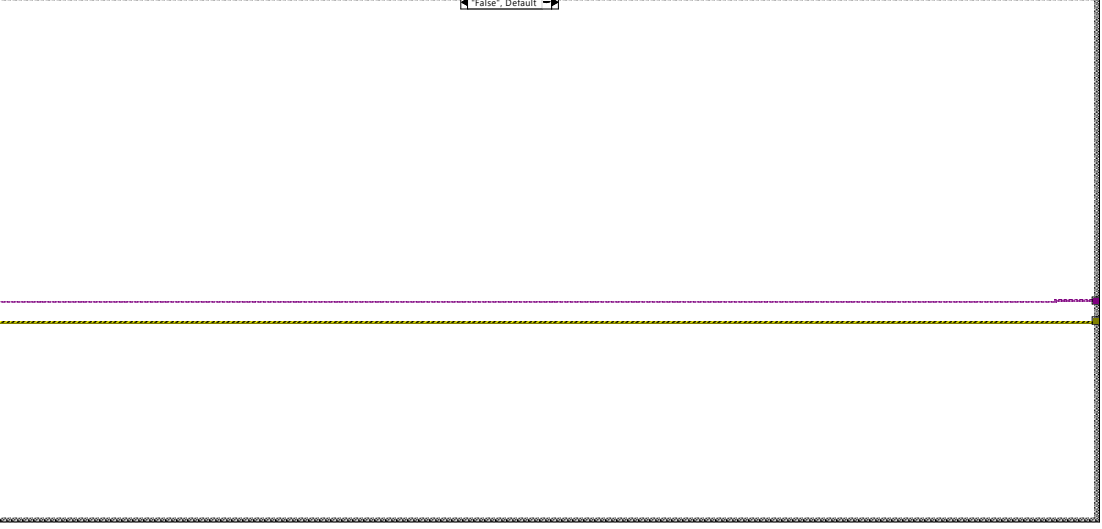
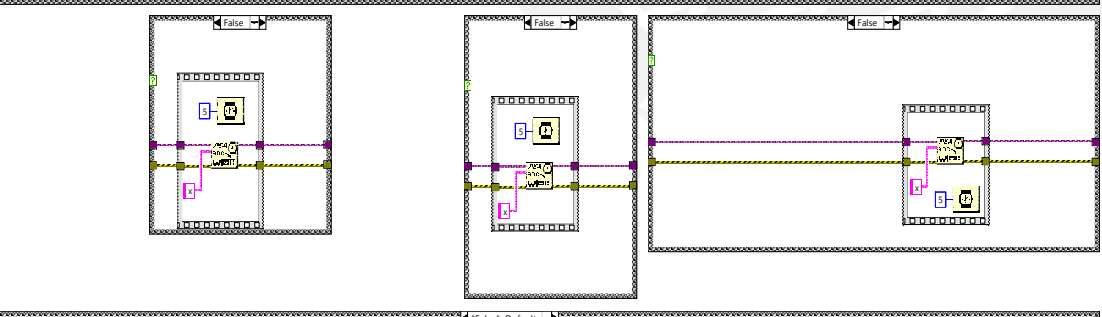
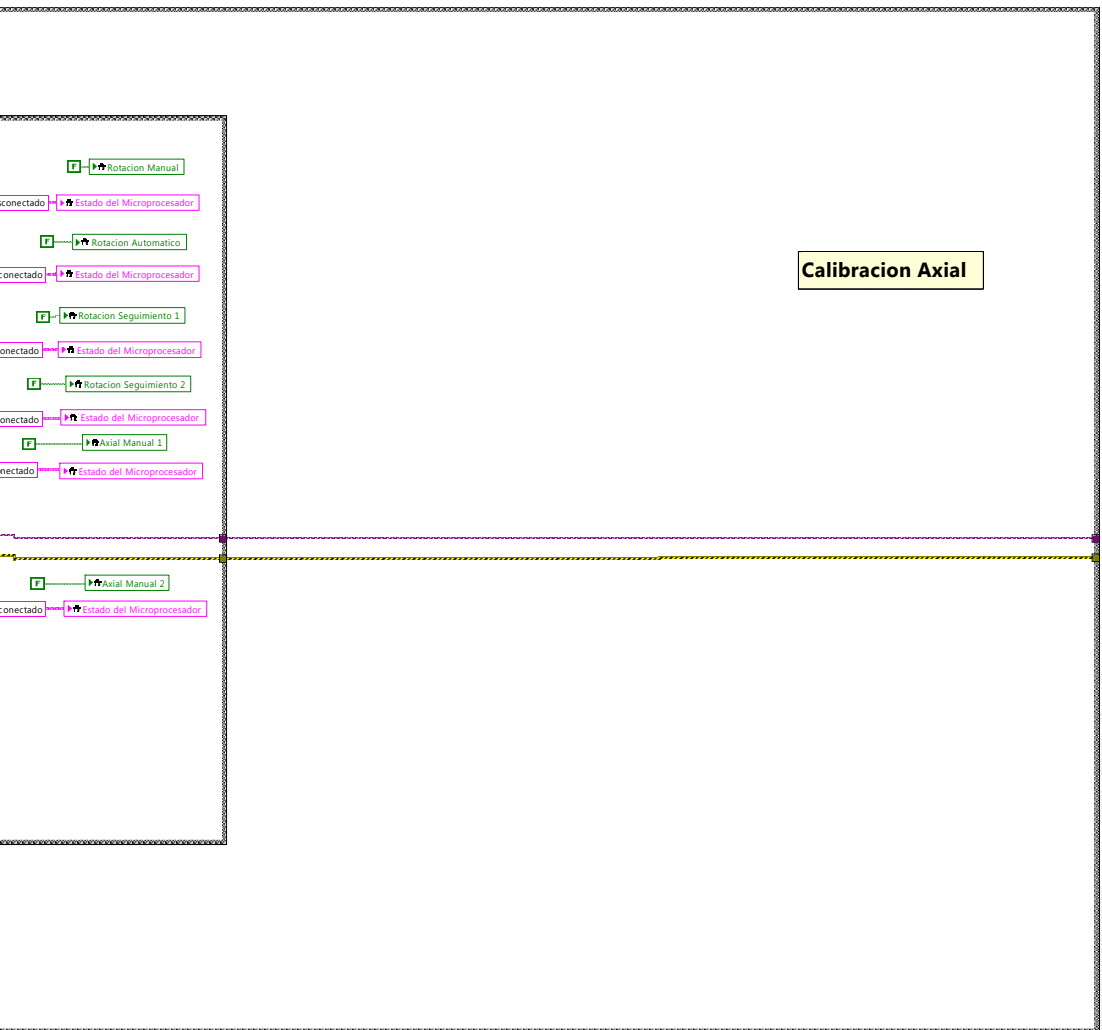


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



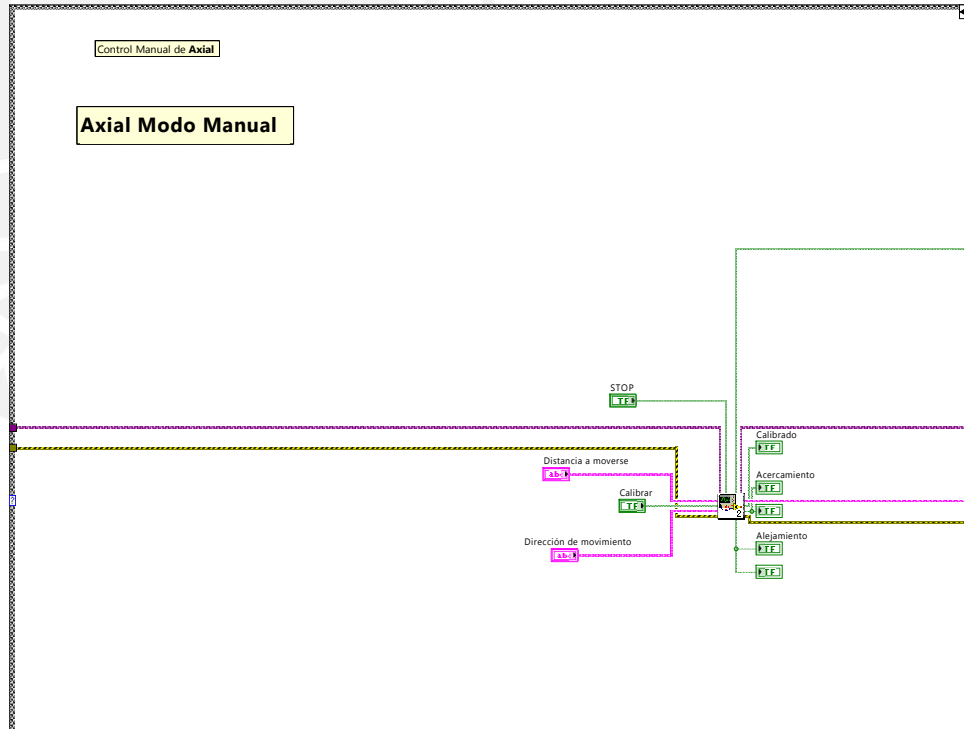
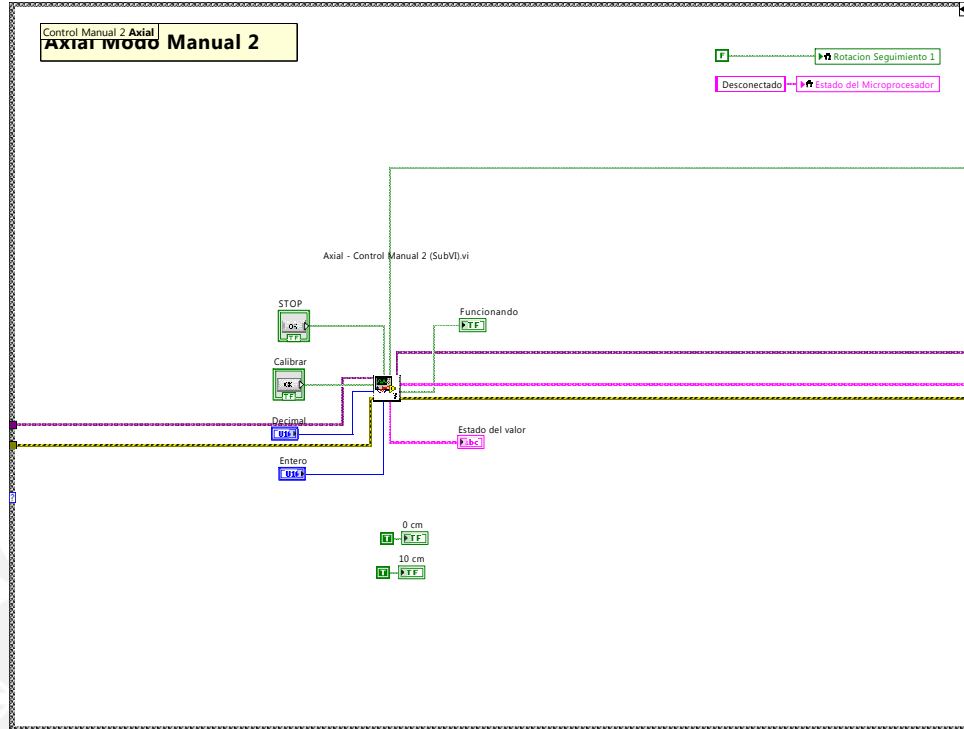


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



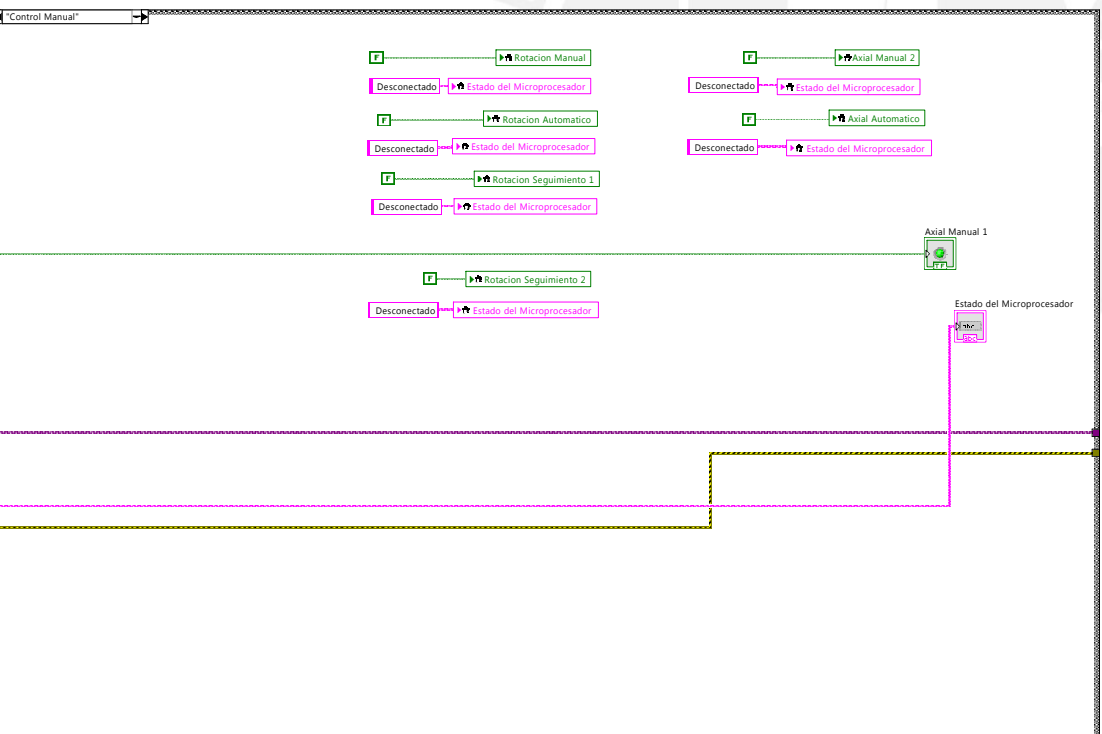
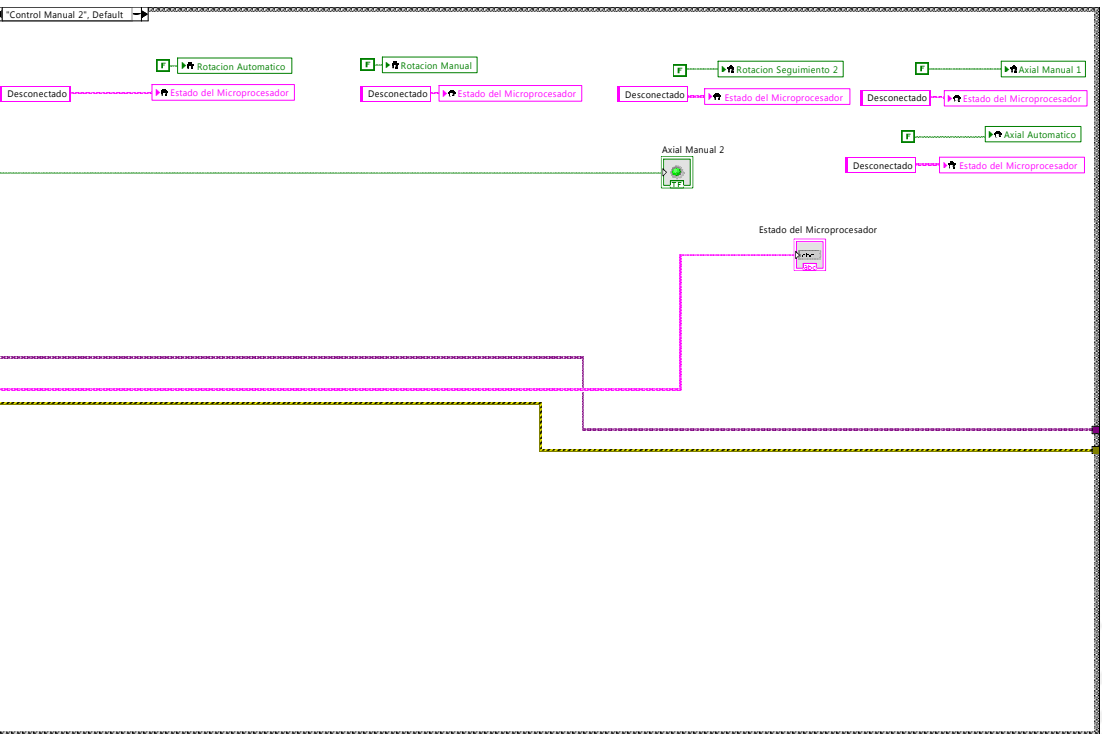


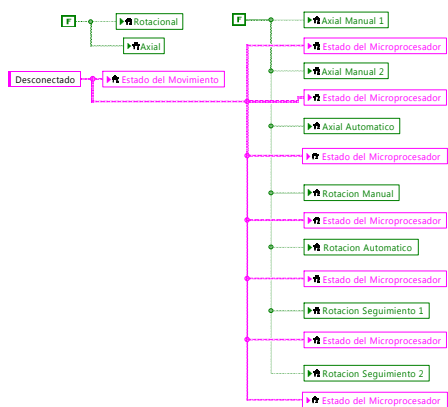
Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.







Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.

False



Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



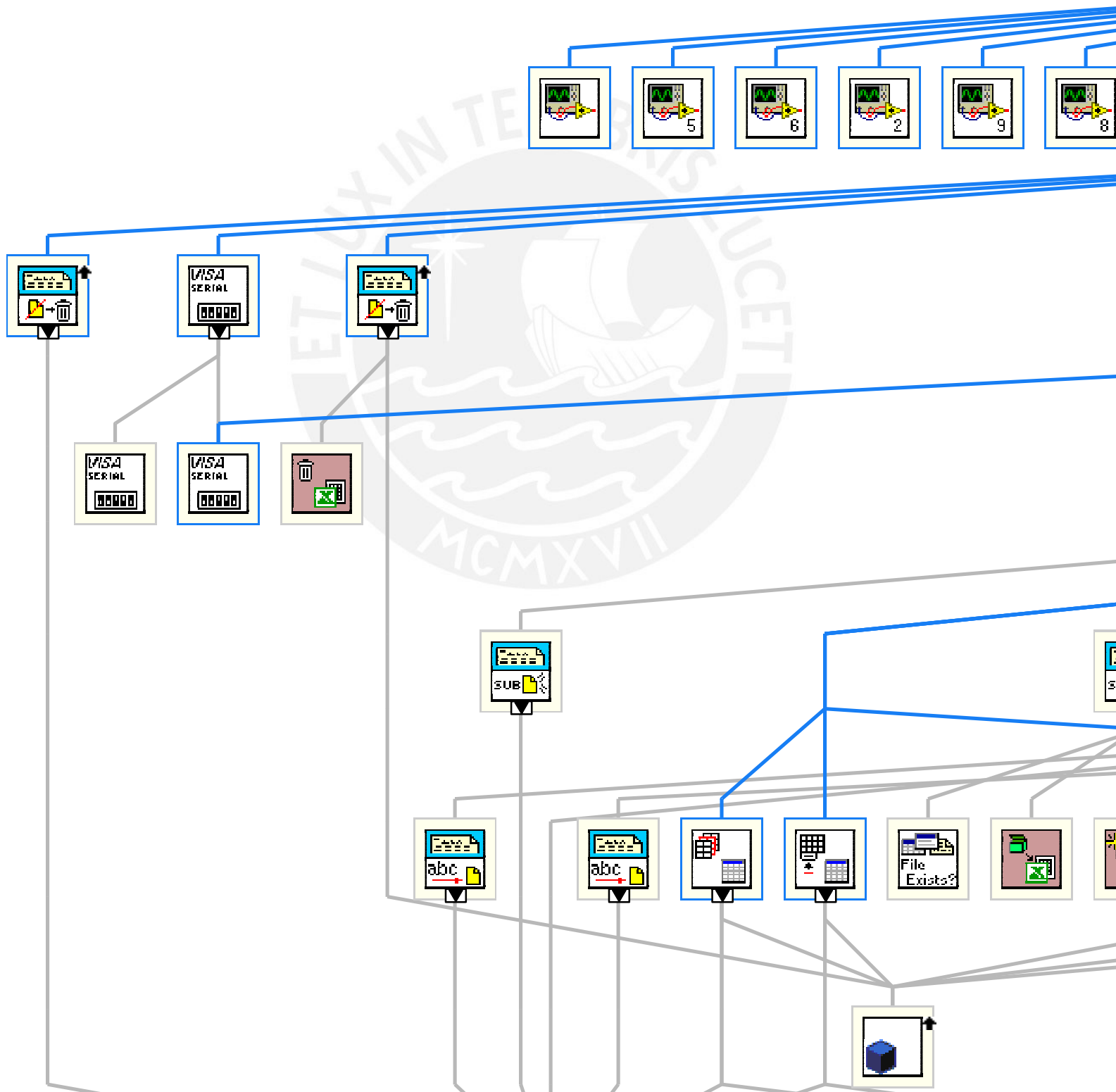


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



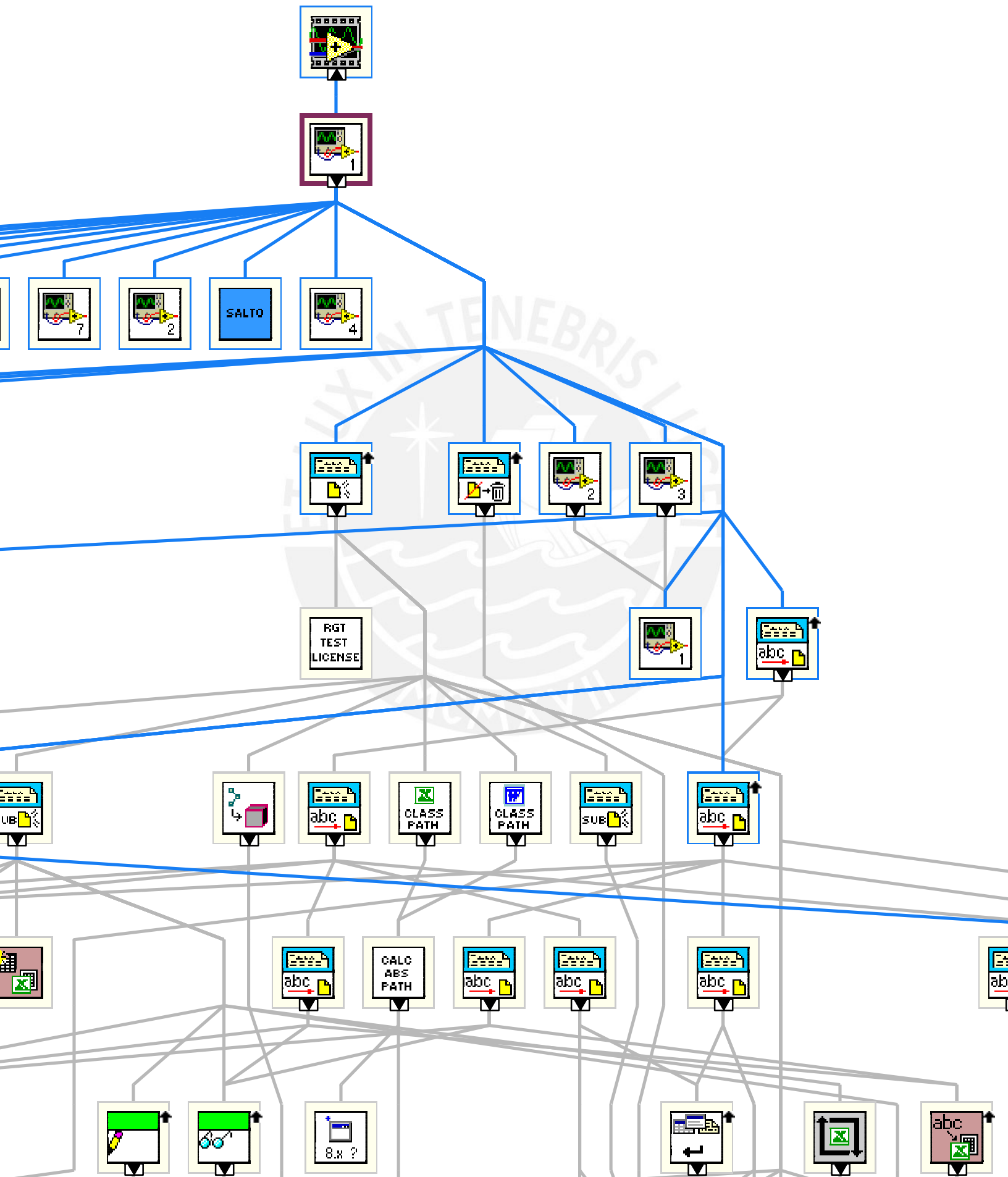


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



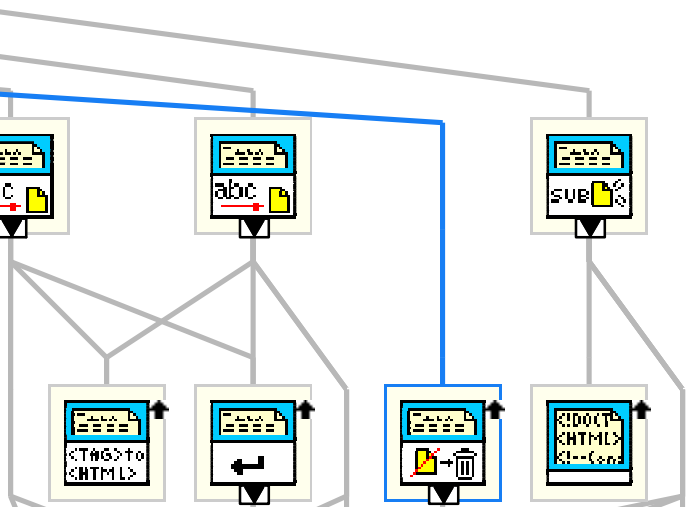


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



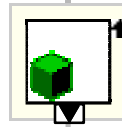


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



NI_report.lvclass:Append Report Text (str wrap).vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\Append Report Text (str wrap).vi



NI_report.lvclass:Append Report Text.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\Append Report Text.vi



NI_report.lvclass:Dispose Report.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\Dispose Report.vi



NI_report.lvclass:New Report.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\New Report.vi



NI_Standard Report.lvclass:Dispose Report.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\Standard Report\Dispose Report.vi



NI_HTML.lvclass:Dispose Report.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.Ilb\HTML\Dispose Report.vi



Axial - Control Manual 1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Axial - Control Manual 1 (SubVI).vi



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi

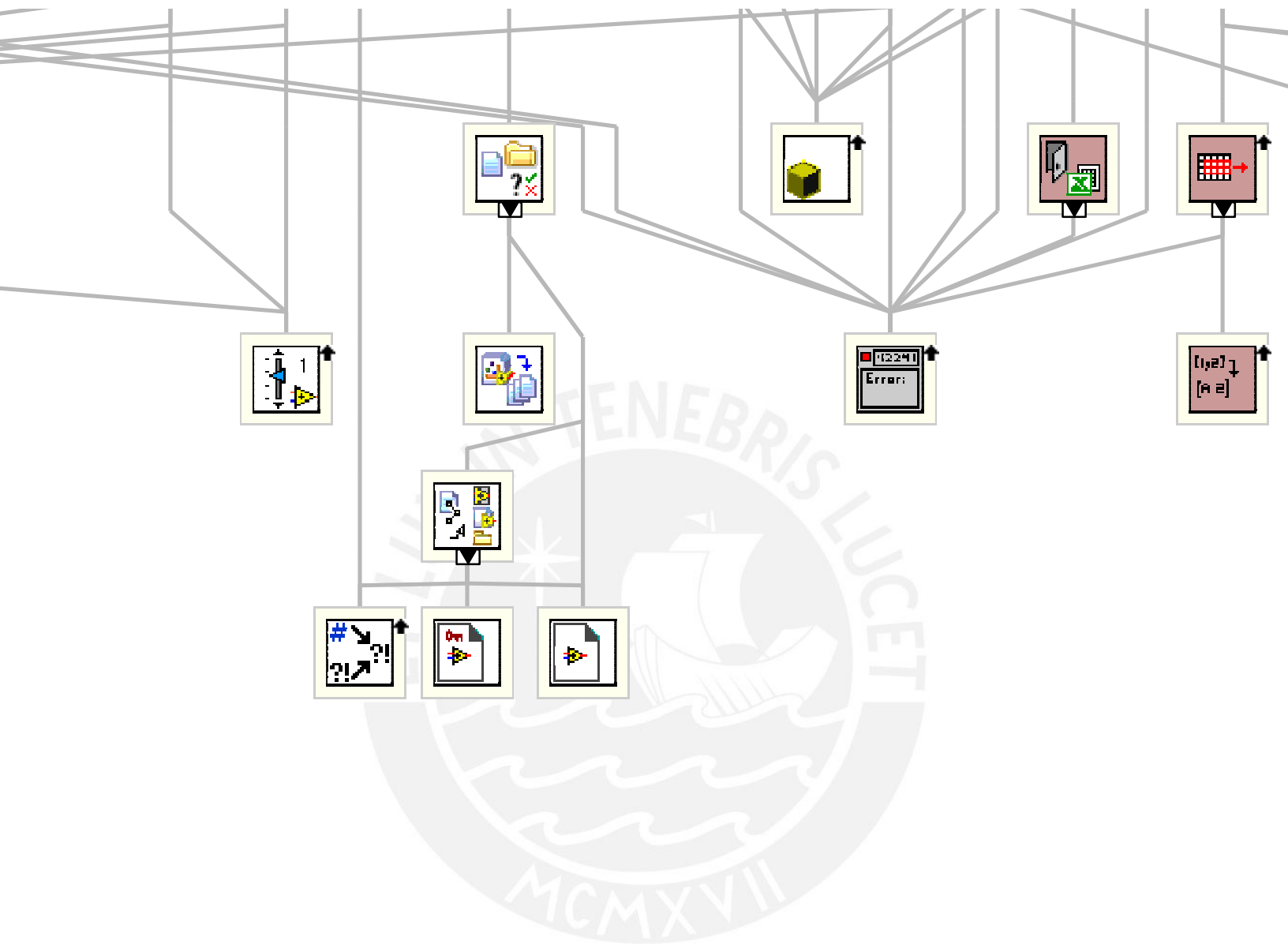


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



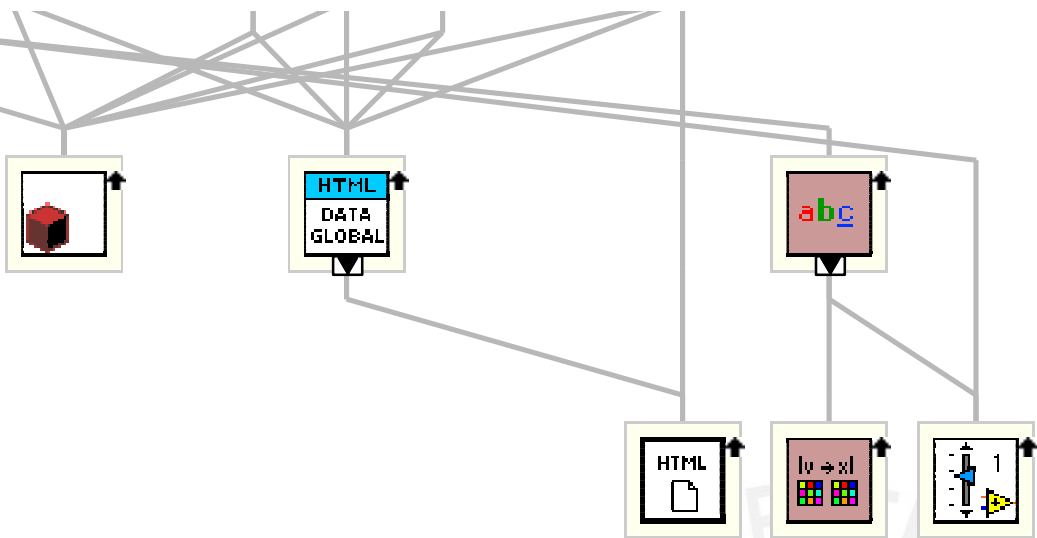


Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.





Final Programa.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Final Programa.vi

Last modified on 11/02/2019 at 12:08 p.m.

Printed on 11/02/2019 at 12:13 p.m.



Releccion_Distancia_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_Distancia_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



Axial - Control Manual 2 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Axial - Control Manual 2 (SubVI).vi



Releccion_Distancia_Actuador (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_Distancia_Actuador (SubVI).vi



Releccion_ADC (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_ADC (SubVI).vi



NI_Excel.lvclass:Excel Get Worksheet.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\addons_office\excel.llb\Excel Get Worksheet.vi



NI_Excel.lvclass:Dispose Report.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Utility\NIReport.llb\Excel\Dispose Report.vi



NI_Excel.lvclass:Excel Rename Worksheet.vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\addons_office\excel.llb\Excel Rename Worksheet.vi



Releccion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



Releccion_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_Ganancia_Maxima (SubVI).vi



Transmision_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision_Ganancia(SubVI).vi



Releccion_Angulo_Encoder(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Releccion_Angulo_Encoder(SubVI).vi



Transmision-Datos-Generales (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LABView - Programa Julio\Transmision-Datos-Generales (SubVI).vi



VI_SALTO.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\para R\VI_SALTO.vi



vi_llamar.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\para R\vi_llamar.vi



VISA Configure Serial Port (Instr).vi

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Instr_visa.llb\VISA Configure Serial Port (Instr).vi



VISA Configure Serial Port

C:\Program Files (x86)\National Instruments\LabVIEW 2014\vi.lib\Instr_visa.llb\VISA Configure Serial Port

"Final Programa.vi History"

Current Revision: 148



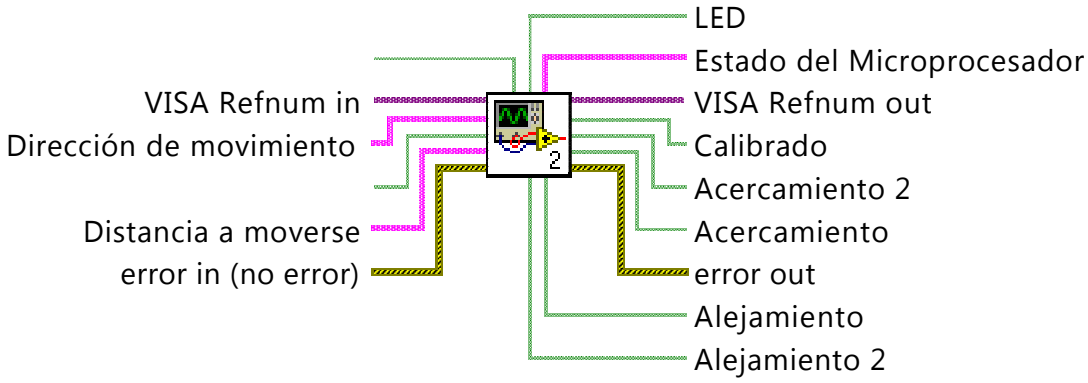
Control_Axial_Manual_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Manual_1 (SubVI).vi

Last modified on 21/06/2018 at 07:34 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control_Axial_Manual_1 (SubVI).vi



Stop

VISA Refnum in

Dirección de movimiento

Calibrar Posición Axial

Distancia a moverse

error in (no error)

status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source

LED

Estado del Microprocesador

VISA Refnum out

Calibrado

Acercamiento 2

Acercamiento

Alejamiento

Alejamiento 2

error out

status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source

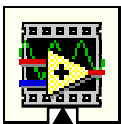
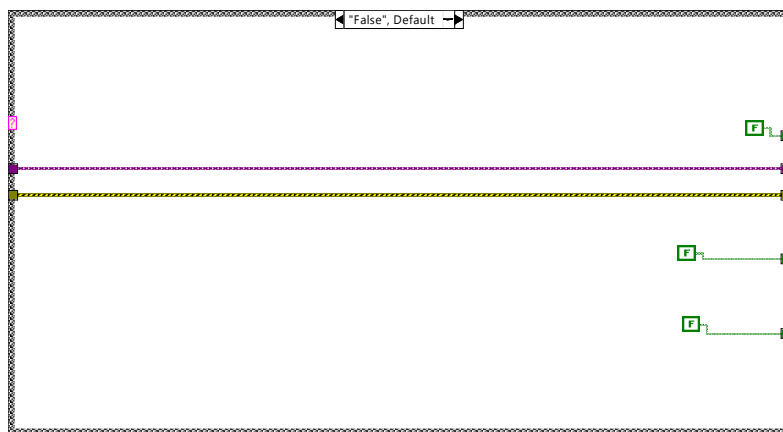
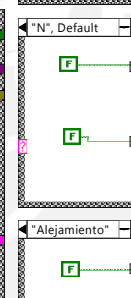
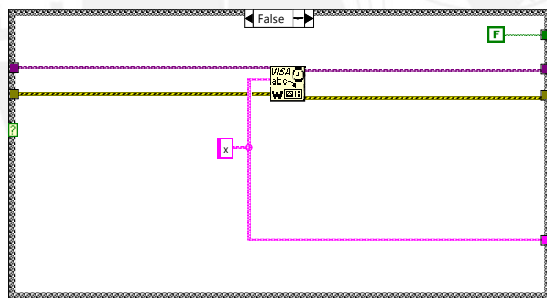
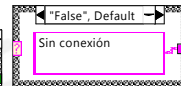
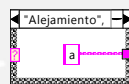
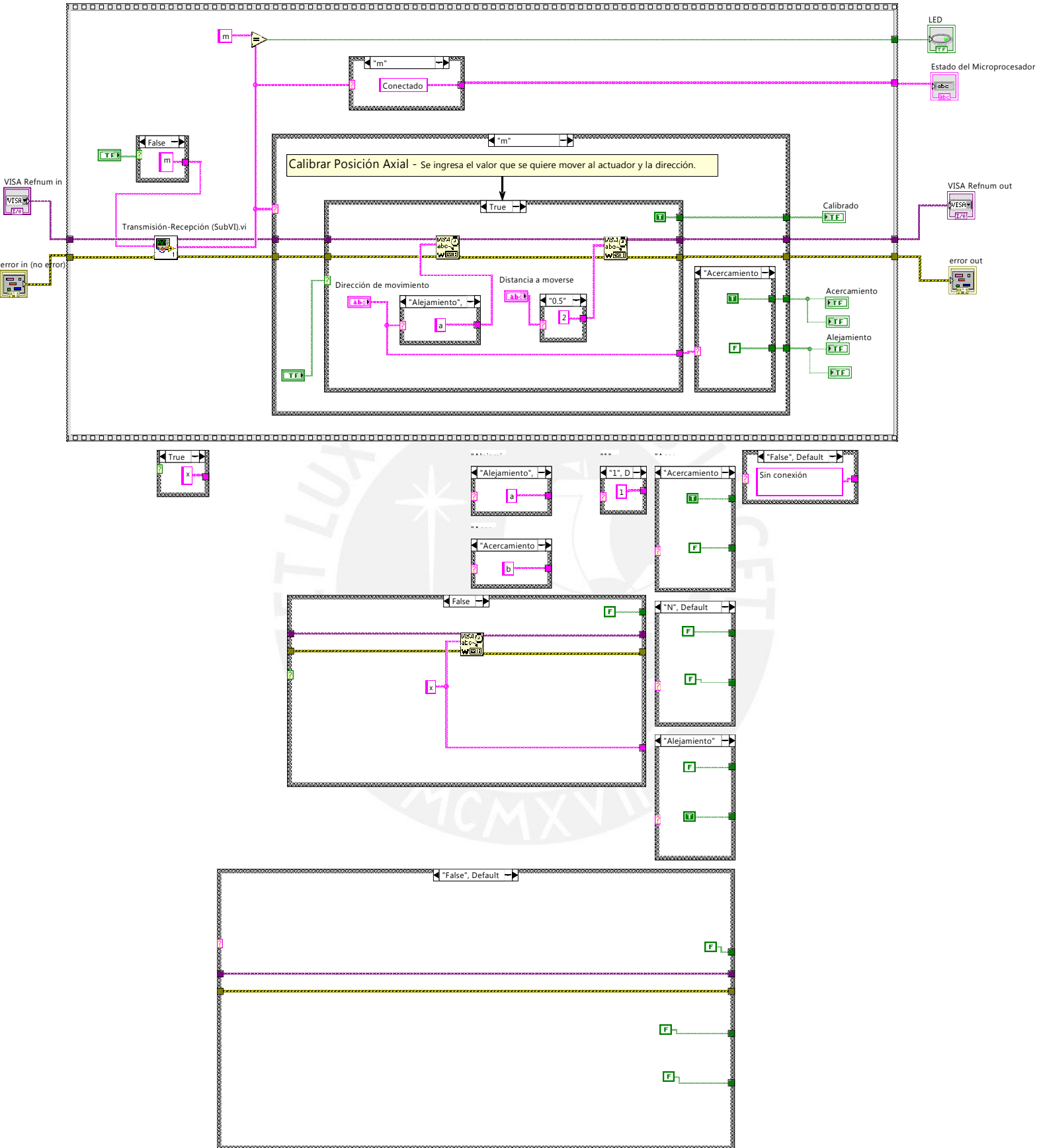


Control_Axial_Manual_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Manual_1 (SubVI).vi

Last modified on 21/06/2018 at 07:34 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi



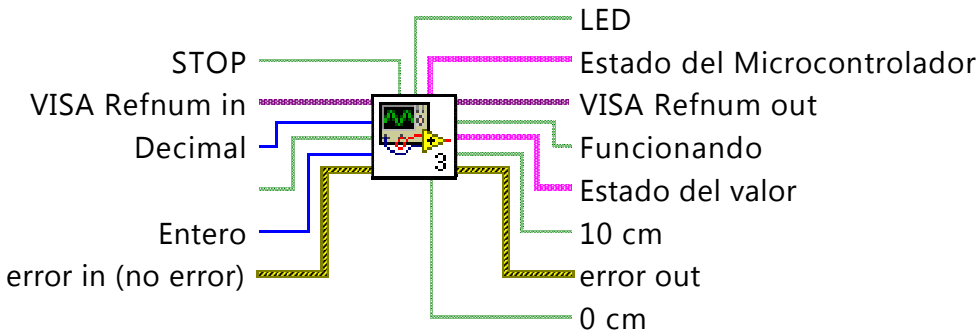
Control_Axial_Manual_2 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Manual_2 (SubVI).vi

Last modified on 30/05/2018 at 09:49 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control_Axial_Manual_2 (SubVI).vi



STOP

VISA Refnum in

Decimal

Entero

error in (no error)

status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source

LED

Estado del Microcontrolador

VISA Refnum out

Funcionando

Estado del valor

10 cm

0 cm

error out

status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source

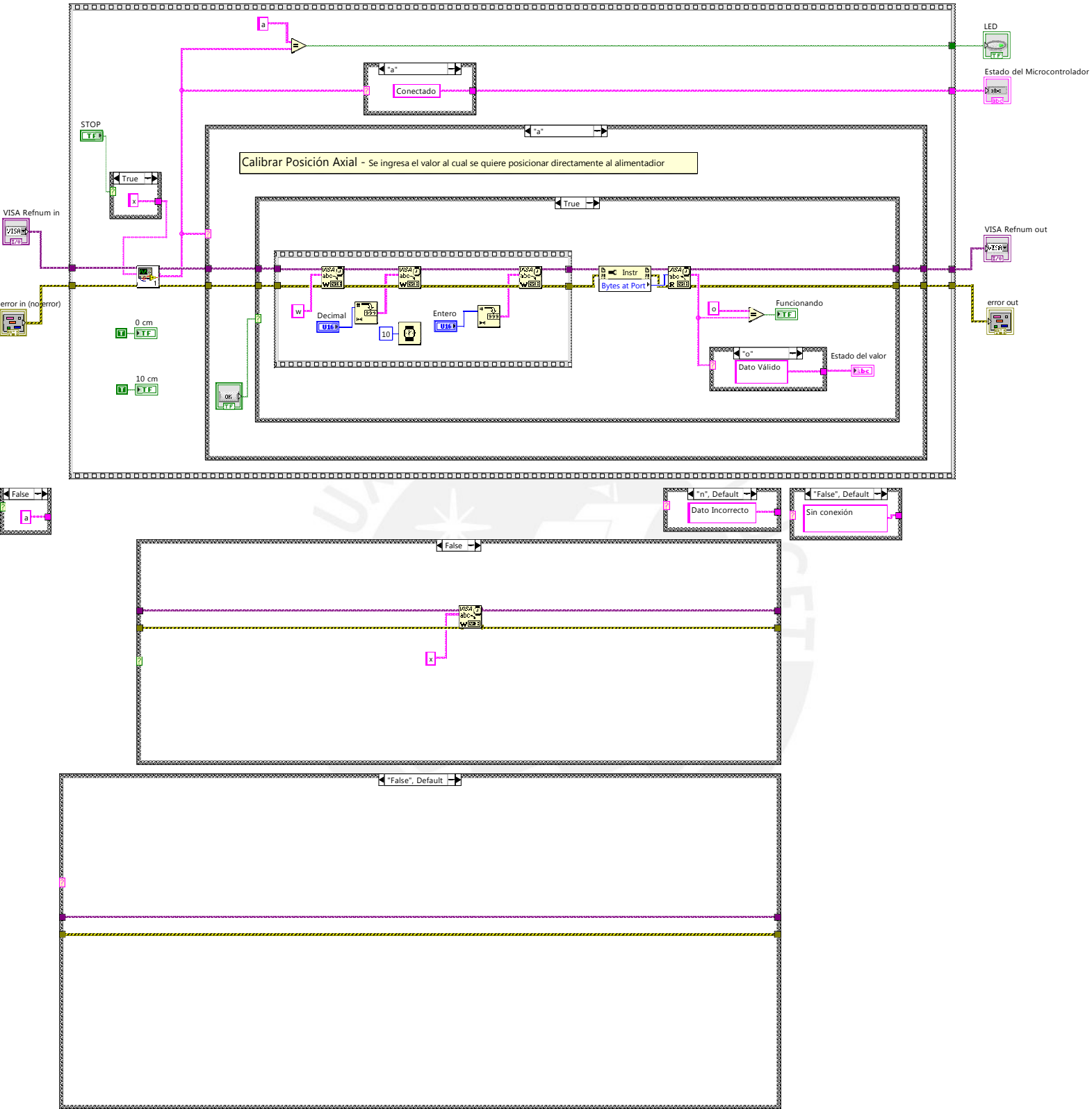


Control_Axial_Manual_2 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Manual_2 (SubVI).vi

Last modified on 30/05/2018 at 09:49 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi



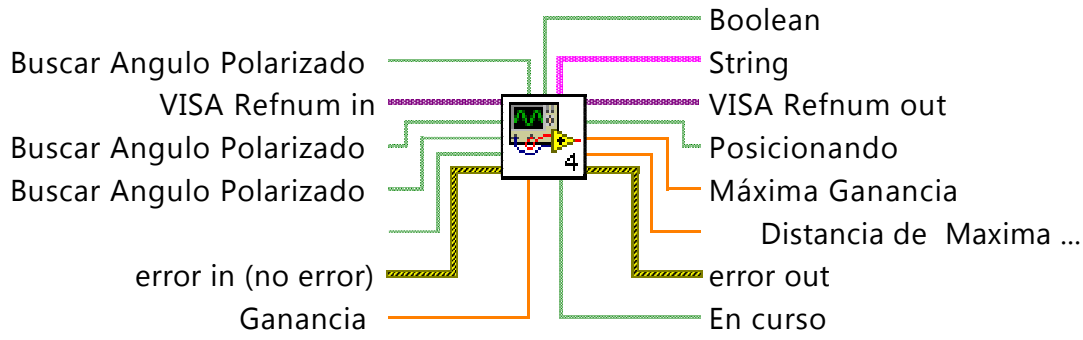
Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

Last modified on 30/05/2018 at 10:33 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control_Axial_Automatico (SubVI).vi





Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

Last modified on 30/05/2018 at 10:33 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control panel for 'Control_Axial_Automatico (SubVI).vi' with the following elements:

- Buttons:** Posicionar Distancia, Visualizar Datos, Buscar Máxima Ganancia, Stop (with a red square icon).
- Inputs:** VISA Refnum in (dropdown menu), Ganancia (numeric spinner with value 0).
- Outputs:** VISA Refnum out (text field), Máxima Ganancia (numeric display with value 0), Distancia de Maxima Ganancia (numeric display with value 0).
- Indicators:** Boolean (checkbox), Posicionando (green indicator light), En curso (green indicator light).
- Error Handling:** Two error status blocks labeled 'error in (no error)' and 'error out'. Each block contains a status icon (green checkmark), a code field (value 0), and a source text area.

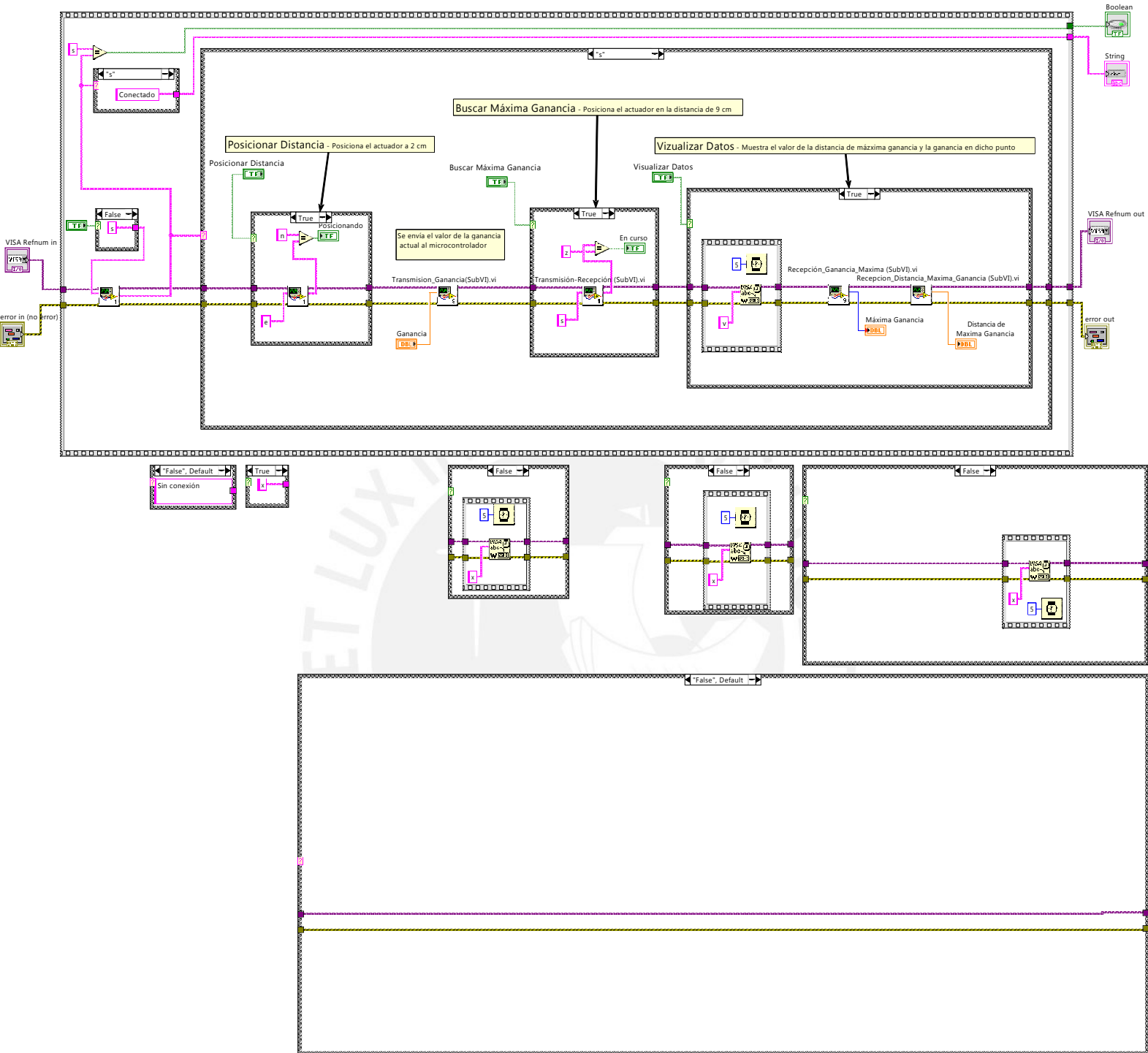


Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Axial_Automatico (SubVI).vi

Last modified on 30/05/2018 at 10:33 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmision_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision_Ganancia(SubVI).vi

Transmision-Recepcion (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision-Recepcion (SubVI).vi

Recepcion_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Ganancia_Maxima (SubVI).vi



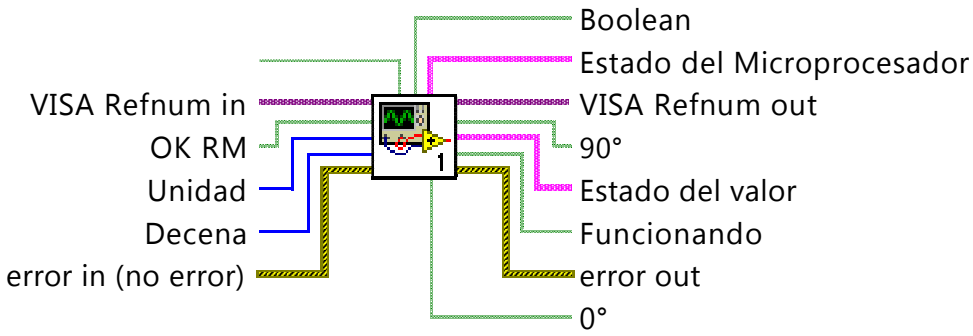
Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi



Front panel of the Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi. The interface includes a 'Stop' button, a 'Calibrar Rotación' button, dropdown menus for 'VISA Refnum in', 'Unidad', and 'Decena', and indicator lights for '90°' and '0°'. It also features two error status panels labeled 'error in (no error)' and 'error out', each with status and code fields and a source list.

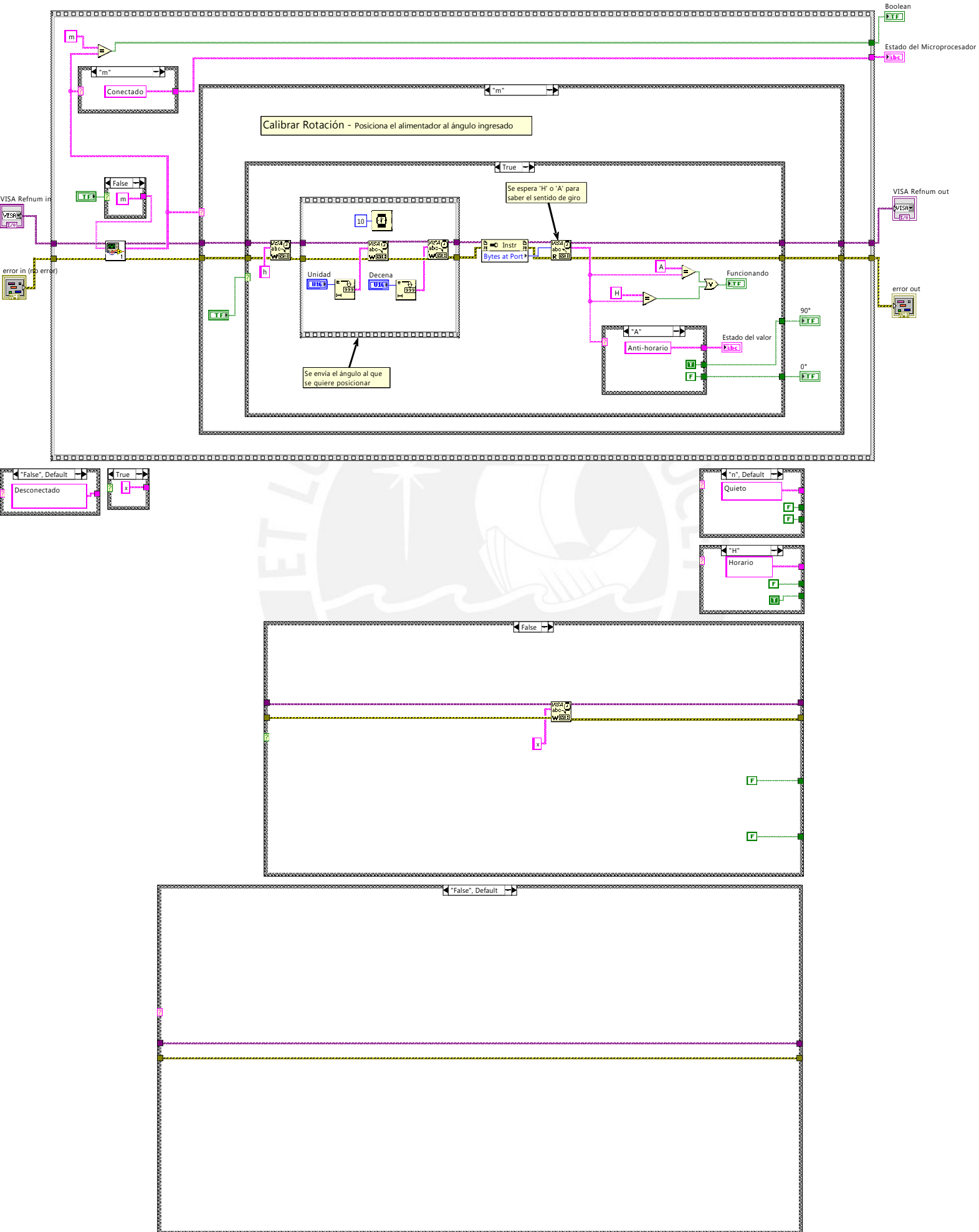


Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



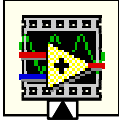


Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Manual (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi





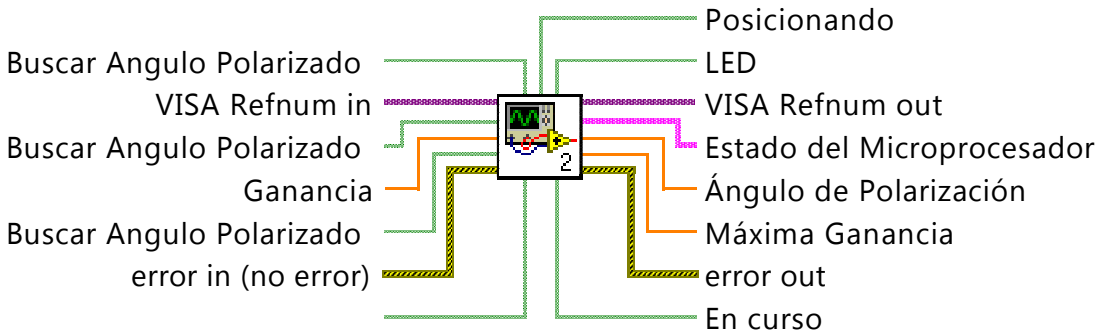
Contol_Rotacion_Automatico (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Automatico (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Contol_Rotacion_Automatico (SubVI).vi



Visualizar Datos

VISA Refnum in

Buscar Máxima Ganancia

Ganancia

Posicionar Ángulo

■ Stop

error in (no error)
 status code

 source

Posicionando

LED

VISA Refnum out

Estado del Microprocesador

Ángulo de Polarización

Máxima Ganancia

En curso

error out
 status code

 source

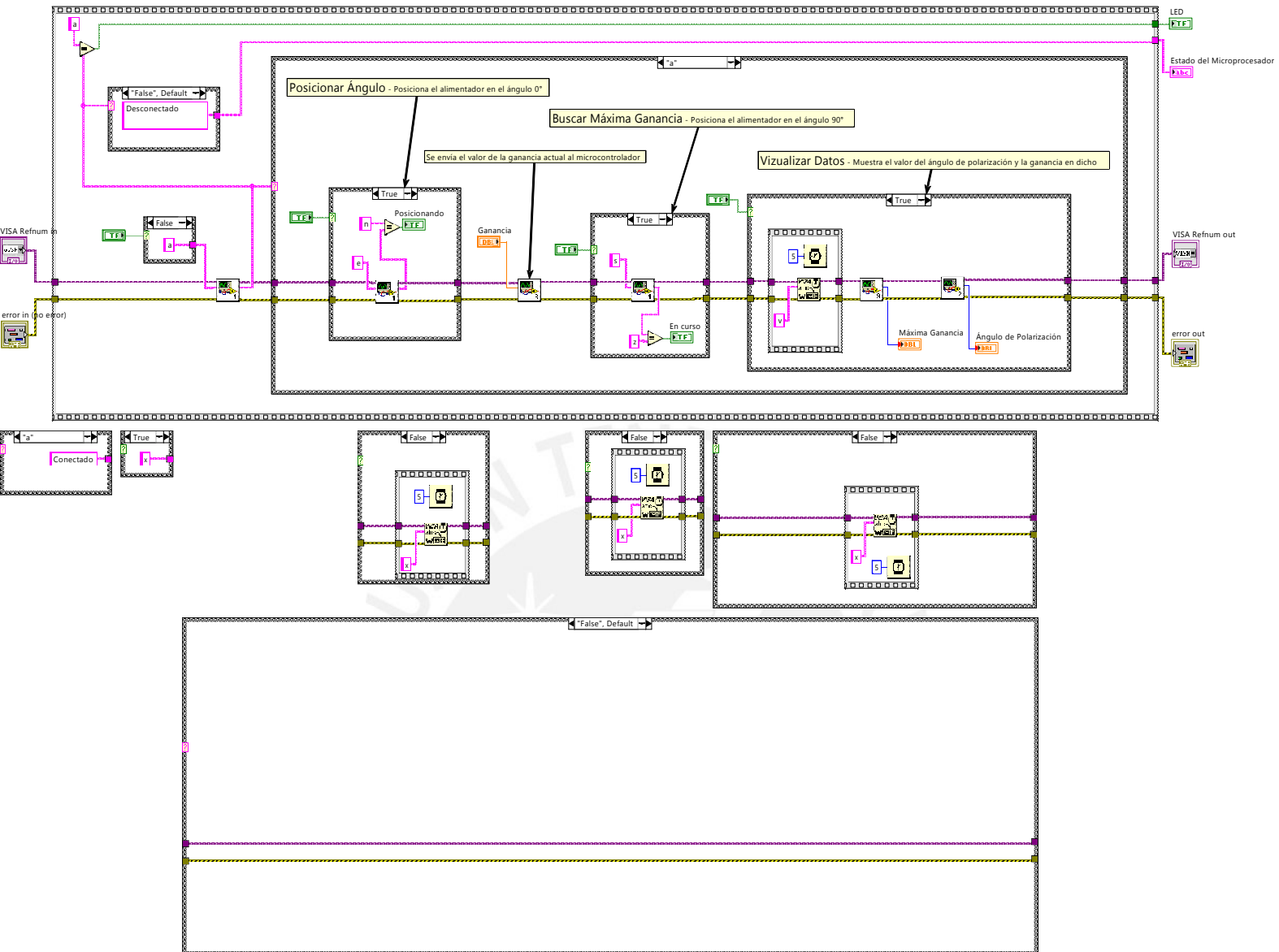


Contol_Rotacion_Automatico (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Automatico (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmision_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision_Ganancia(SubVI).vi



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi



Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi



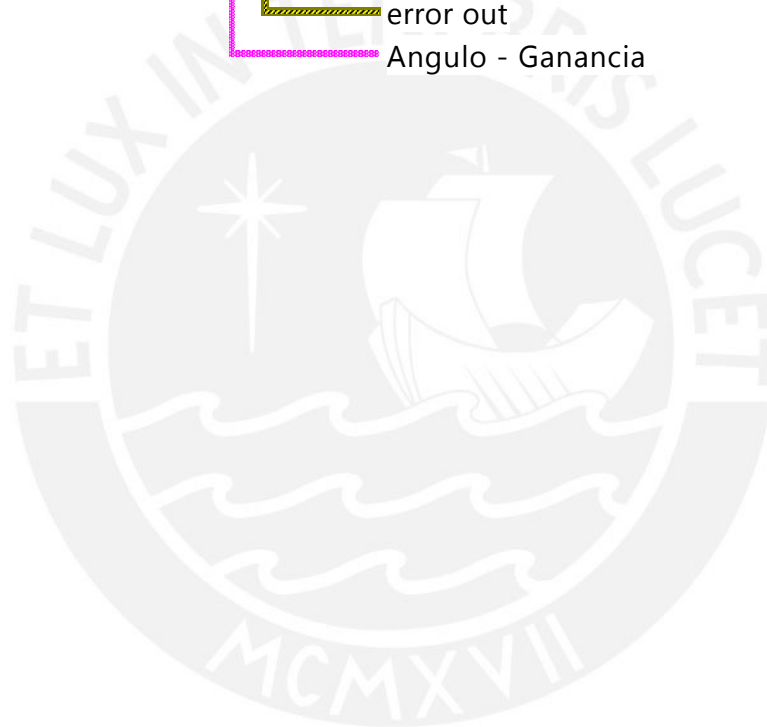
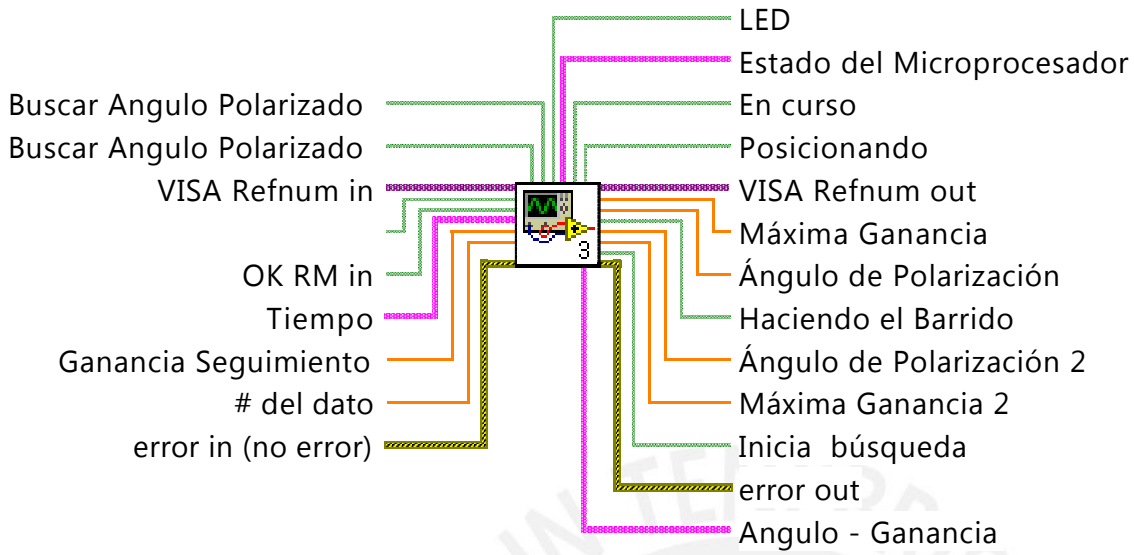
Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi





Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Visualizar Datos

Posicionar Ángulo

VISA Refnum in

Stop

Comenzar Seguimiento

Tiempo

Ganancia Seguimiento

del dato

LED

Estado del Microprocesador

En curso

Posicionando

VISA Refnum out

Máxima Ganancia

0

Ángulo de Polarización

0

Haciendo el Barrido

Ángulo de Polarización 2

0

Máxima Ganancia 2

0

Inicia búsqueda

Angulo - Ganancia

error in (no error)

status code

source

error out

status code

source

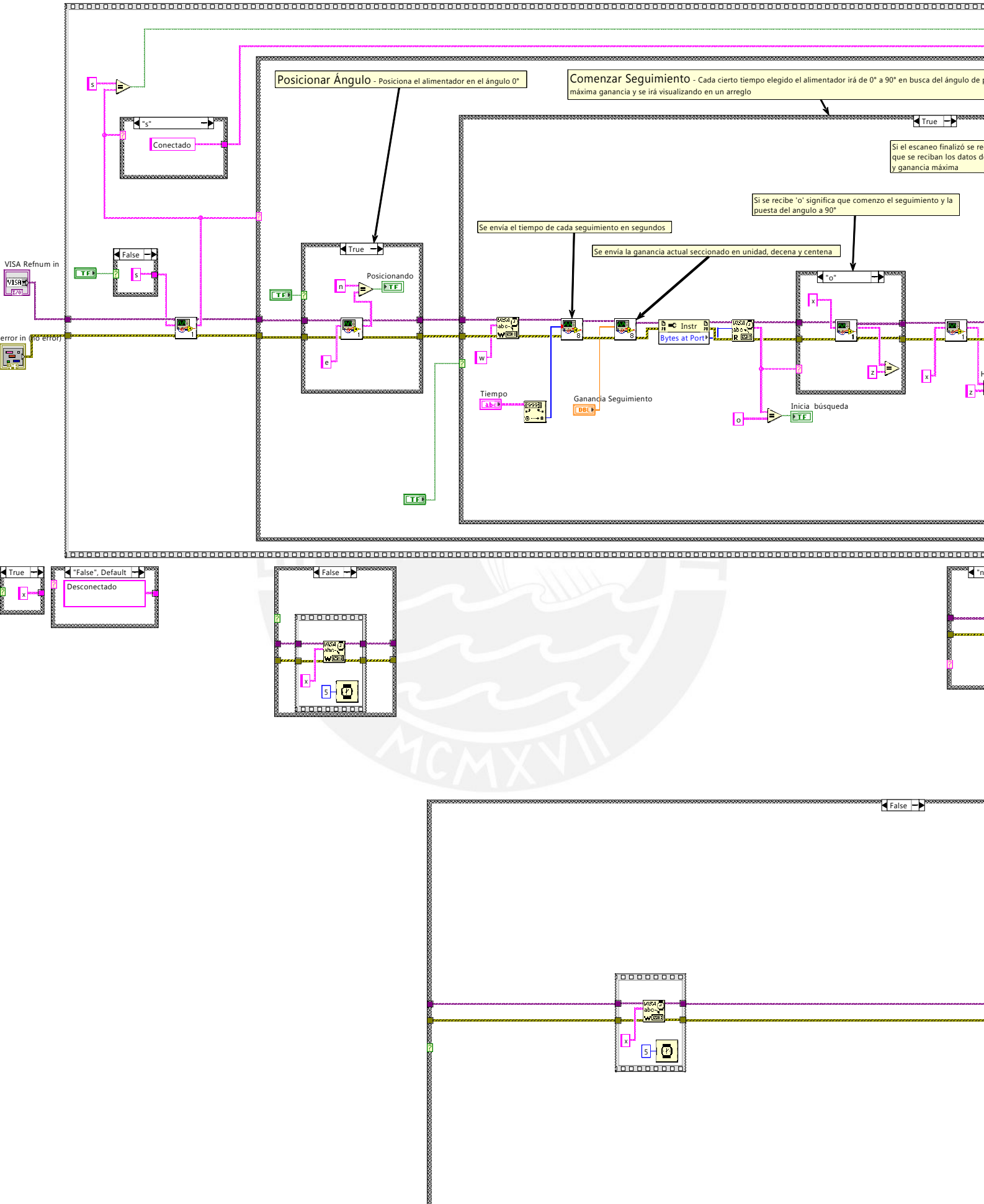


Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



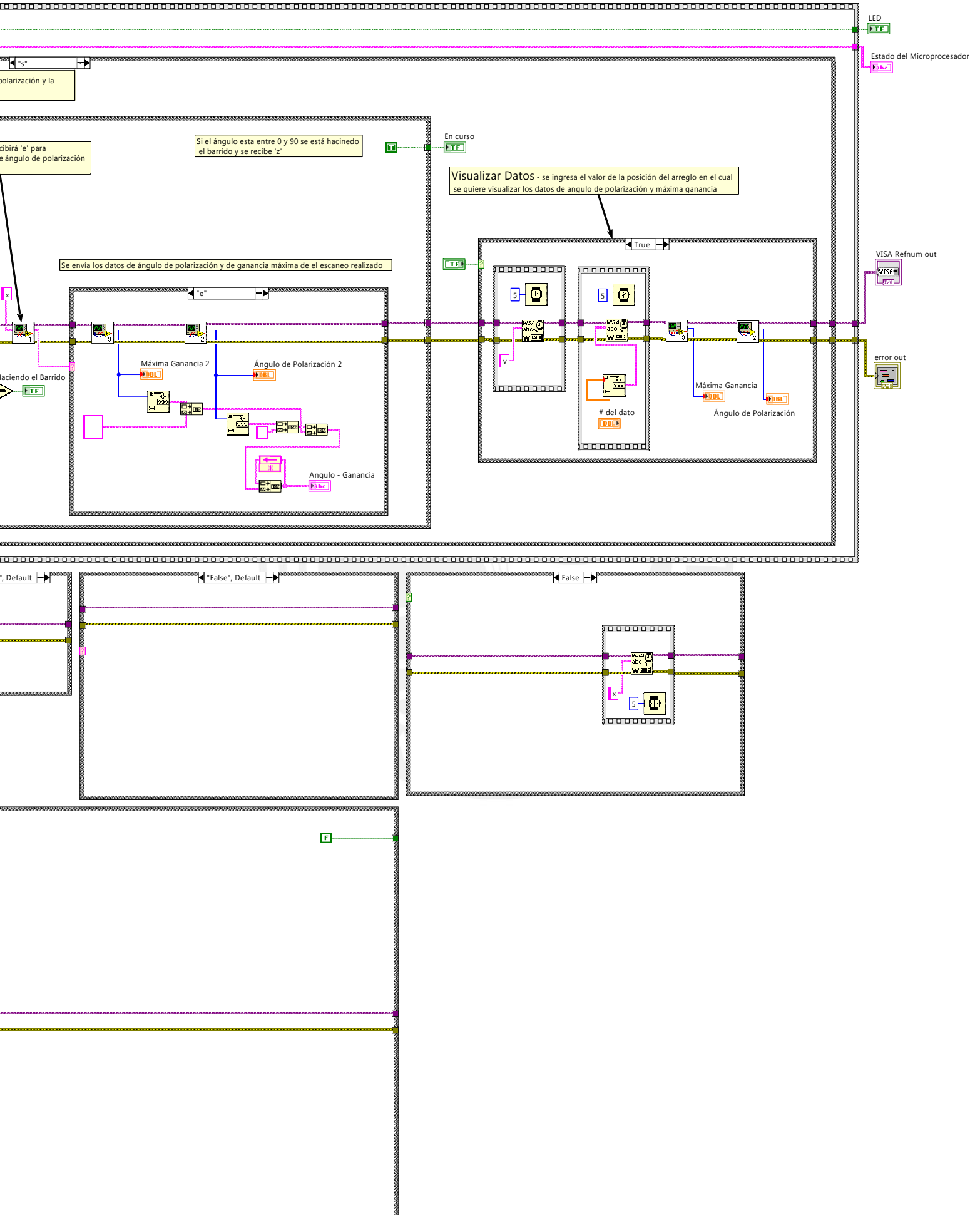


Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



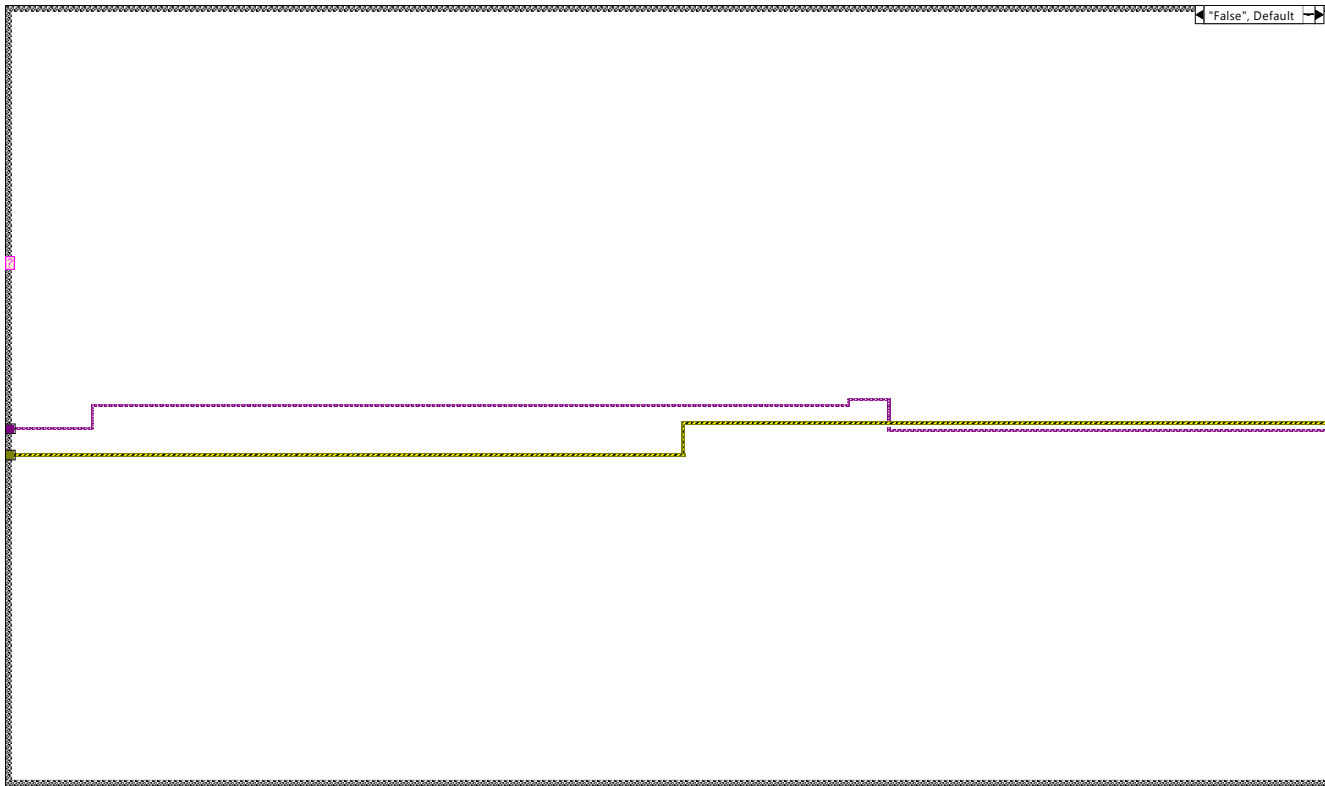


Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmision_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision_Ganancia(SubVI).vi



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi



Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

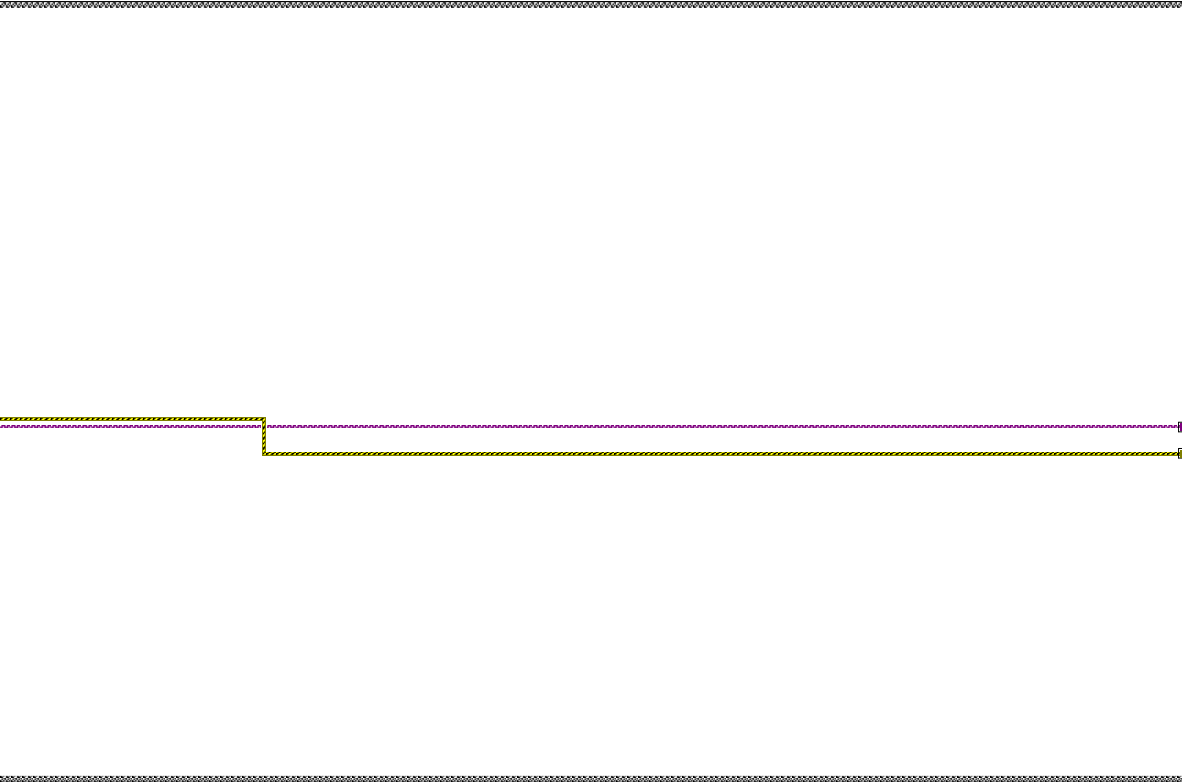


Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Contol_Rotacion_Seguimiento_1 (SubVI).vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



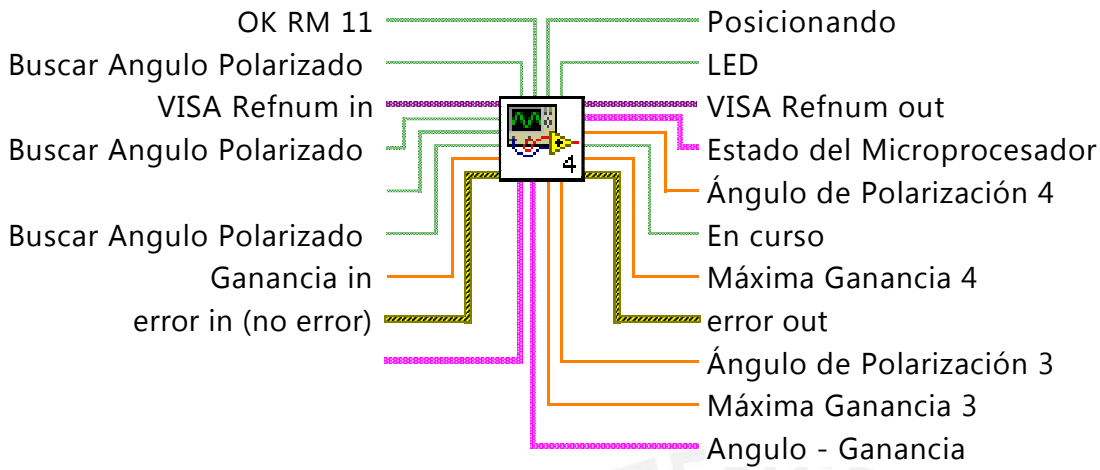


Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi



Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

VISA Refnum in

Ganancia in

error in (no error)
 status code
 source

Posicionando

LED

VISA Refnum out

Estado del Microprocesador

Ángulo de Polarización 4

En curso

Máxima Ganancia 4

Ángulo de Polarización 3

Máxima Ganancia 3

Angulo - Ganancia

error out
 status code
 source

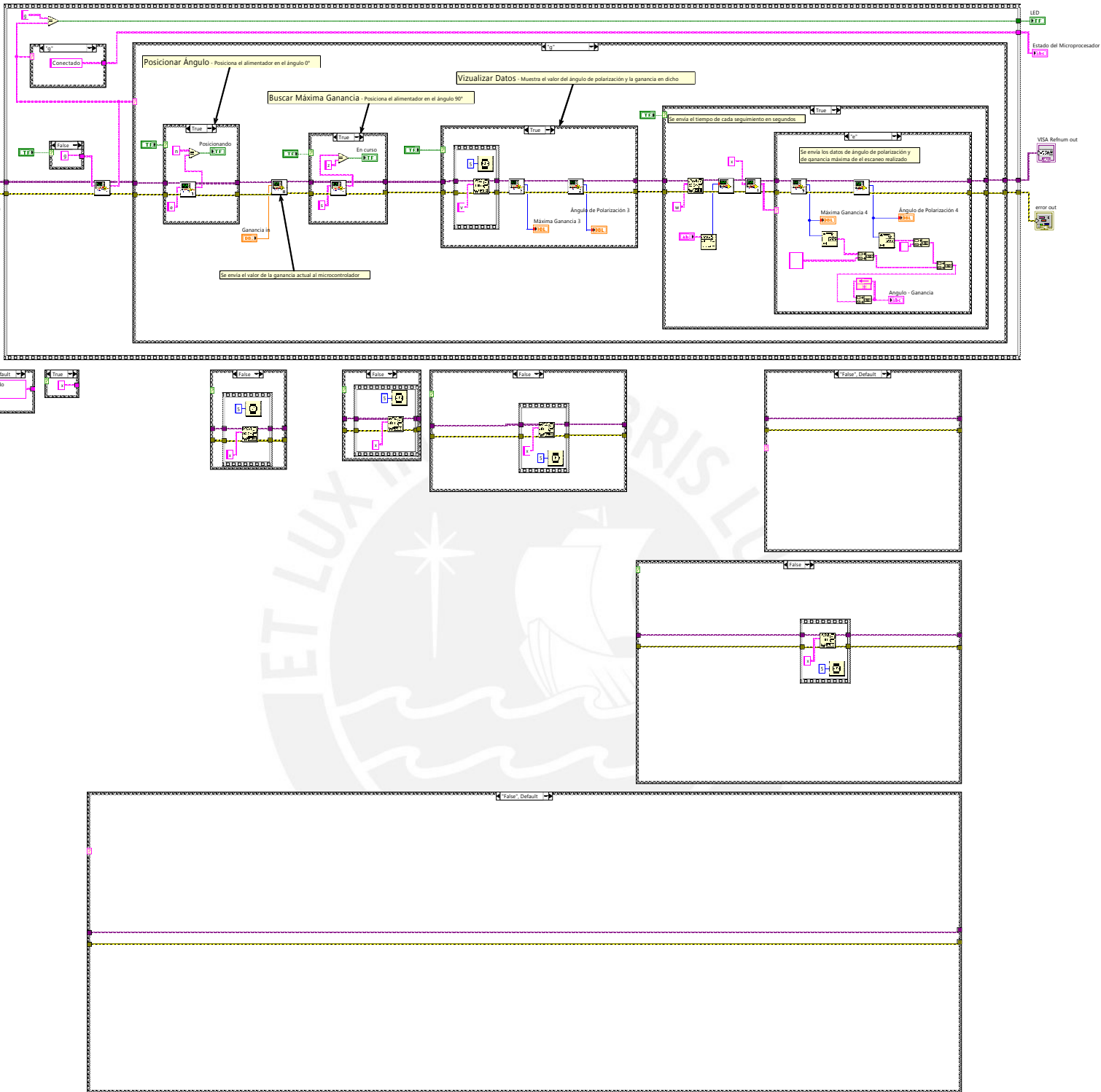


Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

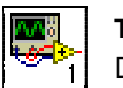
Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Transmision_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmision_Ganancia(SubVI).vi



Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi



Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Control_Rotacion_Seguimiento_2.vi

Last modified on 31/05/2018 at 12:39 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.



Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi





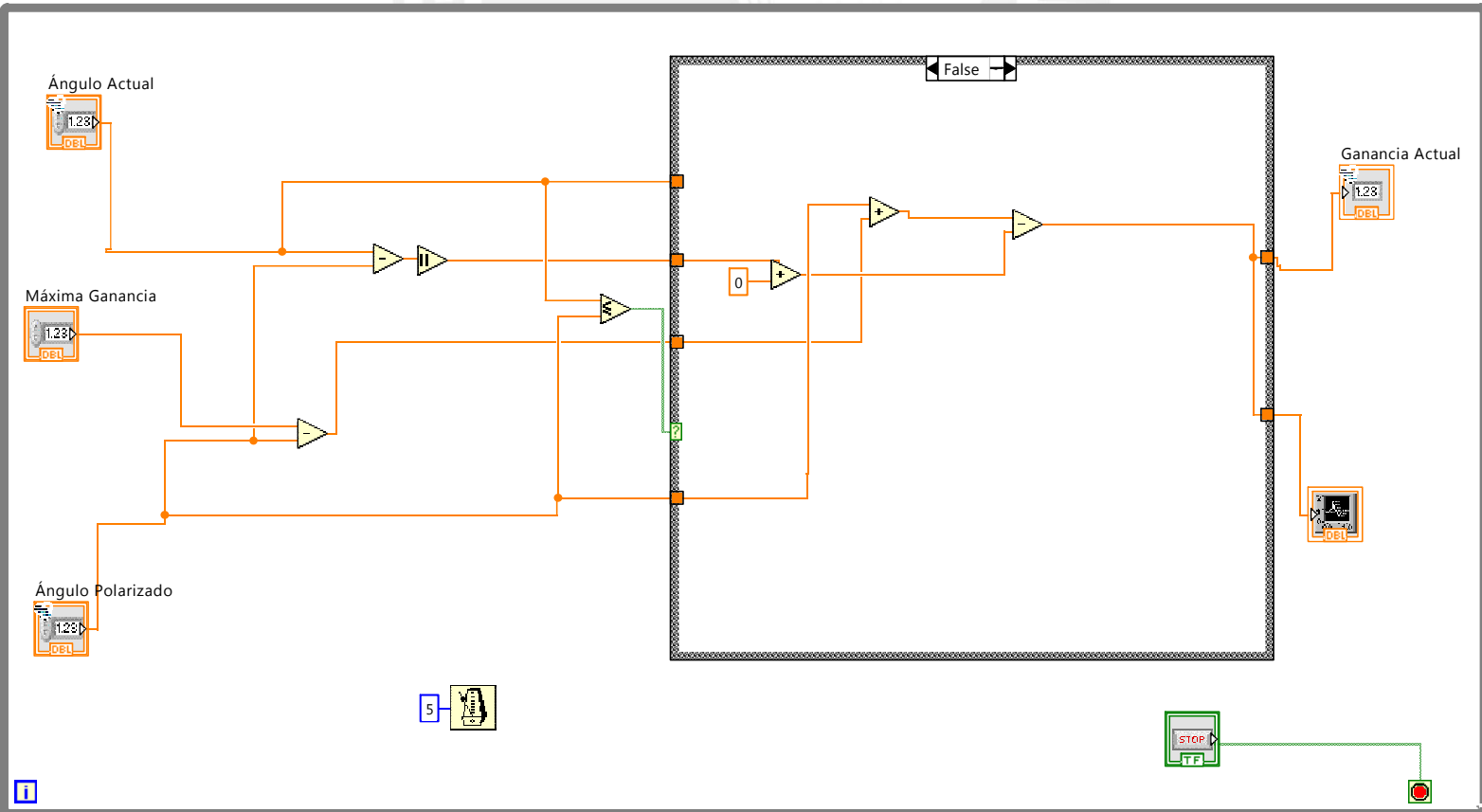
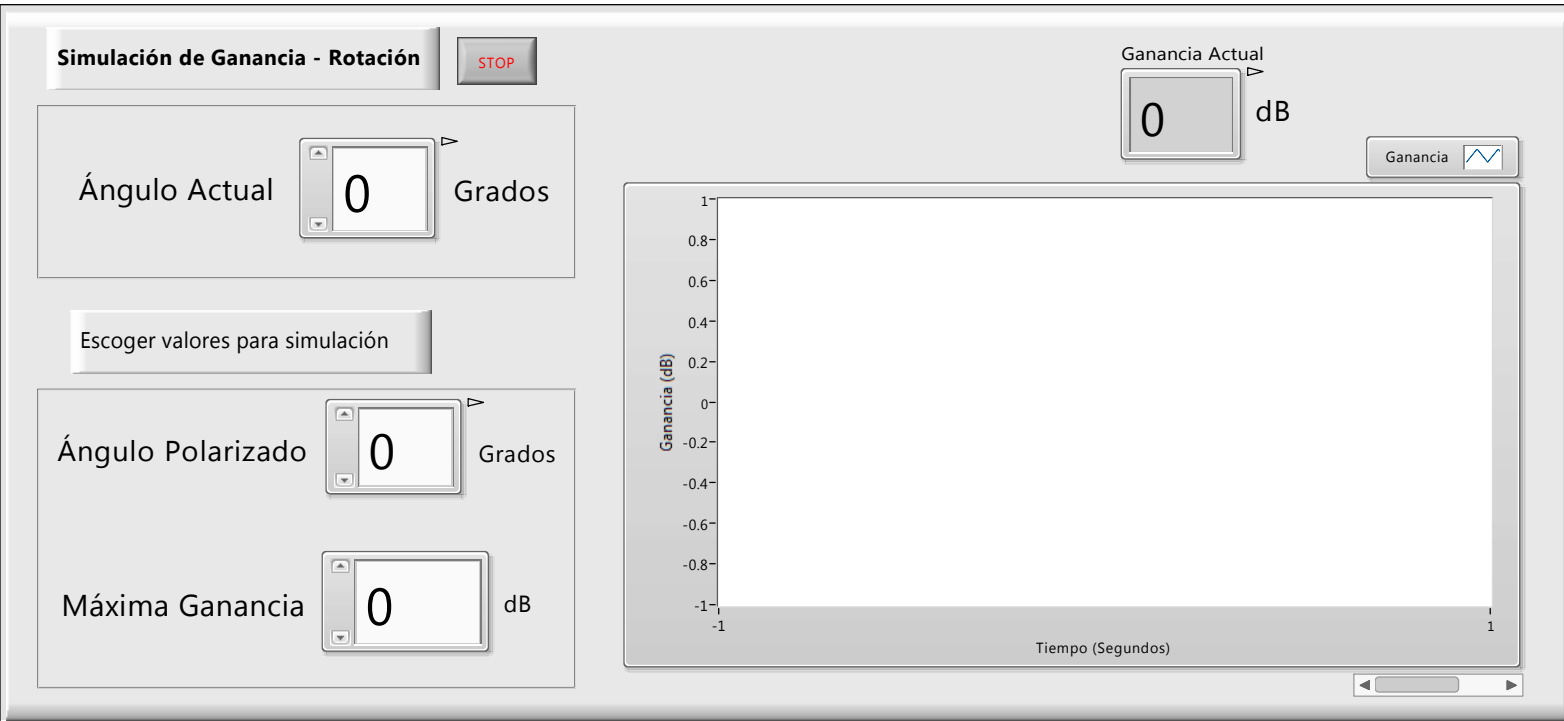
Ganancia Variable con Angulo.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Ganancia Variable con Angulo.vi

Last modified on 19/06/2018 at 11:03 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Ganancia Variable con Angulo.vi



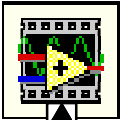
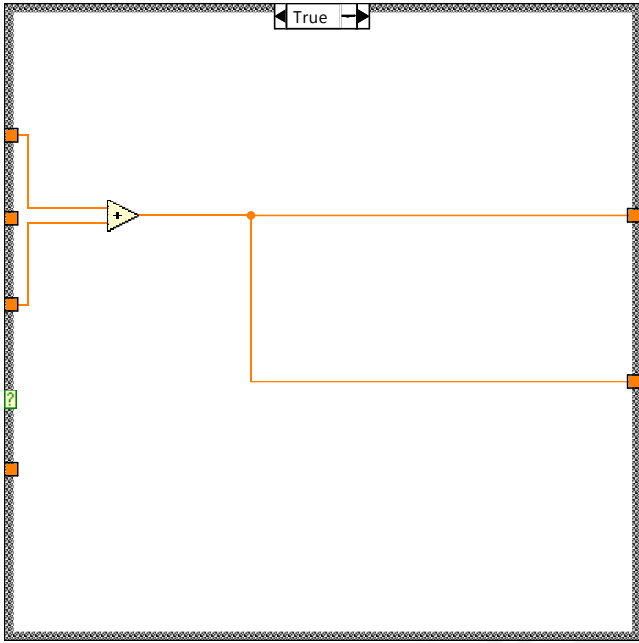


Ganancia Variable con Angulo.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Ganancia Variable con Angulo.vi

Last modified on 19/06/2018 at 11:03 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.





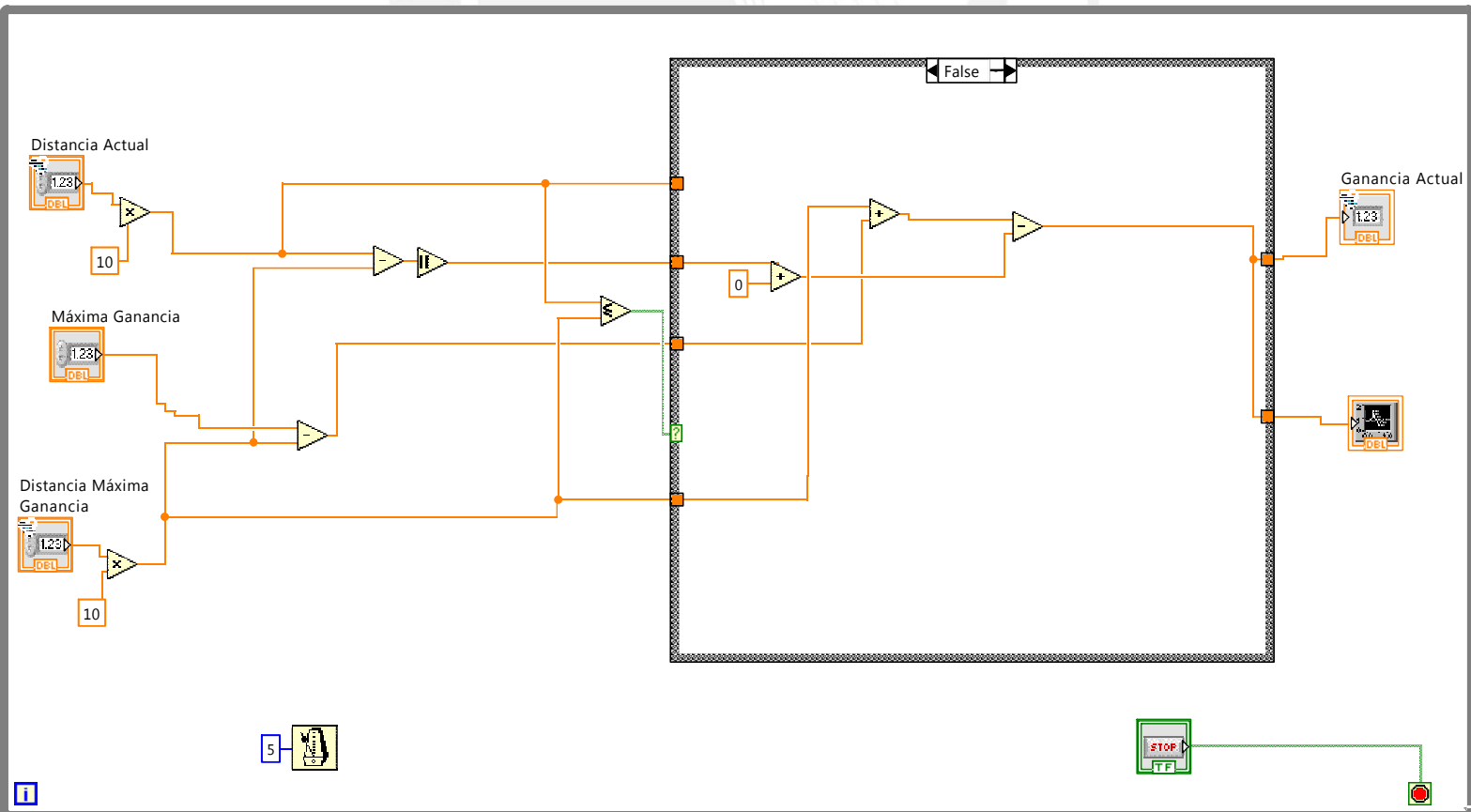
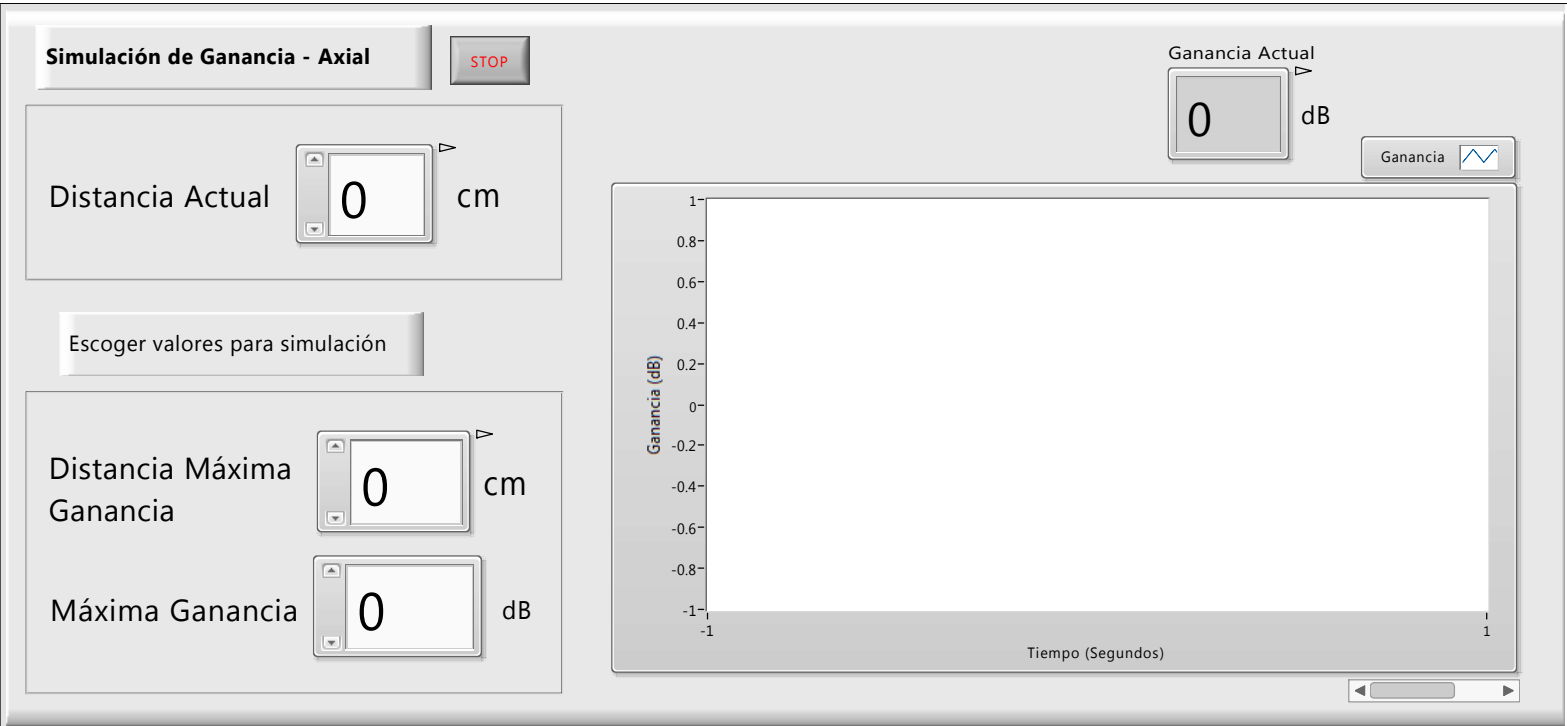
Ganancia Variable con Distancia 2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Ganancia Variable con Distancia 2.vi

Last modified on 19/06/2018 at 11:03 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.

Ganancia Variable con Distancia 2.vi



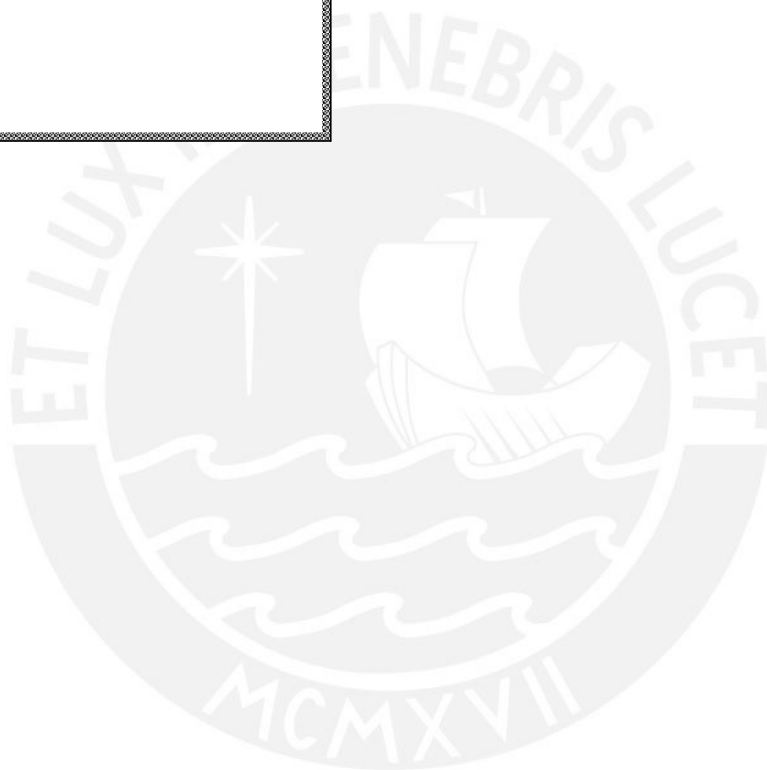
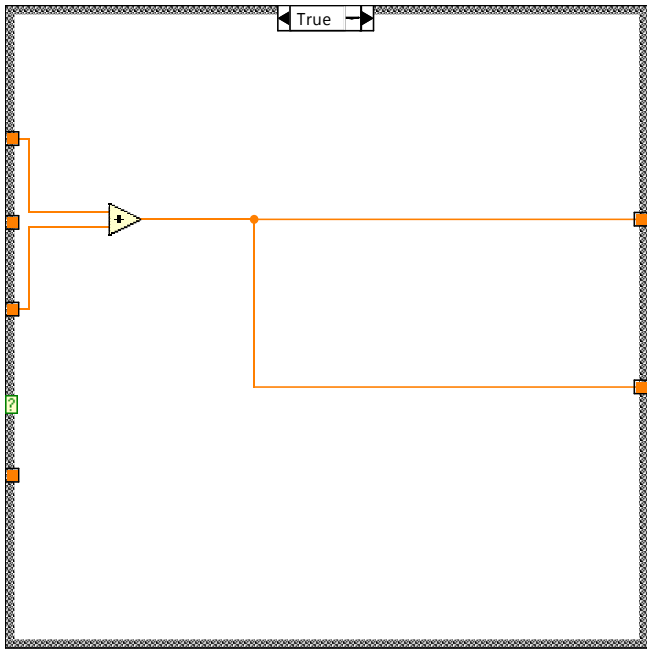


Ganancia Variable con Distancia 2.vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Ganancia Variable con Distancia 2.vi

Last modified on 19/06/2018 at 11:03 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:02 a.m.





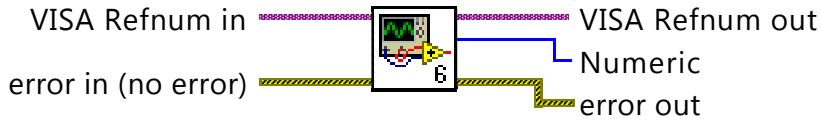
Recepcion_ADC (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_ADC (SubVI).vi

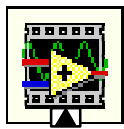
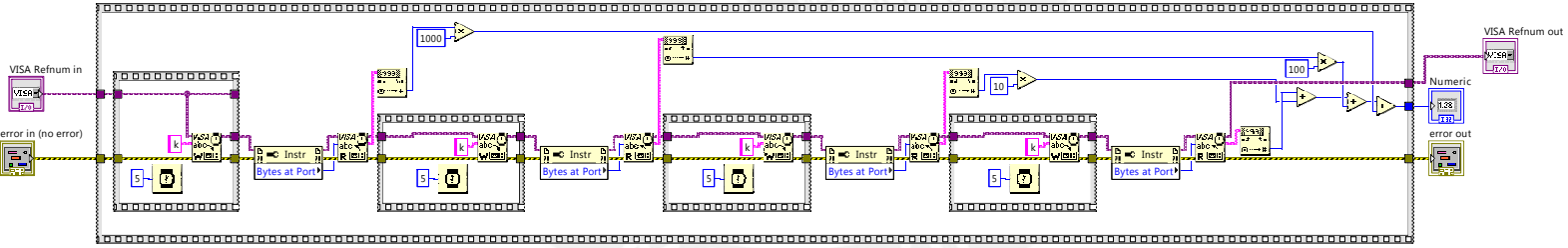
Last modified on 25/05/2018 at 05:26 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepcion_ADC (SubVI).vi



VISA Refnum in	VISA Refnum out
<input type="text"/>	<input type="text"/>
error in (no error)	error out
status <input checked="" type="checkbox"/> code <input type="text" value="0"/>	status <input checked="" type="checkbox"/> code <input type="text" value="0"/>
source	source





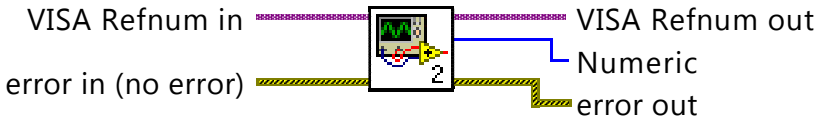
Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

Last modified on 28/05/2018 at 02:44 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepcion_Angulo_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



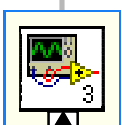
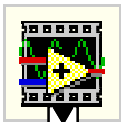
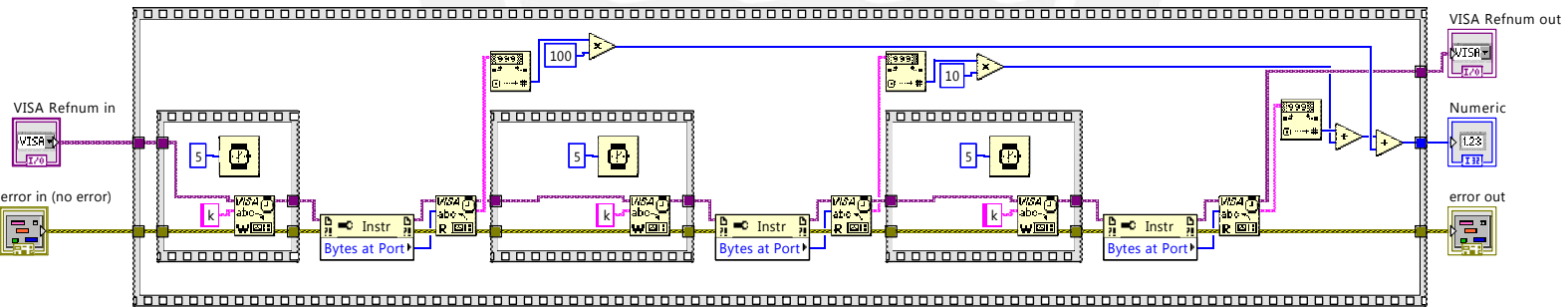
VISA Refnum in: [Dropdown menu]

VISA Refnum out: [Text field]

Numeric: [Text field with value 0]

error in (no error): status [Green checkmark], code [Text field with value 0], source [Text area]

error out: status [Green checkmark], code [Text field with value 0], source [Text area]





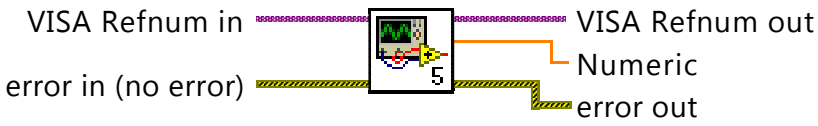
Recepcion_Distancia_Actuador (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Distancia_Actuador (SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 05:27 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepcion_Distancia_Actuador (SubVI).vi



VISA Refnum in

VISA Refnum out

Numeric

0

error in (no error)

status code

0

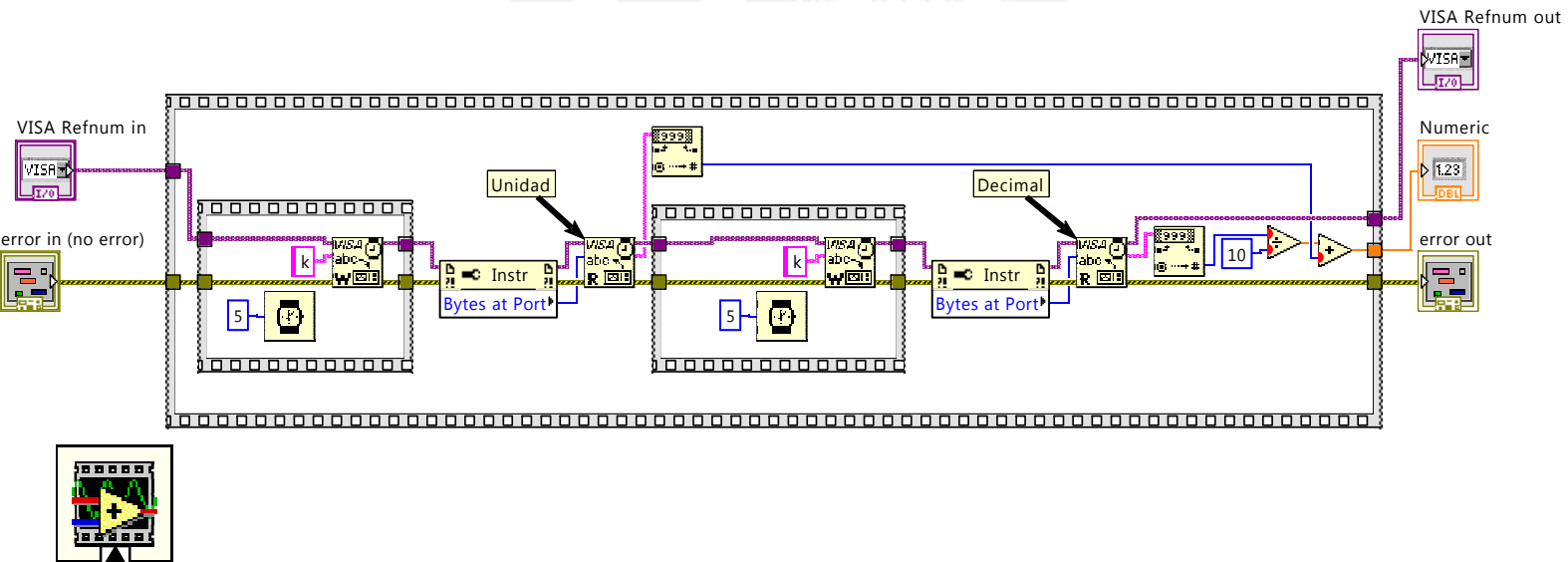
source

error out

status code

0

source





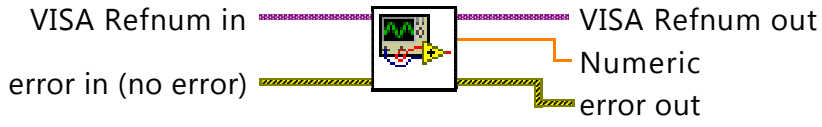
Recepcion_Distancia_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepcion_Distancia_Maxima_Ganancia (SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 06:33 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepcion_Distancia_Maxima_Ganancia (SubVI).vi



VISA Refnum in

VISA Refnum out

Numeric

error in (no error)

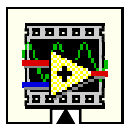
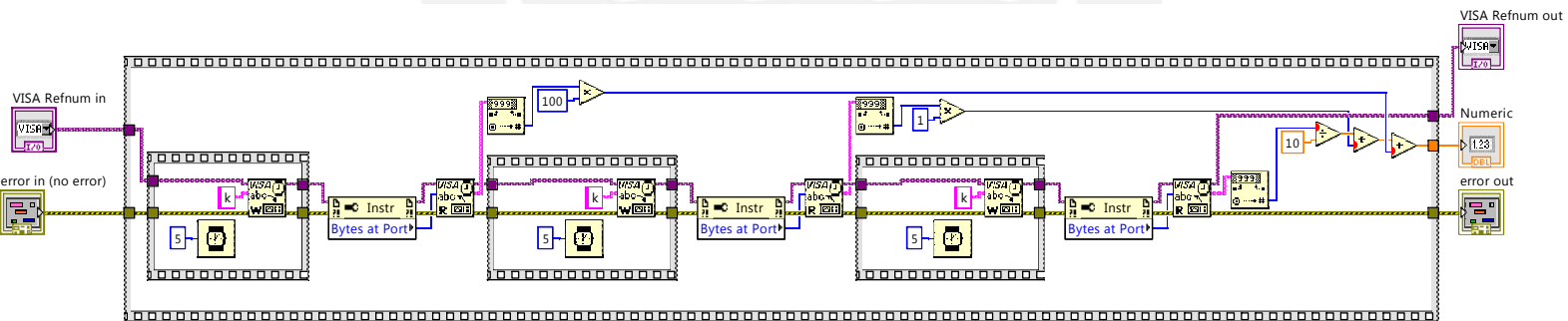
status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source

error out

status	code
<input checked="" type="checkbox"/>	0

source





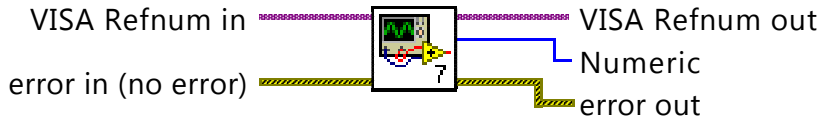
Recepción_Angulo_Encoder(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepción_Angulo_Encoder(SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 05:38 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepción_Angulo_Encoder(SubVI).vi



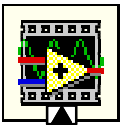
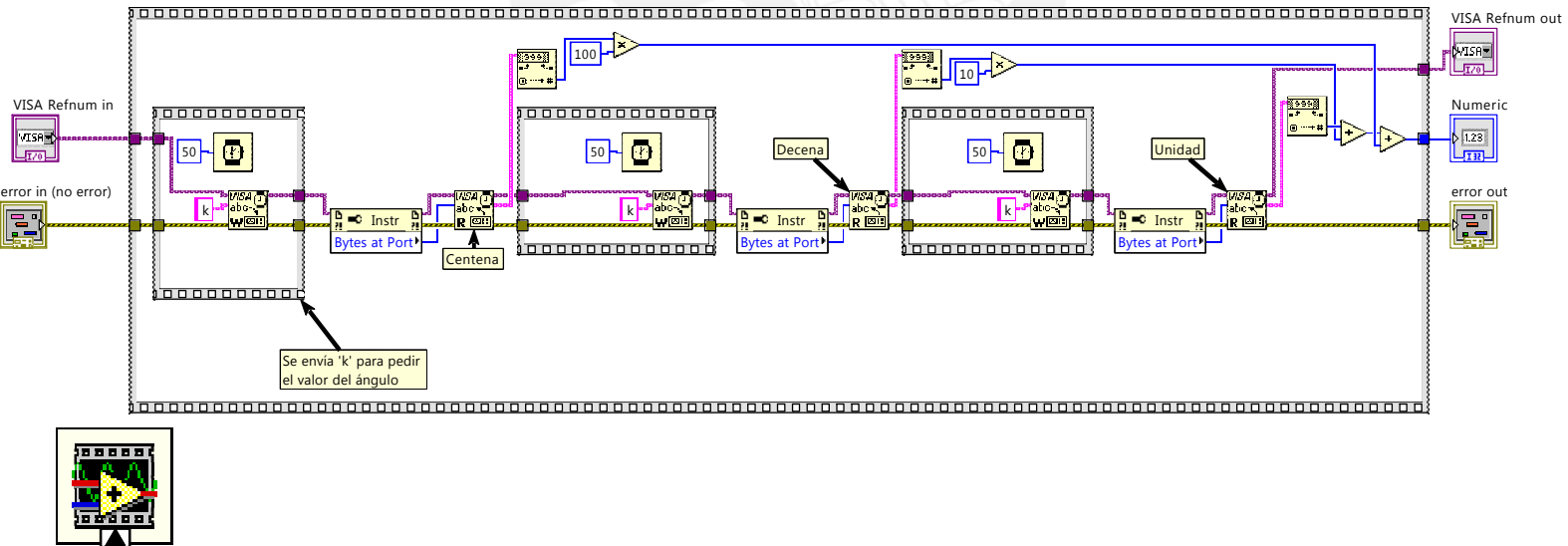
VISA Refnum in: [dropdown menu]

VISA Refnum out: [text box]

Numeric: [text box with value 0]

error in (no error): status [checkmark icon] code [text box with value 0] source [text area]

error out: status [checkmark icon] code [text box with value 0] source [text area]





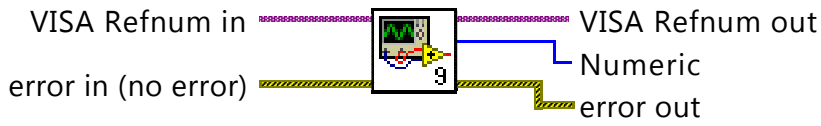
Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 06:30 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Recepción_Ganancia_Maxima (SubVI).vi



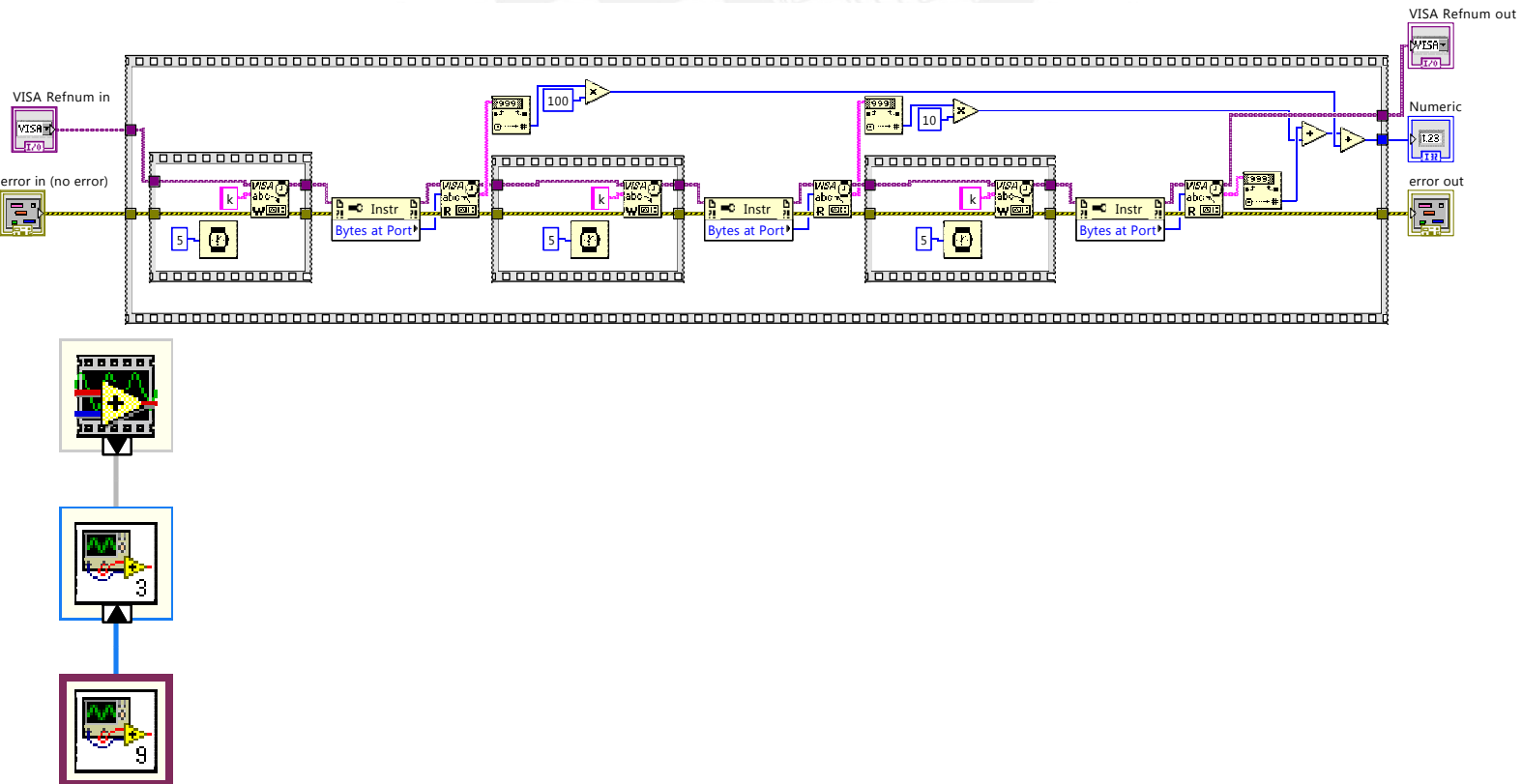
VISA Refnum in

VISA Refnum out

Numeric
0

error in (no error)
status code
source

error out
status code
source





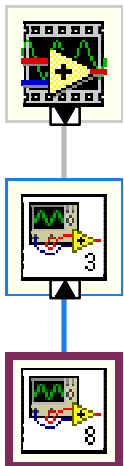
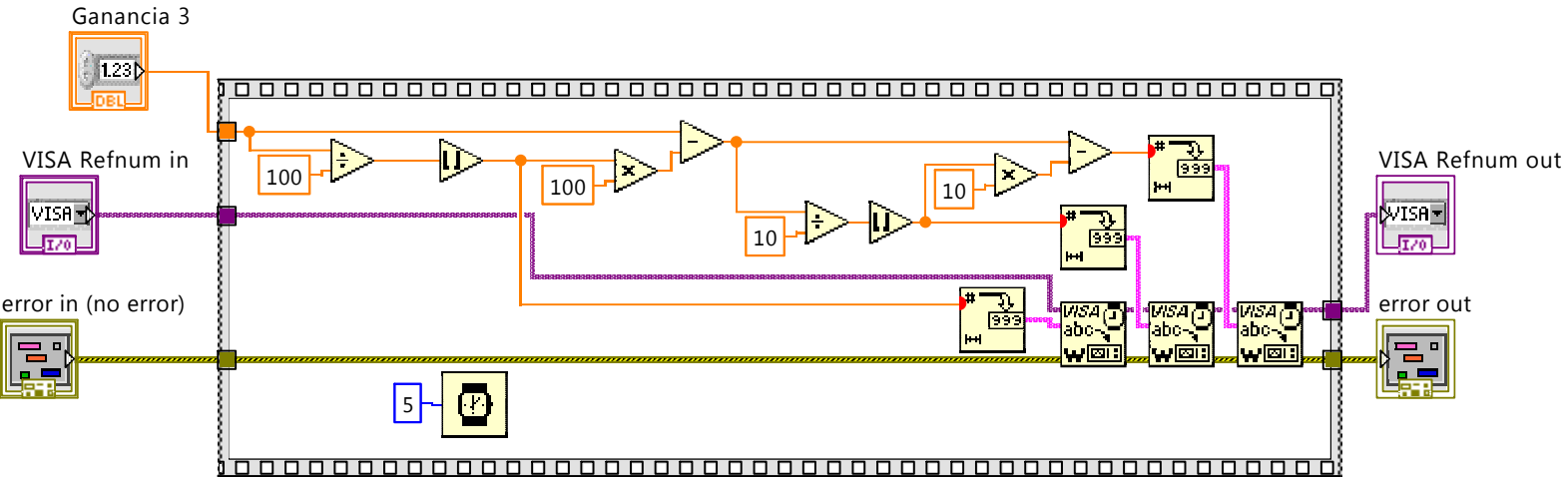
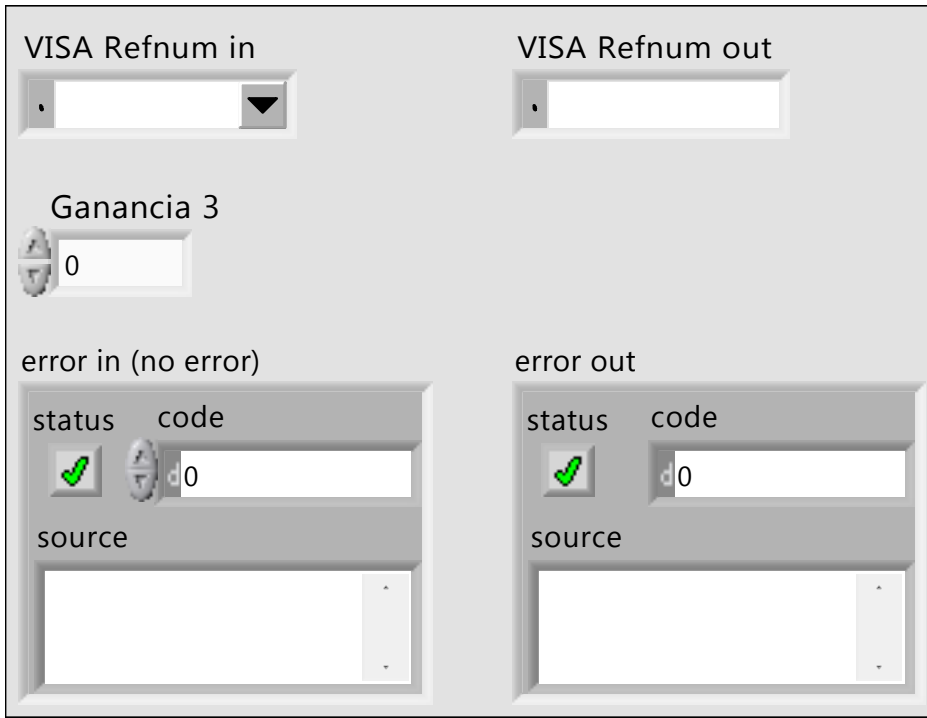
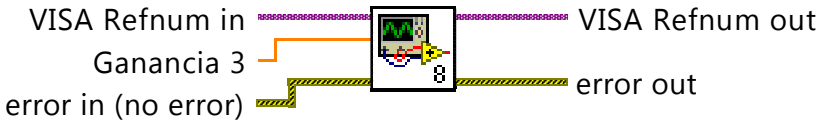
Transmission_Ganancia(SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmission_Ganancia(SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 06:14 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Transmission_Ganancia(SubVI).vi





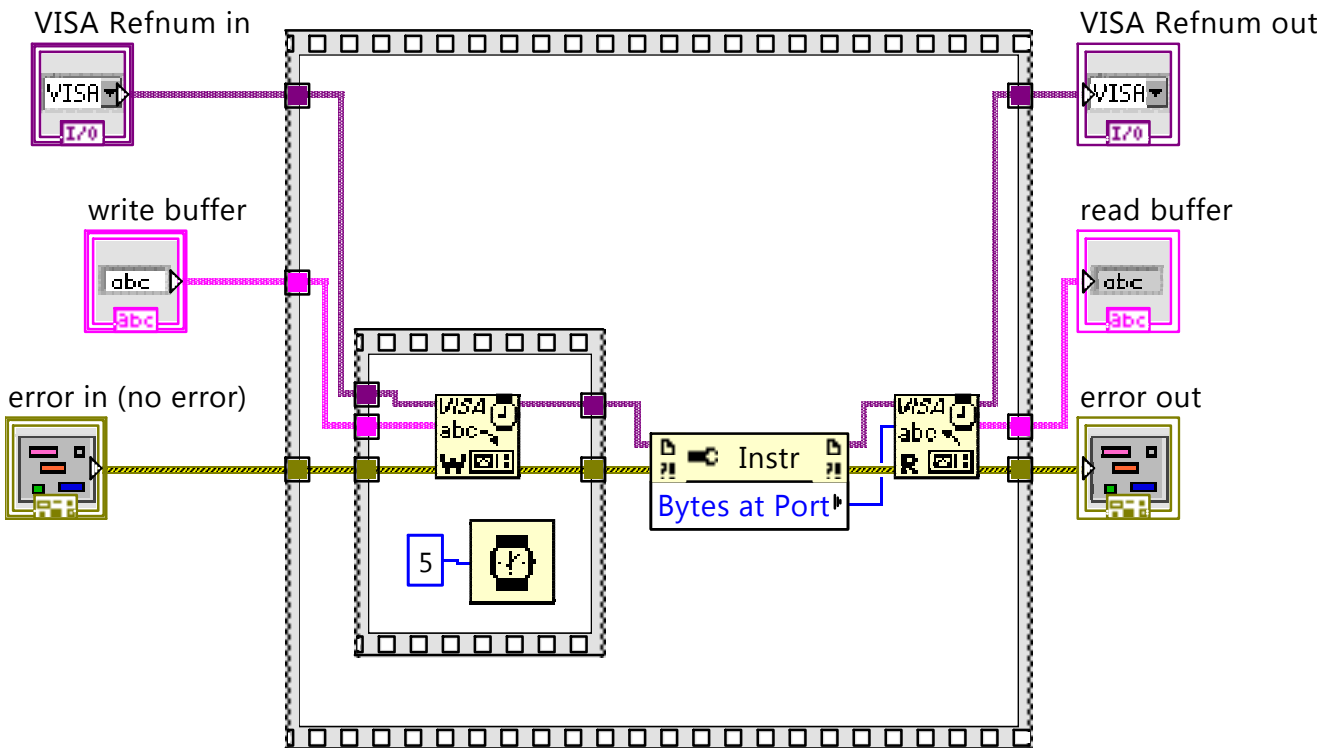
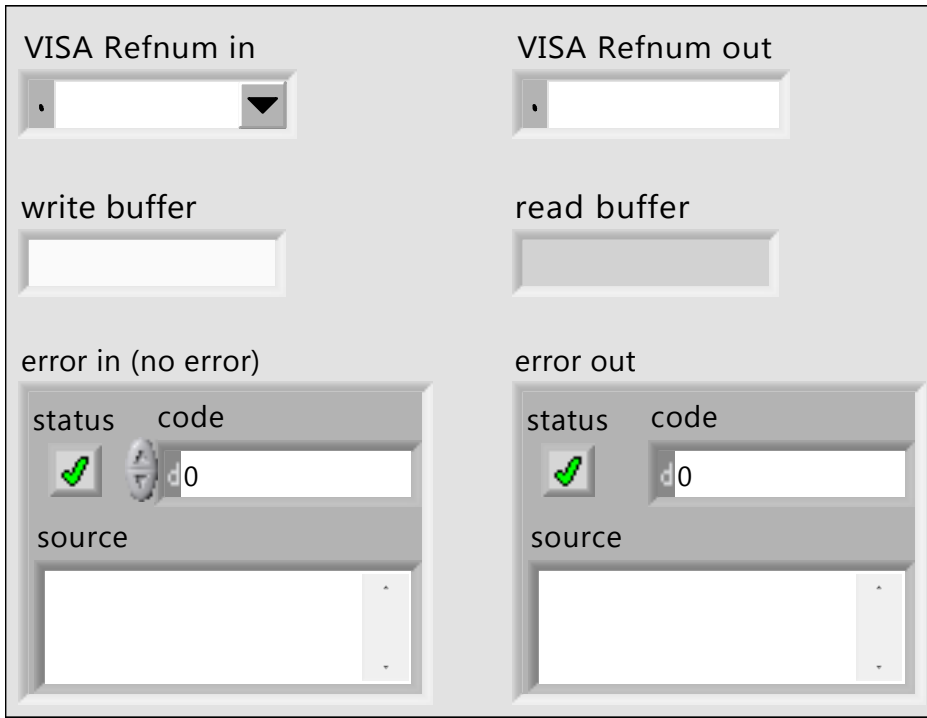
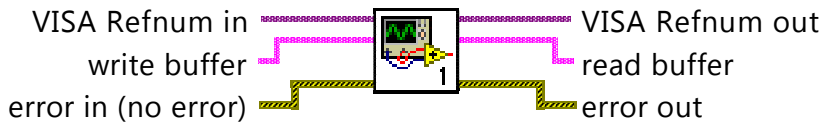
Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 04:27 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.

Transmisión-Recepción (SubVI).vi



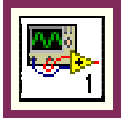


Transmisión-Recepción (SubVI).vi

D:\Users\u_inras\Desktop\LabView TESIS\05-25 TESIS\Transmisión-Recepción (SubVI).vi

Last modified on 25/05/2018 at 04:27 p.m.

Printed on 22/06/2018 at 11:03 a.m.




```

/*****
Autor: Rodrigo Eduardo Quinteros Chuquín
Correo: rquinteros@pucp.pe
Fecha: 26/08/18
*****/
//Configuración del clock y baudios para el UART
#define F_CPU 16000000UL
#define BUAD 9600
#define BRC ((F_CPU/16/BUAD)-1)

/*****
*****/
#include <avr/io.h>
#include <avr/eeprom.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/pgmspace.h>
#include <avr/interrupt.h>
// encoder
#define MAX_TAM 16
#define RESOLUCION 22
#define LONGITUD 32
// Variables Globales para la ISR
uint8_t NumBit, Bit;
uint8_t Recibido[RESOLUCION+1];
uint32_t buff;

int distancia_requerida_Global=0;
int angulo_requerido_Global =0;
int angulo_requerido_seguimiento_global = 0;
int ganancia_maxima_Global =0;
int angulo_maximo_Global = 0;
int distancia_maxima_Global = 0;
int dato_ganancia=0;

int direccion_axial;
int direccion_rotacion;
int tiempo_global;

int duty_axial_aumentar = 60;
int duty_axial_disminuir = 40;
int duty_rotacion_horario;
int duty_rotacion_antihorario;
int distancia_axial_minimo;
int distancia_axial_maximo;
int angulo_rotacion_minimo;
int angulo_rotacion_maximo;
int angulo_seguimiento_2;

int EEMEM datos_seguimiento_ganancia[500];
int EEMEM datos_seguimiento_angulo[500];

int EEMEM datos_seguimiento_ganancia_2[500];
int EEMEM datos_seguimiento_angulo_2[500];

int EEMEM angulo_polarizado_automatgico = 0;

```

```

int EEMEM ganancia_polarizado_automatgico = 0;

int EEMEM angulo_polarizado_automatgico_2 = 0;
int EEMEM ganancia_polarizado_automatgico_2 = 0;

int contador_timer_10ms = 0;
int contador_timer_1s = 0;

int seguimiento_Global;
int visualizacion_Global = 0;
int contador_seguimiento_Global = 0;
int contador_seguimiento_2_Global = 0;

int interrupcion_timer0 = 0;
int escaneo = 0;

/*****
*****/
void PWM_Axial_Timer1_ON(int duty1){
    TCCR1A = (1<<COM1A1|0<<COM1A0|1<<COM1B1|1<<COM1B0|1<<WGM11|0<<WGM10);
    TCCR1B = (1<<WGM13|1<<WGM12|0<<CS12|0<<CS11|1<<CS10);
    OCR1A = (duty1*32)-1;
    OCR1B = (duty1*32)-1;;
    ICR1=3199;
}//PWM_Axial_Timer1_ON

/*****
*****/
void PWM_Axial_Timer1_OFF(){
    TCCR1A = (0<<COM1A1|0<<COM1A0|0<<COM1B1|0<<COM1B0|1<<WGM11|0<<WGM10);
    TCCR1B = (1<<WGM13|1<<WGM12|0<<CS12|0<<CS11|1<<CS10);
    ICR1 = 3199;
}//PWM_Axial_Timer1_OFF

/*****
*****/
void PWM_Rotacion_Timer2_ON(int duty2){
    TCCR2A |= (1<<COM2A1) | (0<<COM2A0) |(1<<COM2B1) | (1<<COM2B0) |
(1<<WGM21) | (1<<WGM20);
    TCCR2B |= (1<<CS22)|(1<<CS20); // clkT2S/8 prescale
    OCR2A = duty2;
    OCR2B = duty2;
}//PWM_Rotacion_Timer2_ON

/*****
*****/
void PWM_Rotacion_Timer2_OFF(void){
    TCCR2A = (0<<COM2A1) | (0<<COM2A0) |(0<<COM2B1) | (0<<COM2B0) |
(1<<WGM21) | (1<<WGM20);
    TCCR2B |= (1<<CS22);
    OCR2A = 127; //50%
    OCR2B = 127; //50%
}//PWM_Rotacion_Timer2_OFF

```

```

/*****
*****/
void Config_Timer0(void){
    TCCR0B = (1<<CS02) |(1<<CS00) ; //prescalador 1024
    OCR0A = 77; // Onda cuadrada periodica a 100 Hz o 10 ms
    TCCR0A = (1<<COM0A0) | (0<<COM0A1)| (1<<WGM01); //modo puesta a 1 para
generar la señal master en el pin OC1A, Modo CTC con OCR0A
}//Config_Timer0

/*****
*****/
void Config_Timer1(void){
    TCCR1A = (1<<COM1A0) | (1<<COM1A1)|(1<<COM1B0) | (1<<COM1B1); //modo
puesta a 1 para generar la señal master en el pin OC1A
    TCCR1B = (1<<CS10) | (1<<WGM12); //pre escalador 1, Modo CTC con OCR1A
    OCR1A = 99; // 80KHz
    OCR1B = 99; // 80KHz
}//Config_Timer1

/*****
*****/
void ActivarReloj_Timer1(void){
    TCCR1A = ((1<<COM1A0)|(1<<COM1B0)); //Modo conmutacion
}//ActivarReloj_Timer1

/*****
*****/
void DesactivarReloj_Timer1(void){
    TCCR1A = (1<<COM1A0) | (1<<COM1A1)|(1<<COM1B0) | (1<<COM1B1); //modo
puesta a 1
}//DesactivarReloj_Timer1

/*****
*****/
void Config_UART(void){
    UBRR0H = (BRC >> 8);
    UBRR0L = BRC;
    UCSR0B = (0<<USBS0)|(1<<TXEN0)|(1<<RXEN0);
    UCSR0C = (1 << UCSZ01) | (1 << UCSZ00); //8 bits de datos y 1 bit de
parada sin pariedad
}//Config_UART

/*****
*****/
unsigned char USART_Rx(void){
    while(!(UCSR0A & (1<<RXC0)));
    return UDR0;
}//USART_Rx

/*****
*****/
void USART_Tx( unsigned char data){
    while(!(UCSR0A & (1<<UDRE0)));
    UDR0 = data;
}//USART_Tx

```

```

/*****
*****/
static inline void initADC0(void) {
    ADMUX |= (1 << REFS0); //reference voltage on AVCC
    ADCSRA |= (1 << ADPS1) | (1 << ADPS0); //ADC clock pre scaler /8
    ADCSRA |= (1 << ADEN); //enables the ADC
} //initADC0

/*****
*****/
uint32_t ExtrBits(uint32_t buff){
    uint32_t temp;
    temp = buff & (0x7FFFFE00); //Enmascaro 22bits por le ENCODER
    temp >>= 9;
    return temp; //binario
} //ExtrBits

/*****
*****/
void BinarioAngulo(uint32_t Binario, uint16_t Angulo[]){
    double SegundosE;
    uint32_t SegundosR;
    uint32_t Potencia = 1;
    Potencia = 4194304; //2^22

    SegundosE = (360.0/Potencia)*3600*1000*Binario; //Angulo en segundos
sexagesimales, PASO =309mS de arco
    SegundosR = (uint32_t)(SegundosE + 0.5);
    Angulo[0]= (uint16_t) (SegundosR/(360000UL)); //GRADOS
    Angulo[1]= (uint16_t) ((SegundosR%(360000UL))/(60000UL)); //MINUTOS
    Angulo[2]= (uint16_t) (SegundosR%(60000UL)/1000); //SEGUNDOS
    Angulo[3]= (uint16_t) (SegundosR%1000);
} //BinarioAngulo

/*****
*****/
void AnguloCadena(uint16_t Angulo[], uint8_t Cadena[]){
    uint8_t i,j=0,digito;
    int8_t k;
    uint16_t Numero;
    //uint8_t Unidades[4] = {248, 39, 34, 32};
    for (i=0; i < MAX_TAM; i++){
        Cadena[i]= 32; //espacios en blanco
    } // end for(i=0; i < MAX_TAM; i++)
    for (i=0; i<4; i++){
        Numero = Angulo[i];
        for (k=2; k>=0; k--){
            if (Numero){
                digito = Numero % 10; //ultimo digito
                Cadena[j+k] = (digito + 48);
            } //if (Numero)
            else if (!(i>0) && !k ){
                Cadena[j+k] = 48; //rellena 0's
            } // end else if (!(i>0) && !k )
        }
    }
}

```

```

        Numero /= 10;
    }//end for (k=2; k>=0; k--)
    j+=3;
    Cadena[j++] = 32; //espacio en blanco
} //end for (i=0; i<4; i++)
Cadena[j] = 0;
} //AnguloCadena

/*****
*****/
void Obtener_Posicion_Angular(void){
    NumBit = 0;
    buff = 0;

    PORTC |= (1<<PINC4); //Transceiver en modo Envia
    ActivarReloj_Timer1(); //MA de 100KHz
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    while (PINC & (1<<PINC2)); //Esperamos la respuesta del Encoder
    while (!(PINC & (1<<PINC2))); //Esperamos el bit de inicio (1 logico)
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    TIMSK0 &= ~(1<<OCIE0A); //deshabilito interrupciones del timer0
    TIMSK1 |= (1<<OCIE1A); //Habilito interrupción del encoder

    sei();
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    while (TCR1A == ((1<<COM1A0)|(1<<COM1B0))); //Esperamos a que se
deshabilite el clock
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    PORTB ^= (1 << PINB0);
    TIMSK1 &= ~(1<<OCIE1A); //Deshabilito interrupción del encoder
    TIMSK0 |= (1<<OCIE0A);
    PORTC &= ~(1<<PINC4); //Tranceiver en modo escucha
} //Obtener_Posicion_Angular

/*****
*****/
unsigned int Angulo_Actual(){
    uint16_t Angulo[4];
    uint8_t Cadena[MAX_TAM];
    uint32_t bin;
    uint8_t unidad;
    uint8_t decena;
    uint8_t centena;
    uint8_t ang_actual;
    int dato2;

    Obtener_Posicion_Angular();
    bin = ExtrBits(buff);
    BinarioAngulo(bin, Angulo);
    AnguloCadena(Angulo, Cadena);
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    dato2=USART_Rx();
    if(dato2 == 'k'){
        centena = Cadena[0];
        USART_Tx(centena);
    }
}

```

```

    }
    dato2=USART_Rx();
    if(dato2 == 'k'){
        decena = Cadena[1];
        USART_Tx(decena);
    }
    dato2=USART_Rx();
    if(dato2 == 'k'){
        unidad = Cadena[2];
        USART_Tx(unidad);
    }
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    centena = centena -48;
    centena = centena *100UL;
    decena = decena -48;
    decena = decena*10UL;
    unidad = unidad -48;
    ang_actual = centena + decena + unidad;
    return ang_actual;
} //Angulo_Actual

/*****
*****/
int distancia_actual_new(void){
    long nivel_potenciometro;
    int dato, dato1;
    int distancia_entero;
    int distancia_entero_provisional;
    int distancia_decimal;
    int distancia_decimal_provisional;
    int distancia_total_provisional;
    uint16_t var1;
    int distancia_total;
    int distancia_entero_enviar;
    int distancia_decimal_enviar;
    int poten_unidad,poten_centena,poten_decena,poten_mil;
    long temp4,temp5,temp6,temp3,temp2,temp1,validacion,temp9,temp7,temp8;
    int temp10;
    long distancia_potenciometro;

    initADC0();
    ADCSRA |= (1 << ADSC); //empieza la conversion ADC
    loop_until_bit_is_clear(ADCSRA, ADSC); //wait until conversion is done
    nivel_potenciometro= ADC; //lee el valor del ADC que va de 0 a 1023

    temp3 = nivel_potenciometro/1000;
    temp1 = nivel_potenciometro/100;
    temp4 = temp1%10;
    temp2 = nivel_potenciometro%100;
    temp5 = temp2/10;
    temp6 = nivel_potenciometro%10;

    poten_mil = temp3 +48;
    poten_centena = temp4 +48;
    poten_decena = temp5 +48;

```

```

poten_unidad = temp6 +48;

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(poten_mil);
}
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(poten_centena);
}
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(poten_decena);
}
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(poten_unidad);
}
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
distancia_potenciometro = (nivel_potenciometro*137-31691)/1000;
distancia_entero_provisional = distancia_potenciometro /10;
distancia_decimal_provisional = distancia_potenciometro % 10;
distancia_entero = distancia_entero_provisional;
distancia_decimal = distancia_decimal_provisional;
distancia_decimal_enviar = distancia_decimal + 48;
distancia_entero_enviar = distancia_entero + 48;
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(distancia_entero_enviar);
}
validacion=USART_Rx();
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(distancia_decimal_enviar);
}

PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
distancia_entero = distancia_entero * 10;
distancia_total = distancia_entero + distancia_decimal;

return distancia_total;
} //distancia_actual_new

/*****
*****/
void Axial_Calibracion_Manual (unsigned int dist_actual){
    int direccion;
    int distancia_deseada;
    int distancia_mover=0;
    /*Espera la letra 'm' del programa para iniciar*/
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    direccion = USART_Rx(); //Espera para saber la direccion a la que se
moverá
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

```

```

//ENTRA SI SE HACE CLICK A CALIBRAR PUES SE ENVIA LA LETRA 'a', SI NO SE
HACE CLICK SE ENVIA LETRA 'x'
if(direccion == 'a'){ //DISMINUIR - Este movimiento restará
    PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
    PORTB |= (1 << PB0); //prende el motor en el giro respectivo
    PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_disminuir);
    direccion_axial = 1;
    //si la distancia esta en 9 cm no mueva el motor
    if(dist_actual == 0){
        PORTB &=~ (1 << PB0);
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
    }//if(dist_actual == 0)

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_deseada = USART_Rx(); //Espera a saber la distancia de
cada movimiento
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if (distancia_deseada == '1'){
        distancia_mover = 10;
        distancia_requerida_Global = dist_actual - distancia_mover;
        if (distancia_requerida_Global < 0){
            distancia_requerida_Global = 0;
        }//if (distancia_requerida < 0)

    }//if(distancia_deseada == '1')
    if (distancia_deseada == '2'){
        distancia_mover = 5;
        distancia_requerida_Global = dist_actual - distancia_mover;

        if (distancia_requerida_Global < 0){
            distancia_requerida_Global = 0;
        }//(distancia_requerida < 0)

    }//if (distancia_deseada == '2')
} //if(direccion == 'a')

if (direccion == 'b'){//AUMENTAR
    PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
    PORTD |= (1 << PD7); //prende el motor en el giro respectivo
    PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_aumentar);
    direccion_axial = 2;
    if(dist_actual >= 90){
        PORTD &=~ (1 << PD7);
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
    }//if(dist_actual >= 90)

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_deseada = USART_Rx(); //Espera a saber la distancia de
cada movimiento
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

    if (distancia_deseada == '1'){
        distancia_mover = 10;
        distancia_requerida_Global = dist_actual + distancia_mover;

```



```

        if (dist_actual >= 95){
            distancia_requerida_Global=0;
        }//if (dist_actual >= 95)
        PORTD |= (1 << PD6);
    }//if (distancia_deseada == '1')
    if (distancia_deseada == '2'){
        distancia_mover = 5;
        distancia_requerida_Global = dist_actual + distancia_mover;

        if (dist_actual >= 95){
            distancia_requerida_Global=0;
        }//if (dist_actual >= 95)
        PORTD &=~ (1 << PD6);
    }//if (distancia_deseada == '2')
} //if (direccion == 'b')
} //Axial_Calibracion_Manual

/*****
*****
void Axial_Calibracion_Manual_2 (unsigned int dist_actual){ //debe tener entrada
la distancia actual
    int decimal, entero;
    int distancia_deseada;
    int dato;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    dato = USART_Rx(); //Espera el dato de 'w' para empezar
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

    if (dato == 'w'){
        PORTC &=~ (1 << PC5);
        decimal = USART_Rx();
        entero = USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5);

        distancia_deseada = (decimal-48) + (entero -48)*10; //distancia
convertida a numero de 0 a 100

        PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad

        if(distancia_deseada>dist_actual){
            direccion_axial = 2;
            PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_aumentar);
            distancia_requerida_Global = distancia_deseada;

            PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
            PORTD |= (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
            USART_Tx('o');
        }//if(distancia_deseada>dist_actual)

        if(distancia_deseada<dist_actual){
            direccion_axial = 1;
            PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_disminuir);

```

```

        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;

        PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTB |= (1 << PB0); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o');
    } //if(distancia_deseada < dist_actual)

    if(distancia_deseada == dist_actual){
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD &=~ (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o');
    } //if(distancia_deseada == dist_actual)
} //if (dato == 'w')
} //Axial_Calibracion_Manual_2

/*****
*****
void Axial_Calibracion_Automatica(int dist_actual){
    int validacion;
    int centena_ganancia;
    int decena_ganancia;
    int unidad_ganancia;
    int ganancia;
    int centena_distancia_maxima;
    int decena_distancia_maxima;
    int unidad_distancia_maxima;
    int centena_ganancia_maxima;
    int decena_ganancia_maxima;
    int unidad_ganancia_maxima;
    int temp1, temp2, temp3, temp4, temp5, temp6;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); //veo si recibo 'e'
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //Si recibimos 'e' entramos al modo escaneo de angulo con la mayor
ganancia
    if (validacion == 'e'){
        Calibracion_Distancia_2_cm(dist_actual);
    } //if (validacion == 'e')

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_ganancia = USART_Rx();
    decena_ganancia = USART_Rx();
    unidad_ganancia = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

    ganancia = (centena_ganancia - 48)*100 + (decena_ganancia - 48)*10 +
(unidad_ganancia - 48);

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); // veo si recibo 's'
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //Si recibimos 's' entramos al modo busqueda de mayor ganancia

```

```

if (validacion == 's'){
    Calibracion_Distancia_9_cm(dist_actual);
    escaneo = 1;
} //if (validacion == 's')

if(dist_actual >= distancia_axial_maximo){
    escaneo = 0;
    dato_ganancia = 0;
} //if(dist_actual >= distancia_axial_maximo)

if(escaneo == 1){
    Maxima_Ganancia_Distancia(ganancia,dist_actual); //Sobreescribe en
variables globales
} //if(escaneo == 1)

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion = USART_Rx(); // veo si recibo 'v'
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
//Si recibimos 'v' mostramos los valores maximos de angulo y ganancia
if (validacion == 'v'){

    Calibracion_Distancia_Ganancia(dist_actual);
    //ganancia_maxima_Global
=eeprom_read_byte(&ganancia_polarizado_automatiko);
    //angulo_maximo_Global =
eeprom_read_byte(&angulo_polarizado_automatiko);

    temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
    temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
    temp2 = temp2%10;
    temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
    centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
    decena_ganancia_maxima = temp2 +48;
    unidad_ganancia_maxima = temp3 +48;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')

    temp5 = distancia_maxima_Global/10;

```

```

temp6 = distancia_maxima_Global%10;

centena_distancia_maxima = 48;
decena_distancia_maxima = temp5 +48;
unidad_distancia_maxima = temp6 +48;

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_distancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_distancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_distancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
} //if (validacion == 'v')
} //end Axial_Calibracion_Automatica

/*****
*****
void Calibracion_Distancia_2_cm(int dist_actual){
    int decimal, entero;
    int distancia_deseada = distancia_axial_minimo;
    int dato;

    PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
    PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad

    if(distancia_deseada>dist_actual){
        direccion_axial = 2;
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD &=~ (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o'); //Para LED posicionando
    } //if(distancia_deseada>dist_actual)

    if(distancia_deseada<dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_disminuir);
        direccion_axial = 1;
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTB |= (1 << PB0); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('n'); //Para LED posicionando
    } //if(distancia_deseada<dist_actual)

    if(distancia_deseada==dist_actual){

```

```

        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD &=~ (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o'); //Para LED posicionando
    }//if(distancia_deseada==dist_actual)
}//Calibracion_Distancia_2_cm

/*****
*****/
void Calibracion_Distancia_9_cm(int dist_actual){
    int decimal, entero;
    int distancia_deseada = distancia_axial_maximo;
    PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
    PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad

    if(distancia_deseada>dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_aumentar);
        direccion_axial = 2;
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD |= (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('z');
    }//if(distancia_deseada>dist_actual)

    if(distancia_deseada<dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        direccion_axial = 1;
        PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTB &=~ (1 << PB0); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o');
    }//if(distancia_deseada<dist_actual)

    if(distancia_deseada==dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD &=~ (1 << PD7); //Prende el motor de Acercamiento
        USART_Tx('o');
    }//if(distancia_deseada==dist_actual)
}//Calibracion_Distancia_9_cm

/*****
*****/
void Calibracion_Distancia_Ganancia(int dist_actual){
    int distancia_deseada;
    distancia_deseada = distancia_maxima_Global;

    PORTD &=~ (1 << PD7); //apaga el sentido opuesto por seguridad
    PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad

    if(distancia_deseada>dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_aumentar);
        direccion_axial = 2;
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PORTB &=~ (1 << PB0); //apaga el sentido opuesto por seguridad

```

```

        PORTD |= (1 << PD7);    //Prende el motor de Acercamiento
    }//if(distancia_deseada>dist_actual)

    if(distancia_deseada<dist_actual){
        PWM_Axial_Timer1_ON(duty_axial_disminuir);
        direccion_axial = 1;
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PORTD &=~ (1 << PD7);    //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTB |= (1 << PB0);    //Prende el motor de Acercamiento

    }//if(distancia_deseada<dist_actual)

    if(distancia_deseada==dist_actual){
        distancia_requerida_Global = distancia_deseada;
        PWM_Axial_Timer1_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PB0);    //apaga el sentido opuesto por seguridad
        PORTD &=~ (1 << PD7);    //Prende el motor de Acercamiento

    }//if(distancia_deseada==dist_actual)
}

/*****
*****/
void Calibracio_90_Grados (int ang_actual){
    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = angulo_rotacion_maximo;

    if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90)){
        if (ang_actual < angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 1;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_antihorario);
            PORTB &=~ (1 << PINB5);
            PORTB |= (1 << PINB4);
            USART_Tx('z');
        }//if (ang_actual < angulo_deseado)

        if (ang_actual == angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            PWM_Rotacion_Timer2_OFF();
            PORTB &=~ (1 << PINB4);
            PORTB &=~ (1 << PINB5);
            USART_Tx('k'); //se calibro a 0 grados
        }//if (ang_actual == angulo_deseado)
    }//if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90))
}//Calibracio_90_Grados

/*****
*****/
void Calibracion_0_Grados (int ang_actual){
    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = angulo_rotacion_minimo;

    if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90)){

```

```

PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
if (ang_actual > angulo_deseado){
    angulo_requerido_Global = angulo_deseado+1;
    direccion_rotacion = 2;
    PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);
    PORTB &=~ (1 << PINB4);
    PORTB |= (1 << PINB5);
    USART_Tx('n'); //'n' de aun calibrando
} //if (ang_actual > angulo_deseado)

if (ang_actual == angulo_deseado){
    angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
    PWM_Rotacion_Timer2_OFF();
    PORTB &=~ (1 << PINB4);
    PORTB &=~ (1 << PINB5);
    USART_Tx('k'); //se calibro a 0 grados
} //if (ang_actual == angulo_deseado)
} //if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90))
} //Calibracion_0_Grados

/*****
*****/
void Calibracion_0_Grados_Sin_Envio(int ang_actual){

    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = angulo_rotacion_minimo;

    if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90)){
        PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
        PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
        if (ang_actual > angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 2;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);
            PORTB &=~ (1 << PINB4);
            PORTB |= (1 << PINB5);
        } //if (ang_actual > angulo_deseado)
    } //if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90))
} //Calibracion_0_Grados_Sin_Envio

/*****
*****/
void Calibracion_Angulo_Polarizado (int ang_actual, int angulo_de_polarizacion){
    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = angulo_de_polarizacion;

    if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90)){
        PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
        PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores

        if(ang_actual > angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 2;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);

```

```

        PORTB &=~ (1 << PINB4);
        PORTB |= (1 << PINB5);
    }//if (ang_actual > angulo_deseado)

    if (ang_actual < angulo_deseado){
        direccion_rotacion = 1;
        angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
        PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_antihorario);
        PORTB &=~ (1 << PINB5);
        PORTB |= (1 << PINB4);
    }//if (ang_actual < angulo_deseado)

    if (ang_actual == angulo_deseado){
        angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
        PWM_Rotacion_Timer2_OFF();
        PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
        PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
    }

    }//if (ang_actual == angulo_deseado)
} //if((ang_actual >= 0)&&(ang_actual <=90))
} //Calibracion_Angulo_Polarizado

/*****
*****/
void Calibracion_5_Grados_Retroceso (int ang_actual){
    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = ang_actual - angulo_seguimiento_2;
    angulo_requerido_seguimiento_global = angulo_deseado;

    if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90)){
        PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
        PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
        if (ang_actual > angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 2;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);
            PORTB &=~ (1 << PINB4);
            PORTB |= (1 << PINB5);
        }//if(ang_actual > angulo_deseado)

        if (ang_actual < angulo_deseado){
            direccion_rotacion = 1;
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_antihorario);
            PORTB &=~ (1 << PINB5);
            PORTB |= (1 << PINB4);
        }//if(ang_actual < angulo_deseado)

        if (ang_actual == angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            PWM_Rotacion_Timer2_OFF();
            PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
            PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
        }//if(ang_actual == angulo_deseado)
    } //if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90))
}

```



```

} // Calibracion_5_Grados_Retroceso

/*****
*****
void Calibracion_10_Grados_Barrido (int ang_actual){

    int angulo_deseado;
    angulo_deseado = ang_actual + angulo_seguimiento_2*2;

    if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90)){
        PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
        PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
        if (ang_actual > angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 2;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);
            PORTB &=~ (1 << PINB4);
            PORTB |= (1 << PINB5);
        } //if (ang_actual > angulo_deseado)

        if (ang_actual < angulo_deseado){
            direccion_rotacion = 1;
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_antihorario);
            PORTB &=~ (1 << PINB5);
            PORTB |= (1 << PINB4);
        } //if (ang_actual < angulo_deseado)
    } //if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90))
} // Calibracion_10_Grados_Barrido

/*****
*****
void Rotacion_Calibracion_Manual (int ang_actual){

    int unidad, decena;
    int validacion;
    int angulo_deseado;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); //Validación para entrar al modo calibracion del
angulo
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'h'){
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
        unidad = USART_Rx();
        decena = USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
        angulo_deseado = (decena-48)*10 + (unidad -48);

        if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90)){

            PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
            PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores

```

```

        if (ang_actual > angulo_deseado){

            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            direccion_rotacion = 2;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_horario);

            PORTB &=~ (1 << PINB4);
            PORTB |= (1 << PINB5);
            USART_Tx('H');
        }//if (ang_actual > angulo_deseado)

        if (ang_actual < angulo_deseado){
            direccion_rotacion = 1;
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            //duty_rotacion = 135;
            PWM_Rotacion_Timer2_ON(duty_rotacion_antihorario);
            PORTB &=~ (1 << PINB5);
            PORTB |= (1 << PINB4);
            USART_Tx('A');
        }//if (ang_actual < angulo_deseado)

        if (ang_actual == angulo_deseado){
            angulo_requerido_Global = angulo_deseado;
            PWM_Rotacion_Timer2_OFF();
            PORTB &=~ (1 << PINB5); //Apagamos los motores
            PORTB &=~ (1 << PINB4); //Apagamos los motores
            USART_Tx('o');
        }//if (ang_actual == angulo_deseado)
    }//if((angulo_deseado >= 0)&&(angulo_deseado <=90))
    else{
        USART_Tx('o');
    }//else
} // if(validacion == 'h')
} //Rotacion_Calibracion_Manual

/*****
*****/
void Maxima_Ganancia_Angulo(int ganancia, int ang_actual) {

    if(ganancia>dato_ganancia){
        dato_ganancia = ganancia;
        ganancia_maxima_Global = ganancia;
        angulo_maximo_Global = ang_actual;
    }//if(ganancia>dato_ganancia)
    eeprom_write_byte(&angulo_polarizado_automatgico,angulo_maximo_Global);
    eeprom_write_byte(&ganancia_polarizado_automatgico,ganancia_maxima_Global)
;
} //Maxima_Ganancia_Angulo

/*****
*****/
void Maxima_Ganancia_Distancia(int ganancia, int dist_actual){
    if (ganancia>dato_ganancia){
        dato_ganancia = ganancia;

```

```

        ganancia_maxima_Global = ganancia;
        distancia_maxima_Global = dist_actual;
    }//if(ganancia>dato_ganancia)
    eeprom_write_byte(&angulo_polarizado_automatiko,angulo_maximo_Global);
    eeprom_write_byte(&ganancia_polarizado_automatiko,ganancia_maxima_Global)
;
}//Maxima_Ganancia_Distancia

/*****
*****/
void Maxima_Ganancia_Seguimiento(int ganancia, int ang_actual, int
contador_seguimiento) {
    if (ganancia>dato_ganancia){
        dato_ganancia = ganancia;
        ganancia_maxima_Global = ganancia;
        angulo_maximo_Global = ang_actual;
    }//if(ganancia>dato_ganancia)
    //eeprom_write_byte(&datos_seguimiento_ganancia[contador_seguimiento],gan
ancia_maxima_Global);
    //eeprom_write_byte(&datos_seguimiento_angulo[contador_seguimiento],angul
o_maximo_Global);
}//Maxima_Ganancia_Seguimiento

/*****
*****/
void Maxima_Ganancia_Seguimiento_2(int ganancia, int ang_actual, int
contador_seguimiento_2) {
    if(ganancia>dato_ganancia){
        dato_ganancia = ganancia;
        ganancia_maxima_Global = ganancia;
        angulo_maximo_Global = ang_actual;
    }//if(ganancia>dato_ganancia)
    //eeprom_write_byte(&datos_seguimiento_ganancia_2[contador_seguimiento_2]
,ganancia_maxima_Global);
    //eeprom_write_byte(&datos_seguimiento_angulo_2[contador_seguimiento_2],a
ngulo_maximo_Global);
}//Maxima_Ganancia_Seguimiento_2

/*****
*****/
void Rotacion_Calibracion_Automatiko(int ang_actual){

    int validacion;
    int centena_ganancia;
    int decena_ganancia;
    int unidad_ganancia;
    int ganancia;
    int centena_angulo_maximo;
    int decena_angulo_maximo;
    int unidad_angulo_maximo;
    int centena_ganancia_maxima;
    int decena_ganancia_maxima;
    int unidad_ganancia_maxima;
    int escaneo = 0;
    int temp1, temp2,temp3,temp4,temp5,temp6;

```

```

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); // veo si recibo 'e' , 's' o 'v'
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //Si recibimos 'e' entramos al modo escaneo de angulo con la mayor
ganancia
    if (validacion == 'e'){
        Calibracion_0_Grados(ang_actual); //prendemos los motores para que
se muevan al angulo 0°
    }//if (validacion == 'e')

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_ganancia = USART_Rx();
    decena_ganancia = USART_Rx();
    unidad_ganancia = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    ganancia = (centena_ganancia - 48)*100 + (decena_ganancia - 48)*10 +
(unidad_ganancia -48);
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); // veo si recibo 's' o 'x'
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //Si recibimos 's' entramos al modo busqueda de mayor ganancia
    if (validacion == 's'){
        Calibracion_90_Grados(ang_actual); //prendemos los motores para que
se muevan al angulo 90°
        escaneo = 1;
    }//if (validacion == 's')

    if(ang_actual >= 88){
        escaneo = 0;
        dato_ganancia = 0;
    }//if(ang_actual >= 88)

    if(escaneo == 1){
        Maxima_Ganancia_Angulo(ganancia, ang_actual); //Sobreescribe en
variables globales
    }//if(escaneo == 1)
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); // veo si recibo 'v' o 'x'
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //Si recibimos 'v' mostramos los valores maximos de angulo y ganancia
    if (validacion == 'v'){

        ganancia_maxima_Global
=eeprom_read_byte(&ganancia_polarizado_automatico);
        angulo_maximo_Global =
eeprom_read_byte(&angulo_polarizado_automatico);
        temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
        temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
        temp2 = temp2%10;
        temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
        centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
        decena_ganancia_maxima = temp2 +48;
        unidad_ganancia_maxima = temp3 +48;

```

```

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')

temp4 = angulo_maximo_Global/100;
temp5 = angulo_maximo_Global/10;
temp5 = temp5%10;
temp6 = angulo_maximo_Global%10;

centena_angulo_maximo = temp4 +48;
decena_angulo_maximo = temp5 +48;
unidad_angulo_maximo = temp6 +48;

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
} //if (validacion == 'v')
} //Rotacion_Calibracion_Automatica

/*****
*****/
void Rotacion_Calibracion_Seguimiento(int ang_actual){
    int unidad_tiempo;
    int decena_tiempo;
    int centena_tiempo;

```

```

int tiempo;
int escaneo;
int ganancia;
int centena_ganancia;
int decena_ganancia;
int unidad_ganancia;
int temp1,temp2,temp3,temp4,temp5,temp6,temp7,temp8;
int centena_angulo_maximo;
int decena_angulo_maximo;
int unidad_angulo_maximo;
int centena_ganancia_maxima;
int decena_ganancia_maxima;
int unidad_ganancia_maxima;
int validacion;
int i;
int dato2;

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
dato2 = USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
//POSICIONAR EL ALIMENTADOR
if (dato2 == 'e'){
    Calibracion_0_Grados(ang_actual); //PRENDEMOS los motores para que
se muevan al angulo 0°
    contador_seguimiento_Global = 0;
} //f (dato2 == 'e')

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
dato2 = USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
interrupcion_timer0 = 0;

//MODO SEGUIMIENTO
if (dato2 == 'w'){
    //RECIBE EL TIEMPO
    cli();
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_tiempo = USART_Rx();
    decena_tiempo = USART_Rx();
    unidad_tiempo = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    sei();

    tiempo = (centena_tiempo - 48)*100 + (decena_tiempo - 48)*10 +
(unidad_tiempo -48); //variable global
    tiempo_global = tiempo*2;
    interrupcion_timer0 = 1;
    //RECIBE GANANCIA
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_ganancia = USART_Rx();
    decena_ganancia = USART_Rx();
    unidad_ganancia = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    ganancia = (centena_ganancia - 48)*100 + (decena_ganancia - 48)*10
+ (unidad_ganancia -48);

```

```

if (seguimiento_Global == 1){
    USART_Tx('o');/*enviar que empezo busqueda */

    USART_Rx();//recepción de 'x'
    //nos dara un TX de z si no llega a 90 y de n si llega
    Calibracio_90_Grados(ang_actual); //prendemos los motores
para que se muevan al angulo 90°
    escaneo = 1;
    seguimiento_Global = 0;
    contador_seguimiento_Global++;
    visualizacion_Global = 1;
} //if (seguimiento_Global == 1)
else{

    USART_Tx('n');//envio que no se mueve aun
} //else if (seguimiento == 1)

if(ang_actual >= 87){
    escaneo =0;
    dato_ganancia = 0;
    Calibracion_0_Grados_Sin_Envio(ang_actual);
} //if(ang_actual >= 87)

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
dato2 = USART_Rx(); //espera Ghost
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

if((ang_actual > 3)&&(ang_actual < 88)){
    USART_Tx('z');
} //if((ang_actual > 3)&&(ang_actual < 88))

if((ang_actual <= 2)|| (ang_actual >= 88)){
    dato_ganancia = 0;
    USART_Tx('x');
} //if((ang_actual <= 2)|| (ang_actual >= 88))

if(escaneo == 1){
    Maxima_Ganancia_Seguimiento(ganancia,
ang_actual,contador_seguimiento_Global);
} //if(escaneo == 1)
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
dato2 = USART_Rx(); //espera Ghost
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
//ENVIA DATOS DE ANGULO POLARIZADO
if (escaneo == 0){
    if(visualizacion_Global == 1){
        USART_Tx('e');
        temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
        temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
        temp2 = temp2%10;
        temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
        centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
        decena_ganancia_maxima = temp2 +48;
        unidad_ganancia_maxima = temp3 +48;
    }
}

```

```

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')

temp4 = angulo_maximo_Global/100;
temp5 = angulo_maximo_Global/10;
temp5 = temp5%10;
temp6 = angulo_maximo_Global%10;
centena_angulo_maximo = temp4 +48;
decena_angulo_maximo = temp5 +48;
unidad_angulo_maximo = temp6 +48;

PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
visualizacion_Global = 0;
} //end if(visualizacion == 1)
else{
    USART_Tx('n');
} //end else if(visualizacion == 1)
} //end if (escaneo == 0)
else{
    USART_Tx('n');
} // end else if (escaneo == 0)

```



```

} //end if (dato == 'w') - Botom activado de empezar seguimiento
else{
    cli(); //OFF INTERRUPTION
} //else if (dato == 'w')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
dato2 = USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

if (dato2 == 'v'){
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    i = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    i = i - 48;
    ganancia_maxima_Global
=eeprom_read_byte(&datos_seguimiento_ganancia[i]);
    angulo_maximo_Global =
eeprom_read_byte(&datos_seguimiento_angulo[i]);

    temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
    temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
    temp2 = temp2%10;
    temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
    centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
    decena_ganancia_maxima = temp2 + 48;
    unidad_ganancia_maxima = temp3 + 48;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
    } //if(validacion == 'k')

    temp4 = angulo_maximo_Global/100;
    temp5 = angulo_maximo_Global/10;
    temp5 = temp5%10;
    temp6 = angulo_maximo_Global%10;

    centena_angulo_maximo = temp4 + 48;
    decena_angulo_maximo = temp5 + 48;
    unidad_angulo_maximo = temp6 + 48;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();

```

```

    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(centena_angulo_maximo);
    }//if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(decena_angulo_maximo);
    }//if(validacion == 'k')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion=USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    if(validacion == 'k'){
        USART_Tx(unidad_angulo_maximo);
    }//if(validacion == 'k')
} //if (dato2 == 'v')
} //Rotacion_Calibracion_Seguimiento

/*****
*****
void Rotacion_Calibracion_Seguimiento_2(int ang_actual){

    int validacion;
    int centena_ganancia;
    int decena_ganancia;
    int unidad_ganancia;
    int ganancia;
    int centena_ganancia_maxima;
    int decena_ganancia_maxima;
    int unidad_ganancia_maxima;
    int centena_angulo_maximo;
    int decena_angulo_maximo;
    int unidad_angulo_maximo;
    int habilitar;
    int unidad_tiempo;
    int decena_tiempo;
    int centena_tiempo;
    int tiempo;
    int temp1, temp2,temp3,temp4,temp5,temp6;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //POSICIONAR EL ALIMENTADOR
    if (validacion == 'e'){
        Calibracion_0_Grados(ang_actual); //prendemos los motores para que
se muevan al angulo 0°
        contador_seguimiento_2_Global = 0;
    } //if (validacion == 'e')
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_ganancia = USART_Rx();
    decena_ganancia = USART_Rx();
    unidad_ganancia = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

```

```

    ganancia = (centena_ganancia - 48)*100 + (decena_ganancia - 48)*10 +
(unidad_ganancia -48);
    PORTC &=~ (1 << PC5);
    validacion = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5);
    //BUSQUEDA DE MAXIMA GANANCIA
    if (validacion == 's'){
        Calibracio_90_Grados(ang_actual);
        escaneo = 1;
        if(ang_actual >= 88){
            escaneo = 0;
            dato_ganancia = 0;
        }//if(ang_actual >= 88)

        if(escaneo == 1){

            Maxima_Ganancia_Seguimiento_2(ganancia,ang_actual,contador_seguimiento_2_
Global); //Sobreescribe en variables globales
        }//if(escaneo == 1)
    }//if (validacion == 's')

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog

    validacion = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    //VISUALIZAR DATOS
    if (validacion == 'v'){
        //ganancia_maxima_Global
        =eeprom_read_byte(&datos_seguimiento_ganancia_2[contador_seguimiento_2_Global]);
        //angulo_maximo_Global =
        eeprom_read_byte(&datos_seguimiento_angulo_2[contador_seguimiento_2_Global]);

        Calibracion_Angulo_Polarizado(ang_actual,angulo_maximo_Global);
        temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
        temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
        temp2 = temp2%10;
        temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
        centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
        decena_ganancia_maxima = temp2 +48;
        unidad_ganancia_maxima = temp3 +48;
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
        validacion=USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
        if(validacion == 'k'){
            USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
        }//if(validacion == 'k')
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
        validacion=USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
        if(validacion == 'k'){
            USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
        }//if(validacion == 'k')
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
        validacion=USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

```

```

if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
} //if(validacion == 'k')

temp4 = angulo_maximo_Global/100;
temp5 = angulo_maximo_Global/10;
temp5 = temp5%10;
temp6 = angulo_maximo_Global%10;

centena_angulo_maximo = temp4 +48;
decena_angulo_maximo = temp5 +48;
unidad_angulo_maximo = temp6 +48;
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_angulo_maximo);
} //if(validacion == 'k')
} //if (validacion == 'v')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion = USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
interrupcion_timer0 = 0;

//SEGUIMIENTO
if (validacion == 'w'){
    cli();
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    centena_tiempo = USART_Rx();
    decena_tiempo = USART_Rx();
    unidad_tiempo = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    sei();
    tiempo = (centena_tiempo - 48)*100 + (decena_tiempo - 48)*10 +
(unidad_tiempo -48); //variable global
    tiempo_global = tiempo*2;

    interrupcion_timer0 = 1;

    if (seguimiento_Global == 1){
        escaneo = 0;
    }
}

```

```

        visualizacion_Global = 0;
        Calibracion_5_Grados_Retroceso(ang_actual);
        seguimiento_Global = 0;
        habilitar=1;

    }//if (seguimiento_Global == 1)

    if(angulo_requerido_seguimiento_global >= ang_actual){

        if(habilitar == 1){
            Calibracion_10_Grados_Barrido(ang_actual);
            escaneo = 1;
            contador_seguimiento_2_Global++;
            angulo_requerido_seguimiento_global = 0;
            habilitar=0;
        }//if(habilitar == 1)
    }//if(angulo_requerido_seguimiento_global >= ang_actual)

    if(escaneo == 1){

        Maxima_Ganancia_Seguimiento_2(ganancia,
ang_actual,contador_seguimiento_2_Global); //Sobreescribe en variables
globales

        if(angulo_requerido_Global <= ang_actual){
            dato_ganancia = 0;

            escaneo =0;
            visualizacion_Global = 1;

        }//if(angulo_requerido_Global <= ang_actual)

    }//if(escaneo == 1)

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    validacion = USART_Rx(); //ghost
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog

    //ENVIA ANGULO DE POLARIZACION
    if (escaneo == 0){
        if(visualizacion_Global == 1){
            USART_Tx('e');
        }
    }

    Calibracion_Angulo_Polarizado(ang_actual,angulo_maximo_Global);
        temp1 = ganancia_maxima_Global/100;
        temp2 = ganancia_maxima_Global/10;
        temp2 = temp2%10;
        temp3 = ganancia_maxima_Global%10;
        centena_ganancia_maxima = temp1 + 48;
        decena_ganancia_maxima = temp2 + 48;
        unidad_ganancia_maxima = temp3 + 48;
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog

```

```

validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_ganancia_maxima);
} //if (validacion == 'v')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_ganancia_maxima);
} //if (validacion == 'v')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_ganancia_maxima);
} //if (validacion == 'v')

temp4 = angulo_maximo_Global/100;
temp5 = angulo_maximo_Global/10;
temp5 = temp5%10;
temp6 = angulo_maximo_Global%10;

centena_angulo_maximo = temp4 +48;
decena_angulo_maximo = temp5 +48;
unidad_angulo_maximo = temp6 +48;
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog

validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(centena_angulo_maximo);
} //if (validacion == 'v')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(decena_angulo_maximo);
} //if (validacion == 'v')
PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
validacion=USART_Rx();
PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
if(validacion == 'k'){
    USART_Tx(unidad_angulo_maximo);
} //if (validacion == 'v')

visualizacion_Global = 0;
} //end if(visualizacion == 1)
else{

    USART_Tx('n');
} //end else if(visualizacion == 1)

} //end if (escaneo == 0)
else{

```

```

        USART_Tx('n');

    }// end else if (escaneo == 0)

} //end if (dato == 'w') - Botom activado de empezar seguimiento
} //Rotacion_Calibracion_Seguimiento_2

/*****
*****/
void Obtener_Valores(){
    int distancia_minima_unidad;
    int distancia_minima_decena;
    int distancia_maxima_unidad;
    int distancia_maxima_decena;
    int duty_axial_aumentar_unidad;
    int duty_axial_aumentar_decena;
    int duty_axial_disminuir_unidad;
    int duty_axial_disminuir_decena;
    int angulo_minima_unidad;
    int angulo_minima_decena;
    int angulo_maximo_unidad;
    int angulo_maximo_decena;
    int duty_rotacion_horario_unidad;
    int duty_rotacion_horario_decena;
    int duty_rotacion_horario_centena;
    int duty_rotacion_antihorario_unidad;
    int duty_rotacion_antihorario_decena;
    int duty_rotacion_antihorario_centena;
    int angulo_seguimiento_2_unidad;
    int angulo_seguimiento_2_decena;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_maxima_unidad = USART_Rx();
    distancia_maxima_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_axial_maximo = (distancia_maxima_unidad-48) +
(distancia_maxima_decena-48)*10;

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_minima_unidad = USART_Rx();
    distancia_minima_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    distancia_axial_minimo = (distancia_minima_unidad-48) +
(distancia_minima_decena-48)*10;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    duty_axial_aumentar_unidad = USART_Rx();
    duty_axial_aumentar_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    duty_axial_aumentar = (duty_axial_aumentar_unidad-48) +
(duty_axial_aumentar_decena-48)*10;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    duty_axial_disminuir_unidad = USART_Rx();
    duty_axial_disminuir_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    duty_axial_disminuir = (duty_axial_disminuir_unidad-48) +
(duty_axial_disminuir_decena-48)*10;

```

```

    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_maximo_unidad = USART_Rx();
    angulo_maximo_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_rotacion_maximo = (angulo_maximo_unidad-48) +
(angulo_maximo_decena-48)*10;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_minima_unidad = USART_Rx();
    angulo_minima_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_rotacion_minimo = (angulo_minima_unidad-48) +
(angulo_minima_decena-48)*10;
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    duty_rotacion_horario_unidad = USART_Rx();
    duty_rotacion_horario_decena = USART_Rx();
    duty_rotacion_horario_centena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    duty_rotacion_horario = (duty_rotacion_horario_unidad-48) +
10*(duty_rotacion_horario_decena-48) + 100*(duty_rotacion_horario_centena-48);
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    duty_rotacion_antihorario_unidad = USART_Rx();
    duty_rotacion_antihorario_decena = USART_Rx();
    duty_rotacion_antihorario_centena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    duty_rotacion_antihorario = (duty_rotacion_antihorario_unidad-48) +
(duty_rotacion_antihorario_decena-48)*10 +
100*(duty_rotacion_antihorario_centena-48);
    PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_seguimiento_2_unidad = USART_Rx();
    angulo_seguimiento_2_decena = USART_Rx();
    PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
    angulo_seguimiento_2 = (angulo_seguimiento_2_unidad-48) +
(angulo_seguimiento_2_decena-48)*10;

```

```

} //Obtener_Valores

```

```

/*****
*****/

```

```

int main(void){

```

```

    int dato;
    int dato1;
    int dato2;

```

```

    int dist_actual;
    int distancia_mover=0;
    int referencia=0;
    int ang_actual;
    int posicionado = 0;

```

```

    int movimiento = 0;
    duty_axial_aumentar = 60;
    duty_axial_disminuir = 40;

```



```

    DDRD |= (1<<PIND3)|(1<<PIND4)|(1<<PIND6)|(1<<PIND7);
    DDRB |= (1<<PINB0)|(1<<PINB1)|(1<<PINB2)|(1<<PINB3)|(1<<PINB4)
|(1<<PINB5);
    DDRC |= (1<<PINC5)|(0<<PINC2)|(1<<PINC4); //pulsador, Lectura del Encoder

    Config_UART();
    Config_Timer0();
    PWM_Axial_Timer1_OFF();
    PWM_Rotacion_Timer2_OFF();

    while(1)
    {
        Obtener_Valores();
        PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog
        dato1 = USART_Rx();
        PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
        //MOVIMIENTO AXIAL
        if (dato1 == 'r'){
            USART_Tx('r');
            dist_actual = distancia_actual_new();
            if (distancia_requerida_Global == dist_actual){
                PORTD &=~ (1 << PD7); //Apagamos los motores
                PORTB &=~ (1 << PB0); //Apagamos los motores
                PWM_Axial_Timer1_OFF();
            }//end if (distancia_requerida == dist_actual)

            if(direccion_axial == 1){
                if (dist_actual < distancia_requerida_Global){
                    PORTD &=~ (1 << PD7); //Apagamos los motores
                    PORTB &=~ (1 << PB0); //Apagamos los motores
                    PWM_Axial_Timer1_OFF();
                }//if (dist_actual < distancia_requerida_Global)

            }//if(direccion_axial == 1)

            if(direccion_axial == 2){
                if (dist_actual > distancia_requerida_Global){
                    PORTD &=~ (1 << PD7); //Apagamos los motores
                    PORTB &=~ (1 << PB0); //Apagamos los motores
                    PWM_Axial_Timer1_OFF();
                }//if (dist_actual > distancia_requerida_Global)

            }//if(direccion_axial == 2)
            PORTC &=~ (1 << PC5); //Watchdog

            dato = USART_Rx(); //Esperamos la letra 'm' o 'a'
            PORTC |= (1 << PC5); //Watchdog
            //CALIBRACION MANUAL
            if (dato == 'm'){

                USART_Tx('m'); //Confirmation
                Axial_Calibracion_Manual(dist_actual);
            }
        }
    }

```



```

        USART_Tx('a'); //Confirmation
        Rotacion_Calibracion_Automatca(ang_actual);
    }//end if (dato == 'a')
    //CALIBRACION SEGUIMIENTO 1
    if (dato == 's'){
        USART_Tx('s'); //Confirmation
        Rotacion_Calibracion_Seguimiento(ang_actual);
    }//end if (dato == 's') - Modo seguimiento

    //CALIBRACION SEGUIMIENTO 2
    if(dato == 'g'){
        USART_Tx('g');//Confirmation
        Rotacion_Calibracion_Seguimiento_2(ang_actual);
    }//end if(dato == 'g')
    }//end if (dato == 'q') - Movimiento Rotacional
    }//end while(1)
}//end main

/*****
*****/
ISR (TIMER0_COMPA_vect) {

    if(interrupcion_timer0 == 1){
        contador_timer_10ms++; //Aumentamos el contador en 1 cada 10ms
        if(contador_timer_10ms == 100){
            contador_timer_1s++;
            contador_timer_10ms=0;
        }//if(contador_timer_10ms == 100)
        if(contador_timer_1s == tiempo_global){
            seguimiento_Global = 1;
            contador_timer_1s = 0;
            PORTD ^= (1 << PIND2);
        }//if(contador_timer_1s == tiempo_global)
    }//if(interrupcion_timer0 == 1)
}//ISR (TIMER0_COMPA_vect)

/*****
*****/
ISR (TIMER1_COMPA_vect) {
    if (NumBit<(64)){
        if (!(NumBit%2)){ //Flanco de bajada (NumBit es impar)
            Bit = (PINC & (1<<PINC2));
            buff<<=1;
            if (Bit) buff |= 0x00000001;
        }//if (!(NumBit%2))
    }//if (NumBit<(64))
    else{
        DesactivarReloj_Timer1();
    }//else if (NumBit<(64))
    NumBit++;
}//ISR (TIMER1_COMPA_vect)

```

SERIES AD25

HENGSTLER

Single- / Multi- Turn Absolute Encoder

Key Features

- **Special Conical Shaft for Concentric Motor Mounting**
- **Up to 22 Bits of Singleturn Absolute Positioning for Smooth Low Speed Motor Performance**
- **Integrated On-Board Diagnostics to Monitor Encoder Health**



SPECIFICATIONS

STANDARD OPERATING CHARACTERISTICS:

Code: Absolute, Optical
Resolution Single-turn: 13 and 22 Bit
Resolution Multi-turn: 12 Bit
Absolute Accuracy: $\pm 0.01^\circ$ mechanical (36 arc-sec.)
Repeatability: $\pm 0.002^\circ$ mechanical (7.2 arc-sec.)

ELECTRICAL:

Interface: BiSS, SSI
Input Power: 5 VDC, +10% / -5%
Current Consumption w/o Load: 100 mA (ST), 150 mA (MT)
Output Code: Gray, Binary

SSI Interface:

Resolution: 2048
 Format: A, B Quadrature, 1 Vpp Sine wave
 Number of lines: 4 unidirectional (2 for clock; 2 for data)
 Electrical Interface: RS 422
 Transmission Speed: 70 kHz to 2 MHz per SSI definition

ELECTRICAL (Cont.):

BiSS Interface:
Signals: Clock unidirectional (from master to encoder); Data unidirectional (from encoder to master)
Electrical Interface: RS 422
Number of lines: 4 unidirectional (2 for clock and 2 for data)
Transmission Speed: 70 kHz – 10 MHz
Transmission Security: 1 start bit, 1 stop bit, 6 Bit CRC
Diagnostic Functions: possible failure modes are constantly checked with the following functions:
 LED Current Sensing: Pollution, condensation, over temperature
 Single-Step Check: Disk pollution or damage, condensation, mechanical overload
 Temperature Monitoring: Warning message if the user defined limits have been reached/exceeded
Noise Immunity: Tested to EN61326-1
Electrical Immunity: Tested to EN61326-1

MECHANICAL:

Diameter: 2.28", Length: 1.85"
Shaft Size:
Tapered Solid Shaft: 10 mm diameter; Cone 1:10
Tapered Hub Shaft: 10 mm diameter; Cone 1:10
Shaft Loading: 5 lb. axial, 20 lb. radial
Shaft Speed: 10,000 RPM (continuous), 12,000 RPM (peak-ST only)
Starting Torque: < 1.4 in-oz.
Housing Material: Stainless Steel
Shaft Material: Stainless Steel
Disc Material: Glass
Weight: 6.2 oz.

ENVIRONMENTAL:

Operating Temperature: -15 °C ...+120°C
Storage Temperature: -25 °C ...+85 °C
Shock: 100 G for 6 msec duration
Vibration: 10 G (10 to 2000 Hz)
Humidity: Up to 75%, (no condensation allowed)
Enclosure Rating: IP40

CONNECTIONS

PIN	1b	2b	3b	4b	5b	6b
Name	Power Supply (U_p)	Clock	B -	0 V (U_n)	A -	Data
Color	Gray/Pink	White	Red	White/Green	Yellow	Black
PIN	1a	2a	3a	4a	5a	6a
Name	Data	A +	0 V -Sen	B +	Clock	U_p Sensor
Color	Violet	Green	Brown/Green	Blue	Brown	Blue/Red

U_p = power Supply
 Sensor is connected to Power Supply and 0 V (U_n)
 Shield connected to case

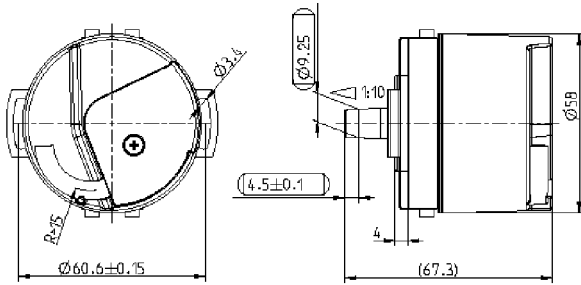
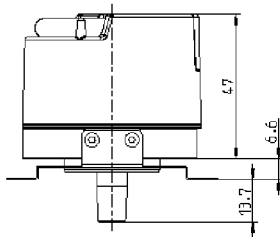
Ordering Information

To order, complete the model number with code numbers from the table below:

Code 1: Model	Code 2: Bits	Code 3: Mounting	Code 4: Shaft Size	Code 5: Protocol	Code 6: Electrical	Code 7: Connector
AD25	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AD25 Size25 Acuro Absolute Encoder	Single-Turn 0013 13 Bit 0022 22 Bit	4 Spring Tether	Y 10mm Shaft (10:1 Taper) Z 10mm Hub Shaft (10:1 Taper)	Available when Code 2 is 0022 or 1222 A BiSS-B (BI) L BiSS-B (+SinCos 1Vpp) (BC) M BiSS-C (BE) N BiSS-C (+SinCos 1Vpp) (BV)	0 5 VDC	M Drive cable, 1 foot (30 cm)
	Multi-Turn 1213 12 Bit Multi- Turn, 13 Bit Single-Turn 1222 12 Bit Multi- Turn, 22 Bit Single-Turn					

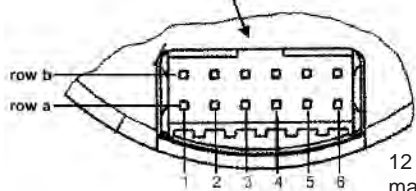
Dimensions (mm)

Code 4: Shaft Size

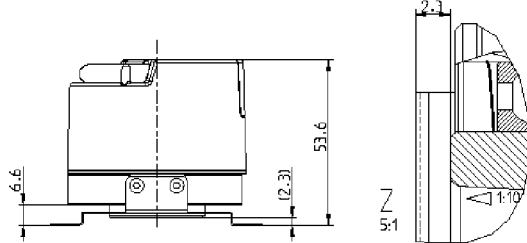


10mm (10:1 taper) Shaft

PCB-Connector (12p)



12 pin PCB connector
 manufacture Berg, type Minitek



Z
 10mm Hub Shaft

DIN 912 M5x35



DYNAPAR™
 INNOVATION - CUSTOMIZATION - DELIVERY

WWW.DYNAPAR.COM

Headquarters: 1675 Delany Road • Gurnee, IL 60031-1282 • USA

Customer Service:
 Tel.: +1.800.873.8731
 Fax: +1.847.662.4150
custserv@dynapar.com

Technical Support
 Tel.: +1.800.234.8731
 Fax: +1.847.662.4150
dynapar.techsupport@dynapar.com

European Sales Representative
 Hengstler GmbH
 Uhlandstrasse 49, 78554 Aldingen
 Germany
www.hengstler.de



P/N: MMP LA3-12V-5-A-100-P

DESIGN FEATURES:

- IP65 INGRESS PROTECTION
- LOW NOISE DESIGN
- ZINC ALLOY HOUSING
- ALUMINUM OUTER TUBE
- PERMANENTLY LUBRICATED
- ACME SCREW (ANTI-BACKDRIVING)
- ENHANCED CORROSION RESISTANCE
- NON-ROTATING ALUMINUM INNER TUBE
- BUILT-IN LIMIT SWITCHES, BOTH ENDS OF TRAVEL



Performance Parameters	Value	Units
Gear Ratio	5:1	-
Input Voltage	12	VDC
Load Capacity (Force)	34 (150)	Lbs (N)
Static Load	517 (2300)	Lbs (N)
Exact Stroke Length	3.94 (100)	IN (mm)
Speed @Full Load	1.57	IN/SEC
Maximum Recommended Duty	25%	-
Operating Temp Range	-15°F ~ 150°F (-26°C ~ 65°C)	

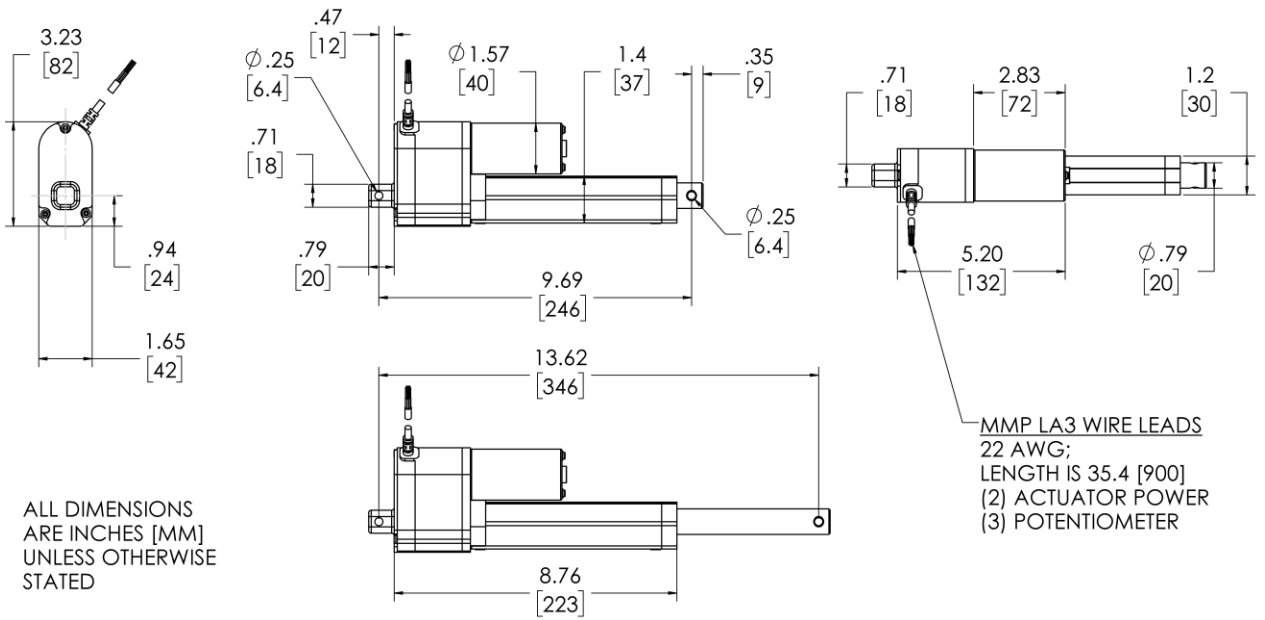
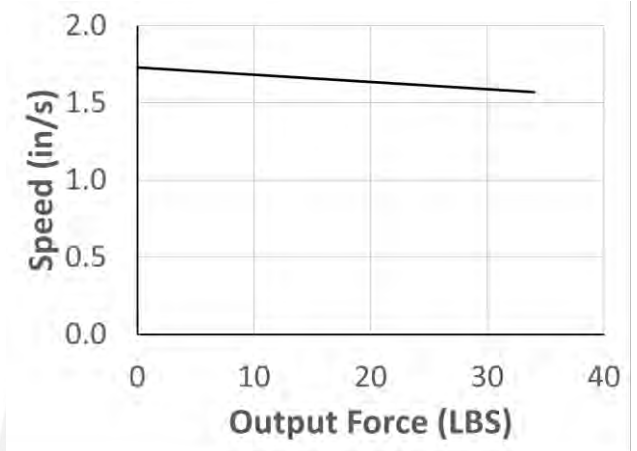
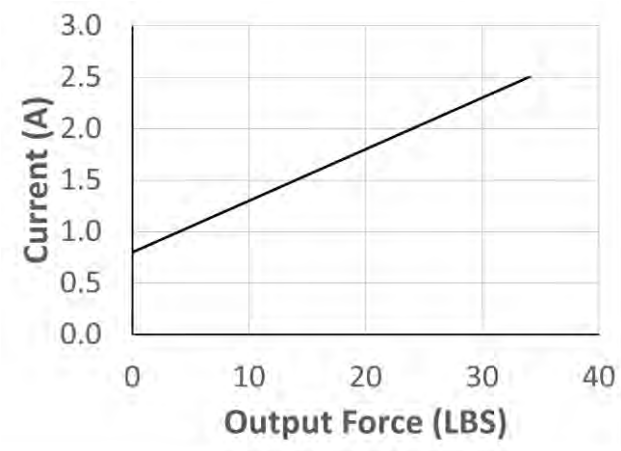
MIDWEST MOTION PRODUCTS

DESIGN, MANUFACTURING & DISTRIBUTION - MOTION CONTROL EQUIPMENT

www.midwestmotion.com email: sales@midwestmotion.com

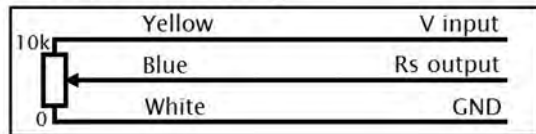


TECHNICAL DETAILS :



To retract the linear actuator, switch the extend polarity.

Potentiometer Wiring:





MMP LA3 OPTIONAL BRACKET :

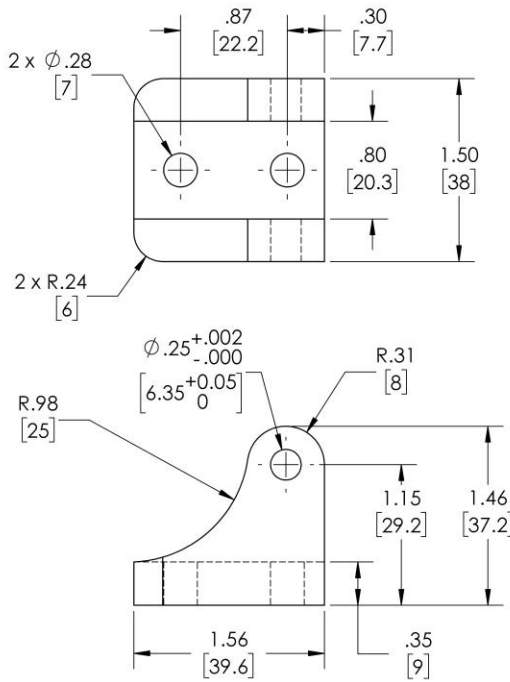
Part Number is **MMP LA3-BRACKET** when ordering.

Add-on Parameters	Value	Units
Bracket Material	Aluminum	-
Pin Material	HRC 38-42 Steel	-
Rated Load*	703 (3127)	Lbs (N)
Pin Type	Cotter Pin (Hairpin by default)	

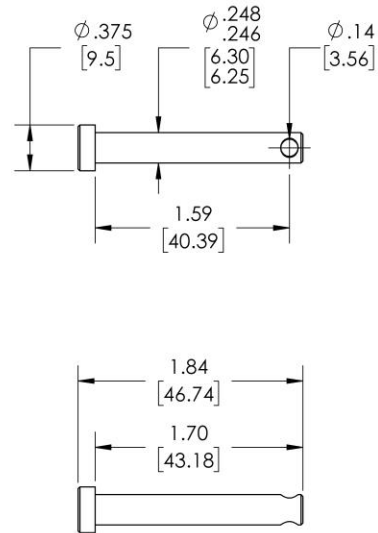
*125% of the Static Load for all MMP LA3 Actuators



BRACKET



PIN

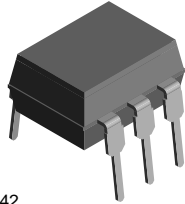


MIDWEST MOTION PRODUCTS

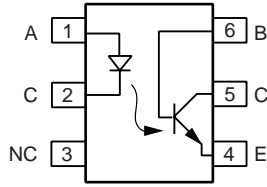
DESIGN, MANUFACTURING & DISTRIBUTION - MOTION CONTROL EQUIPMENT

www.midwestmotion.com email: sales@midwestmotion.com

Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21842



I179004-5

FEATURES

- Isolation test voltage 5000 V_{RMS}
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC


RoHS
COMPLIANT

APPLICATIONS

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

DESCRIPTION

Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

AGENCY APPROVALS

- Underwriters laboratory file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO; EN 60065, EN 60335, EN 60950 certificate no. 25156

ORDER INFORMATION

PART	REMARKS
4N35	CTR > 100 %, DIP-6
4N36	CTR > 100 %, DIP-6
4N37	CTR > 100 %, DIP-6

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
INPUT				
Reverse voltage		V _R	6	V
Forward current		I _F	50	mA
Surge current	t ≤ 10 μs	I _{FSM}	1	A
Power dissipation		P _{diss}	70	mW
OUTPUT				
Collector emitter breakdown voltage		V _{CEO}	70	V
Emitter base breakdown voltage		V _{EBO}	7	V
Collector current		I _C	50	mA
	t ≤ 1 ms	I _C	100	mA
Power dissipation		P _{diss}	70	mW
COUPLER				
Isolation test voltage		V _{ISO}	5000	V _{RMS}
Creepage			≥ 7	mm
Clearance			≥ 7	mm
Isolation thickness between emitter and detector			≥ 0.4	mm

Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output,
with Base Connection

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
COUPLER				
Comparative tracking index	DIN IEC 112/VDE 0303, part 1		175	
Isolation resistance	$V_{IO} = 500 \text{ V}$, $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	R_{IO}	10^{12}	Ω
	$V_{IO} = 500 \text{ V}$, $T_{amb} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$	R_{IO}	10^{11}	Ω
Storage temperature		T_{stg}	- 55 to + 150	$^\circ\text{C}$
Operating temperature		T_{amb}	- 55 to + 100	$^\circ\text{C}$
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature (2)	max. 10 s dip soldering: distance to seating plane $\geq 1.5 \text{ mm}$	T_{sld}	260	$^\circ\text{C}$

Notes(1) $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods of the time can adversely affect reliability.

(2) Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (1)								
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
INPUT								
Junction capacitance	$V_R = 0 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$		C_j		50		pF	
Forward voltage (2)	$I_F = 10 \text{ mA}$		V_F		1.3	1.5	V	
	$I_F = 10 \text{ mA}$, $T_{amb} = - 55 \text{ }^\circ\text{C}$		V_F	0.9	1.3	1.7	V	
Reverse current (2)	$V_R = 6 \text{ V}$		I_R		0.1	10	μA	
Capacitance	$V_R = 0 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$		C_O		25		pF	
OUTPUT								
Collector emitter breakdown voltage(2)	$I_C = 1 \text{ mA}$	4N35	BV_{CEO}	30			V	
		4N36	BV_{CEO}	30			V	
		4N37	BV_{CEO}	30			V	
Emitter collector breakdown voltage(2)	$I_E = 100 \text{ } \mu\text{A}$		BV_{ECO}	7			V	
OUTPUT								
Collector base breakdown voltage (2)	$I_C = 100 \text{ } \mu\text{A}$, $I_B = 1 \text{ } \mu\text{A}$	4N35	BV_{CBO}	70			V	
		4N36	BV_{CBO}	70			V	
		4N37	BV_{CBO}	70			V	
Collector emitter leakage current (2)	$V_{CE} = 10 \text{ V}$, $I_F = 0$	4N35	I_{CEO}		5	50	nA	
		4N36	I_{CEO}		5	50	nA	
		4N37	I_{CEO}		5	50	nA	
	$V_{CE} = 30 \text{ V}$, $I_F = 0$, $T_{amb} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$	4N35	I_{CEO}				500	μA
		4N36	I_{CEO}				500	μA
		4N37	I_{CEO}				500	μA
Collector emitter capacitance	$V_{CE} = 0$		C_{CE}		6		pF	
COUPLER								
Resistance, input output (2)	$V_{IO} = 500 \text{ V}$		R_{IO}	10^{11}			Ω	
Capacitance, input output	$f = 1 \text{ MHz}$		C_{IO}		0.6		pF	

Notes(1) $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

(2) Indicates JEDEC registered value.

CURRENT TRANSFER RATIO							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN	TYP.	MAX	UNIT
DC current transfer ratio ⁽¹⁾	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_F = 10\text{ mA}$	4N35	CTR_{DC}	100			%
		4N36	CTR_{DC}	100			%
		4N37	CTR_{DC}	100			%
	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_F = 10\text{ mA}, T_A = -55\text{ }^\circ\text{C to } +100\text{ }^\circ\text{C}$	4N35	CTR_{DC}	40	50		%
		4N36	CTR_{DC}	40	50		%
		4N37	CTR_{DC}	40	50		%

Note

⁽¹⁾ Indicates JEDEC registered values.

SWITCHING CHARACTERISTICS							
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Switching time ⁽¹⁾	$V_{CC} = 10\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}, R_L = 100\text{ }\Omega$	t_{on}, t_{off}		10		μS	

Note

⁽¹⁾ Indicates JEDEC registered values.

TYPICAL CHARACTERISTICS

$T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

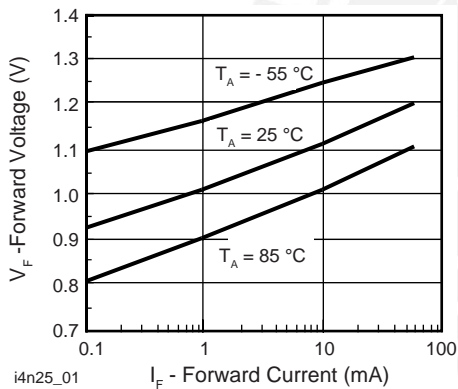


Fig. 1 - Forward Voltage vs. Forward Current

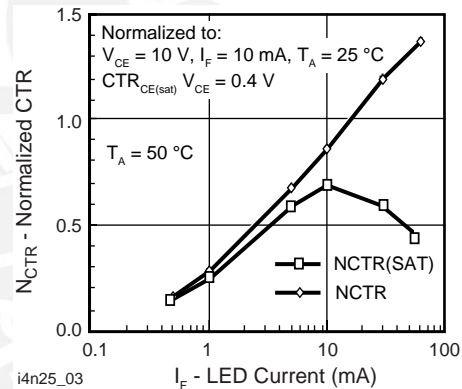


Fig. 3 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

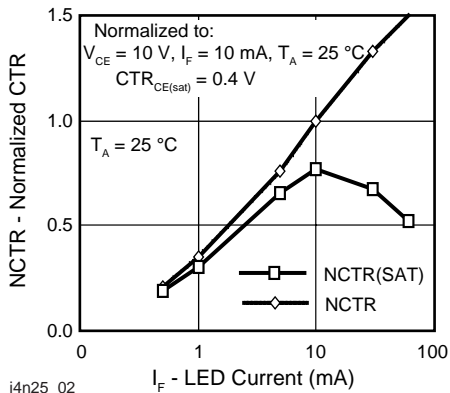


Fig. 2 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

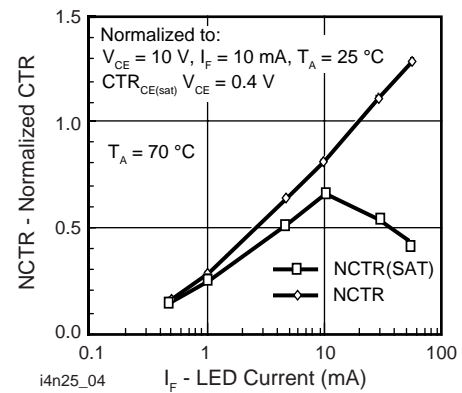


Fig. 4 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

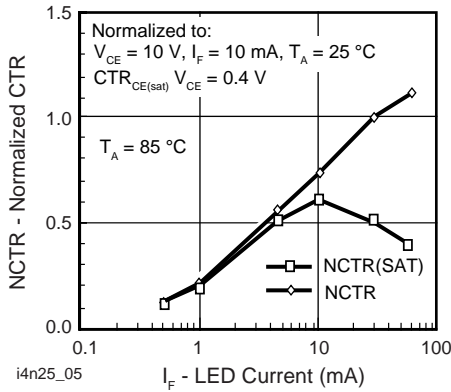


Fig. 5 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

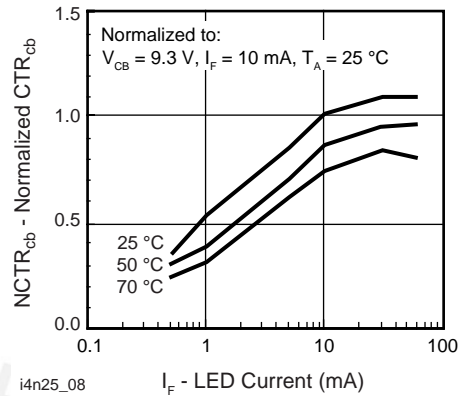


Fig. 8 - Normalized CTR_{cb} vs. LED Current and Temperature

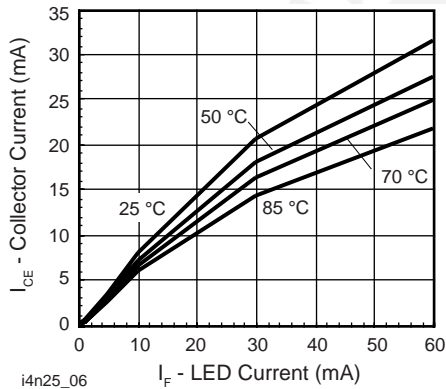


Fig. 6 - Collector Emitter Current vs. Temperature and LED Current

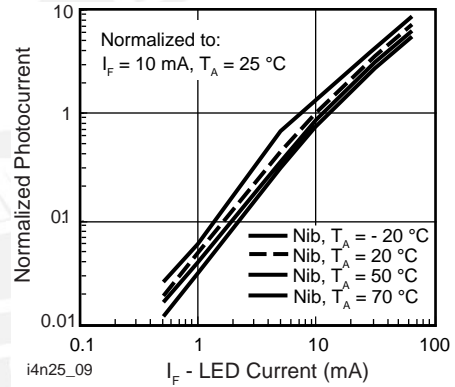


Fig. 9 - Normalized Photocurrent vs. I_F and Temperature

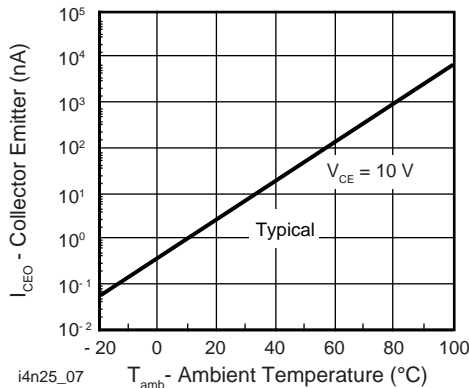


Fig. 7 - Collector Emitter Leakage Current vs. Temperature

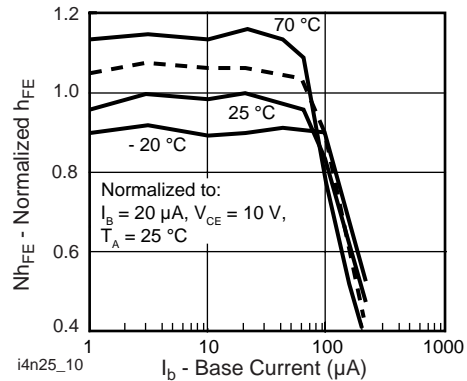


Fig. 10 - Normalized Non-Saturated h_{FE} vs. Base Current and Temperature

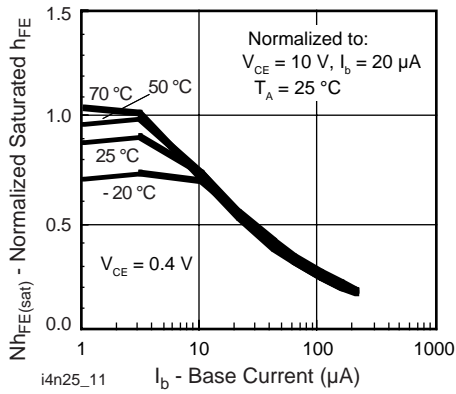


Fig. 11 - Normalized h_{FE} vs. Base Current and Temperature

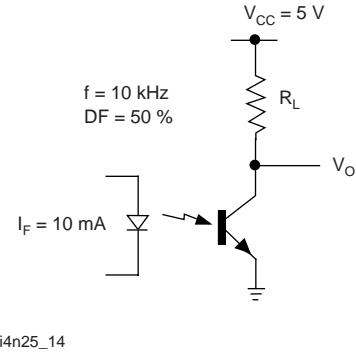


Fig. 14 - Switching Schematic

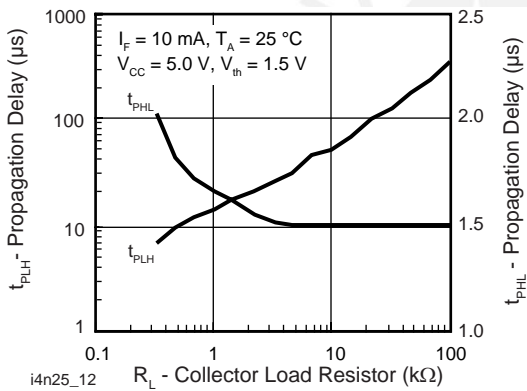


Fig. 12 - Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

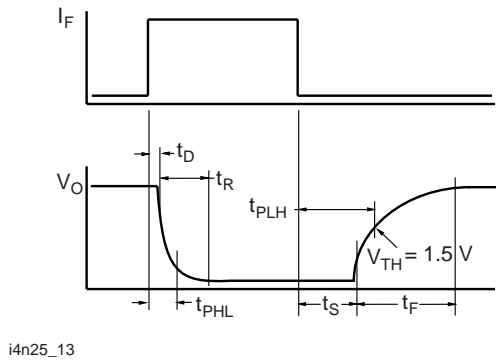


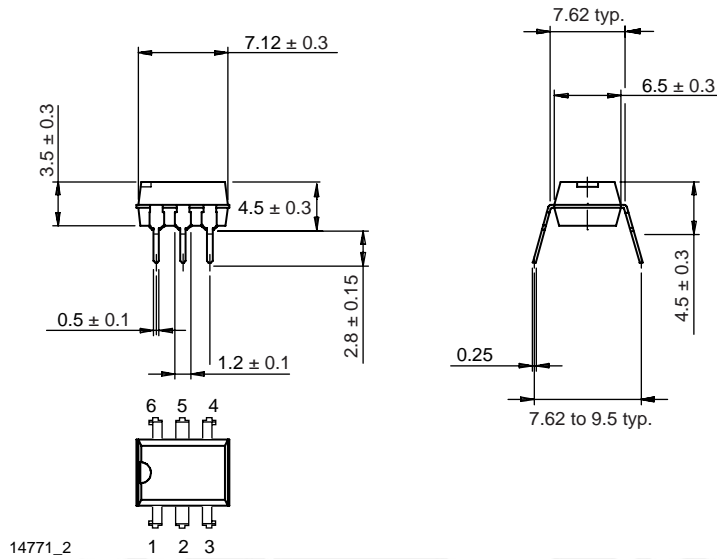
Fig. 13 - Switching Timing

4N35, 4N36, 4N37

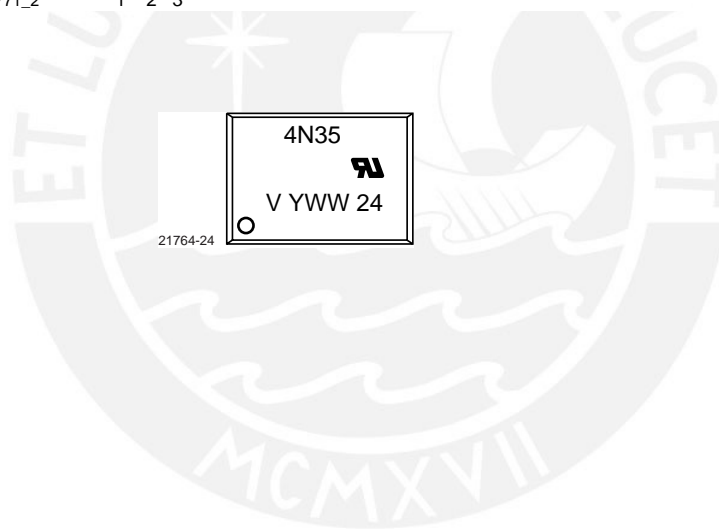


Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output,
with Base Connection

PACKAGE DIMENSIONS in millimeters



PACKAGE MARKING





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

DM74LS04 Hex Inverting Gates

General Description

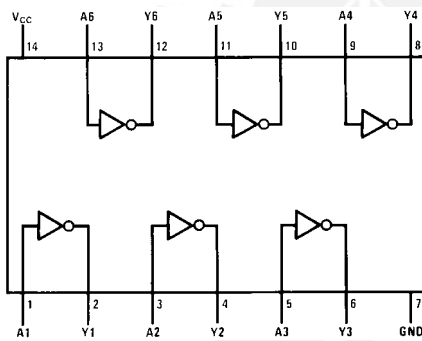
This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS04M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS04SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS04N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$$Y = \bar{A}$$

Input	Output
A	Y
L	H
H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IL} = Max	2.7	3.4		V
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.25	0.4	
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V			0.1	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	μA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.36	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 3)	-20		-100	mA
I _{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	V _{CC} = Max		1.2	2.4	mA
I _{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	V _{CC} = Max		3.6	6.6	mA

Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

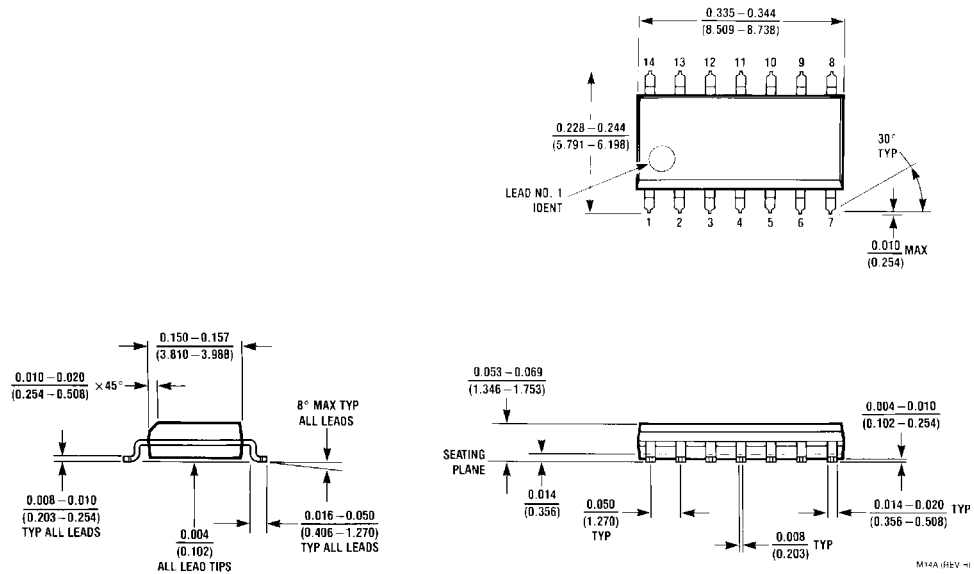
Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

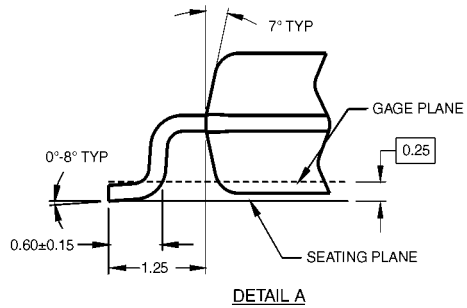
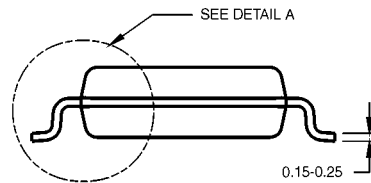
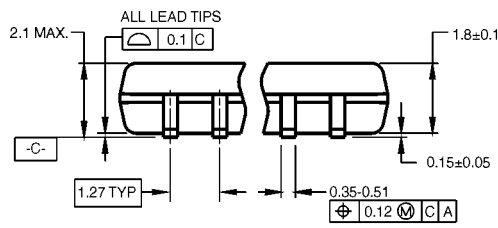
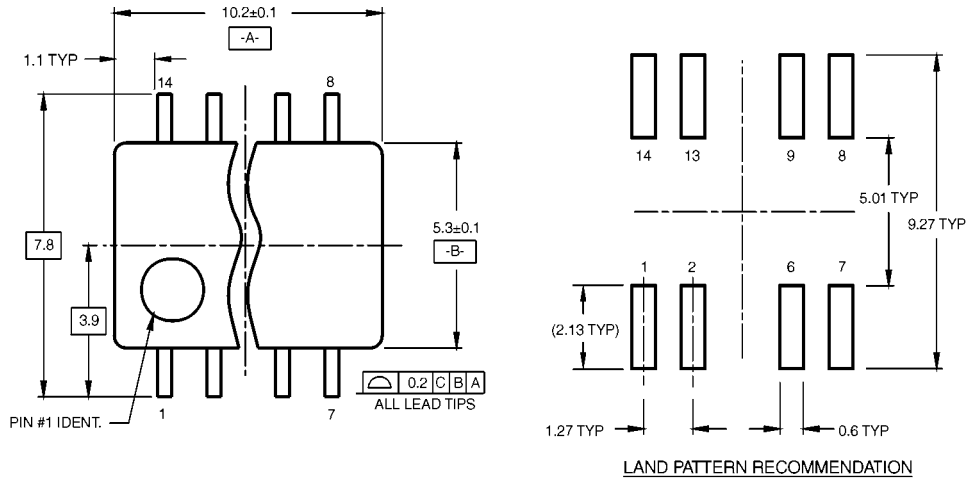
Symbol	Parameter	R _L = 2 kΩ				Units
		C _L = 15 pF		C _L = 50 pF		
		Min	Max	Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	10	4	15	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	10	4	15	ns

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow Package Number M14A

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

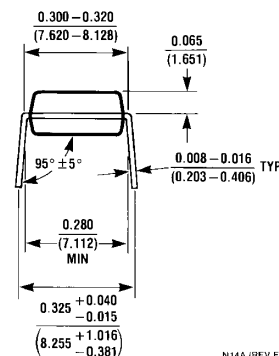
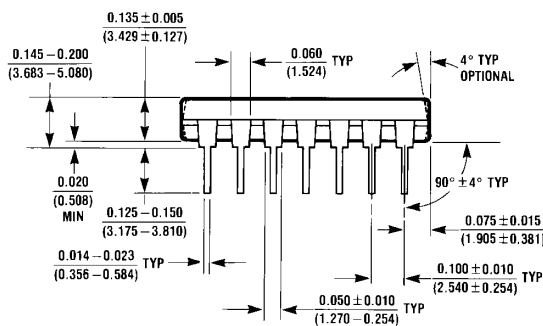
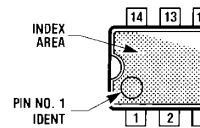
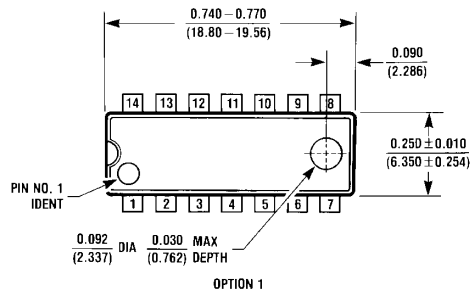


- NOTES:
- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
 - B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
 - C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1

**14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M14D**

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



N14A (REV F)

**14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N14A**

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

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 THE PRESIDENT 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, and (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 a significant injury to the user.
2. A critical component in 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.

www.fairchildsemi.com

This datasheet has been downloaded from:

www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.



DM74LS08 Quad 2-Input AND Gates

General Description

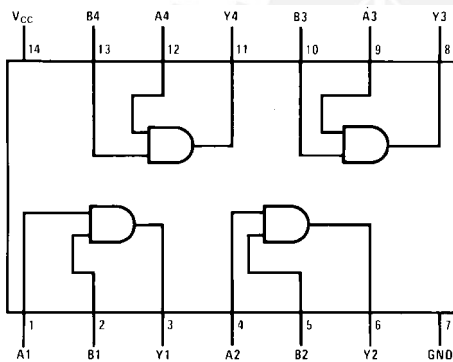
This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS08M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS08SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS08N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IH} = Min	2.7	3.4		V
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IL} = Max		0.35	0.5	V
		I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.25	0.4	
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V			0.1	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	μA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.36	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 3)	-20		-100	mA
I _{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	V _{CC} = Max		2.4	4.8	mA
I _{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	V _{CC} = Max		4.4	8.8	mA

Switching Characteristics

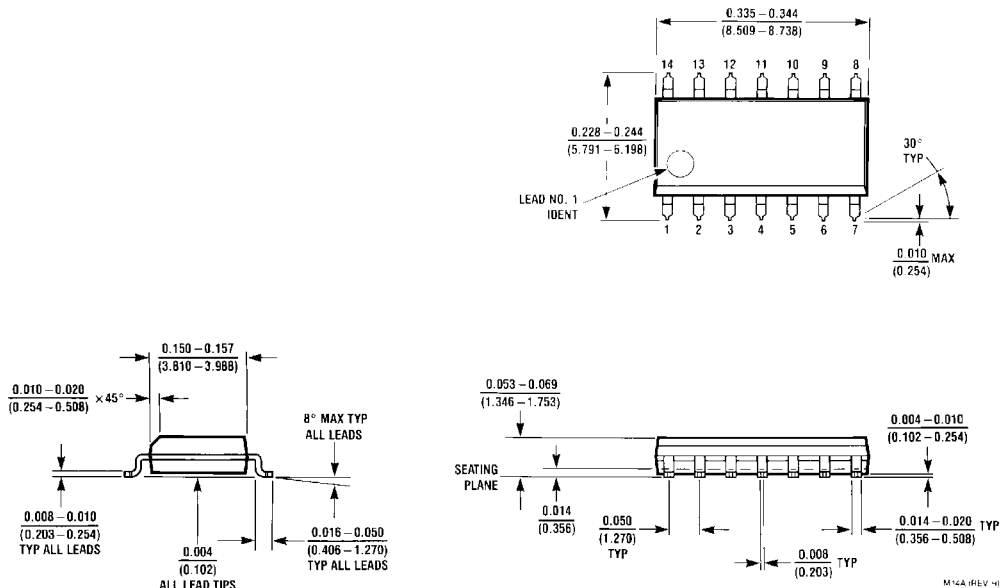
at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	R _L = 2 kΩ				Units
		C _L = 15 pF		C _L = 50 pF		
		Min	Max	Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	4	13	6	18	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	11	5	18	ns

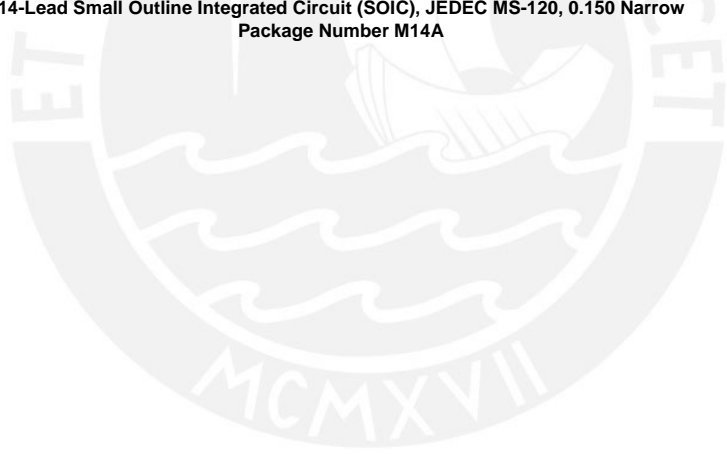
Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

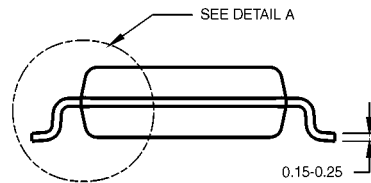
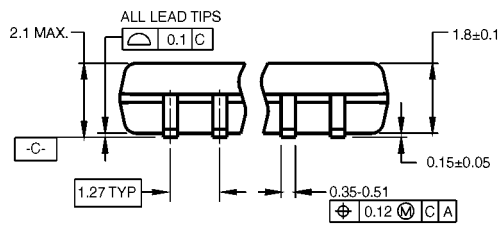
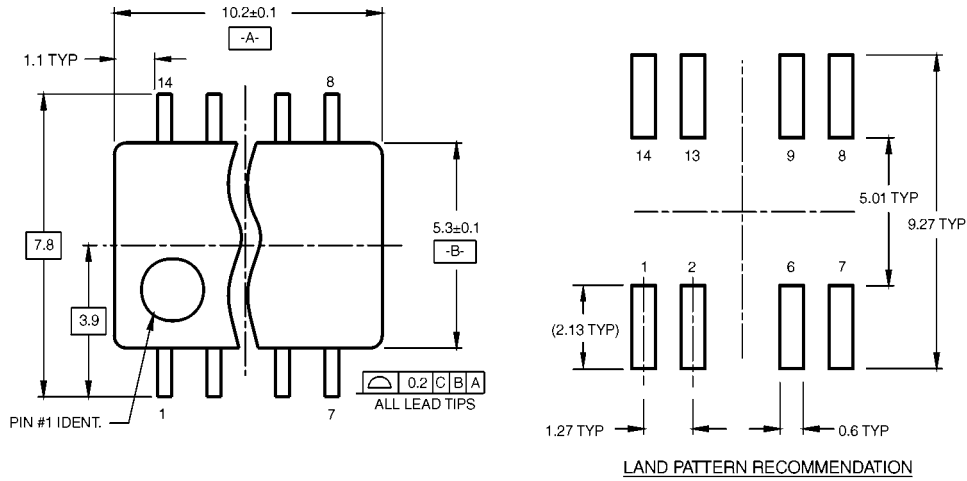
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow Package Number M14A

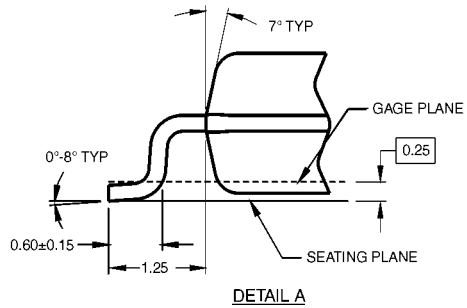


Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



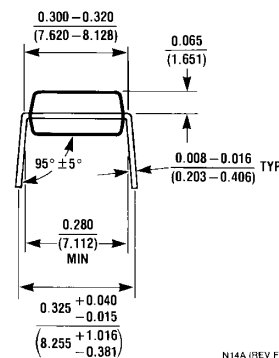
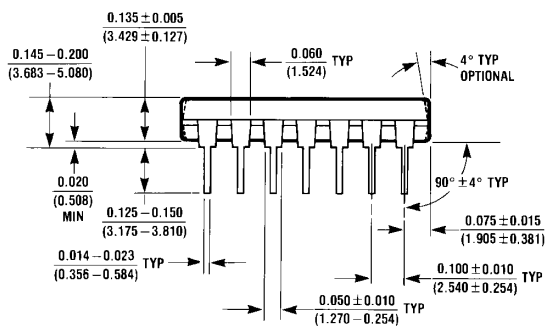
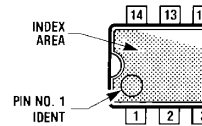
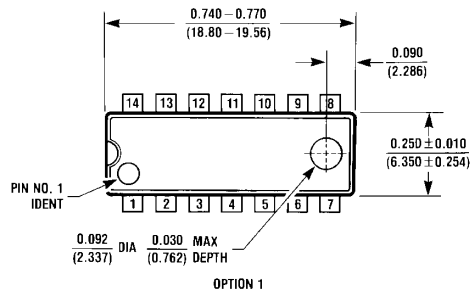
- NOTES:
- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
 - B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
 - C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1



**14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M14D**

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



N14A (REV F)

**14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N14A**

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

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 THE PRESIDENT 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, and (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 a significant injury to the user.
2. A critical component in 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.

www.fairchildsemi.com

This datasheet has been downloaded from:

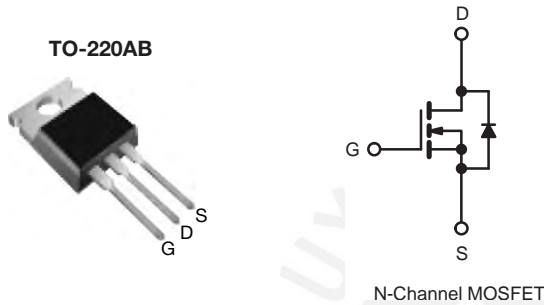
www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.



Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY	
V_{DS} (V)	100
$R_{DS(on)}$ (Ω)	$V_{GS} = 10\text{ V}$ 0.077
Q_g (Max.) (nC)	72
Q_{gs} (nC)	11
Q_{gd} (nC)	32
Configuration	Single



FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- Repetitive Avalanche Rated
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC



Available
RoHS*
COMPLIANT

DESCRIPTION

Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-220AB package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 W. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220AB contribute to its wide acceptance throughout the industry.

ORDERING INFORMATION	
Package	TO-220AB
Lead (Pb)-free	IRF540PbF SiHF540-E3
SnPb	IRF540 SiHF540

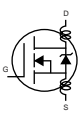

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted)				
PARAMETER		SYMBOL	LIMIT	UNIT
Drain-Source Voltage		V_{DS}	100	V
Gate-Source Voltage		V_{GS}	± 20	
Continuous Drain Current	V_{GS} at 10 V	I_D	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	A
			$T_C = 100\text{ }^\circ\text{C}$	
Pulsed Drain Current ^a		I_{DM}	110	
Linear Derating Factor			1.0	W/ $^\circ\text{C}$
Single Pulse Avalanche Energy ^b		E_{AS}	230	mJ
Repetitive Avalanche Current ^a		I_{AR}	28	A
Repetitive Avalanche Energy ^a		E_{AR}	15	mJ
Maximum Power Dissipation	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	P_D	150	W
Peak Diode Recovery dV/dt^c		dV/dt	5.5	V/ns
Operating Junction and Storage Temperature Range		T_J, T_{stg}	- 55 to + 175	$^\circ\text{C}$
Soldering Recommendations (Peak Temperature)	for 10 s		300 ^d	
Mounting Torque	6-32 or M3 screw		10	
			1.1	N · m

Notes

- Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- $V_{DD} = 25\text{ V}$, starting $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $L = 440\text{ }\mu\text{H}$, $R_g = 25\text{ }\Omega$, $I_{AS} = 28\text{ A}$ (see fig. 12).
- $I_{SD} \leq 28\text{ A}$, $dI/dt \leq 170\text{ A}/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{DS}$, $T_J \leq 175\text{ }^\circ\text{C}$.
- 1.6 mm from case.

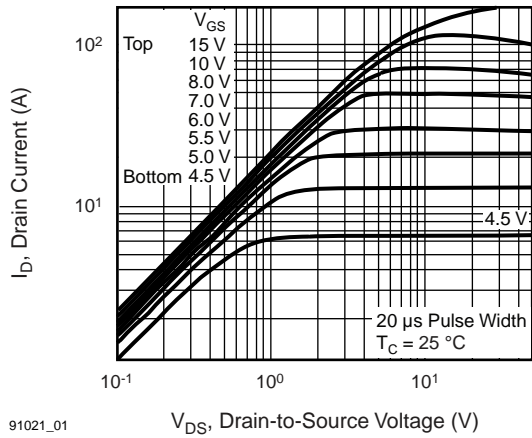
* Pb containing terminations are not RoHS compliant, exemptions may apply

THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R_{thJA}	-	62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R_{thCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R_{thJC}	-	1.0	

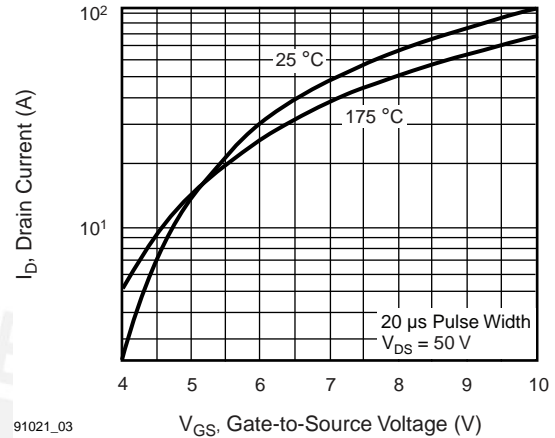
SPECIFICATIONS ($T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted)						
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Static						
Drain-Source Breakdown Voltage	V_{DS}	$V_{GS} = 0\text{ V}, I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	100	-	-	V
V_{DS} Temperature Coefficient	$\Delta V_{DS}/T_J$	Reference to $25\text{ }^\circ\text{C}, I_D = 1\text{ mA}$	-	0.13	-	V/°C
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	2.0	-	4.0	V
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	± 100	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = 100\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	25	μA
		$V_{DS} = 80\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}, T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	250	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS} = 10\text{ V}, I_D = 17\text{ A}^b$	-	-	0.077	Ω
Forward Transconductance	g_{fs}	$V_{DS} = 50\text{ V}, I_D = 17\text{ A}^b$	8.7	-	-	S
Dynamic						
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{GS} = 0\text{ V},$ $V_{DS} = 25\text{ V},$ $f = 1.0\text{ MHz},$ see fig. 5	-	1700	-	pF
Output Capacitance	C_{oss}		-	560	-	
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		-	120	-	
Total Gate Charge	Q_g	$V_{GS} = 10\text{ V},$ $I_D = 17\text{ A}, V_{DS} = 80\text{ V},$ see fig. 6 and 13 ^b	-	-	72	nC
Gate-Source Charge	Q_{gs}		-	-	11	
Gate-Drain Charge	Q_{gd}		-	-	32	
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD} = 50\text{ V}, I_D = 17\text{ A}$ $R_g = 9.1\text{ }\Omega, R_D = 2.9\text{ }\Omega,$ see fig. 10 ^b	-	11	-	ns
Rise Time	t_r		-	44	-	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		-	53	-	
Fall Time	t_f		-	43	-	
Internal Drain Inductance	L_D	Between lead, 6 mm (0.25") from package and center of die contact 	-	4.5	-	nH
Internal Source Inductance	L_S		-	7.5	-	
Drain-Source Body Diode Characteristics						
Continuous Source-Drain Diode Current	I_S	MOSFET symbol showing the integral reverse p - n junction diode 	-	-	28	A
Pulsed Diode Forward Current ^a	I_{SM}		-	-	110	
Body Diode Voltage	V_{SD}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}, I_S = 28\text{ A}, V_{GS} = 0\text{ V}^b$	-	-	2.5	V
Body Diode Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}, I_F = 17\text{ A}, di/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}^b$	-	180	360	ns
Body Diode Reverse Recovery Charge	Q_{rr}		-	1.3	2.8	μC
Forward Turn-On Time	t_{on}	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S and L_D)				

Notes

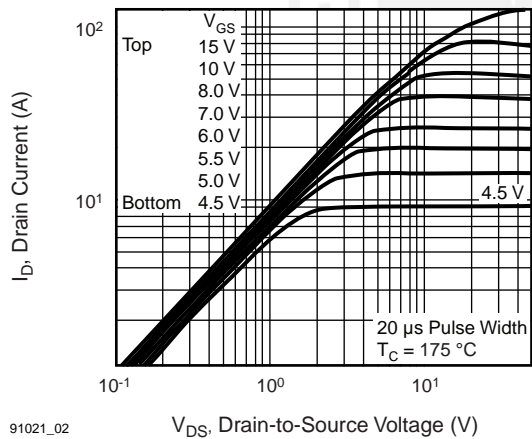
- a. Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- b. Pulse width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\text{ }\%$.

TYPICAL CHARACTERISTICS (25 °C, unless otherwise noted)


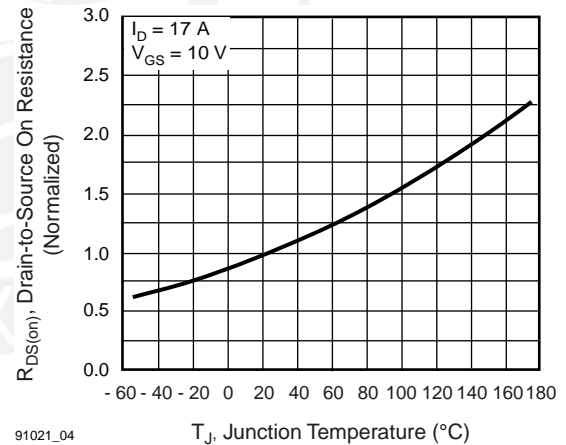
91021_01

Fig. 1 - Typical Output Characteristics, $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$


91021_03

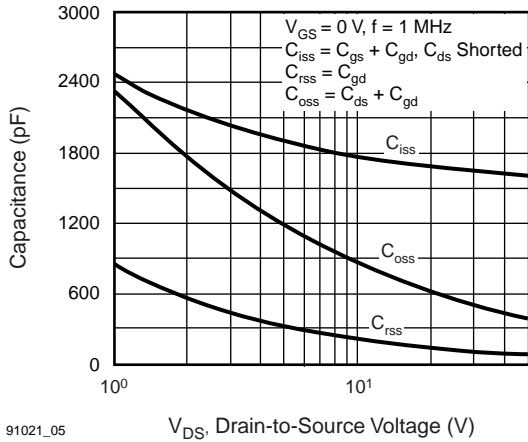
Fig. 3 - Typical Transfer Characteristics


91021_02

Fig. 2 - Typical Output Characteristics, $T_C = 175\text{ }^\circ\text{C}$


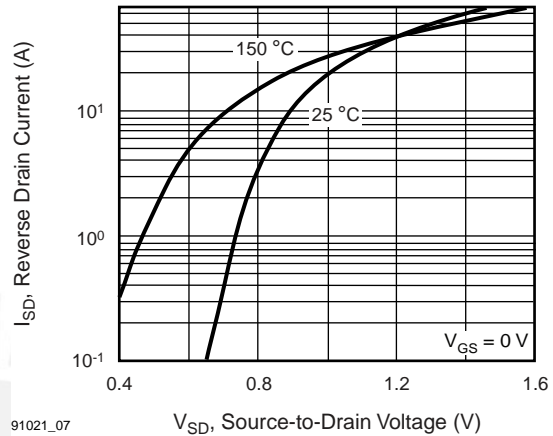
91021_04

Fig. 4 - Normalized On-Resistance vs. Temperature



91021_05

V_{DS} , Drain-to-Source Voltage (V)

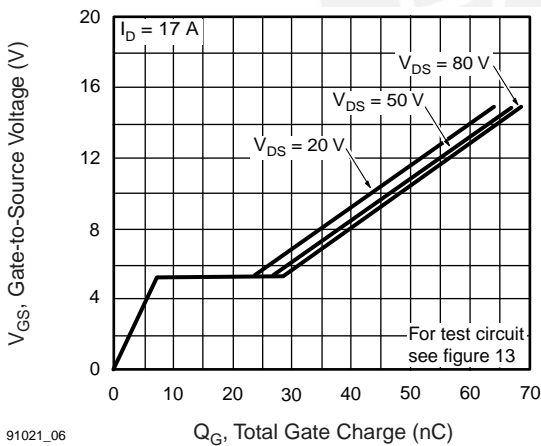


91021_07

V_{SD} , Source-to-Drain Voltage (V)

Fig. 5 - Typical Capacitance vs. Drain-to-Source Voltage

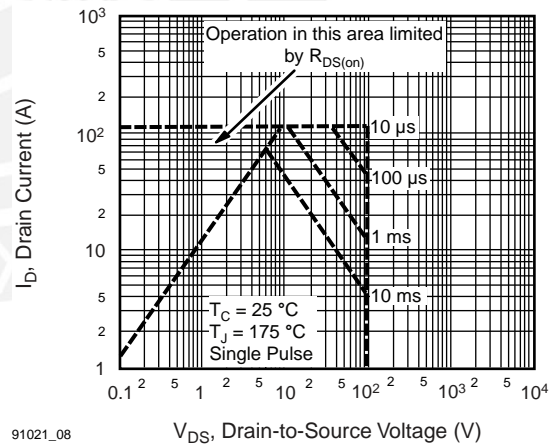
Fig. 7 - Typical Source-Drain Diode Forward Voltage



91021_06

Q_G , Total Gate Charge (nC)

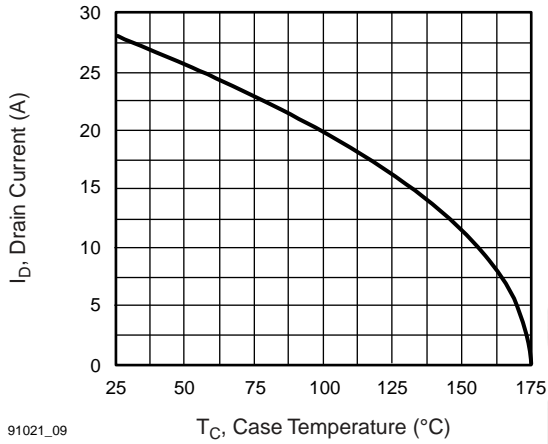
Fig. 6 - Typical Gate Charge vs. Gate-to-Source Voltage



91021_08

V_{DS} , Drain-to-Source Voltage (V)

Fig. 8 - Maximum Safe Operating Area



91021_09

Fig. 9 - Maximum Drain Current vs. Case Temperature

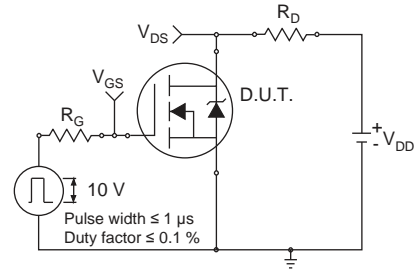


Fig. 10a - Switching Time Test Circuit

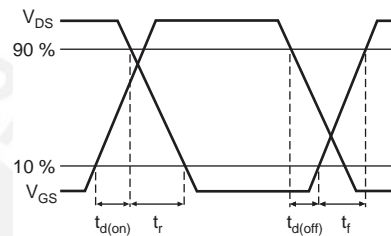
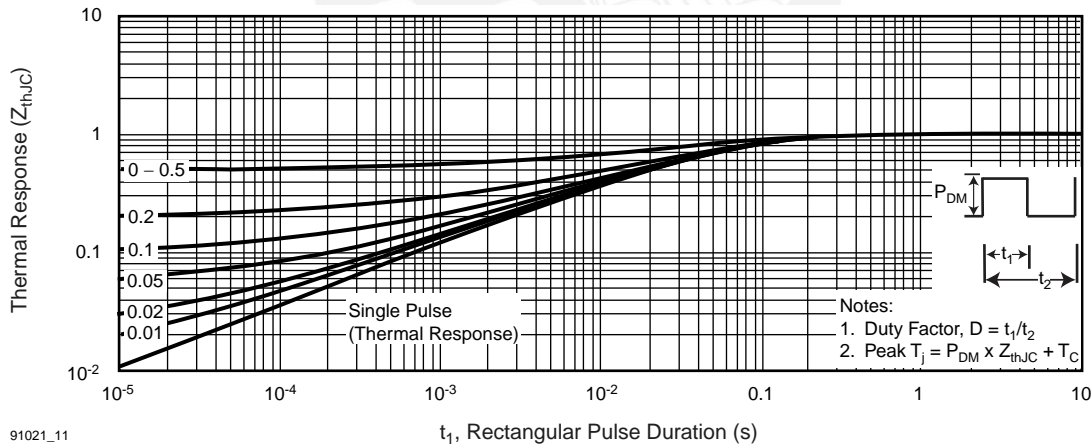


Fig. 10b - Switching Time Waveforms



91021_11

Fig. 11 - Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

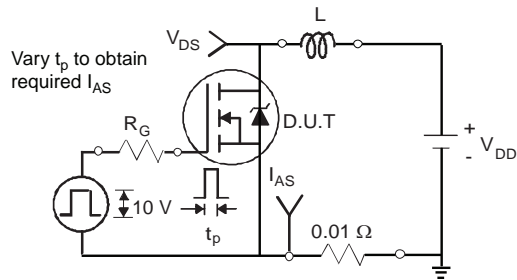


Fig. 12a - Unclamped Inductive Test Circuit

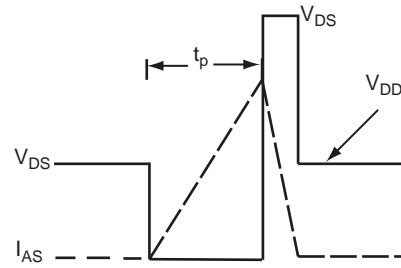


Fig. 12b - Unclamped Inductive Waveforms

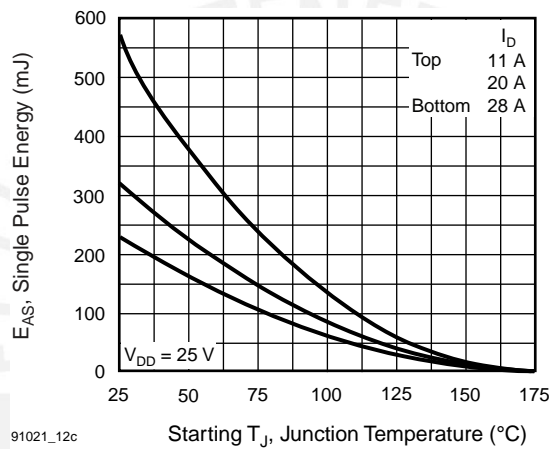


Fig. 12c - Maximum Avalanche Energy vs. Drain Current

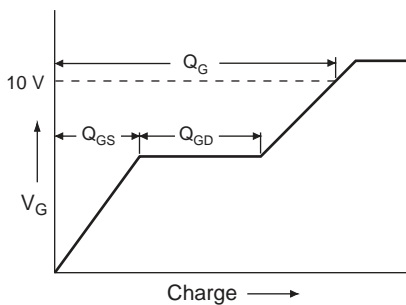


Fig. 13a - Basic Gate Charge Waveform

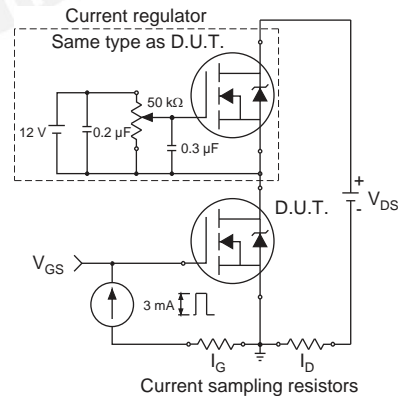
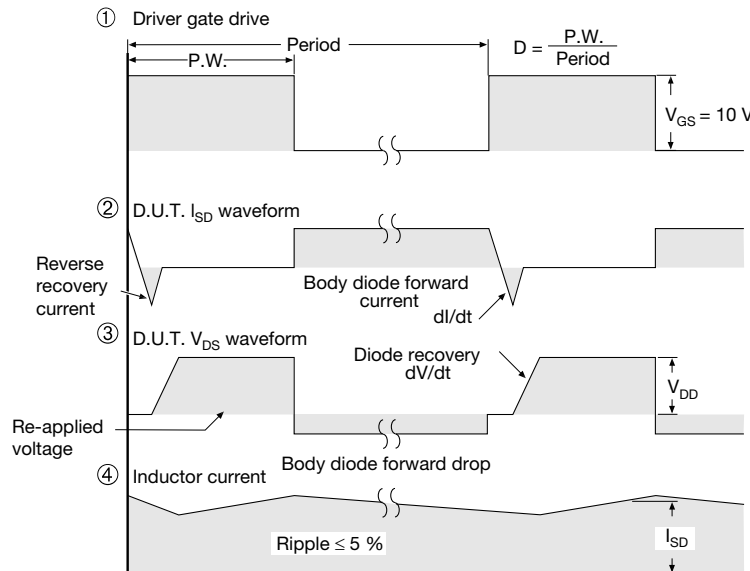
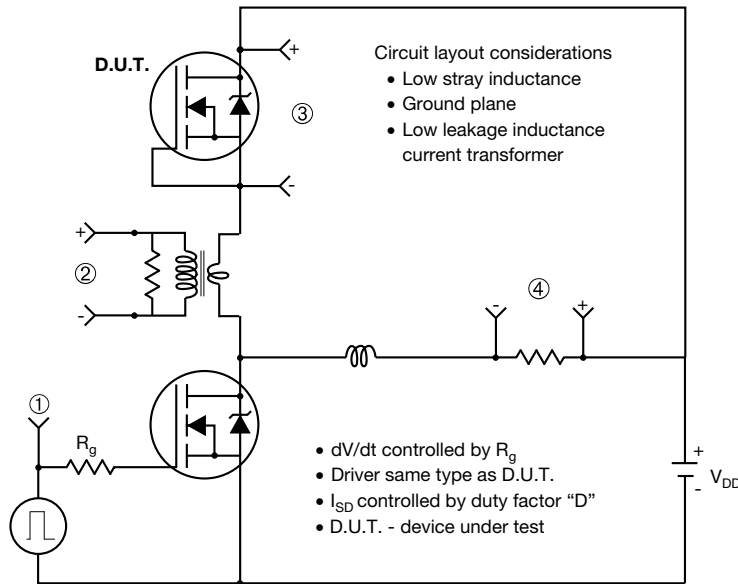


Fig. 13b - Gate Charge Test Circuit

Peak Diode Recovery dV/dt Test Circuit



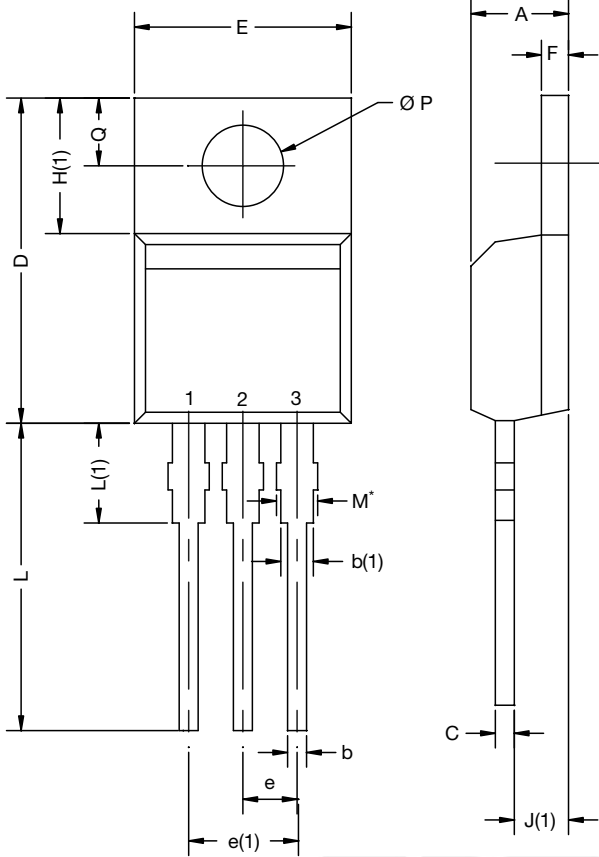
Note

a. $V_{GS} = 5\text{ V}$ for logic level devices

Fig. 14 - For N-Channel

Vishay Siliconix maintains worldwide manufacturing capability. Products may be manufactured at one of several qualified locations. Reliability data for Silicon Technology and Package Reliability represent a composite of all qualified locations. For related documents such as package/tape drawings, part marking, and reliability data, see <http://www.vishay.com/ppg?91021>.

TO-220-1

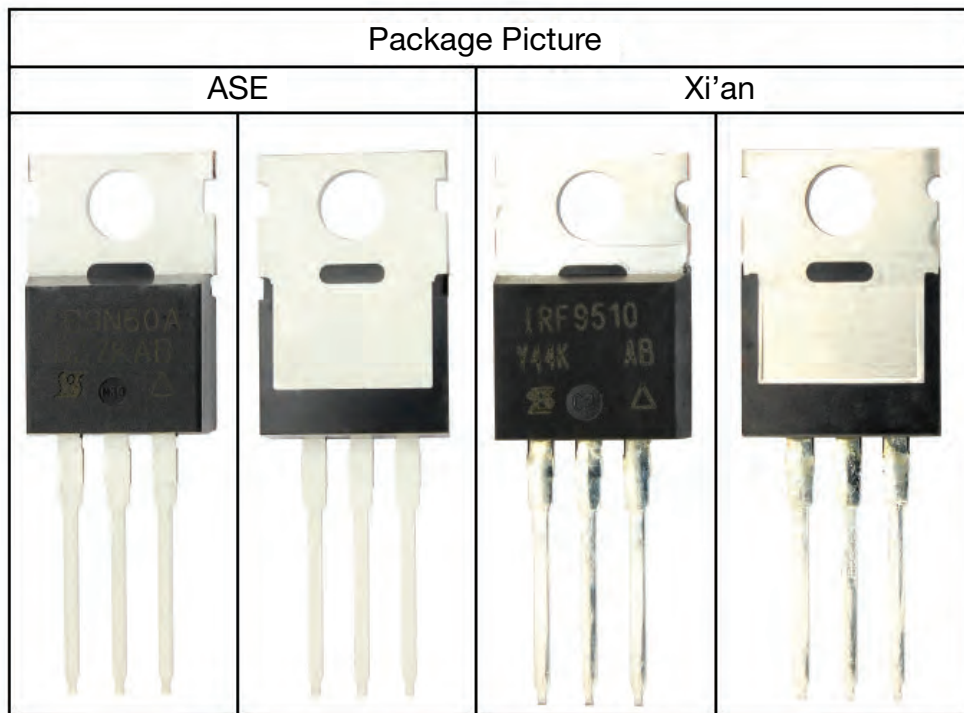


DIM.	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	4.24	4.65	0.167	0.183
b	0.69	1.02	0.027	0.040
b(1)	1.14	1.78	0.045	0.070
c	0.36	0.61	0.014	0.024
D	14.33	15.85	0.564	0.624
E	9.96	10.52	0.392	0.414
e	2.41	2.67	0.095	0.105
e(1)	4.88	5.28	0.192	0.208
F	1.14	1.40	0.045	0.055
H(1)	6.10	6.71	0.240	0.264
J(1)	2.41	2.92	0.095	0.115
L	13.36	14.40	0.526	0.567
L(1)	3.33	4.04	0.131	0.159
Ø P	3.53	3.94	0.139	0.155
Q	2.54	3.00	0.100	0.118

ECN: X15-0364-Rev. C, 14-Dec-15
DWG: 6031

Note

- M* = 0.052 inches to 0.064 inches (dimension including protrusion), heatsink hole for HVM





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

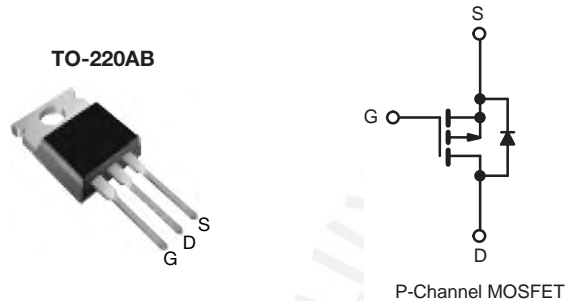
Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY		
V_{DS} (V)	- 100	
$R_{DS(on)}$ (Ω)	$V_{GS} = - 10$ V	0.20
Q_g (Max.) (nC)	61	
Q_{gs} (nC)	14	
Q_{gd} (nC)	29	
Configuration	Single	



FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- Repetitive Avalanche Rated
- P-Channel
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC



Available
RoHS*
COMPLIANT

DESCRIPTION

Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-220AB package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 W. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220AB contribute to its wide acceptance throughout the industry.

ORDERING INFORMATION	
Package	TO-220AB
Lead (Pb)-free	IRF9540PbF
	SiHF9540-E3
SnPb	IRF9540
	SiHF9540

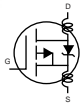
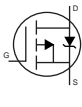
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_C = 25$ °C, unless otherwise noted)					
PARAMETER			SYMBOL	LIMIT	UNIT
Drain-Source Voltage			V_{DS}	- 100	V
Gate-Source Voltage			V_{GS}	± 20	
Continuous Drain Current	V_{GS} at - 10 V	$T_C = 25$ °C	I_D	- 19	A
		$T_C = 100$ °C		- 13	
Pulsed Drain Current ^a			I_{DM}	- 72	
Linear Derating Factor				1.0	W/°C
Single Pulse Avalanche Energy ^b			E_{AS}	640	mJ
Repetitive Avalanche Current ^a			I_{AR}	- 19	A
Repetitive Avalanche Energy ^a			E_{AR}	15	mJ
Maximum Power Dissipation	$T_C = 25$ °C		P_D	150	W
Peak Diode Recovery dV/dt^c			dV/dt	- 5.5	V/ns
Operating Junction and Storage Temperature Range			T_J, T_{stg}	- 55 to + 175	°C
Soldering Recommendations (Peak Temperature)	for 10 s			300 ^d	
Mounting Torque	6-32 or M3 screw			10	lbf · in
				1.1	N · m

Notes

- Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- $V_{DD} = - 25$ V, starting $T_J = 25$ °C, $L = 2.7$ mH, $R_g = 25$ Ω , $I_{AS} = - 19$ A (see fig. 12).
- $I_{SD} \leq - 19$ A, $dI/dt \leq 200$ A/ μ s, $V_{DD} \leq V_{DS}$, $T_J \leq 175$ °C.
- 1.6 mm from case.

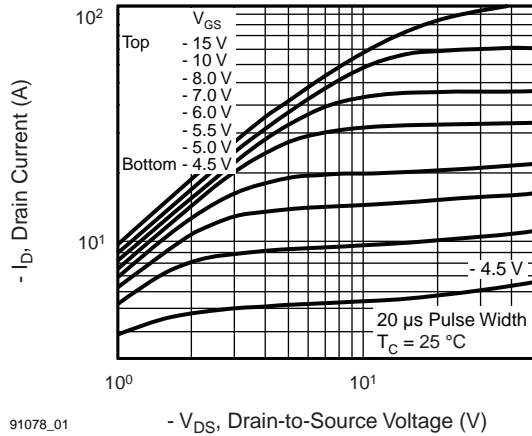
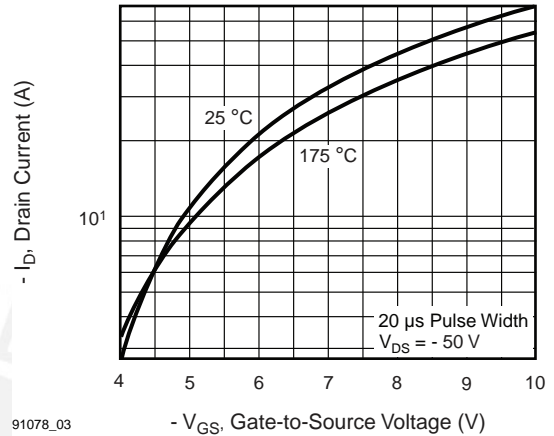
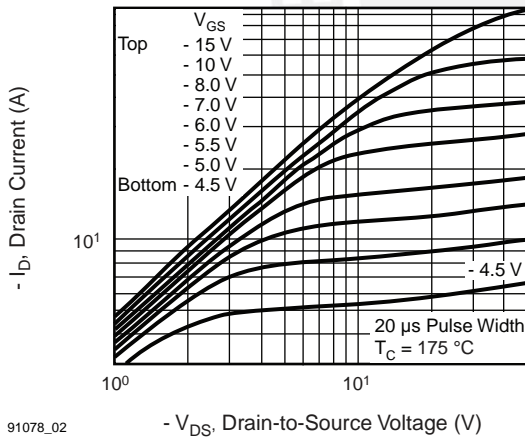
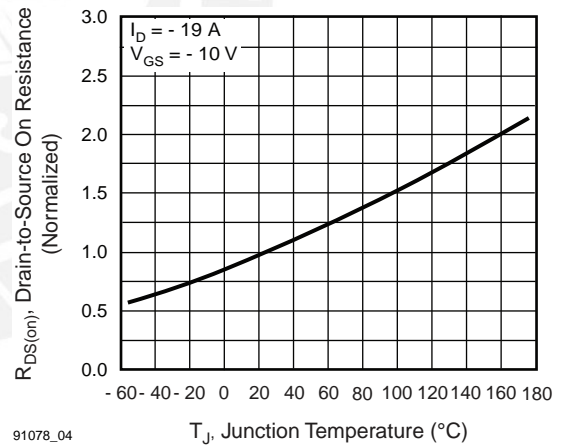
* Pb containing terminations are not RoHS compliant, exemptions may apply

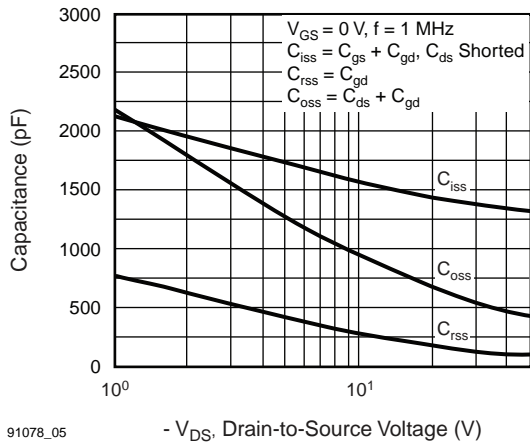
THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R_{thJA}	-	62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R_{thCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R_{thJC}	-	1.0	

SPECIFICATIONS ($T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted)						
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Static						
Drain-Source Breakdown Voltage	V_{DS}	$V_{GS} = 0\text{ V}, I_D = -250\text{ }\mu\text{A}$	-100	-	-	V
V_{DS} Temperature Coefficient	$\Delta V_{DS}/T_J$	Reference to $25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_D = -1\text{ mA}$	-	-0.087	-	V/°C
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = -250\text{ }\mu\text{A}$	-2.0	-	-4.0	V
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	± 100	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = -100\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	-100	μA
		$V_{DS} = -80\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}, T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	-500	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS} = -10\text{ V}, I_D = -11\text{ A}^b$	-	-	0.20	Ω
Forward Transconductance	g_{fs}	$V_{DS} = -50\text{ V}, I_D = -11\text{ A}^b$	6.2	-	-	S
Dynamic						
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{GS} = 0\text{ V}, V_{DS} = -25\text{ V}, f = 1.0\text{ MHz}$, see fig. 5	-	1400	-	pF
Output Capacitance	C_{oss}		-	590	-	
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		-	140	-	
Total Gate Charge	Q_g	$V_{GS} = -10\text{ V}, I_D = -19\text{ A}, V_{DS} = -80\text{ V}$, see fig. 6 and 13 ^b	-	-	61	nC
Gate-Source Charge	Q_{gs}		-	-	14	
Gate-Drain Charge	Q_{gd}		-	-	29	
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD} = -50\text{ V}, I_D = -19\text{ A}, R_g = 9.1\text{ }\Omega, R_D = 2.4\text{ }\Omega$, see fig. 10 ^b	-	16	-	ns
Rise Time	t_r		-	73	-	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		-	34	-	
Fall Time	t_f		-	57	-	
Internal Drain Inductance	L_D	Between lead, 6 mm (0.25") from package and center of die contact	-	4.5	-	nH
Internal Source Inductance	L_S		-	7.5	-	
Drain-Source Body Diode Characteristics						
Continuous Source-Drain Diode Current	I_S	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode	-	-	-19	A
Pulsed Diode Forward Current ^a	I_{SM}		-	-	-72	
Body Diode Voltage	V_{SD}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}, I_S = -19\text{ A}, V_{GS} = 0\text{ V}^b$	-	-	-5.0	V
Body Diode Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}, I_F = -19\text{ A}, dI/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}^b$	-	130	260	ns
Body Diode Reverse Recovery Charge	Q_{rr}		-	0.35	0.70	μC
Forward Turn-On Time	t_{on}	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S and L_D)				

Notes

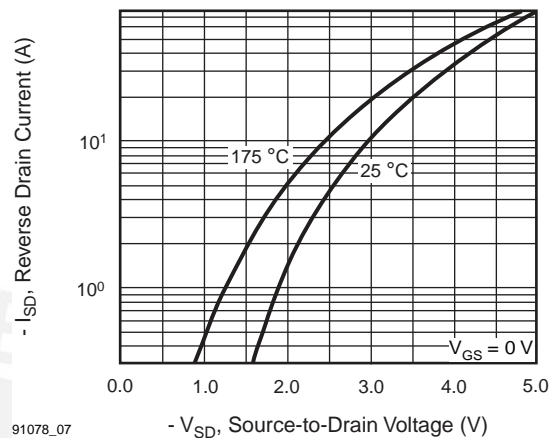
- a. Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- b. Pulse width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

TYPICAL CHARACTERISTICS (25 °C, unless otherwise noted)

Fig. 1 - Typical Output Characteristics, $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Fig. 3 - Typical Transfer Characteristics

Fig. 2 - Typical Output Characteristics, $T_C = 175\text{ }^\circ\text{C}$

Fig. 4 - Normalized On-Resistance vs. Temperature



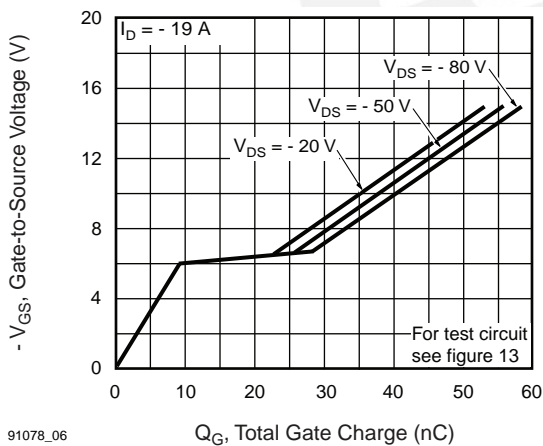
91078_05

Fig. 5 - Typical Capacitance vs. Drain-to-Source Voltage



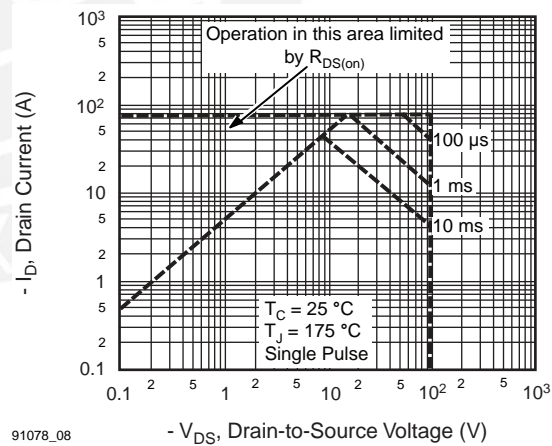
91078_07

Fig. 7 - Typical Source-Drain Diode Forward Voltage



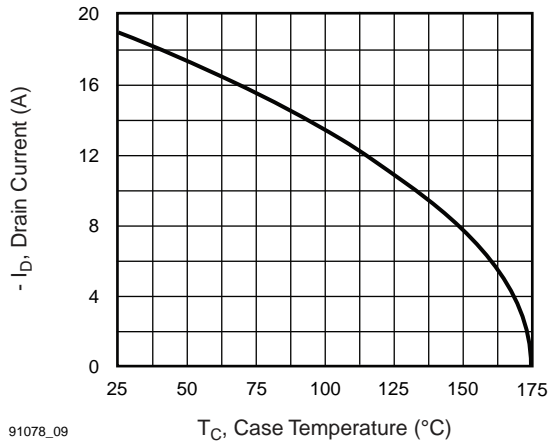
91078_06

Fig. 6 - Typical Gate Charge vs. Gate-to-Source Voltage



91078_08

Fig. 8 - Maximum Safe Operating Area



91078_09

Fig. 9 - Maximum Drain Current vs. Case Temperature

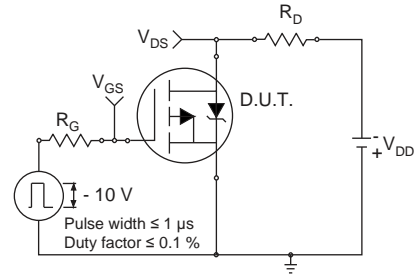


Fig. 10a - Switching Time Test Circuit

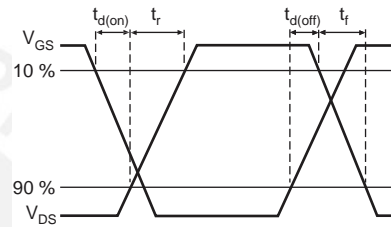
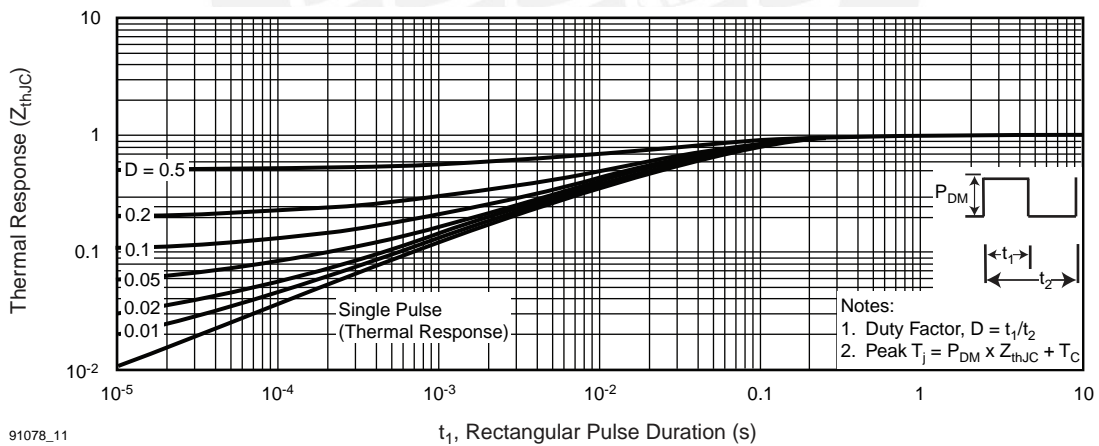


Fig. 10b - Switching Time Waveforms



91078_11

Fig. 11 - Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

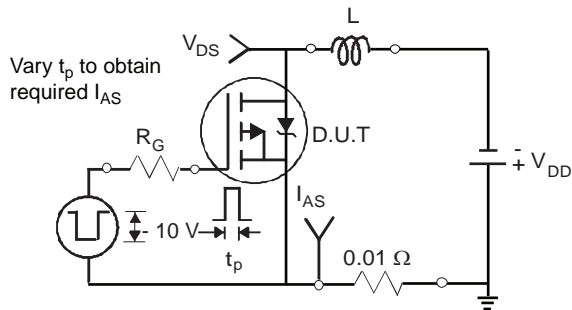


Fig. 12a - Unclamped Inductive Test Circuit

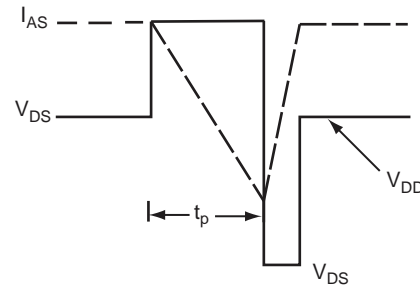


Fig. 12b - Unclamped Inductive Waveforms

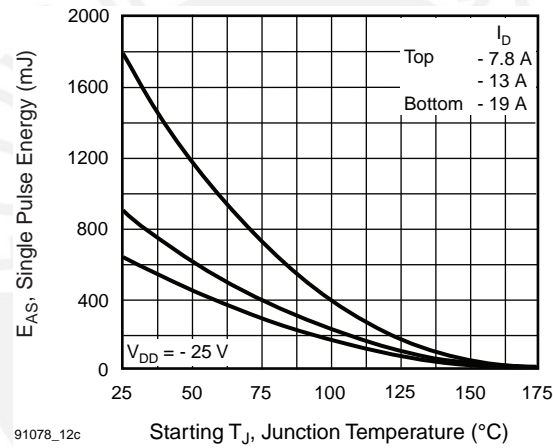


Fig. 12c - Maximum Avalanche Energy vs. Drain Current

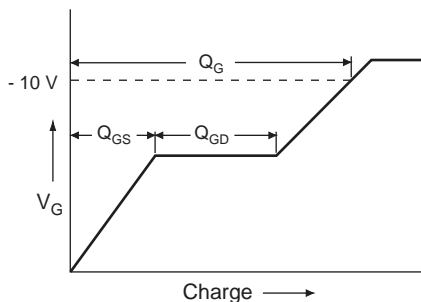


Fig. 13a - Basic Gate Charge Waveform

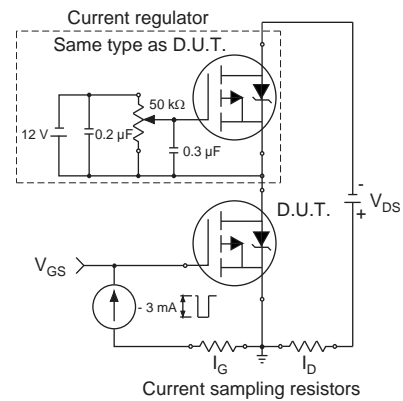
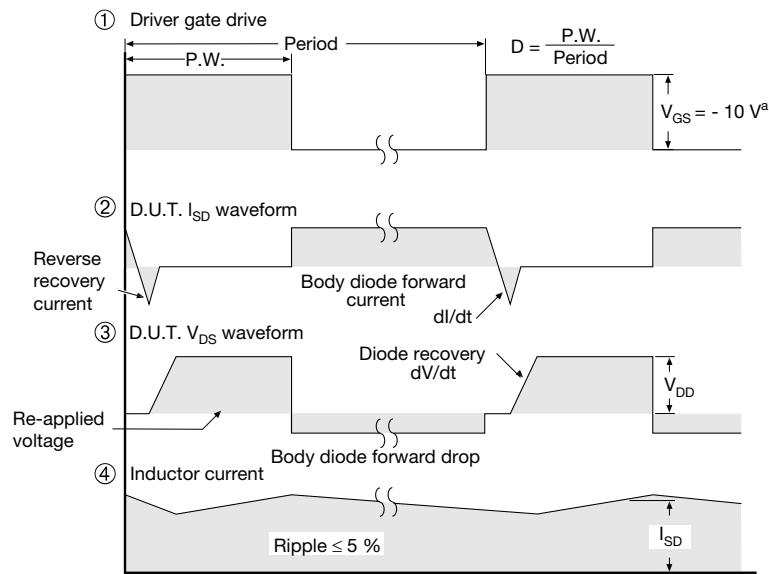
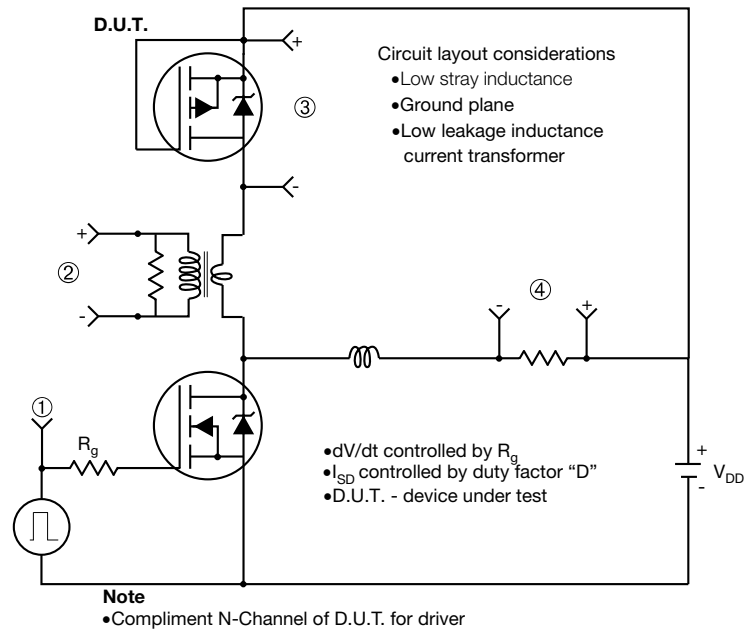


Fig. 13b - Gate Charge Test Circuit

Peak Diode Recovery dV/dt Test Circuit



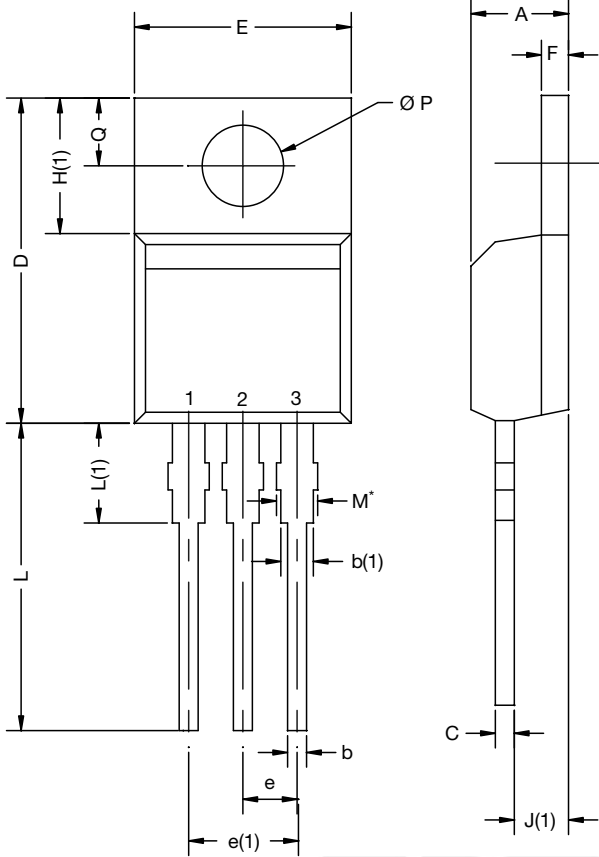
Note

a. $V_{GS} = -5 V$ for logic level and $-3 V$ drive devices

Fig. 14 - For P-Channel

Vishay Siliconix maintains worldwide manufacturing capability. Products may be manufactured at one of several qualified locations. Reliability data for Silicon Technology and Package Reliability represent a composite of all qualified locations. For related documents such as package/tape drawings, part marking, and reliability data, see www.vishay.com/ppg?91078.

TO-220-1

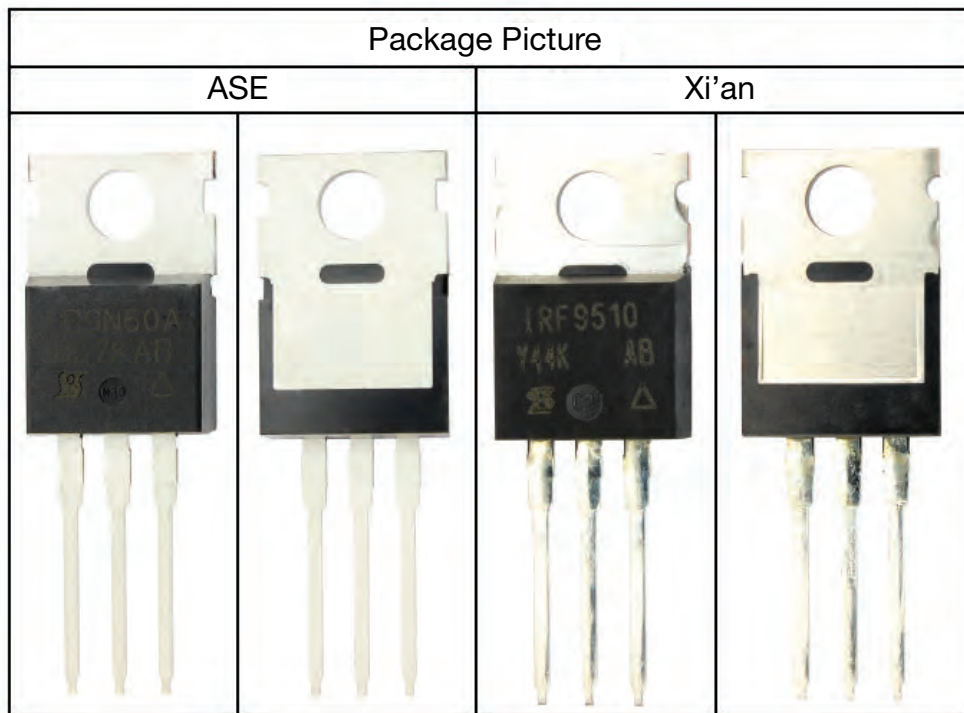


DIM.	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	4.24	4.65	0.167	0.183
b	0.69	1.02	0.027	0.040
b(1)	1.14	1.78	0.045	0.070
c	0.36	0.61	0.014	0.024
D	14.33	15.85	0.564	0.624
E	9.96	10.52	0.392	0.414
e	2.41	2.67	0.095	0.105
e(1)	4.88	5.28	0.192	0.208
F	1.14	1.40	0.045	0.055
H(1)	6.10	6.71	0.240	0.264
J(1)	2.41	2.92	0.095	0.115
L	13.36	14.40	0.526	0.567
L(1)	3.33	4.04	0.131	0.159
Ø P	3.53	3.94	0.139	0.155
Q	2.54	3.00	0.100	0.118

ECN: X15-0364-Rev. C, 14-Dec-15
DWG: 6031

Note

- M* = 0.052 inches to 0.064 inches (dimension including protrusion), heatsink hole for HVM





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

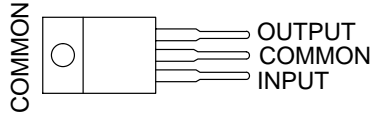
No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

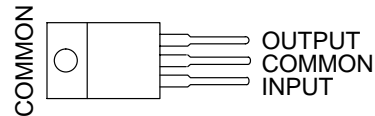
SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

- 3-Terminal Regulators
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection
- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation

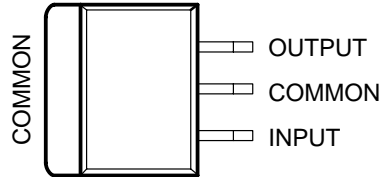
**KC (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)**



**KCS (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)**



**KTE PACKAGE
(TOP VIEW)**



description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

T _J	V _{O(NOM)} (V)	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
	12	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
	15	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	μA7815C
TO-220 (KC)		Tube of 50	μA7815CKC	μA7815C	
TO-220, short shoulder (KCS)		Tube of 20	μA7815CKCS		
24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

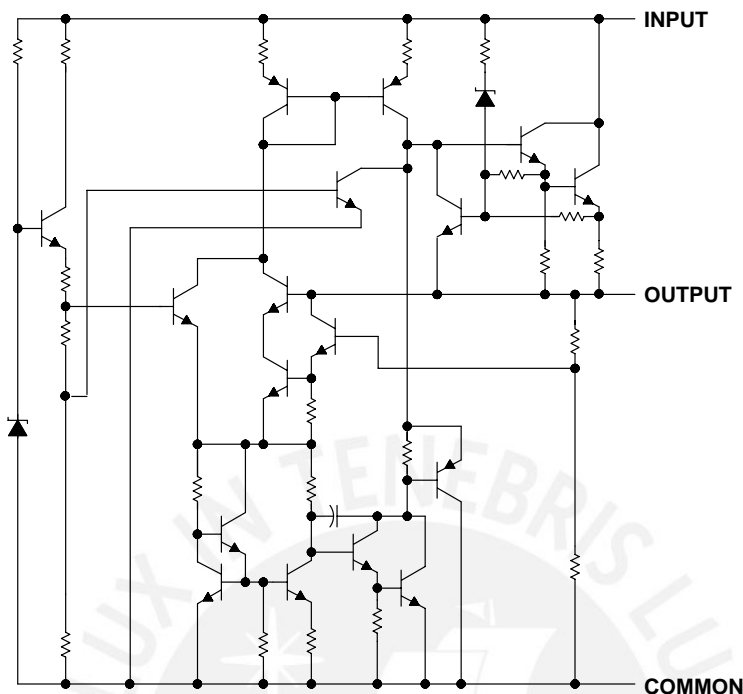
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

schematic



absolute maximum ratings over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)†

Input voltage, V_I : μA7824C	40 V
All others	35 V
Operating virtual junction temperature, T_J	150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

package thermal data (see Note 1)

PACKAGE	BOARD	θ_{JC}	θ_{JA}
POWER-FLEX (KTE)	High K, JESD 51-5	3°C/W	23°C/W
TO-220 (KC/KCS)	High K, JESD 51-5	3°C/W	19°C/W

NOTE 1: Maximum power dissipation is a function of $T_J(\max)$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\max) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_I Input voltage	μA7805C	7	25	V
	μA7808C	10.5	25	
	μA7810C	12.5	28	
	μA7812C	14.5	30	
	μA7815C	17.5	30	
	μA7824C	27	38	
I_O Output current		1.5		A
T_J Operating virtual junction temperature	μA7800C series	0	125	°C

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 10\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7805C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		3	100	mV
	$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$			1	50	
Ripple rejection	$V_I = 8\text{ V to }18\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	62	78		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		15	100	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			5	50	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.017		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1.1		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		40		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.2	8	mA
Bias current change	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1.3	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		750		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 14\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7808C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	7.7	8	8.3	V
		0°C to 125°C	7.6		8.4	
Input voltage regulation	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		6	160	mV
	$V_I = 11\text{ V to }17\text{ V}$			2	80	
Ripple rejection	$V_I = 11.5\text{ V to }21.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	72		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	160	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	80	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.016			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-0.8			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	52			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.3	8		mA
Bias current change	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	450			mA
Peak output current		25°C	2.2			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 17\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7810C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	9.6	10	10.4	V
		0°C to 125°C	9.5	10	10.5	
Input voltage regulation	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	25°C		7	200	mV
	$V_I = 14\text{ V to }20\text{ V}$			2	100	
Ripple rejection	$V_I = 13\text{ V to }23\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	200	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	100	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.018			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	70			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.3	8		mA
Bias current change	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	400			mA
Peak output current		25°C	2.2			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7812C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	11.5	12	12.5	V
		0°C to 125°C	11.4		12.6	
Input voltage regulation	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C		10	240	mV
	$V_I = 16\text{ V to }22\text{ V}$			3	120	
Ripple rejection	$V_I = 15\text{ V to }25\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	240	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	120	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.018			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	75			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.3	8		mA
Bias current change	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	350			mA
Peak output current		25°C	2.2			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 23\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7815C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	14.4	15	15.6	V
		0°C to 125°C	14.25		15.75	
Input voltage regulation	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C		11	300	mV
	$V_I = 20\text{ V to }26\text{ V}$			3	150	
Ripple rejection	$V_I = 18.5\text{ V to }28.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	54	70		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	300	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	150	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.019			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	90			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.4	8		mA
Bias current change	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	230			mA
Peak output current		25°C	2.1			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



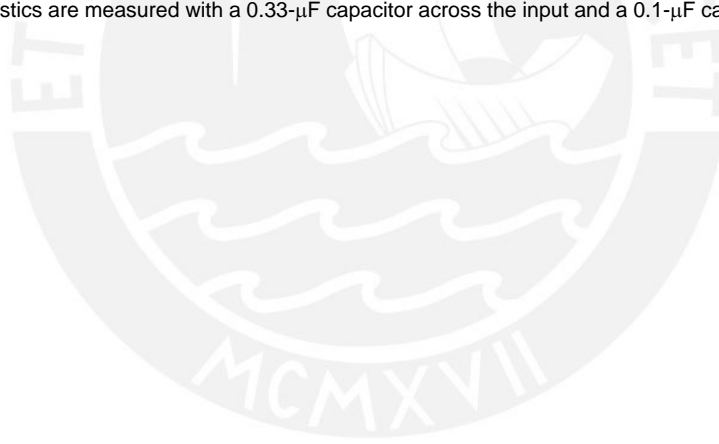
μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 33\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7824C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$	25°C	23	24	25	V
		0°C to 125°C	22.8		25.2	
Input voltage regulation	$V_I = 27\text{ V to }38\text{ V}$	25°C		18	480	mV
	$V_I = 30\text{ V to }36\text{ V}$			6	240	
Ripple rejection	$V_I = 28\text{ V to }38\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	50	66		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	480	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	240	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.028			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1.5			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	170			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current		25°C	4.6	8		mA
Bias current change	$V_I = 27\text{ V to }38\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C	150			mA
Peak output current		25°C	2.1			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



APPLICATION INFORMATION

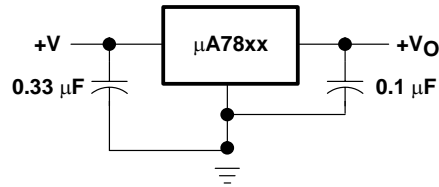


Figure 1. Fixed-Output Regulator

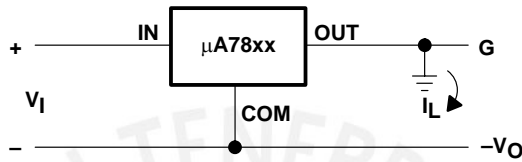
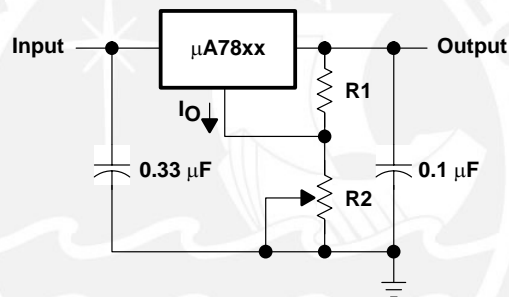


Figure 2. Positive Regulator in Negative Configuration (V_I Must Float)



NOTE A: The following formula is used when V_{xx} is the nominal output voltage (output to common) of the fixed regulator:

$$V_O = V_{xx} + \left(\frac{V_{xx}}{R_1} + I_O \right) R_2$$

Figure 3. Adjustable-Output Regulator

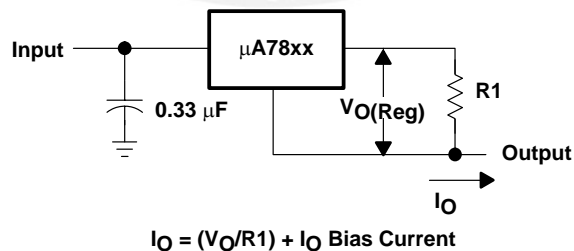


Figure 4. Current Regulator

APPLICATION INFORMATION

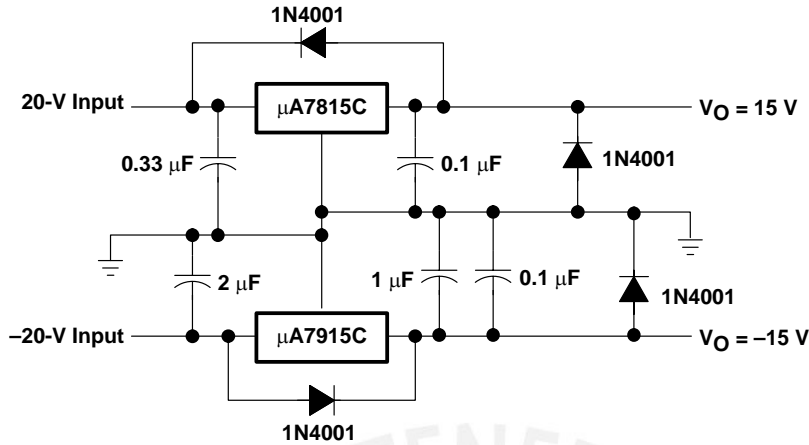


Figure 5. Regulated Dual Supply

operation with a load common to a voltage of opposite polarity

In many cases, a regulator powers a load that is not connected to ground but, instead, is connected to a voltage source of opposite polarity (e.g., operational amplifiers, level-shifting circuits, etc.). In these cases, a clamp diode should be connected to the regulator output as shown in Figure 6. This protects the regulator from output polarity reversals during startup and short-circuit operation.

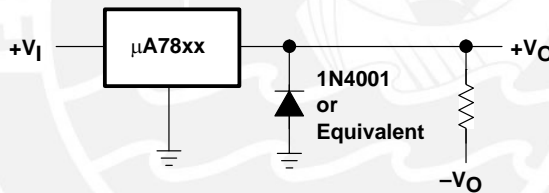


Figure 6. Output Polarity-Reversal-Protection Circuit

reverse-bias protection

Occasionally, the input voltage to the regulator can collapse faster than the output voltage. This can occur, for example, when the input supply is crowbarred during an output overvoltage condition. If the output voltage is greater than approximately 7 V, the emitter-base junction of the series-pass element (internal or external) could break down and be damaged. To prevent this, a diode shunt can be used as shown in Figure 7.

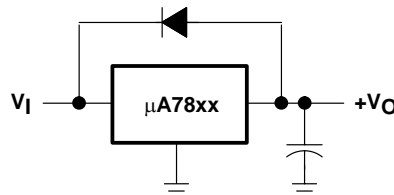
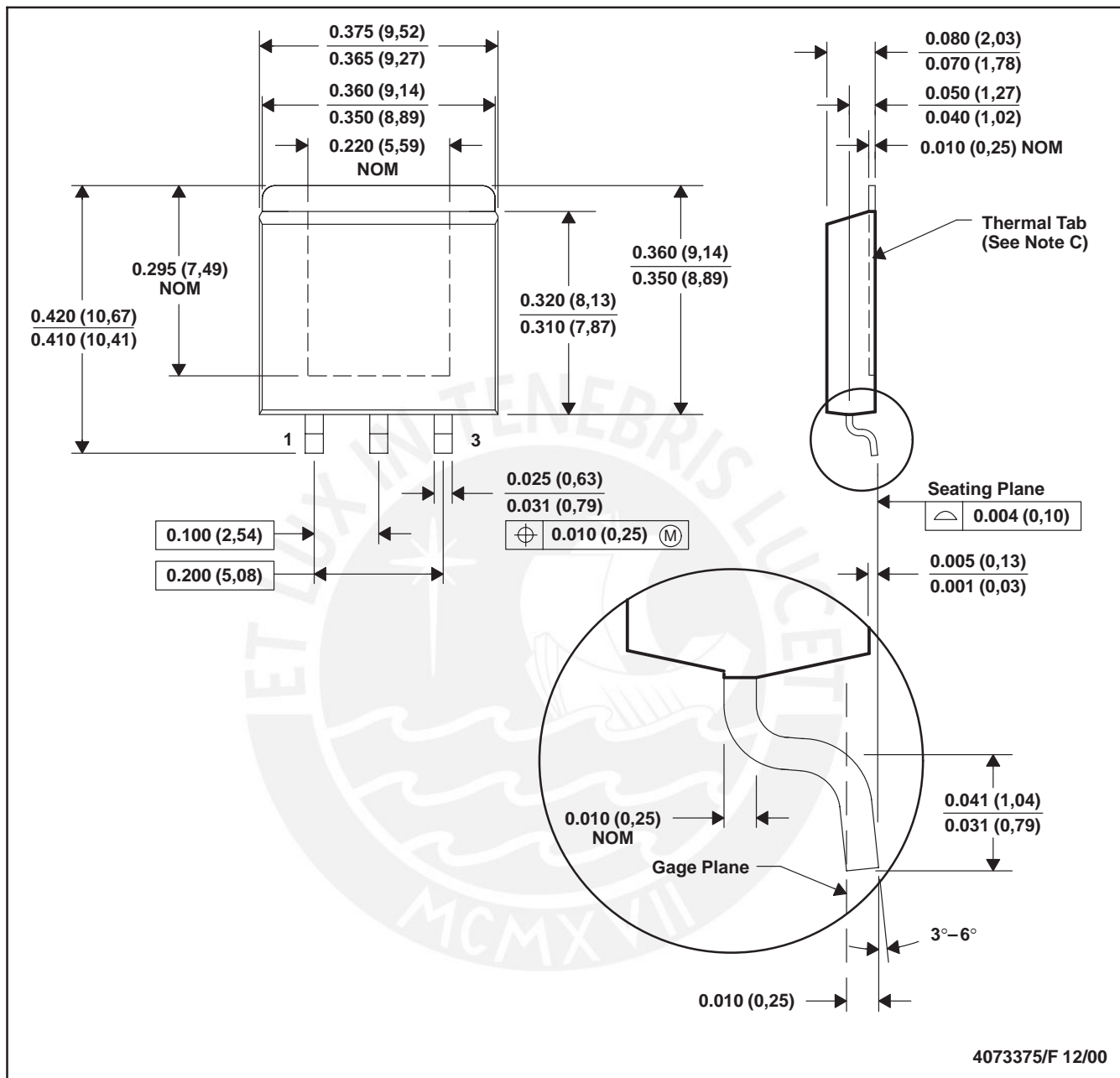


Figure 7. Reverse-Bias-Protection Circuit

KTE (R-PSFM-G3)

PowerFLEX™ PLASTIC FLANGE-MOUNT



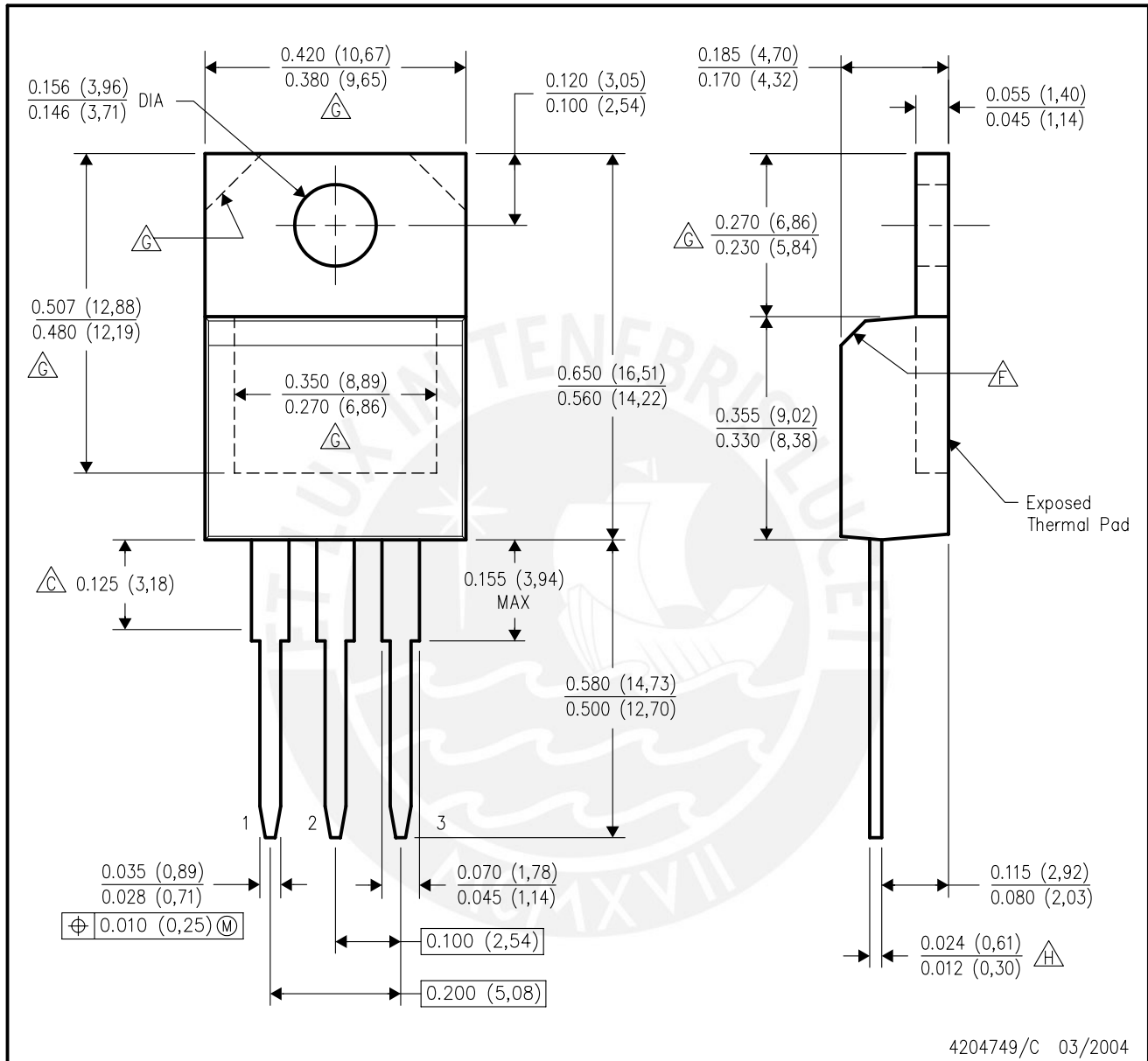
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. The center lead is in electrical contact with the thermal tab.
 D. Dimensions do not include mold protrusions, not to exceed 0.006 (0,15).
 E. Falls within JEDEC MO-169

PowerFLEX is a trademark of Texas Instruments.



KCS (R-PSFM-T3)

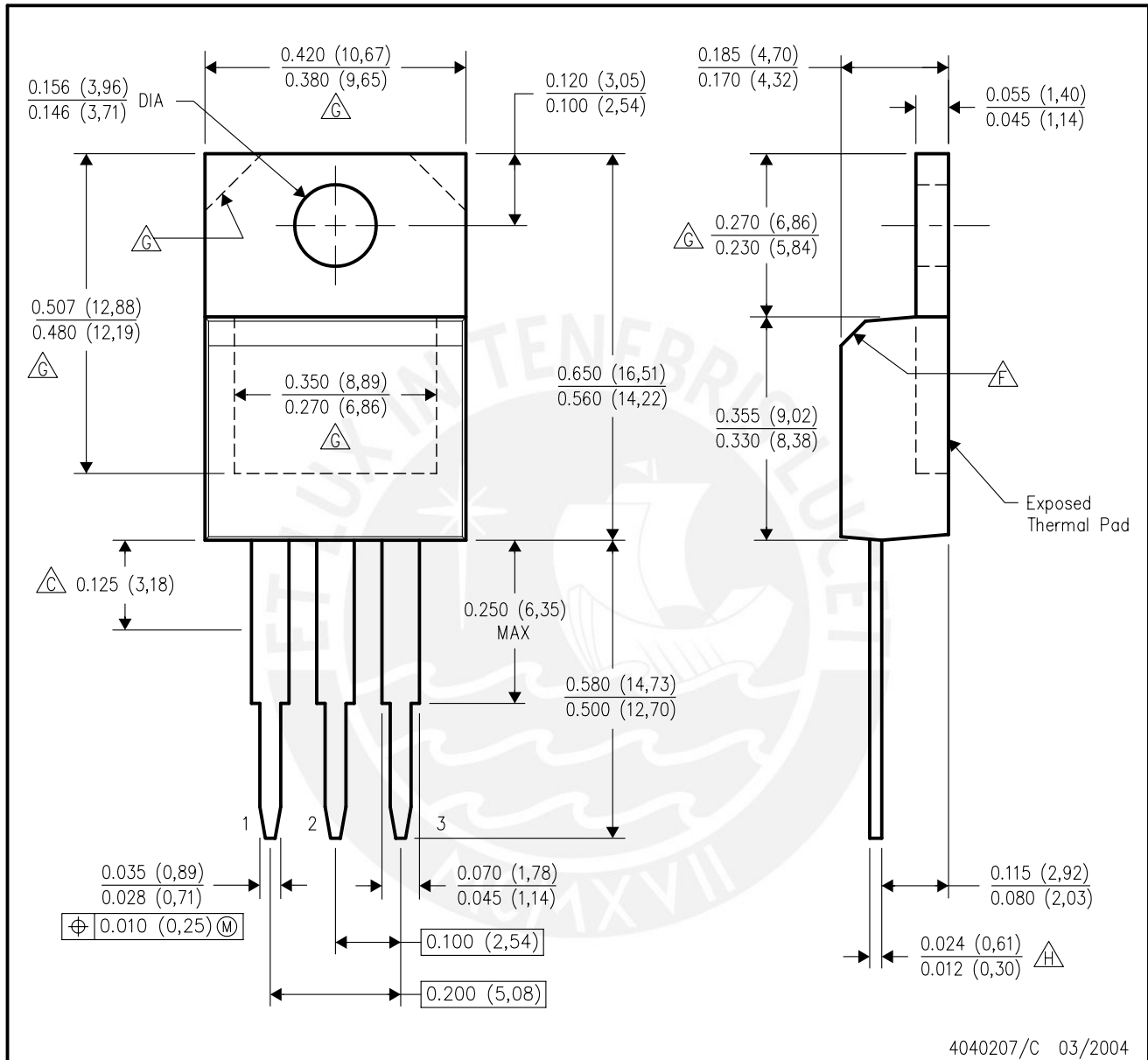
PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Lead dimensions are not controlled within this area.
 - D. All lead dimensions apply before solder dip.
 - E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - F. The chamfer is optional.
 - G. Thermal pad contour optional within these dimensions.
 - H. Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum lead thickness.

KC (R-PSFM-T3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - △C Lead dimensions are not controlled within this area.
 - D. All lead dimensions apply before solder dip.
 - E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - △F The chamfer is optional.
 - △G Thermal pad contour optional within these dimensions.
 - △H Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum lead thickness.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

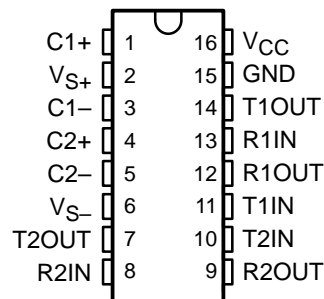
Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

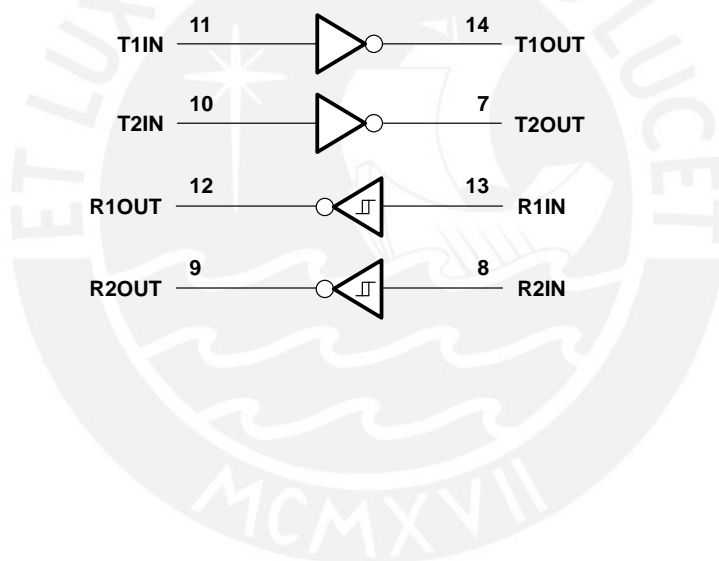
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	73°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	–65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage			±30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	–40	85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V, All outputs open, $T_A = 25^\circ\text{C}$		8	10	mA

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5$ V \pm 0.5 V.

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V	300			Ω
I _{OS} §	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0		±10		mA
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN V _I = 0			200	μA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT I _{OH} = -1 mA	3.5			V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	R1OUT, R2OUT I _{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V _{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.8	1.2		V
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN V _{CC} = 5, T _A = 25°C	3	5	7	kΩ

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

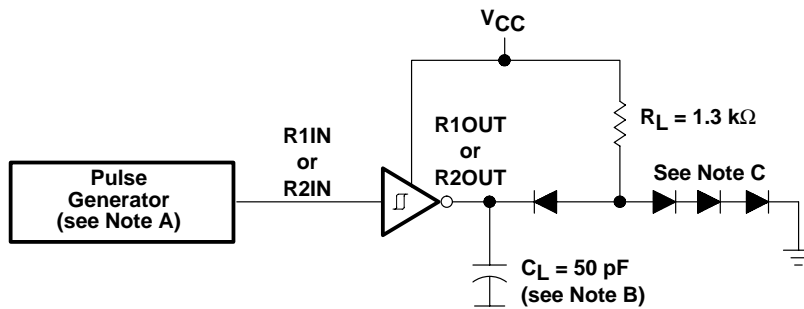
switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER		TYP	UNIT
t _{PLH(R)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
t _{PHL(R)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

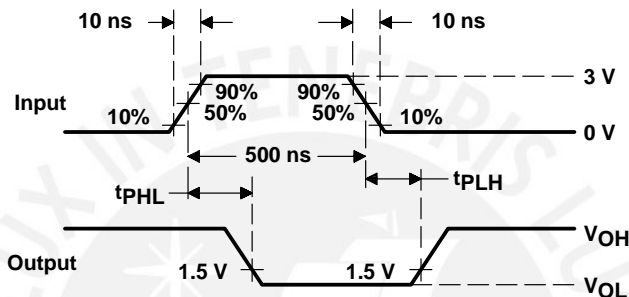
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.



PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



WAVEFORMS

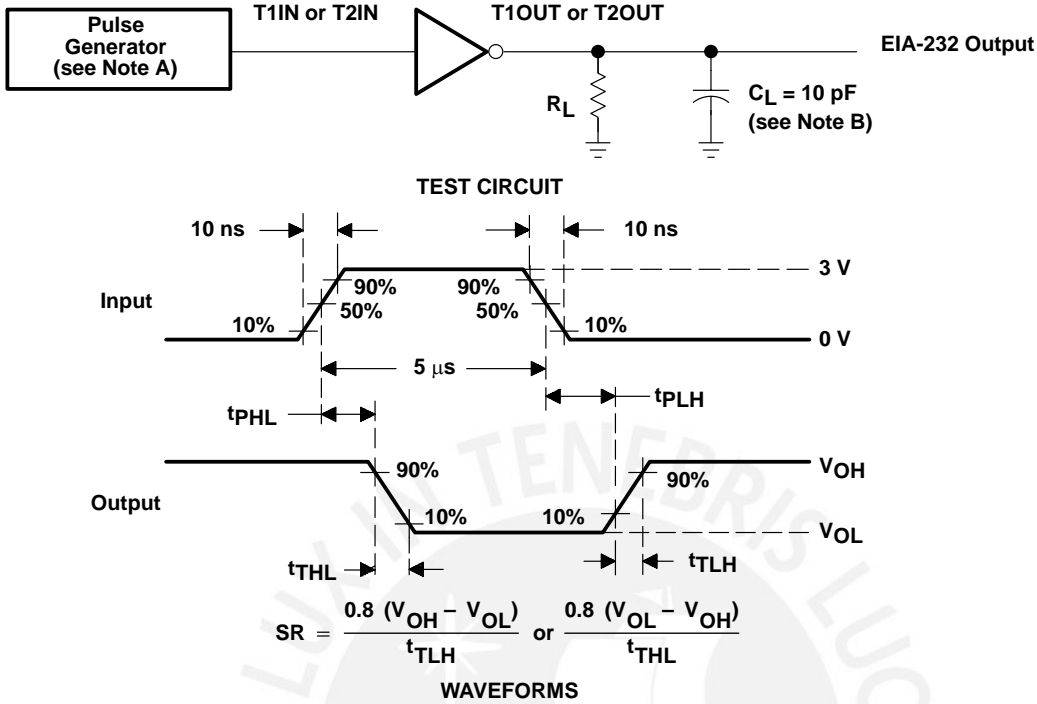
- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle 50%.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

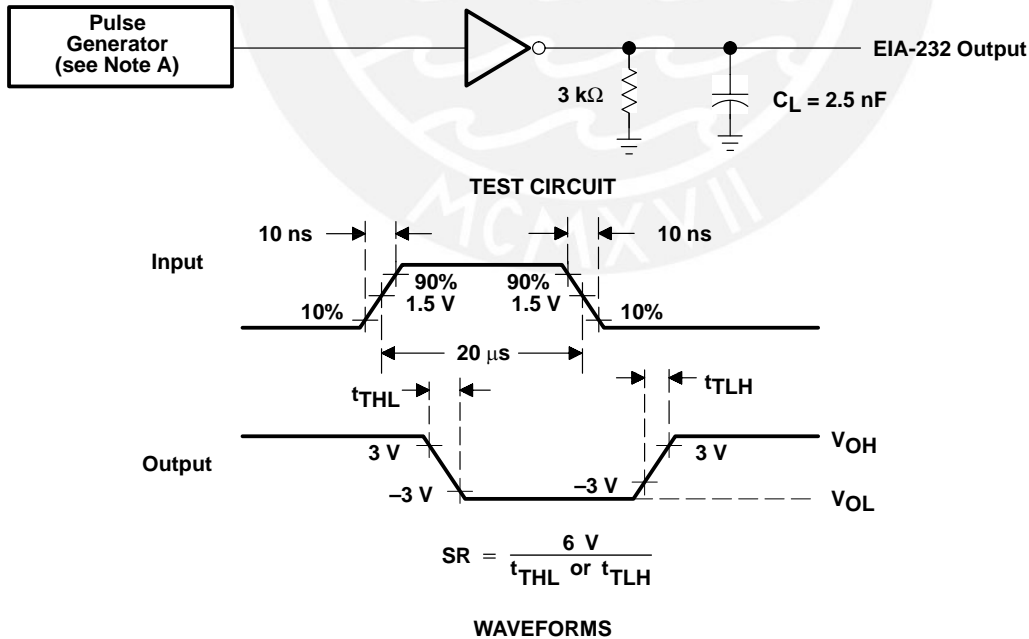
SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle 50%.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

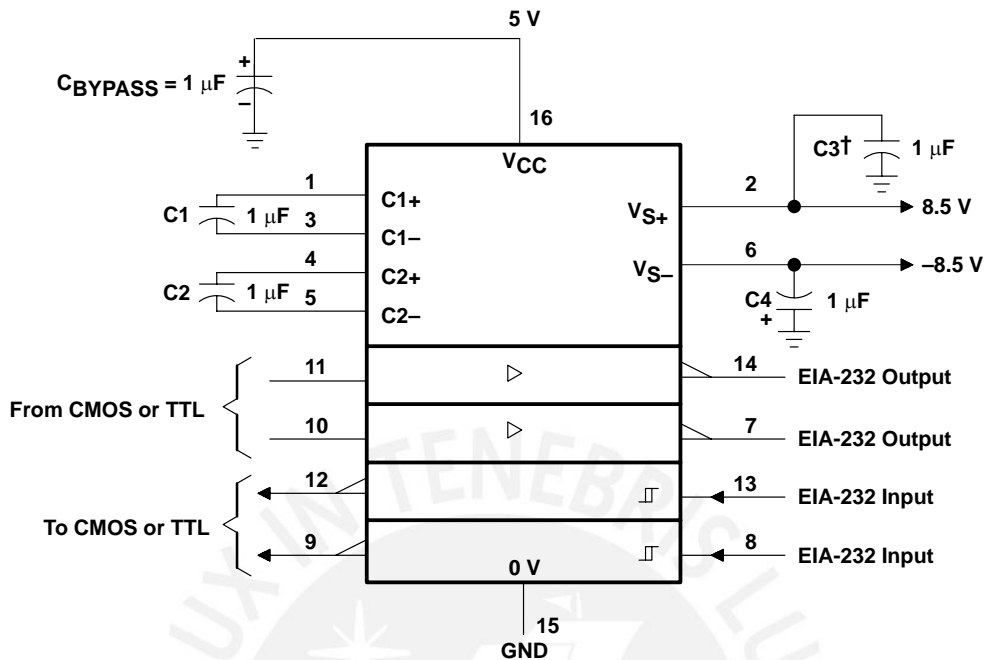
Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μs Input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle 50%.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20- μs Input)

APPLICATION INFORMATION



[†] $C3$ can be connected to V_{CC} or GND.

Figure 4. Typical Operating Circuit

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Mailing Address:

Texas Instruments
Post Office Box 655303
Dallas, Texas 75265

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.



Texas Instruments

<http://www.ti.com>

This file is the datasheet for the following electronic components:

MAX232 - <http://www.ti.com/product/max232?HQS=TI-null-null-dscatalog-df-pf-null-ww>





Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 μ A and 500 μ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 μ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488–MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

Low-Power RS-485 Transceivers
Low-Power RS-422 Transceivers
Level Translators
Transceivers for EMI-Sensitive Applications
Industrial-Control Local Area Networks

Features

- ◆ In μ MAX Package: Smallest 8-Pin SO
- ◆ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483/487/488/489)
- ◆ 0.1 μ A Low-Current Shutdown Mode (MAX481/483/487)
- ◆ Low Quiescent Current:
120 μ A (MAX483/487/488/489)
230 μ A (MAX1487)
300 μ A (MAX481/485/490/491)
- ◆ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ◆ Three-State Outputs
- ◆ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481/485/490/491/1487)
- ◆ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ◆ Operate from a Single 5V Supply
- ◆ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487/MAX1487)
- ◆ Current-Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
MAX481C/D	0°C to +70°C	Dice*

Ordering Information continued at end of data sheet.

* Contact factory for dice specifications.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (μ A)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V _{CC}).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin μMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	MAX4_C_/MAX1487C_A.....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX4_E_/MAX1487E_A.....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)	727mW	MAX4_MJ_/MAX1487MJA.....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) ..	800mW	Storage Temperature Range.....	-65°C to +160°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V _{OD1}				5	V
Differential Driver Output (with load)	V _{OD2}	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V _{OC}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Input High Voltage	V _{IH}	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	V _{IL}	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	I _{IN1}	DE, DI, RE			±2	μA
Input Current (A, B)	I _{IN2}	DE = 0V; V _{CC} = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	V _{IN} = 12V		1.0	mA
			V _{IN} = -7V		-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, V _{CC} = 0V or 5.25V	V _{IN} = 12V		0.25	mA
			V _{IN} = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	V _{TH}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV _{TH}	V _{CM} = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	V _{OH}	I _O = -4mA, V _{ID} = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V _{OL}	I _O = 4mA, V _{ID} = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I _{OZR}	0.4V ≤ V _O ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R _{IN}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			kΩ
		-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, MAX487/MAX1487	48			kΩ

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current (Note 3)	I_{CC}	MAX488/MAX489, DE, DI, $\overline{RE} = 0V$ or V_{CC}		120	250	μA
		MAX490/MAX491, DE, DI, $\overline{RE} = 0V$ or V_{CC}		300	500	
		MAX481/MAX485, $\overline{RE} = 0V$ or V_{CC}	DE = V_{CC}	500	900	
			DE = 0V	300	500	
		MAX1487, $\overline{RE} = 0V$ or V_{CC}	DE = V_{CC}	300	500	
			DE = 0V	230	400	
MAX483/MAX487, $\overline{RE} = 0V$ or V_{CC}	DE = 5V	MAX483	350	650		
		MAX487	250	400		
		DE = 0V	120	250		
Supply Current in Shutdown	I_{SHDN}	MAX481/483/487, DE = 0V, $\overline{RE} = V_{CC}$		0.1	10	μA
Driver Short-Circuit Current, $V_O = \text{High}$	I_{OSD1}	$-7V \leq V_O \leq 12V$ (Note 4)	35		250	mA
Driver Short-Circuit Current, $V_O = \text{Low}$	I_{OSD2}	$-7V \leq V_O \leq 12V$ (Note 4)	35		250	mA
Receiver Short-Circuit Current	I_{OSR}	$0V \leq V_O \leq V_{CC}$	7		95	mA

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t_{PLH}	Figures 6 and 8, $R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100pF$	10	30	60	ns	
	t_{PHL}		10	30	60		
Driver Output Skew to Output	t_{SKEW}	Figures 6 and 8, $R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100pF$		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t_R, t_F	Figures 6 and 8, $R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100pF$	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
			MAX490M, MAX491M	3	15	40	
Driver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 7 and 9, $C_L = 100pF$, S2 closed		40	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 7 and 9, $C_L = 100pF$, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 7 and 9, $C_L = 15pF$, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 7 and 9, $C_L = 15pF$, S2 closed		40	70	ns	
Receiver Input to Output	t_{PLH}, t_{PHL}	Figures 6 and 10, $R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100pF$	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
Differential Receiver Skew	t_{SKD}	Figures 6 and 10, $R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100pF$		13		ns	
Receiver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 5 and 11, $C_{RL} = 15pF$, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 5 and 11, $C_{RL} = 15pF$, S2 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 5 and 11, $C_{RL} = 15pF$, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 5 and 11, $C_{RL} = 15pF$, S2 closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f_{MAX}		2.5			Mbps	
Time to Shutdown	t_{SHDN}	MAX481 (Note 5)	50	200	600	ns	

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX489/MAX491/MAX1487

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t _{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t _{PHL}		250		2000	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}	t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed			2500	ns

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

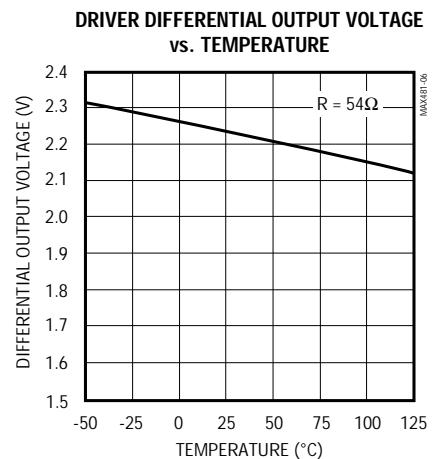
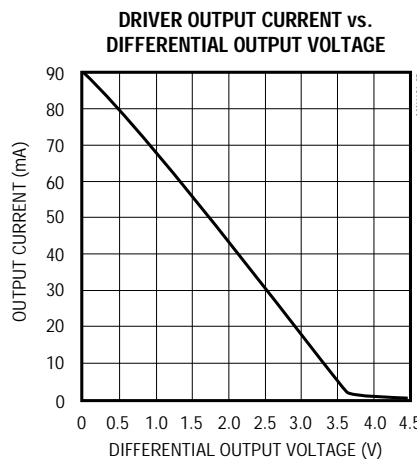
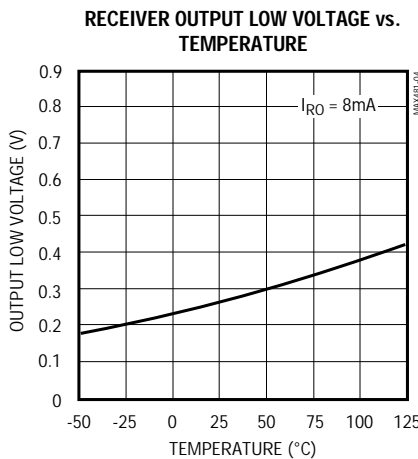
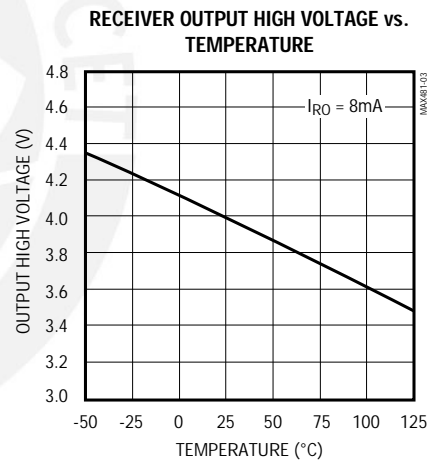
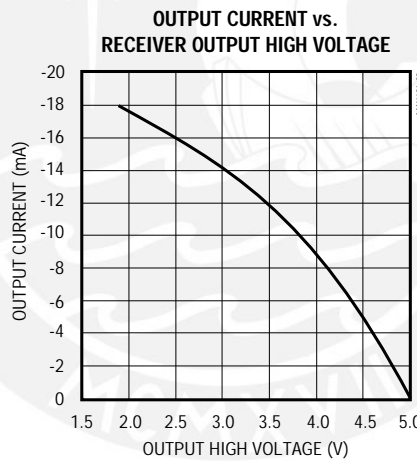
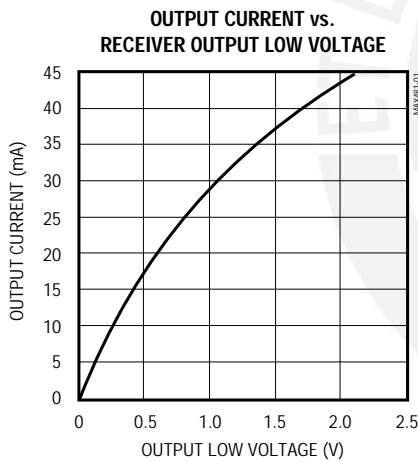
MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- Note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- Note 2:** All typical specifications are given for $V_{CC} = 5V$ and $T_A = +25^\circ C$.
- Note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when $DE = 0V$.
- Note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- Note 5:** The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing \overline{RE} high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

Typical Operating Characteristics

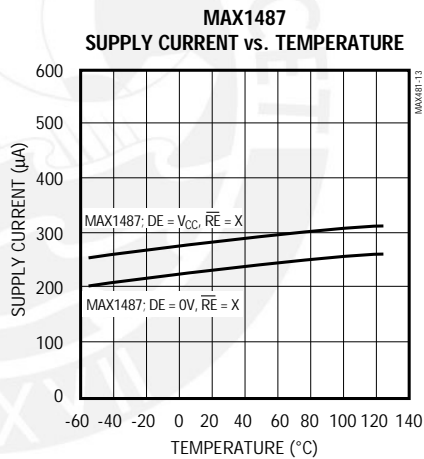
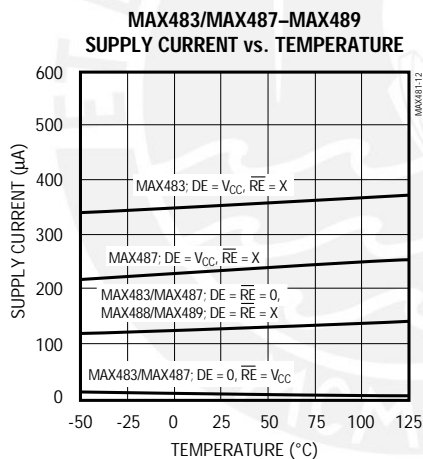
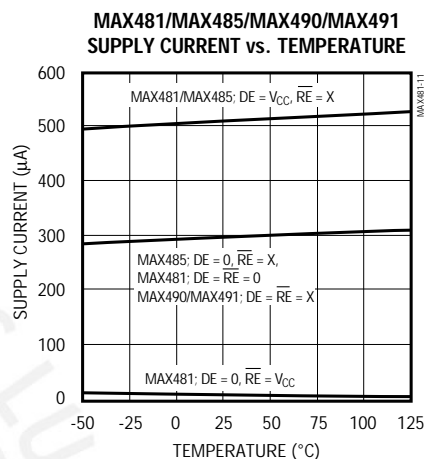
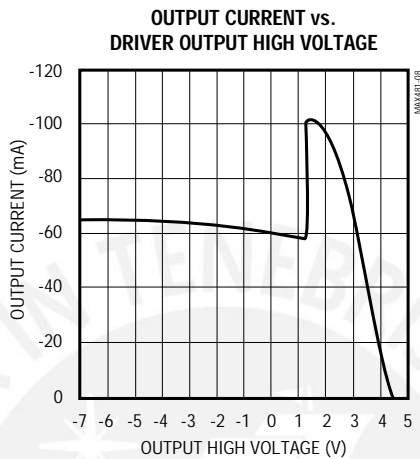
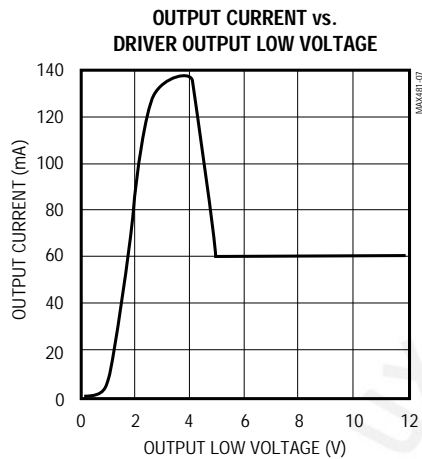
($V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

($V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX481/MAX483/ MAX485/MAX487/ MAX1487		MAX488/ MAX490		MAX489/ MAX491		
DIP/SO	μ MAX	DIP/SO	μ MAX	DIP/SO		
1	3	2	4	2	RO	Receiver Output: If $A > B$ by 200mV, RO will be high; If $A < B$ by 200mV, RO will be low.
2	4	—	—	3	\overline{RE}	Receiver Output Enable. RO is enabled when \overline{RE} is low; RO is high impedance when \overline{RE} is high.
3	5	—	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if \overline{RE} is low.
4	6	3	5	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	7	4	6	6, 7	GND	Ground
—	—	5	7	9	Y	Noninverting Driver Output
—	—	6	8	10	Z	Inverting Driver Output
6	8	—	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	—	8	2	12	A	Noninverting Receiver Input
7	1	—	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	—	7	1	11	B	Inverting Receiver Input
8	2	1	3	14	VCC	Positive Supply: $4.75V \leq V_{CC} \leq 5.25V$
—	—	—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

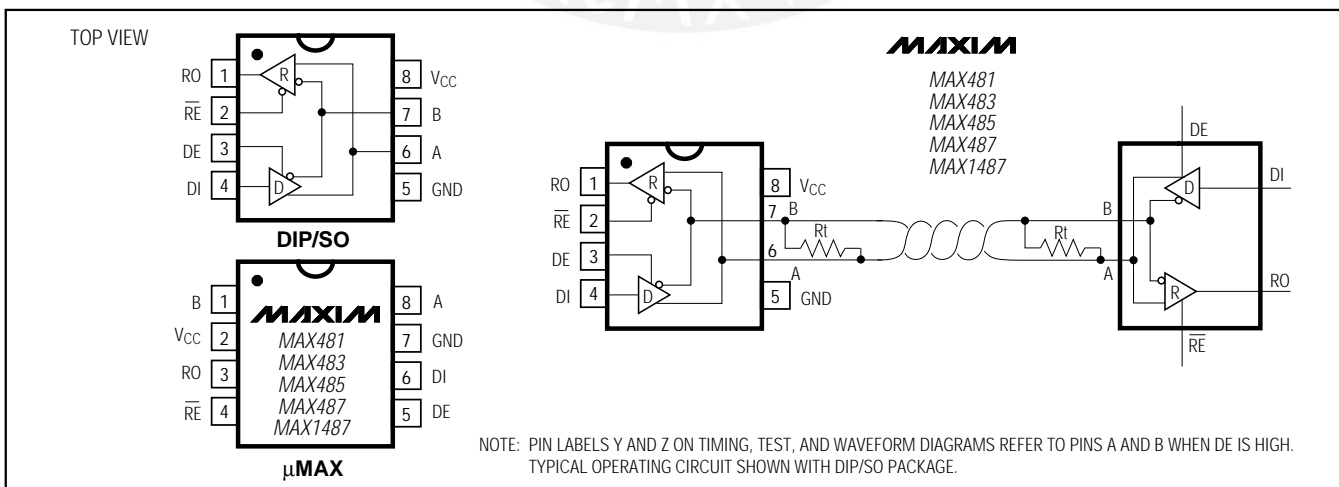


Figure 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

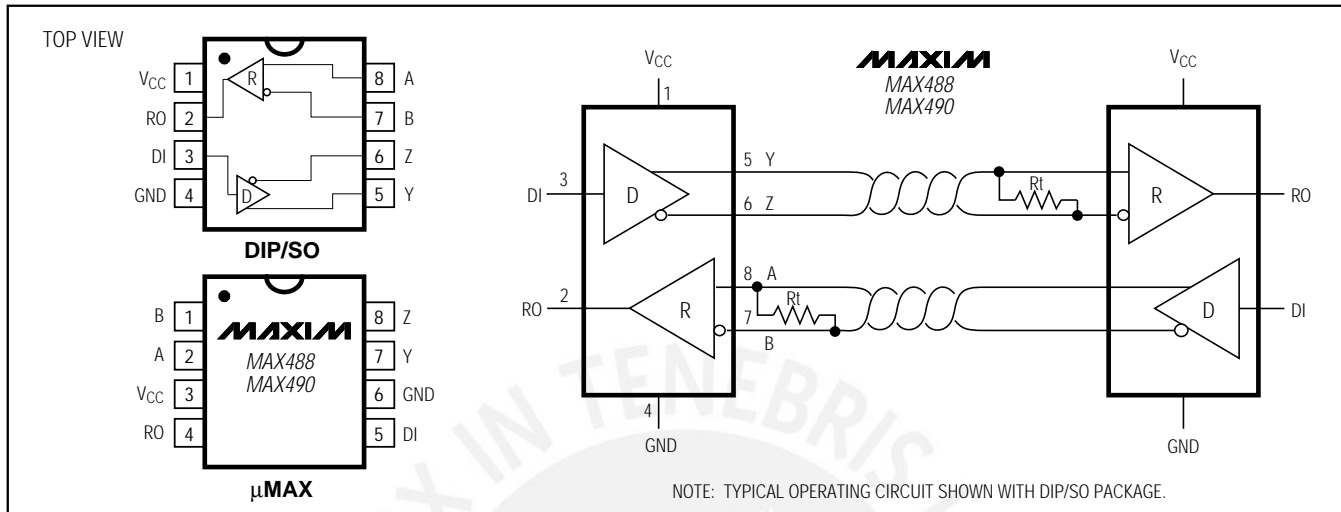


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

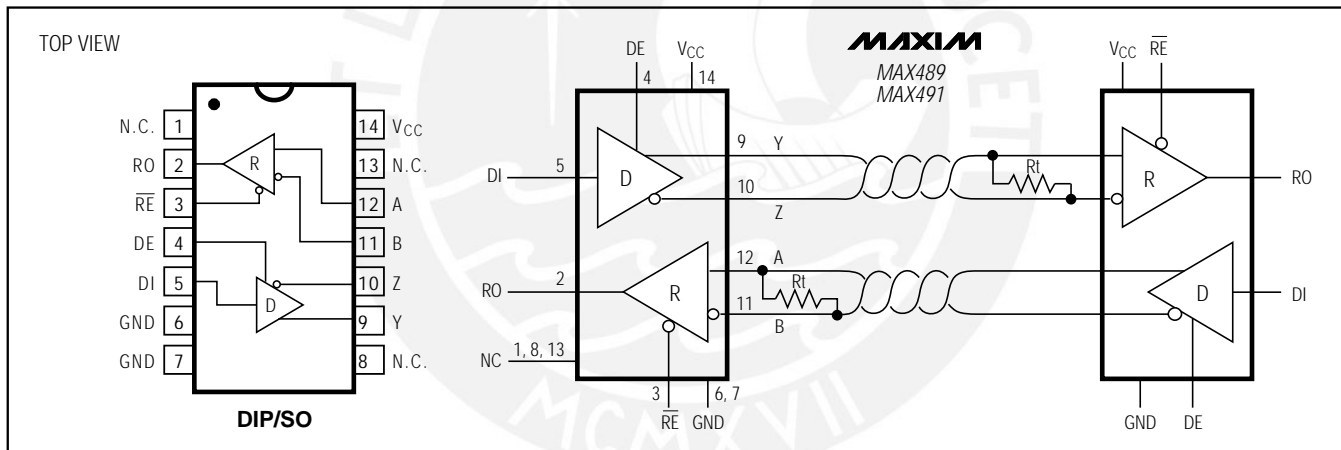


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

The MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 250kbps. The MAX488-MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are half-duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable (\overline{RE}) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487: 128 Transceivers on the Bus

The 48k Ω , 1/4-unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12k Ω input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488-MAX491 have standard 12k Ω Receiver Input impedance.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Test Circuits

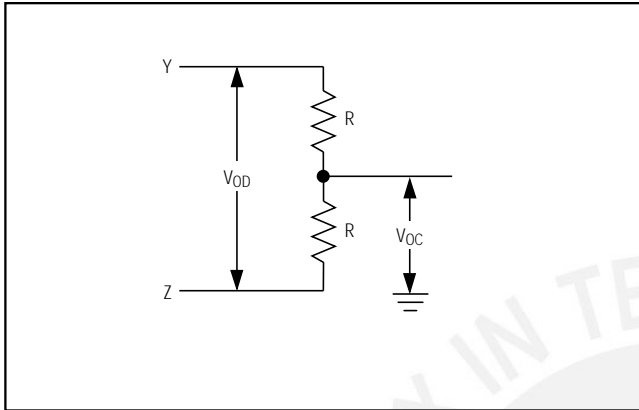


Figure 4. Driver DC Test Load

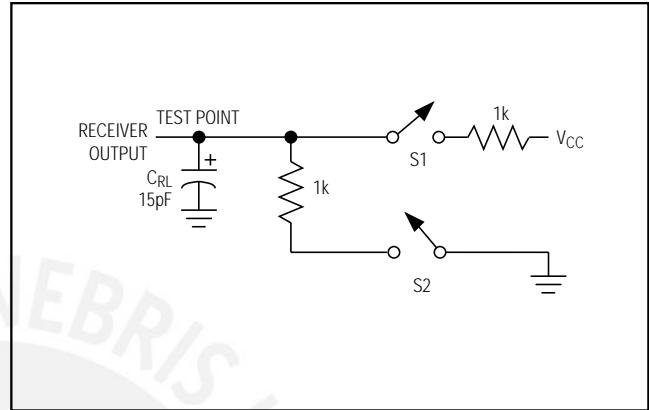


Figure 5. Receiver Timing Test Load

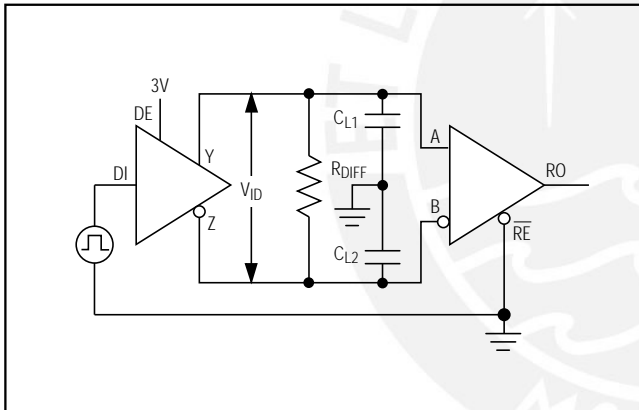


Figure 6. Driver/Receiver Timing Test Circuit

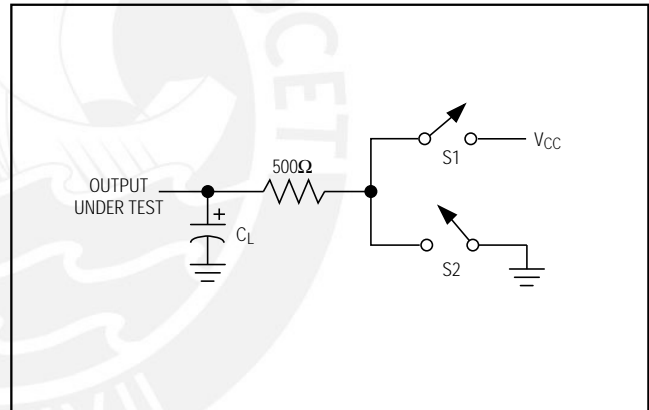


Figure 7. Driver Timing Test Load

MAX483/MAX487/MAX488/MAX489:

Reduced EMI and Reflections

The MAX483 and MAX487–MAX489 are slew-rate limited, minimizing EMI and reducing reflections caused by improperly terminated cables. Figure 12 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 150kHz signal transmitted by a MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, or MAX1487. High-frequency har-

monics with large amplitudes are evident. Figure 13 shows the same information displayed for a MAX483, MAX487, MAX488, or MAX489 transmitting under the same conditions. Figure 13's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487–MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Switching Waveforms

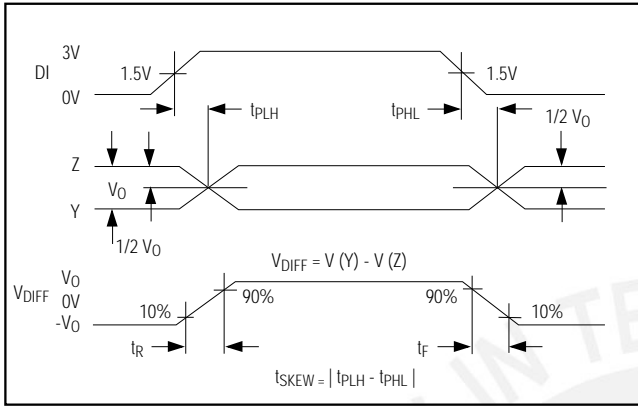


Figure 8. Driver Propagation Delays

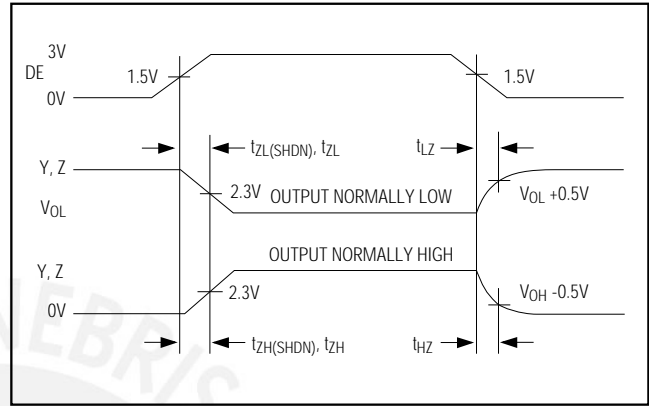


Figure 9. Driver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

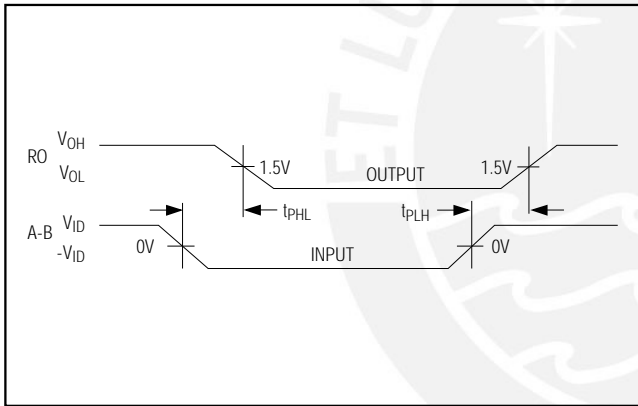


Figure 10. Receiver Propagation Delays

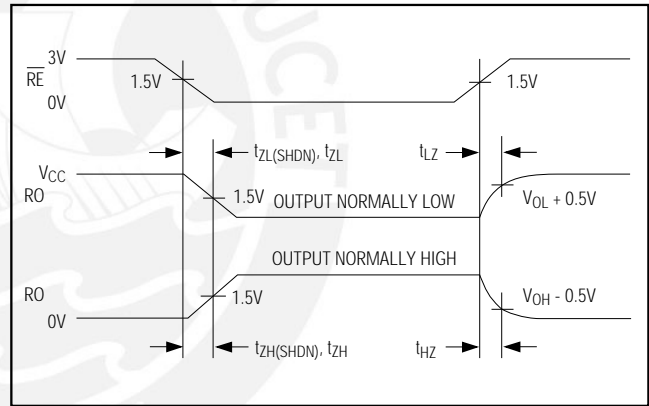


Figure 11. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

Function Tables (MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487)

Table 1. Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
\overline{RE}	DE	DI	Z	Y
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	High-Z	High-Z
1	0	X	High-Z*	High-Z*

X = Don't care
 High-Z = High impedance
 * Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Table 2. Receiving

INPUTS			OUTPUT
\overline{RE}	DE	A-B	RO
0	0	$\geq +0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs open	1
1	0	X	High-Z*

X = Don't care
 High-Z = High impedance
 * Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

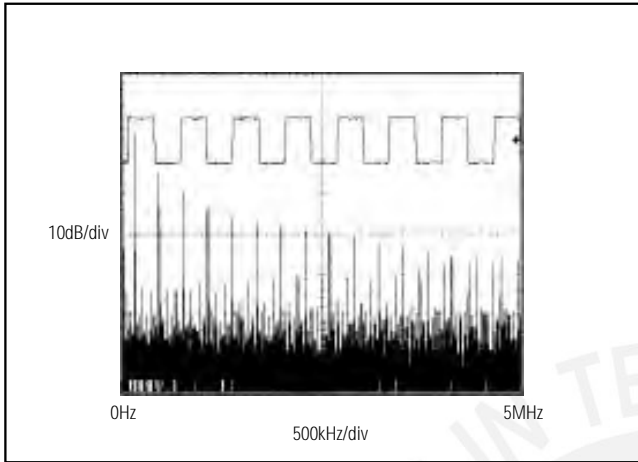


Figure 12. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Transmitters Transmitting a 150kHz Signal

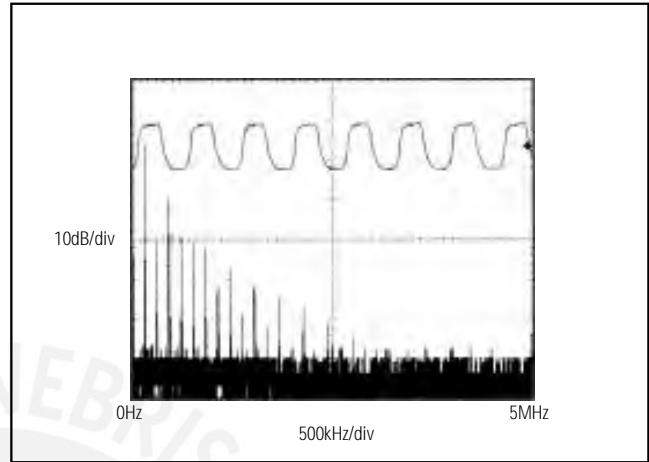


Figure 13. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483/MAX487-MAX489 Transmitters Transmitting a 150kHz Signal

Low-Power Shutdown Mode (MAX481/MAX483/MAX487)

A low-power shutdown mode is initiated by bringing both \overline{RE} high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.1 μ A of supply current.

\overline{RE} and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if \overline{RE} is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For the MAX481, MAX483, and MAX487, the t_{ZH} and t_{ZL} enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485/MAX488-MAX491 and MAX1487 can not be shut down). The $t_{ZH}(SHDN)$ and $t_{ZL}(SHDN)$ enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

It takes the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state ($t_{ZH}(SHDN)$, $t_{ZL}(SHDN)$) than from the operating mode (t_{ZH} , t_{ZL}). (The parts are in operating mode if the \overline{RE} , DE inputs equal a logical 0,1 or 1,1 or 0, 0.)

Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 15-18 using Figure 14's test circuit.

The difference in receiver delay times, $|t_{PLH} - t_{PHL}|$, is typically under 13ns for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 and is typically less than 100ns for the MAX483 and MAX487-MAX489.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483 and MAX487-MAX489.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

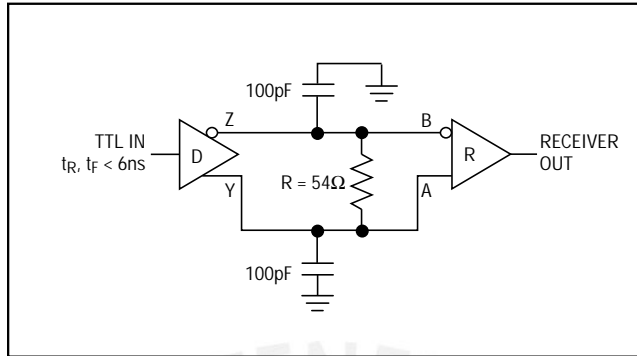


Figure 14. Receiver Propagation Delay Test Circuit

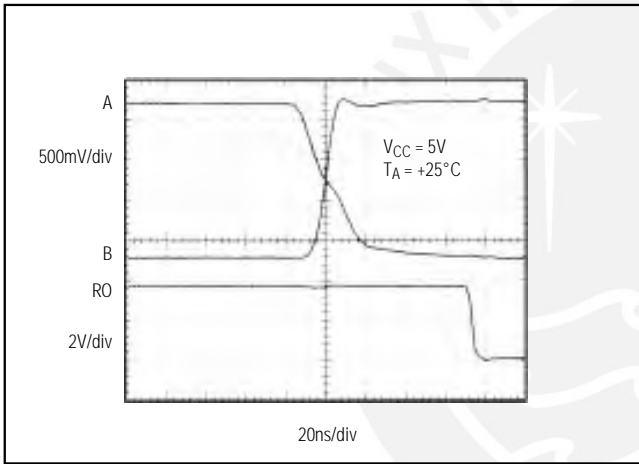


Figure 15. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PHL}

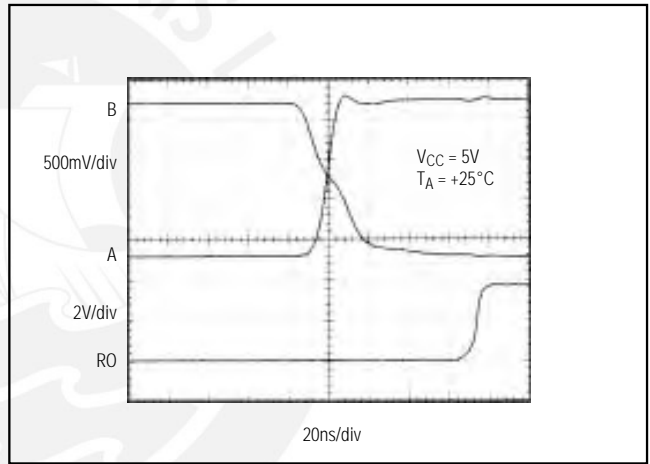


Figure 16. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PLH}

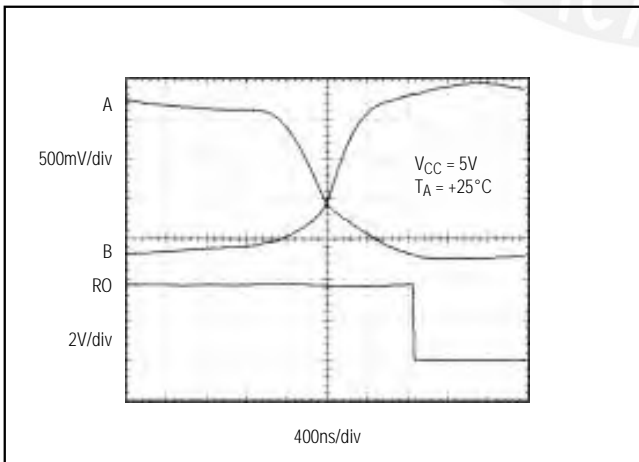


Figure 17. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PHL}

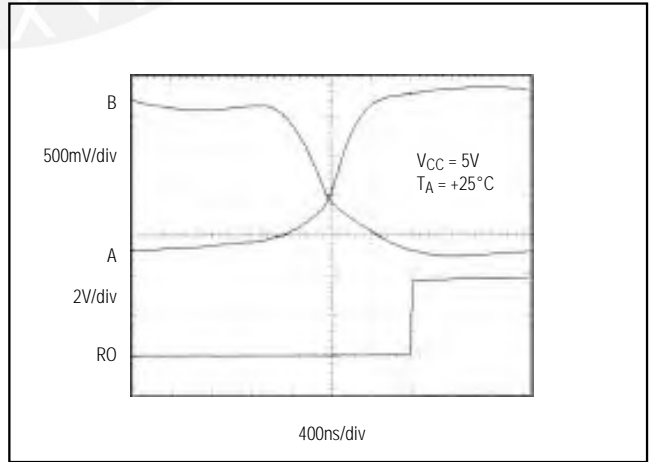


Figure 18. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PLH}

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Line Length vs. Data Rate

The RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. For line lengths greater than 4000 feet, see Figure 23.

Figures 19 and 20 show the system differential voltage for the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair wire at 110kHz into 120Ω loads.

Typical Applications

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, and MAX1487 transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines.

Figures 21 and 22 show typical network applications circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet, as shown in Figure 23.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slew-rate-limited MAX483 and MAX487–MAX489 are more tolerant of imperfect termination.

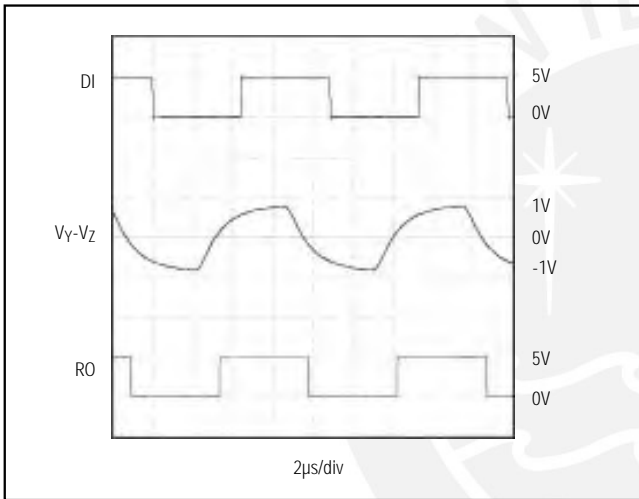


Figure 19. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

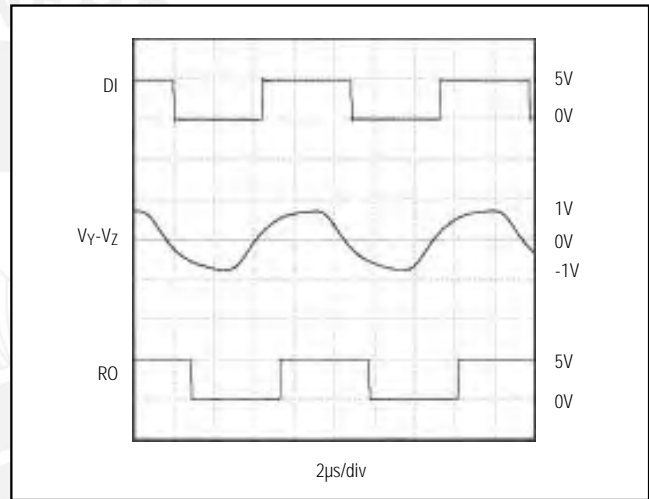


Figure 20. MAX483, MAX487–MAX489 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

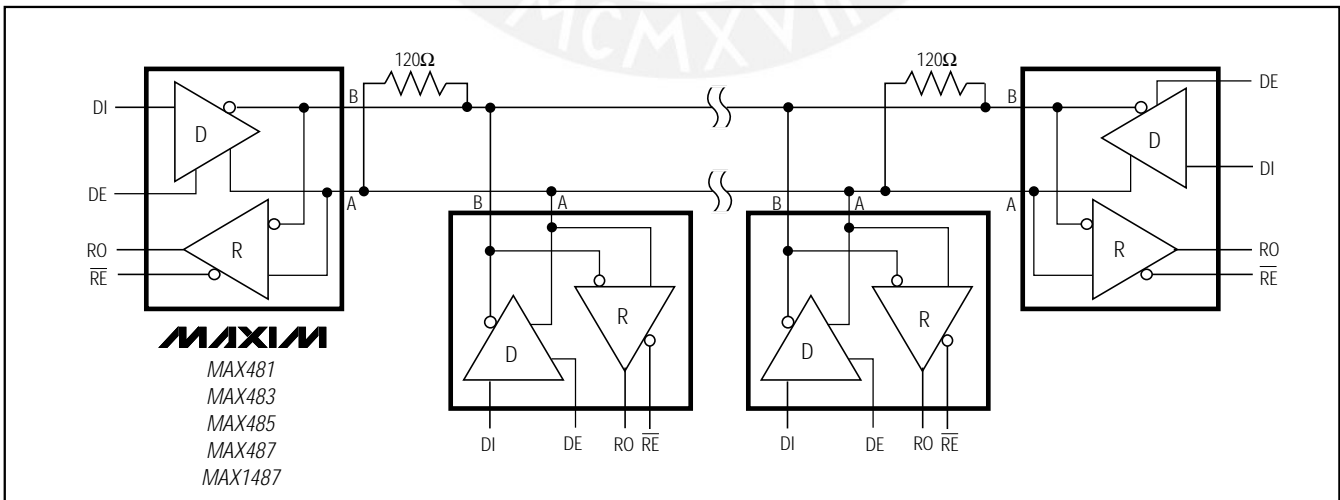


Figure 21. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Typical Half-Duplex RS-485 Network

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487–MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

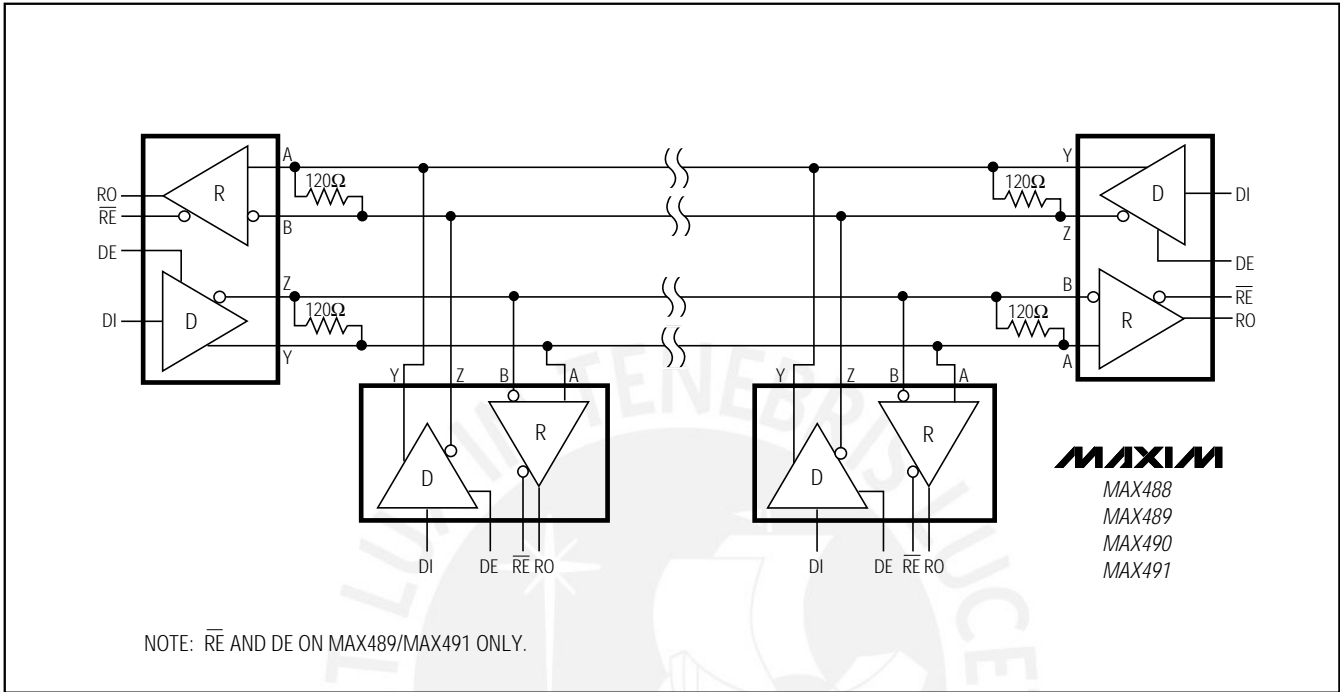


Figure 22. MAX488-MAX491 Full-Duplex RS-485 Network

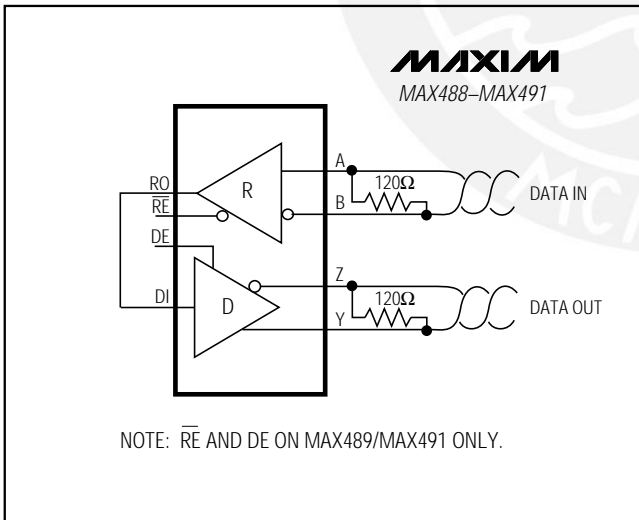


Figure 23. Line Repeater for MAX488-MAX491

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.

Isolated RS-485

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

__ Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX481ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX481MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX483 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX483CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX483CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX483C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX483EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX483ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX483MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX485 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX485CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX485CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX485C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX485EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX485ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX485MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX487 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX487CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX488 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX488CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX488CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX488C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX488EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX488ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX488MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX489 CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX489CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX489C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX489EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX489ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX489MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP

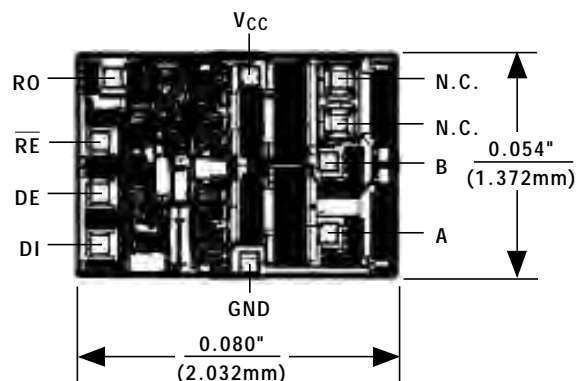
__ Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX490 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX490CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX490CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX490C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX490EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX490ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX490MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX491 CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX491CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX491C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX491EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX491ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX491MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX1487 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1487CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX1487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX1487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

* Contact factory for dice specifications.

Chip Topographies

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487

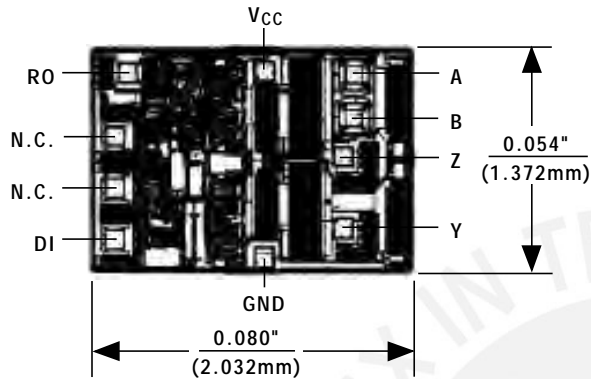


MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

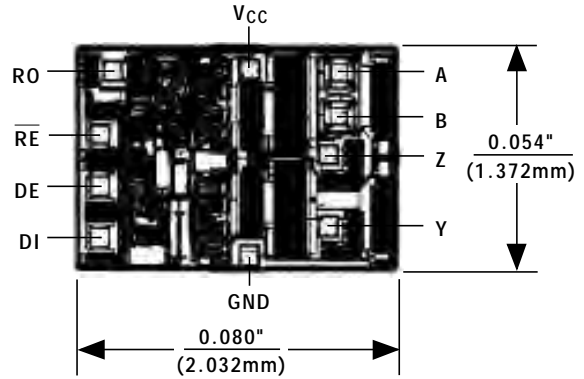
Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Chip Topographies (continued)

MAX488/MAX490

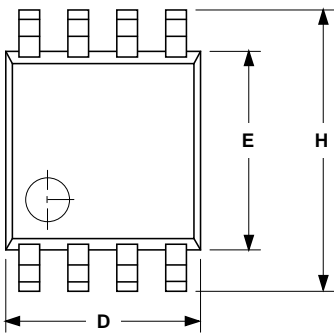
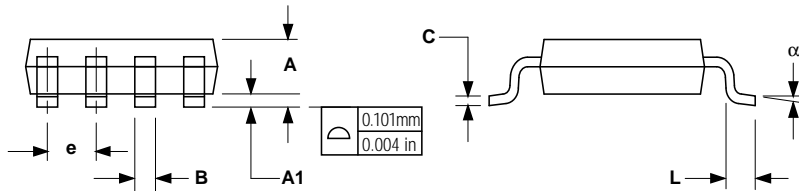


MAX489/MAX491



TRANSISTOR COUNT: 248
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Package Information



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.036	0.044	0.91	1.11
A1	0.004	0.008	0.10	0.20
B	0.010	0.014	0.25	0.36
C	0.005	0.007	0.13	0.18
D	0.116	0.120	2.95	3.05
E	0.116	0.120	2.95	3.05
e	0.0256		0.65	
H	0.188	0.198	4.78	5.03
L	0.016	0.026	0.41	0.66
α	0°	6°	0°	6°

21-0036D

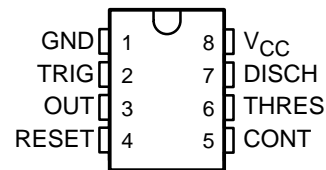
8-PIN μ MAX MICROMAX SMALL-OUTLINE PACKAGE

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

16 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

- Timing From Microseconds to Hours
- Astable or Monostable Operation
- Adjustable Duty Cycle
- TTL-Compatible Output Can Sink or Source up to 200 mA
- Designed To Be Interchangeable With Signetics NE555, SA555, and SE555

NE555 . . . D, P, PS, OR PW PACKAGE
SA555 . . . D OR P PACKAGE
SE555 . . . D, JG, OR P PACKAGE
(TOP VIEW)



description

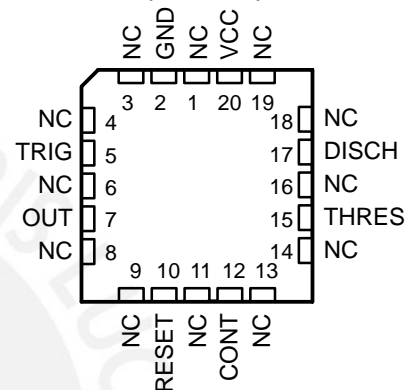
These devices are precision timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or monostable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the astable mode of operation, the frequency and duty cycle can be controlled independently with two external resistors and a single external capacitor.

The threshold and trigger levels normally are two-thirds and one-third, respectively, of V_{CC} . These levels can be altered by use of the control-voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the threshold level, the flip-flop is reset and the output is low. The reset (RESET) input can override all other inputs and can be used to initiate a new timing cycle. When RESET goes low, the flip-flop is reset and the output goes low. When the output is low, a low-impedance path is provided between discharge (DISCH) and ground.

The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 mA. Operation is specified for supplies of 5 V to 15 V. With a 5-V supply, output levels are compatible with TTL inputs.

The NE555 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The SA555 is characterized for operation from -40°C to 85°C. The SE555 is characterized for operation over the full military range of -55°C to 125°C.

SE555 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGE					
	V _{THRES} MAX V _{CC} = 15 V	SMALL OUTLINE (D, PS)	CHIP CARRIER (FK)	CERAMIC DIP (JG)	PLASTIC DIP (P)	PLASTIC THIN SHRINK SMALL OUTLINE (PW)
0°C to 70°C	11.2 V	NE555D NE555PS	—	—	NE555P	NE555PW
-40°C to 85°C	11.2 V	SA555D	—	—	SA555P	—
-55°C to 125°C	10.6 V	SE555D	SE555FK	SE555JG	SE555P	—

The D package is available taped and reeled. Add the suffix R to the device type (e.g., NE555DR). The PS and PW packages are only available taped and reeled.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

NE555, SA555, SE555 PRECISION TIMERS

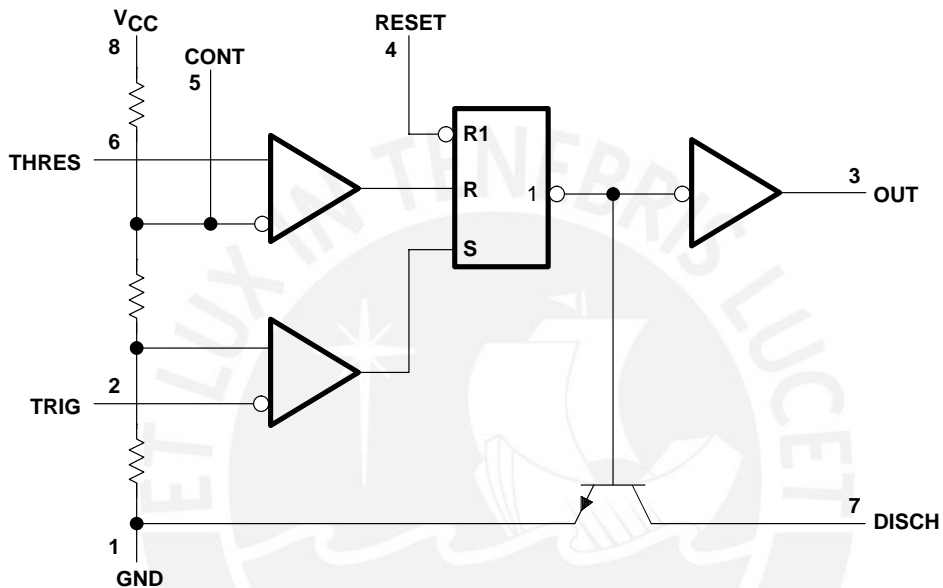
SLFS022C – SEPTEMBER 1973 – REVISED FEBRUARY 2002

FUNCTION TABLE

RESET	TRIGGER VOLTAGE†	THRESHOLD VOLTAGE†	OUTPUT	DISCHARGE SWITCH
Low	Irrelevant	Irrelevant	Low	On
High	$<1/3 V_{DD}$	Irrelevant	High	Off
High	$>1/3 V_{DD}$	$>2/3 V_{DD}$	Low	On
High	$>1/3 V_{DD}$	$<2/3 V_{DD}$	As previously established	

† Voltage levels shown are nominal.

functional block diagram



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: RESET can override TRIG, which can override THRES.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	18 V
Input voltage (CONT, RESET, THRES, and TRIG)	V_{CC}
Output current	± 225 mA
Continuous total dissipation	See Dissipation Rating Table
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2):	
D package	97°C/W
P package	85°C/W
PS package	95°C/W
PW package	149°C/W
Case temperature for 60 seconds: FK package	260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: D, P, PS, or PW package	260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds: JG package	300°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values are with respect to GND.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE $T_A = 25^\circ\text{C}$	$T_A = 70^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 85^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 125^\circ\text{C}$ POWER RATING
FK	1375 mW	11.0 mW/°C	880 mW	715 mW	275 mW
JG (SE555)	1050 mW	8.4 mW/°C	672 mW	546 mW	210 mW

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_{CC} Supply voltage	SA555, NE555	4.5	16	V
	SE555	4.5	18	
V_I Input voltage (CONT, RESET, THRES, and TRIG)			V_{CC}	V
I_O Output current			± 200	mA
T_A Operating free-air temperature	NE555	0	70	°C
	SA555	-40	85	
	SE555	-55	125	

NE555, SA555, SE555 PRECISION TIMERS

SLFS022C – SEPTEMBER 1973 – REVISED FEBRUARY 2002

electrical characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V to }15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		SE555			NE555 SA555			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
THRES voltage level	$V_{CC} = 15\text{ V}$		9.4	10	10.6	8.8	10	11.2	V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$		2.7	3.3	4	2.4	3.3	4.2	
THRES current (see Note 3)			30	250		30	250	nA	
TRIG voltage level	$V_{CC} = 15\text{ V}$		4.8	5	5.2	4.5	5	5.6	V
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	3		6				
	$V_{CC} = 5\text{ V}$		1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			1.9				
TRIG current	TRIG at 0 V		0.5	0.9		0.5	2	μA	
RESET voltage level			0.3	0.7	1	0.3	0.7	1	V
	$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$				1.1				
RESET current	RESET at V_{CC}		0.1	0.4		0.1	0.4	mA	
	RESET at 0 V		-0.4	-1		-0.4	-1.5		
DISCH switch off-state current			20	100		20	100	nA	
CONT voltage (open circuit)	$V_{CC} = 15\text{ V}$		9.6	10	10.4	9	10	11	V
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	9.6		10.4				
	$V_{CC} = 5\text{ V}$		2.9	3.3	3.8	2.6	3.3	4	
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	2.9		3.8				
Low-level output voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OL} = 10\text{ mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	V	
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			0.2				
	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OL} = 50\text{ mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75		
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			1				
	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OL} = 100\text{ mA}$		2	2.2		2	2.5		
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			2.7				
	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OL} = 200\text{ mA}$		2.5			2.5			
	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $I_{OL} = 3.5\text{ mA}$	$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			0.35				
$V_{CC} = 5\text{ V}$, $I_{OL} = 5\text{ mA}$		0.1	0.2		0.1	0.35			
	$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$			0.8					
High-level output voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OH} = -100\text{ mA}$		13	13.3		12.75	13.3	V	
		$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$	12						
	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_{OH} = -200\text{ mA}$		12.5			12.5			
	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $I_{OH} = -100\text{ mA}$		3	3.3		2.75	3.3		
$T_A = -55^\circ\text{C to }125^\circ\text{C}$		2							
Supply current	Output low, No load	$V_{CC} = 15\text{ V}$	10	12		10	15	mA	
		$V_{CC} = 5\text{ V}$	3	5		3	6		
	Output high, No load	$V_{CC} = 15\text{ V}$	9	10		9	13		
		$V_{CC} = 5\text{ V}$	2	4		2	5		

NOTE 3: This parameter influences the maximum value of the timing resistors R_A and R_B in the circuit of Figure 12. For example, when $V_{CC} = 5\text{ V}$, the maximum value is $R = R_A + R_B \approx 3.4\text{ M}\Omega$, and for $V_{CC} = 15\text{ V}$, the maximum value is $10\text{ M}\Omega$.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

operating characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$ and 15 V

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	SE555			NE555 SA555			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Initial error of timing interval‡	Each timer, monostable§	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.5%	1.5%*		1%	3%		
	Each timer, astable¶		1.5%		2.25%				
Temperature coefficient of timing interval	Each timer, monostable§	$T_A = \text{MIN to MAX}$	30	100*		50		ppm/°C	
	Each timer, astable¶		90		150				
Supply-voltage sensitivity of timing interval	Each timer, monostable§	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.05	0.2*		0.1	0.5	%V	
	Each timer, astable¶		0.15		0.3				
Output-pulse rise time		$C_L = 15\text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	100	200*		100	300	ns	
Output-pulse fall time		$C_L = 15\text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	100	200*		100	300	ns	

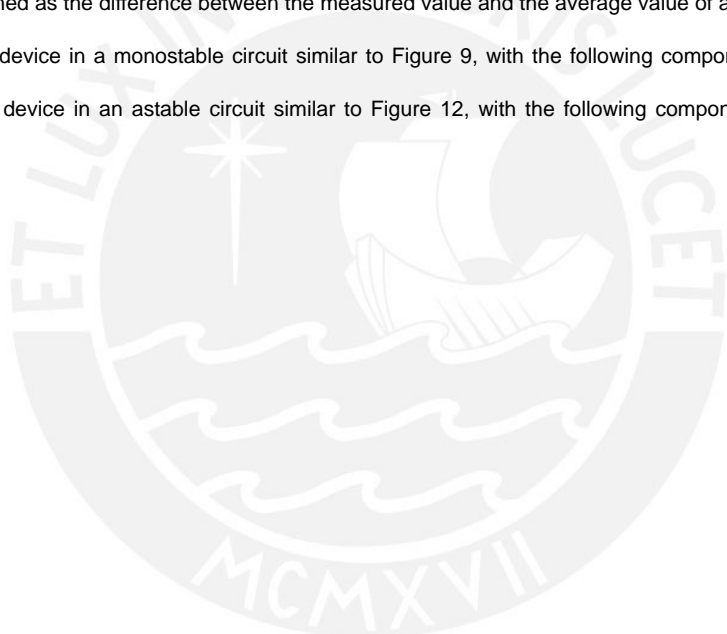
* On products compliant to MIL-PRF-38535, this parameter is not production tested.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ Timing interval error is defined as the difference between the measured value and the average value of a random sample from each process run.

§ Values specified are for a device in a monostable circuit similar to Figure 9, with the following component values: $R_A = 2\text{ k}\Omega$ to $100\text{ k}\Omega$, $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$.

¶ Values specified are for a device in an astable circuit similar to Figure 12, with the following component values: $R_A = 1\text{ k}\Omega$ to $100\text{ k}\Omega$, $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$.



TYPICAL CHARACTERISTICS†

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

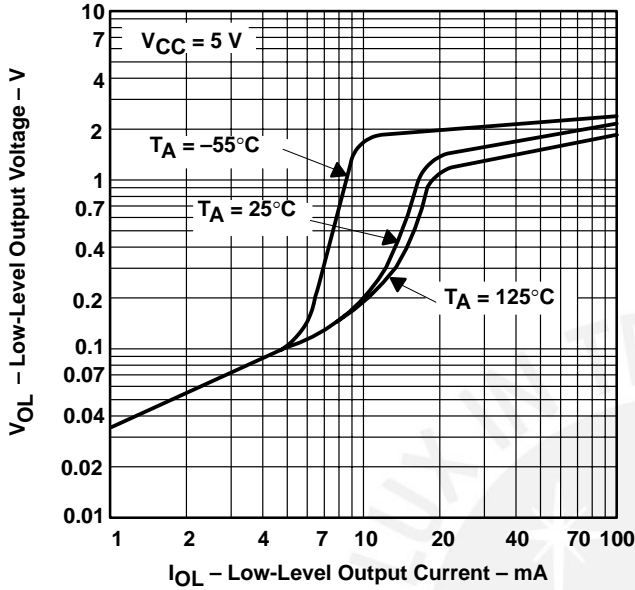


Figure 1

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

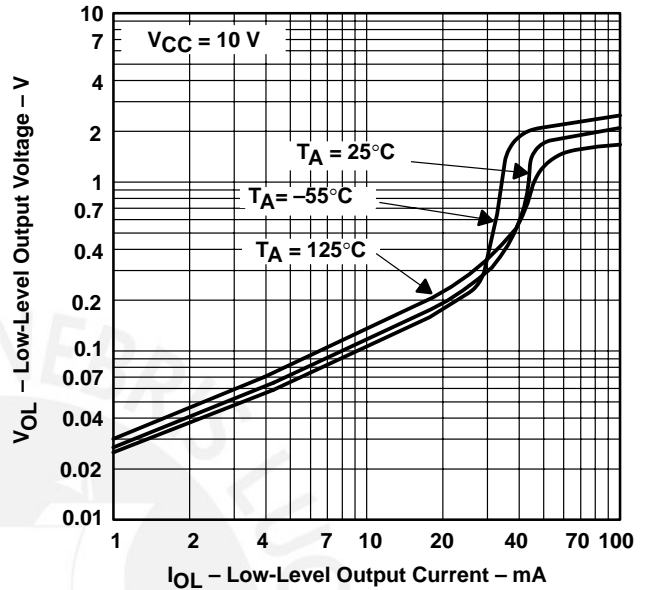


Figure 2

LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

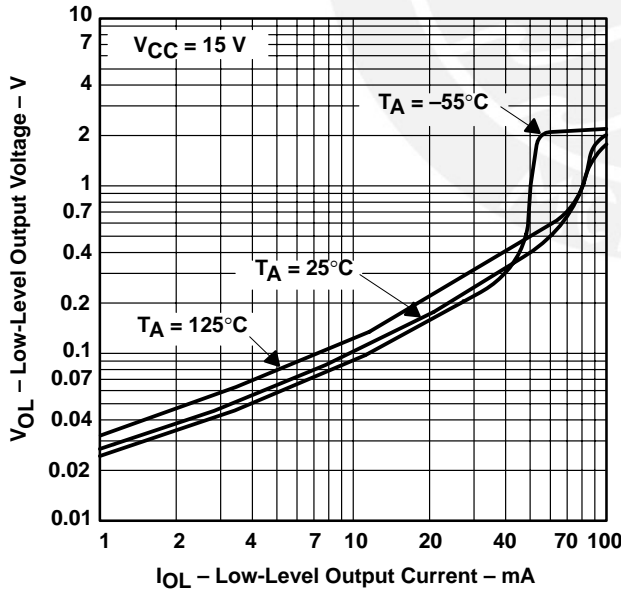


Figure 3

DROP BETWEEN SUPPLY VOLTAGE AND OUTPUT
vs
HIGH-LEVEL OUTPUT CURRENT

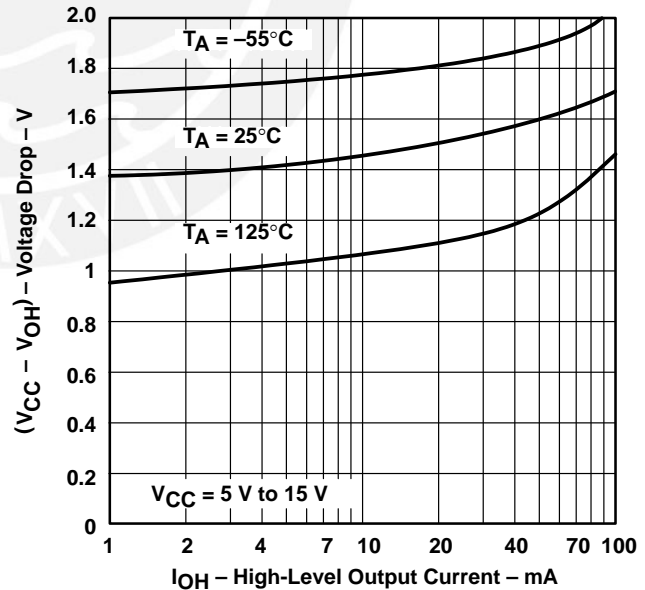
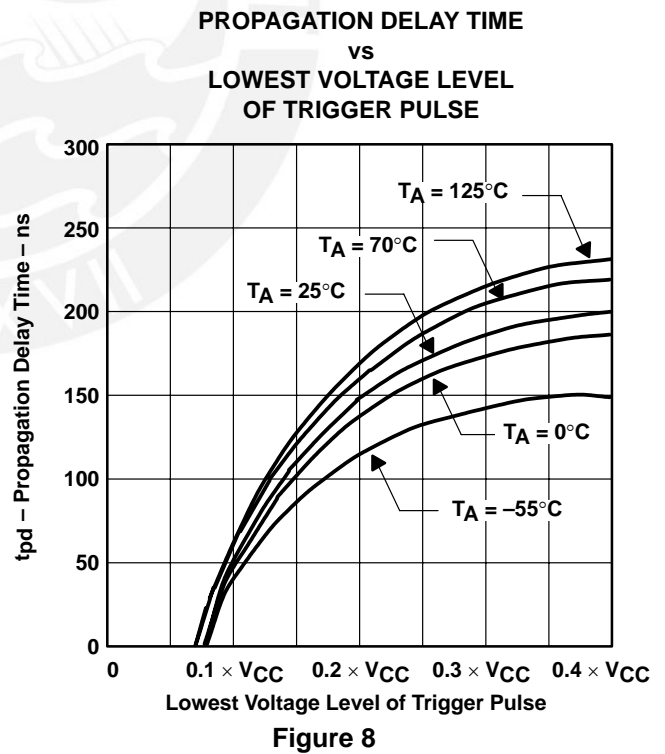
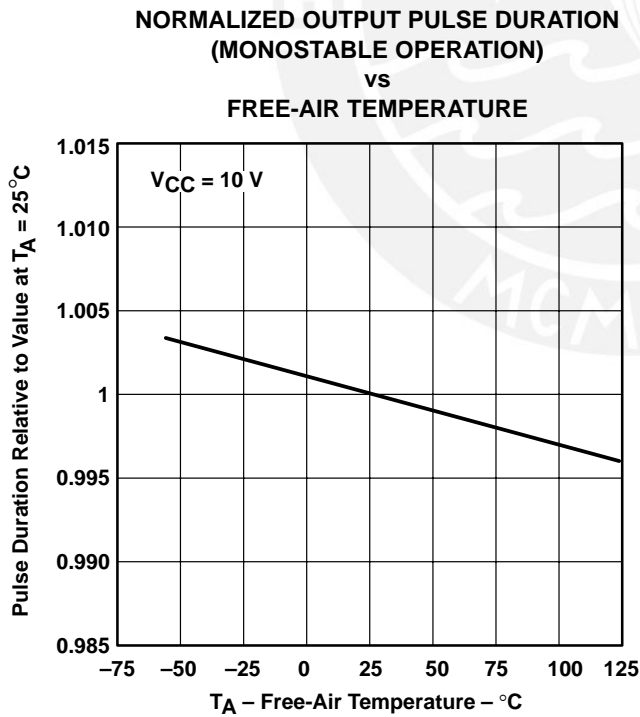
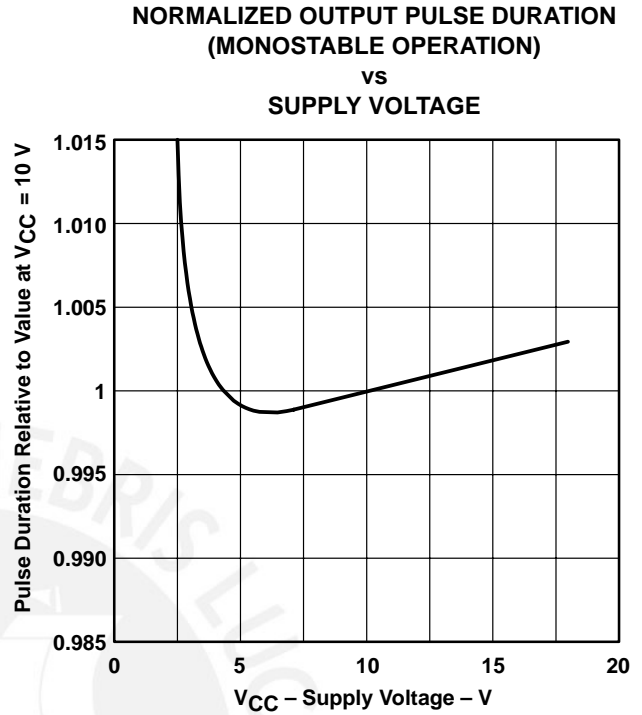
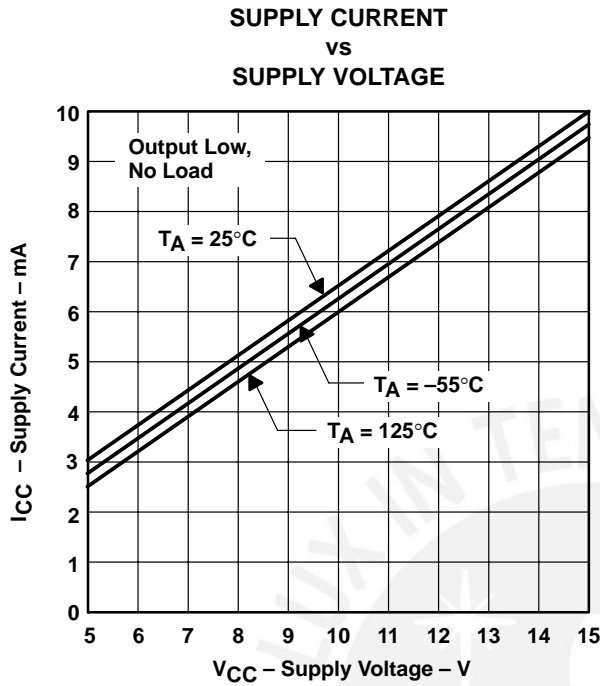


Figure 4

†Data for temperatures below 0°C and above 70°C are applicable for SE555 circuits only.

TYPICAL CHARACTERISTICS†

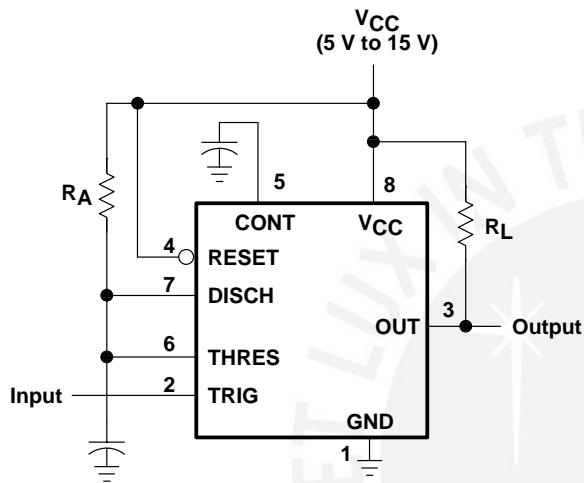


†Data for temperatures below 0°C and above 70°C are applicable for SE555 series circuits only.

APPLICATION INFORMATION

monostable operation

For monostable operation, any of these timers can be connected as shown in Figure 9. If the output is low, application of a negative-going pulse to the trigger (TRIG) sets the flip-flop (\bar{Q} goes low), drives the output high, and turns off Q1. Capacitor C then is charged through R_A until the voltage across the capacitor reaches the threshold voltage of the threshold (THRES) input. If TRIG has returned to a high level, the output of the threshold comparator resets the flip-flop (\bar{Q} goes high), drives the output low, and discharges C through Q1.



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.

Figure 9. Circuit for Monostable Operation

Monostable operation is initiated when TRIG voltage falls below the trigger threshold. Once initiated, the sequence ends only if TRIG is high at the end of the timing interval. Because of the threshold level and saturation voltage of Q1, the output pulse duration is approximately $t_w = 1.1R_A C$. Figure 11 is a plot of the time constant for various values of R_A and C. The threshold levels and charge rates both are directly proportional to the supply voltage, V_{CC} . The timing interval is, therefore, independent of the supply voltage, so long as the supply voltage is constant during the time interval.

Applying a negative-going trigger pulse simultaneously to RESET and TRIG during the timing interval discharges C and reinitiates the cycle, commencing on the positive edge of the reset pulse. The output is held low as long as the reset pulse is low. To prevent false triggering, when RESET is not used, it should be connected to V_{CC} .

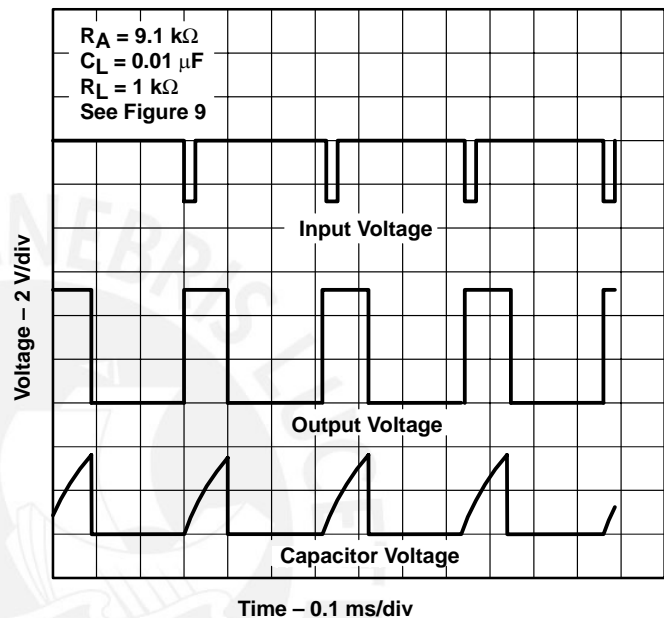


Figure 10. Typical Monostable Waveforms

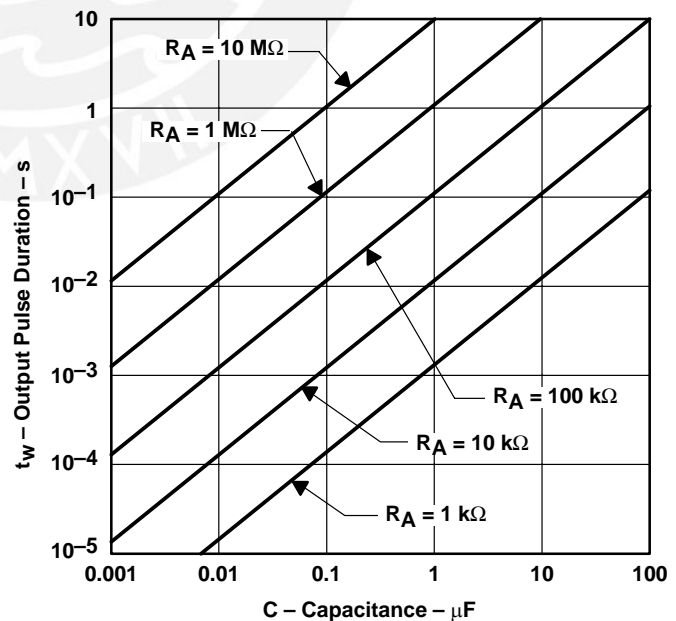


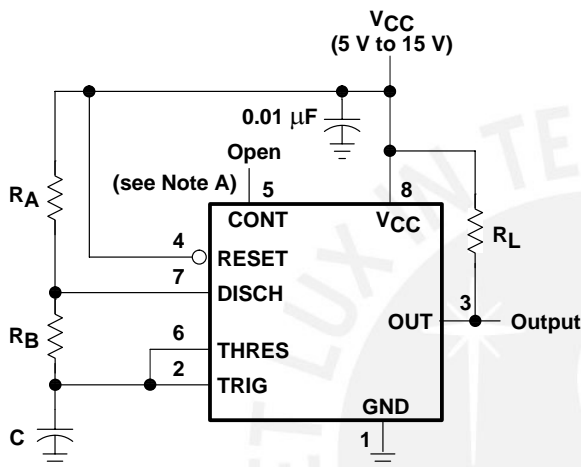
Figure 11. Output Pulse Duration vs Capacitance

APPLICATION INFORMATION

astable operation

As shown in Figure 12, adding a second resistor, R_B , to the circuit of Figure 9 and connecting the trigger input to the threshold input causes the timer to self-trigger and run as a multivibrator. The capacitor C charges through R_A and R_B and then discharges through R_B only. Therefore, the duty cycle is controlled by the values of R_A and R_B .

This astable connection results in capacitor C charging and discharging between the threshold-voltage level ($\approx 0.67 \times V_{CC}$) and the trigger-voltage level ($\approx 0.33 \times V_{CC}$). As in the monostable circuit, charge and discharge times (and, therefore, the frequency and duty cycle) are independent of the supply voltage.



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: Decoupling CONT voltage to ground with a capacitor can improve operation. This should be evaluated for individual applications.

Figure 12. Circuit for Astable Operation

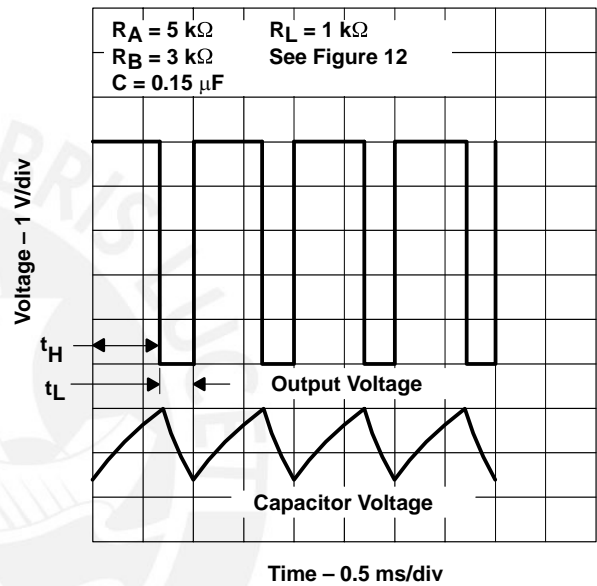


Figure 13. Typical Astable Waveforms

APPLICATION INFORMATION

astable operation (continued)

Figure 13 shows typical waveforms generated during astable operation. The output high-level duration t_H and low-level duration t_L can be calculated as follows:

$$t_H = 0.693 (R_A + R_B) C$$

$$t_L = 0.693 (R_B) C$$

Other useful relationships are shown below.

$$\text{period} = t_H + t_L = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

$$\text{frequency} \approx \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

$$\text{Output driver duty cycle} = \frac{t_L}{t_H + t_L} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

$$\begin{aligned} \text{Output waveform duty cycle} \\ = \frac{t_H}{t_H + t_L} = 1 - \frac{R_B}{R_A + 2R_B} \end{aligned}$$

$$\text{Low-to-high ratio} = \frac{t_L}{t_H} = \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

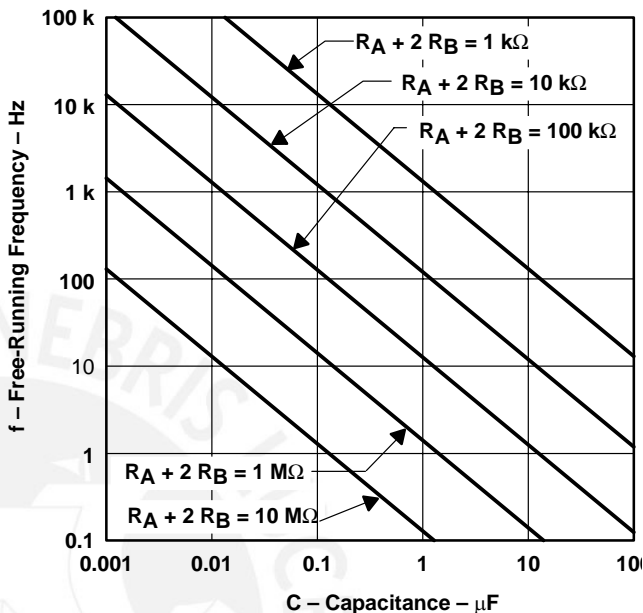
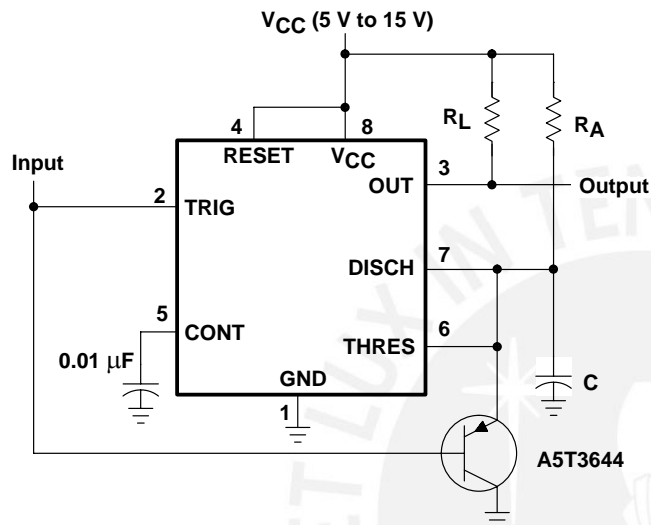


Figure 14. Free-Running Frequency

APPLICATION INFORMATION

missing-pulse detector

The circuit shown in Figure 15 can be used to detect a missing pulse or abnormally long spacing between consecutive pulses in a train of pulses. The timing interval of the monostable circuit is retriggered continuously by the input pulse train as long as the pulse spacing is less than the timing interval. A longer pulse spacing, missing pulse, or terminated pulse train permits the timing interval to be completed, thereby generating an output pulse as shown in Figure 16.



Pin numbers shown are shown for the D, JG, P, PS, and PW packages.

Figure 15. Circuit for Missing-Pulse Detector

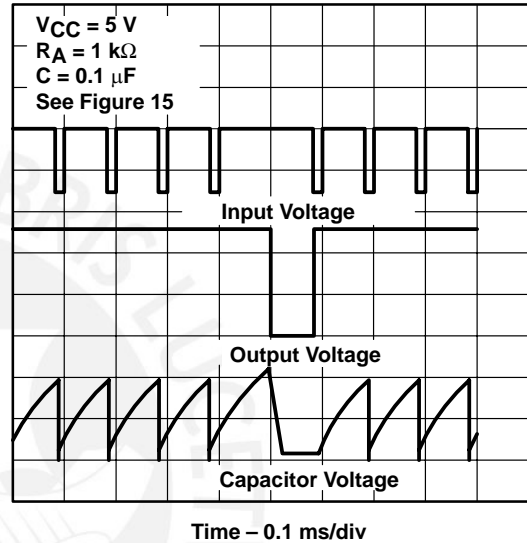


Figure 16. Completed-Timing Waveforms for Missing-Pulse Detector

APPLICATION INFORMATION

frequency divider

By adjusting the length of the timing cycle, the basic circuit of Figure 9 can be made to operate as a frequency divider. Figure 17 shows a divide-by-three circuit that makes use of the fact that retriggering cannot occur during the timing cycle.

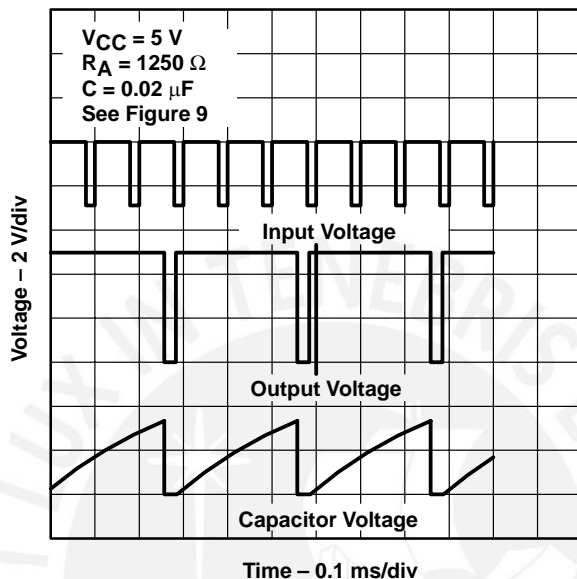
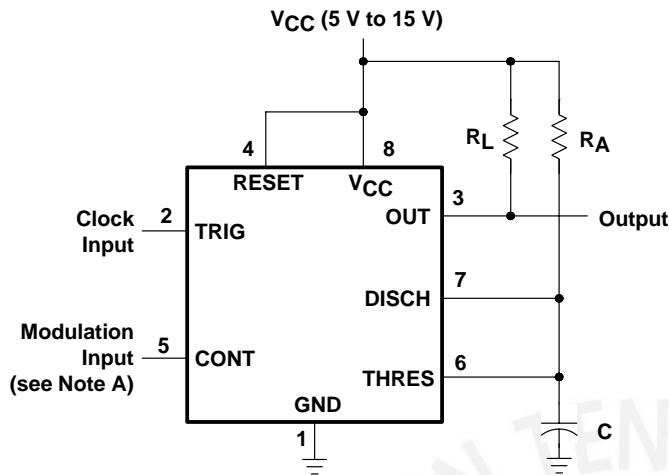


Figure 17. Divide-by-Three Circuit Waveforms

pulse-width modulation

The operation of the timer can be modified by modulating the internal threshold and trigger voltages, which is accomplished by applying an external voltage (or current) to CONT. Figure 18 shows a circuit for pulse-width modulation. A continuous input pulse train triggers the monostable circuit, and a control signal modulates the threshold voltage. Figure 19 shows the resulting output pulse-width modulation. While a sine-wave modulation signal is illustrated, any wave shape could be used.

APPLICATION INFORMATION



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: The modulating signal can be direct or capacitively coupled to CONT. For direct coupling, the effects of modulation source voltage and impedance on the bias of the timer should be considered.

Figure 18. Circuit for Pulse-Width Modulation

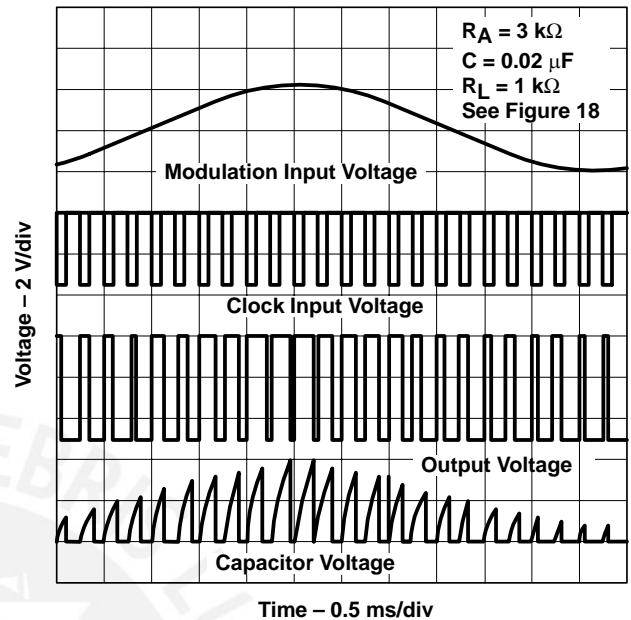
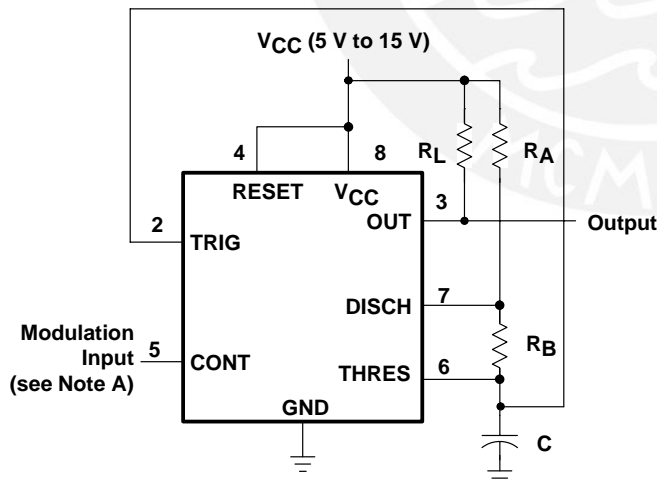


Figure 19. Pulse-Width-Modulation Waveforms

pulse-position modulation

As shown in Figure 20, any of these timers can be used as a pulse-position modulator. This application modulates the threshold voltage and, thereby, the time delay, of a free-running oscillator. Figure 21 shows a triangular-wave modulation signal for such a circuit; however, any wave shape could be used.



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: The modulating signal can be direct or capacitively coupled to CONT. For direct coupling, the effects of modulation source voltage and impedance on the bias of the timer should be considered.

Figure 20. Circuit for Pulse-Position Modulation

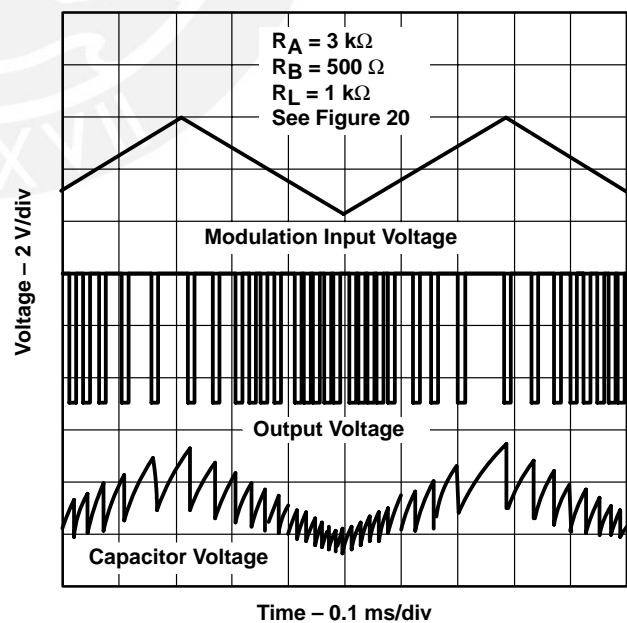
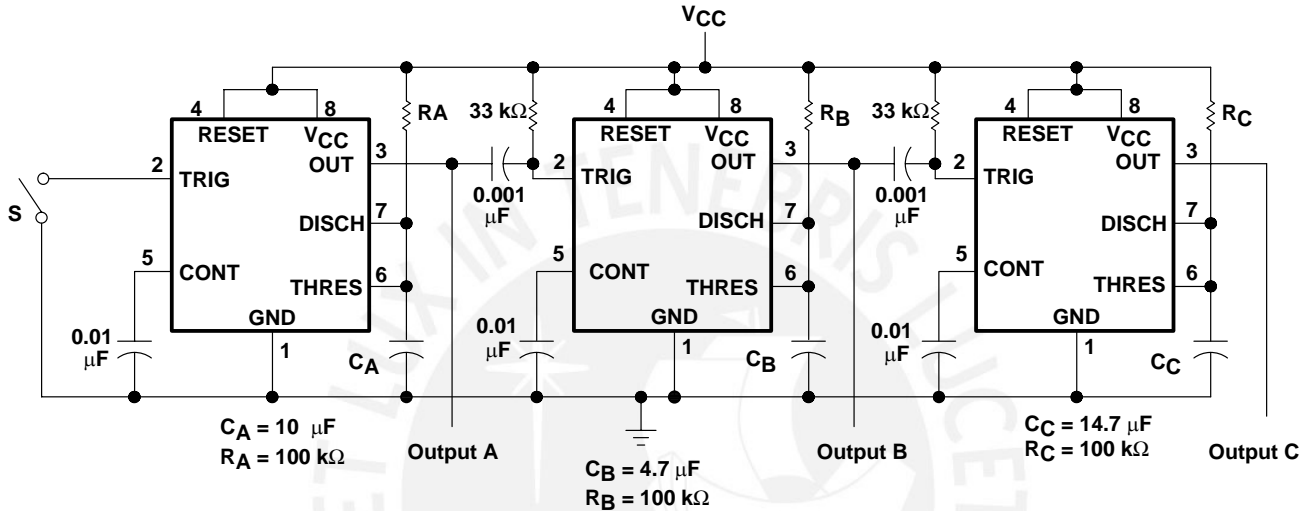


Figure 21. Pulse-Position-Modulation Waveforms

APPLICATION INFORMATION

sequential timer

Many applications, such as computers, require signals for initializing conditions during start-up. Other applications, such as test equipment, require activation of test signals in sequence. These timing circuits can be connected to provide such sequential control. The timers can be used in various combinations of astable or monostable circuit connections, with or without modulation, for extremely flexible waveform control. Figure 22 shows a sequencer circuit with possible applications in many systems, and Figure 23 shows the output waveforms.



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: S closes momentarily at $t = 0$.

Figure 22. Sequential Timer Circuit

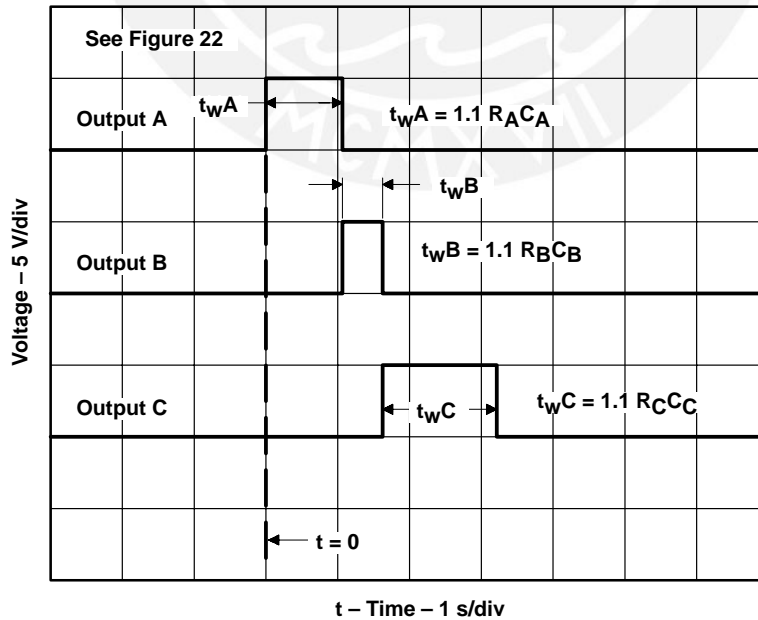


Figure 23. Sequential Timer Waveforms

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Mailing Address:

Texas Instruments
Post Office Box 655303
Dallas, Texas 75265

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.



Texas Instruments

<http://www.ti.com>

This file is the datasheet for the following electronic components:

NE555 - <http://www.ti.com/product/ne555?HQS=TI-null-null-dscatalog-df-pf-null-wwe>





Is Now Part of



ON Semiconductor[®]

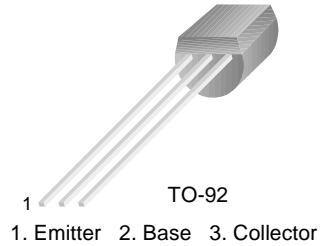
To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com

Please note: As part of the Fairchild Semiconductor integration, some of the Fairchild orderable part numbers will need to change in order to meet ON Semiconductor's system requirements. Since the ON Semiconductor product management systems do not have the ability to manage part nomenclature that utilizes an underscore (_), the underscore (_) in the Fairchild part numbers will be changed to a dash (-). This document may contain device numbers with an underscore (_). Please check the ON Semiconductor website to verify the updated device numbers. The most current and up-to-date ordering information can be found at www.onsemi.com. Please email any questions regarding the system integration to Fairchild_questions@onsemi.com.

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor 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. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor 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. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor 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 ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PN2222

General Purpose Transistor



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current	600	mA
P_C	Collector Power Dissipation	625	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

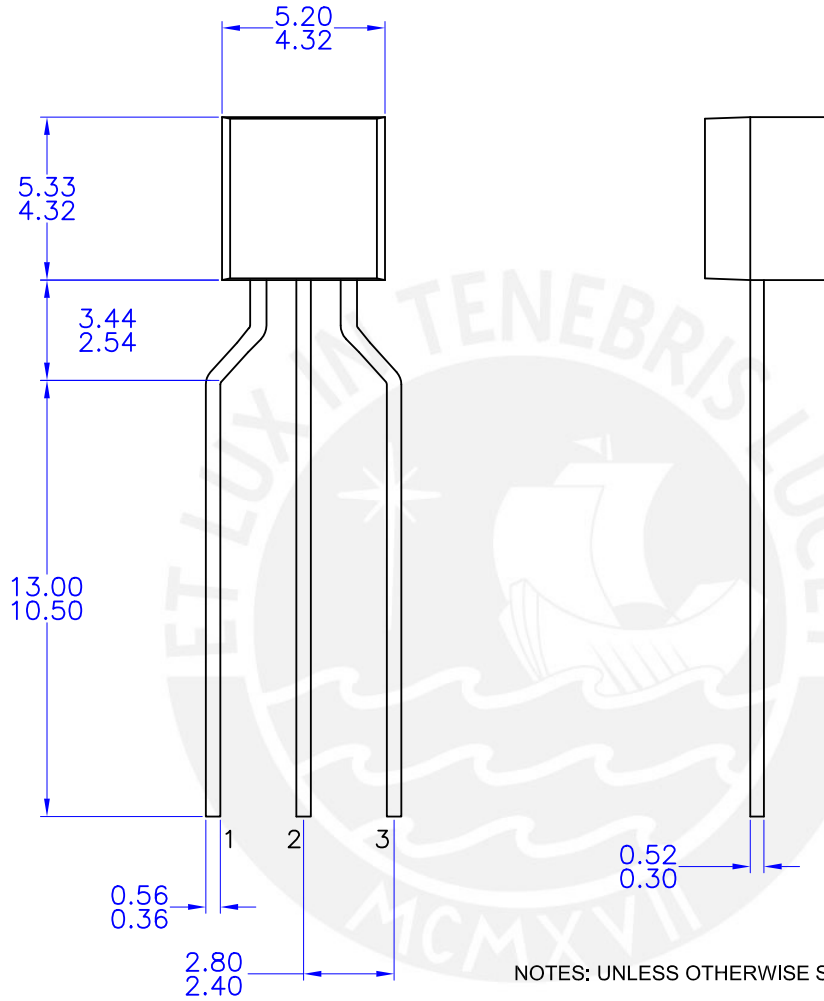
Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
BV_{CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C=10\mu\text{A}$, $I_E=0$	60		V
BV_{CEO}	Collector Emitter Breakdown Voltage	$I_C=10\text{mA}$, $I_B=0$	30		V
BV_{EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E=10\mu\text{A}$, $I_C=0$	5		V
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=50\text{V}$, $I_E=0$		0.01	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB}=3\text{V}$, $I_C=0$		10	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=10\text{V}$, $I_C=0.1\text{mA}$ $V_{CE}=10\text{V}$, $I_C=150\text{mA}$	35 100	300	
$V_{CE}(\text{sat})$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}$, $I_B=50\text{mA}$		1	V
$V_{BE}(\text{sat})$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}$, $I_B=50\text{mA}$		2	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=20\text{V}$, $I_C=20\text{mA}$, $f=100\text{MHz}$	300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10\text{V}$, $I_E=0$, $f=1\text{MHz}$		8	pF

* Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2\%$

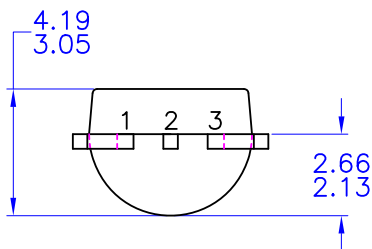
Package Dimensions

TO-92 3 4.83x4.76 LEADFORMED
 CASE 135AR
 ISSUE O



NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

- A) DRAWING WITH REFERENCE TO JEDEC TO-92 RECOMMENDATIONS.
- B) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C) DRAWING CONFORMS TO ASME Y14.5M-1994



Dimensions in Millimeters

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.

ACE _x [™]	FAST [®]	ISOPLANAR [™]	Power247 [™]	Stealth [™]
ActiveArray [™]	FAST _r [™]	LittleFET [™]	PowerEdge [™]	SuperFET [™]
Bottomless [™]	FPS [™]	MICROCOUPLER [™]	PowerSaver [™]	SuperSOT [™] -3
CoolFET [™]	FRFET [™]	MicroFET [™]	PowerTrench [®]	SuperSOT [™] -6
CROSSVOLT [™]	GlobalOptoisolator [™]	MicroPak [™]	QFET [®]	SuperSOT [™] -8
DO _M E [™]	GTO [™]	MICROWIRE [™]	QST [™]	SyncFET [™]
EcoSPARK [™]	HiSeC [™]	MSX [™]	QT Optoelectronics [™]	TinyLogic [®]
E ² CMOS [™]	I ² C [™]	MSXPro [™]	Quiet Series [™]	TINYOPTO [™]
EnSigna [™]	i-Lo [™]	OCX [™]	RapidConfigure [™]	TruTranslation [™]
FACT [™]	ImpliedDisconnect [™]	OCXPro [™]	RapidConnect [™]	UHC [™]
FACT Quiet Series [™]		OPTOLOGIC [®]	μSerDes [™]	UltraFET [®]
Across the board. Around the world. [™]		OPTOPLANAR [™]	SILENT SWITCHER [®]	VCX [™]
The Power Franchise [®]		PACMAN [™]	SMART START [™]	
Programmable Active Droop [™]		POP [™]	SPM [™]	

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.



ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor 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. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor 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. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor 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 ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor 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
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 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

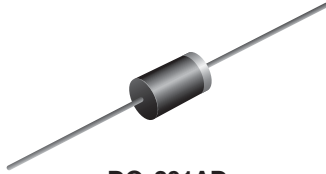
N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local
Sales Representative

Schottky Barrier Plastic Rectifier


DO-201AD

FEATURES

- Guardring for overvoltage protection
- Very small conduction losses
- Extremely fast switching
- Low forward voltage drop
- High forward surge capability
- High frequency operation
- Solder dip 275 °C max. 10 s, per JESD 22-B106
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912


RoHS
COMPLIANT

TYPICAL APPLICATIONS

For use in low voltage high frequency inverters, freewheeling, DC/DC converters, and polarity protection applications.

MECHANICAL DATA

Case: DO-201AD

Molding compound meets UL 94 V-0 flammability rating
Base P/N-E3 - RoHS-compliant, commercial grade

Terminals: Matte tin plated leads, solderable per J-STD-002 and JESD 22-B102

E3 suffix meets JESD 201 class 1A whisker test

Polarity: Color band denotes the cathode end

PRIMARY CHARACTERISTICS	
$I_{F(AV)}$	3.0 A
V_{RRM}	20 V, 30 V, 40 V, 50 V, 60 V
I_{FSM}	120 A
V_F	0.49 V, 0.68 V
T_J max.	125 °C, 150 °C
Package	DO-201AD
Diode variations	Single

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25\text{ °C}$ unless otherwise noted)							
PARAMETER	SYMBOL	SB320	SB330	SB340	SB350	SB360	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	20	30	40	50	60	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	14	21	28	35	42	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	20	30	40	50	60	V
Maximum average forward rectified current at 0.375" (9.5 mm) lead length (fig. 1)	$I_{F(AV)}$	3.0					A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	120					A
Operating junction temperature range	T_J	- 65 to + 125			- 65 to + 150		°C
Storage temperature range	T_{STG}	- 65 to + 150					°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25\text{ °C}$ unless otherwise noted)								
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	SB320	SB330	SB340	SB350	SB360	UNIT
Maximum instantaneous forward voltage	3.0 A	V_F ⁽¹⁾	0.49			0.68		V
Maximum instantaneous reverse current at rated DC blocking voltage	$T_A = 25\text{ °C}$	I_R ⁽¹⁾	0.5					mA
	$T_A = 100\text{ °C}$		20		10			

Note

⁽¹⁾ Pulse test: 300 μ s pulse width, 1 % duty cycle



THERMAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)							
PARAMETER	SYMBOL	SB320	SB330	SB340	SB350	SB360	UNIT
Typical thermal resistance	$R_{\theta JA}$ ⁽¹⁾	30					°C/W
	$R_{\theta JL}$ ⁽¹⁾	10					

Note

(1) Thermal resistance from junction to lead vertical PCB mounting, 0.500" (12.7 mm) lead length with 2.5" x 2.5" (63.5 mm x 63.5 mm) copper pad

ORDERING INFORMATION (Example)				
PREFERRED P/N	UNIT WEIGHT (g)	PREFERRED PACKAGE CODE	BASE QUANTITY	DELIVERY MODE
SB340-E3/54	1.08	54	1400	13" diameter paper tape and reel
SB340-E3/73	1.08	73	1000	Ammo pack packaging

RATINGS AND CHARACTERISTICS CURVES

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

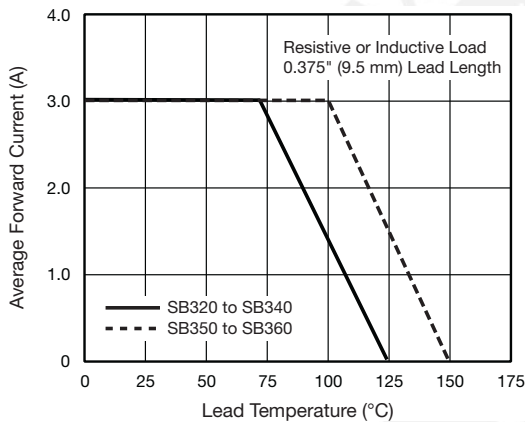


Fig. 1 - Forward Current Derating Curve

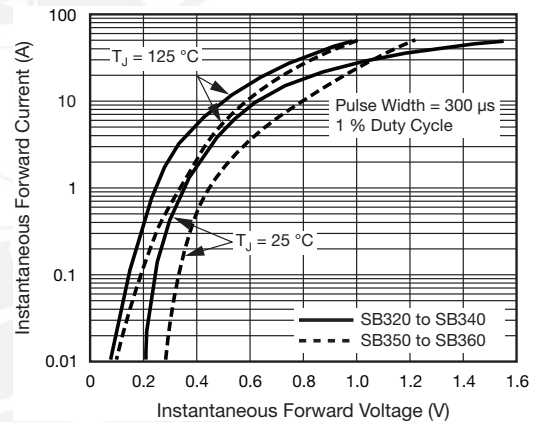


Fig. 3 - Typical Instantaneous Forward Characteristics

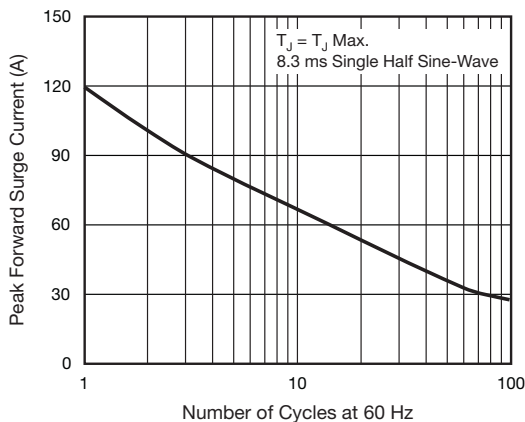


Fig. 2 - Maximum Non-Repetitive Peak Forward Surge Current

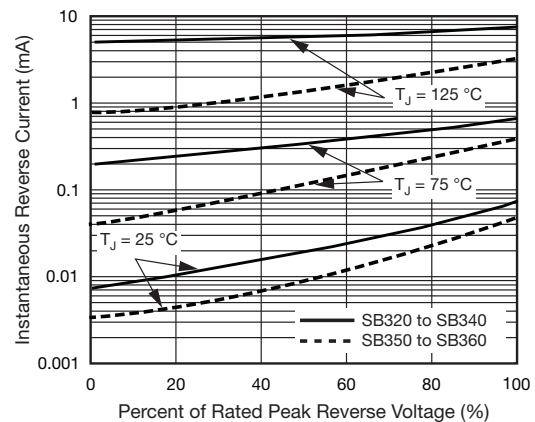


Fig. 4 - Typical Reverse Characteristics

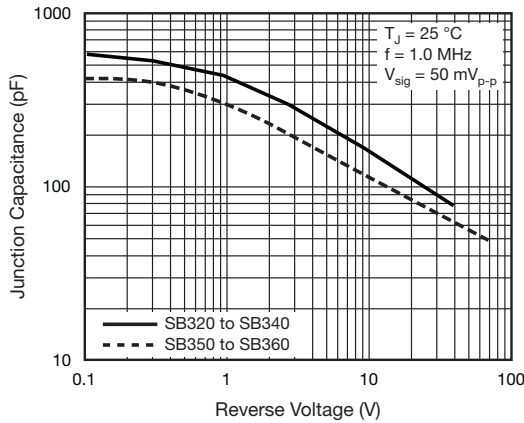


Fig. 5 - Typical Junction Capacitance

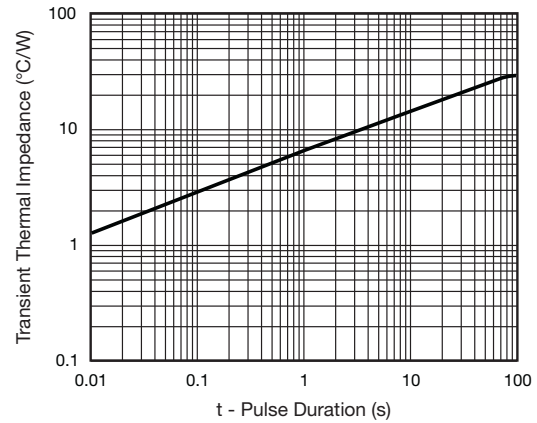
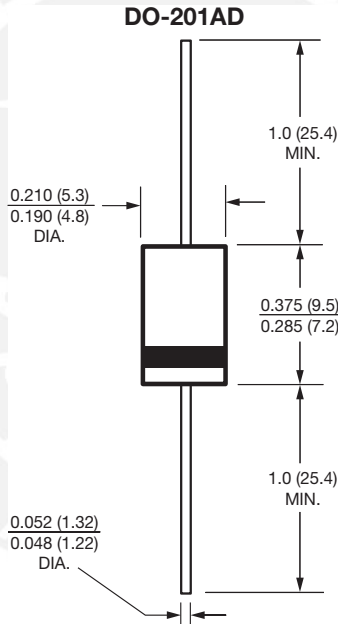


Fig. 6 - Typical Transient Thermal Impedance

PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS in inches (millimeters)





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

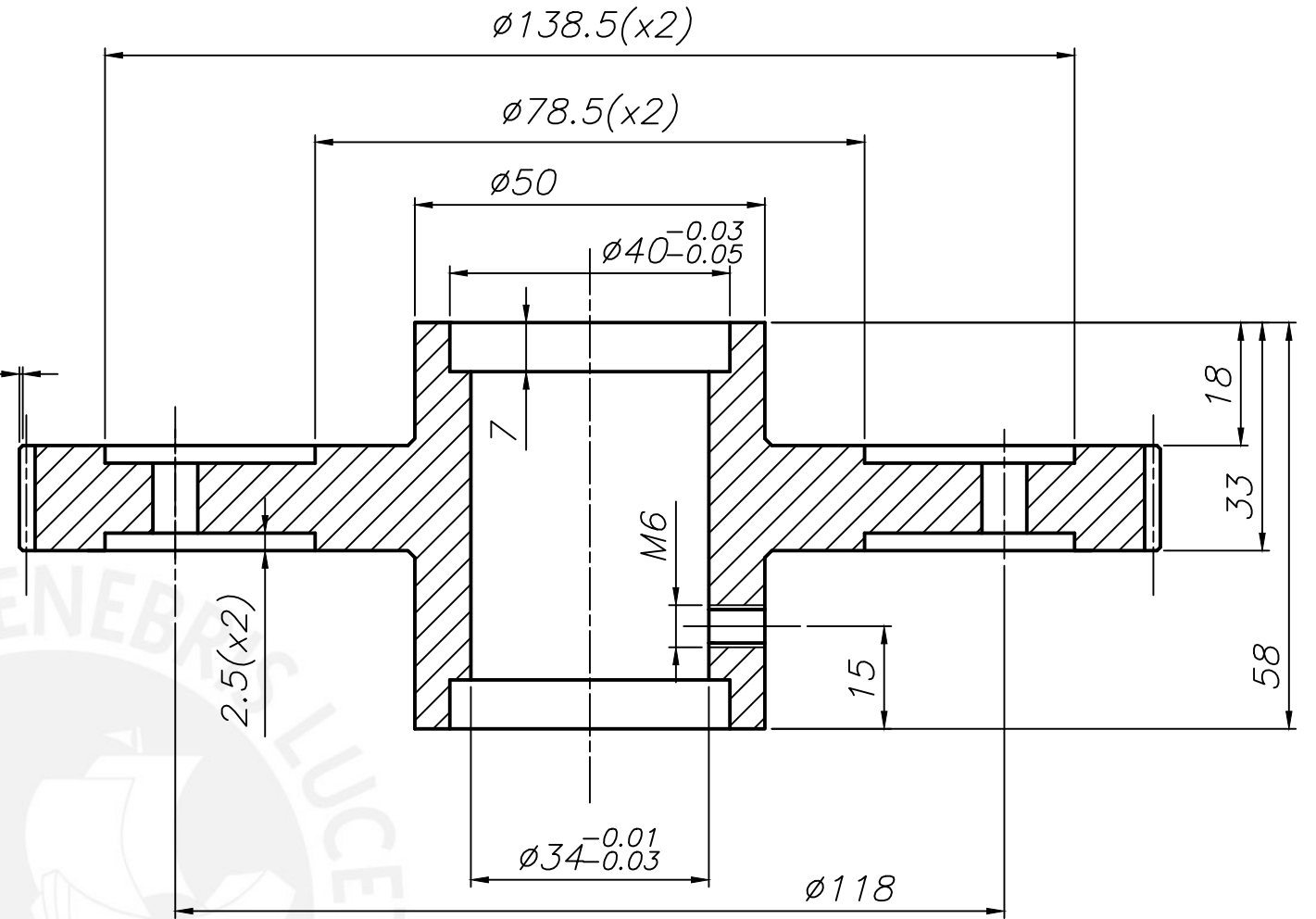
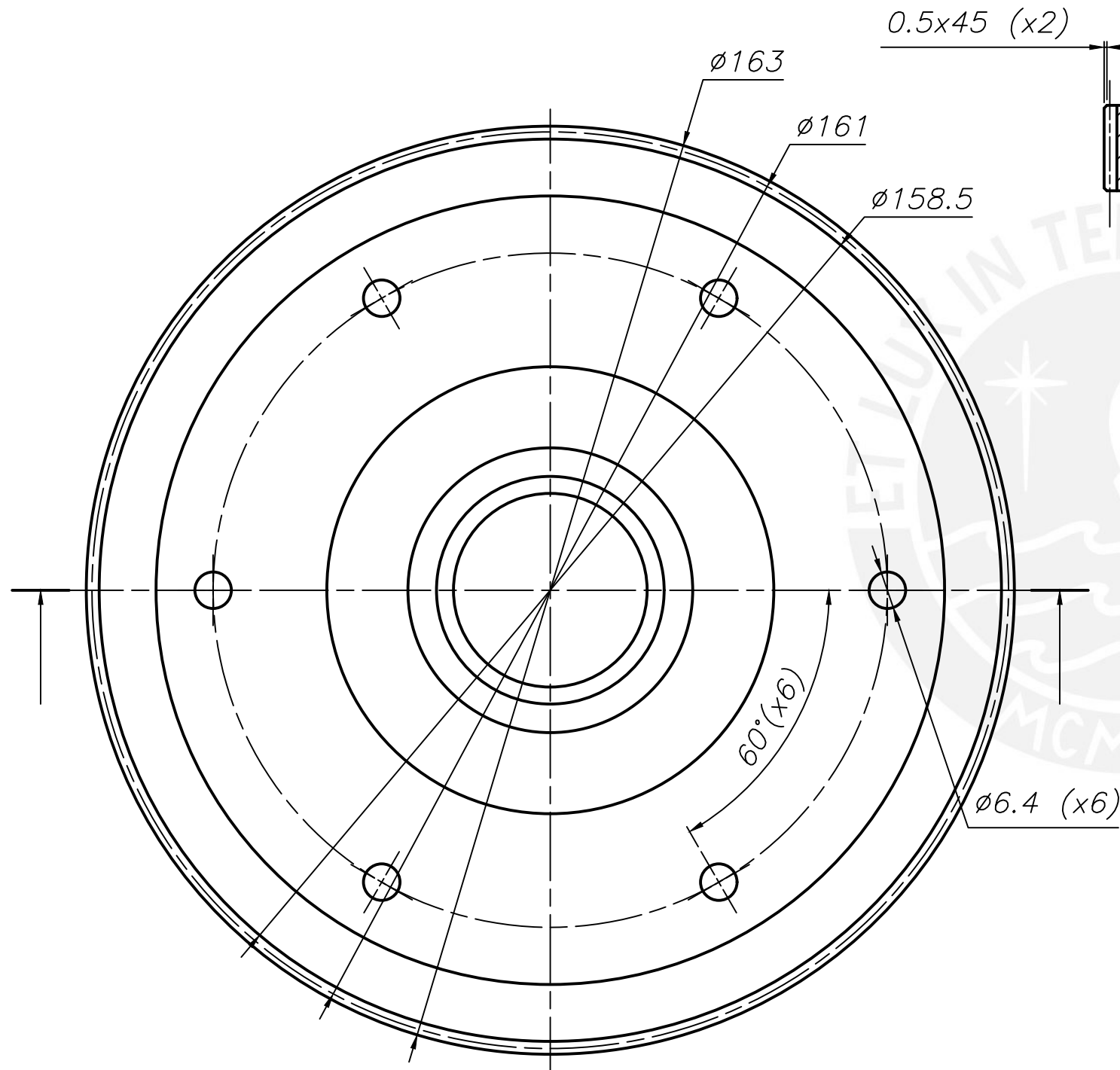
Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

TODOS LOS CHAFLANES 1x45
 TODOS LOS REDONDEOS R0.5
 TODAS LAS ARISTAS DESBARBADAS



MODULO	m_n	1
NUMERO DE DIENTES	Z	161
ANGULO DE INCLINACION DE DIENTES	β	0
DIRECCION DE DIENTES	-	RECTOS
DESPLAZAMIENTO DE HERRAMIENTA	X	-
ANGULO DE LA HERRAMIENTA	α	20

DATOS DEL TALLADO

ACABADO SUPERFICIAL 1.6	TOLERANCIA GENERAL SEGUN DIN 7168 GRADO MEDIO	MATERIAL 1010
----------------------------	---	------------------

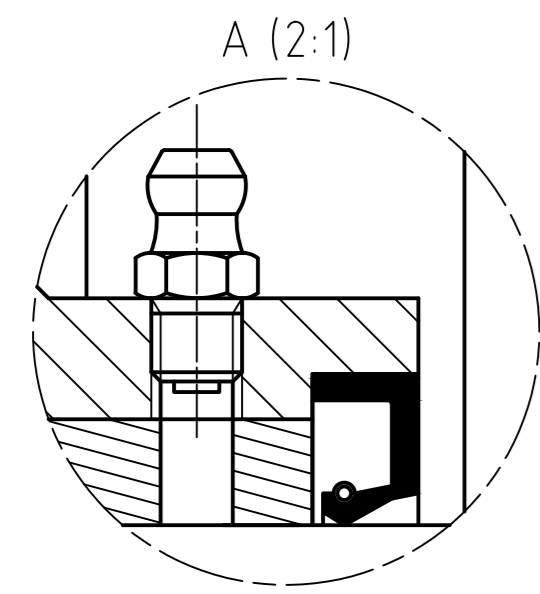
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – ESPECIALIDAD: ING. MECANICA

METODO DE PROYECCION 	DIBUJO MECANICO 2 – U208 – INRAS	ESCALA 1:1
--------------------------	----------------------------------	---------------

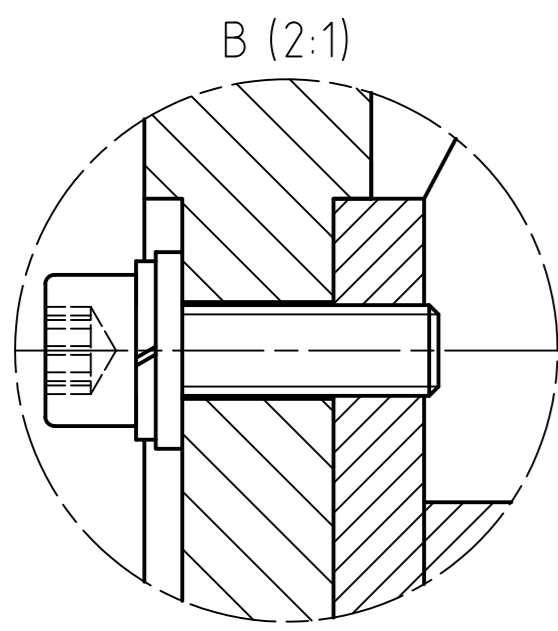
TOLERANCIAS DIMENSIONALES SEGUN DIN 7168					
GRADO DE EXACTITUD	Más de 0,5 hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400
MEDIO	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5

DIBUJADO POR	BUSQUETS ELLIOT CARLOS ALFREDO	FECHA: 22.05.2018
REVISDO POR:	Dr. JORGE HERAUD PEREZ	LAMINA: A3

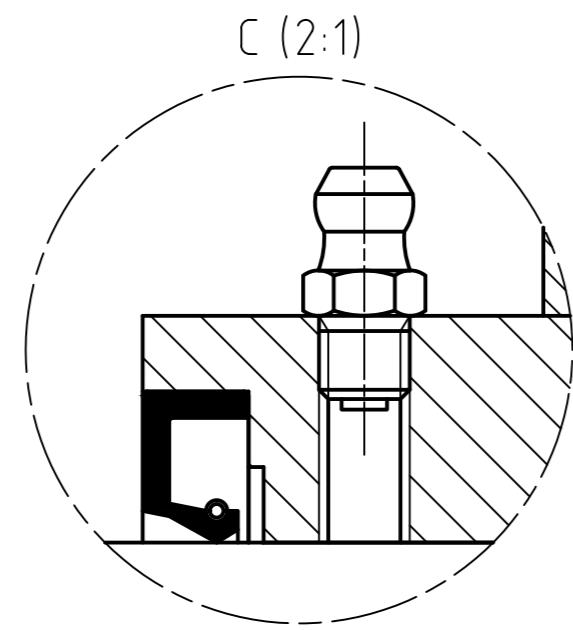
RUEDA ALIMENTADOR



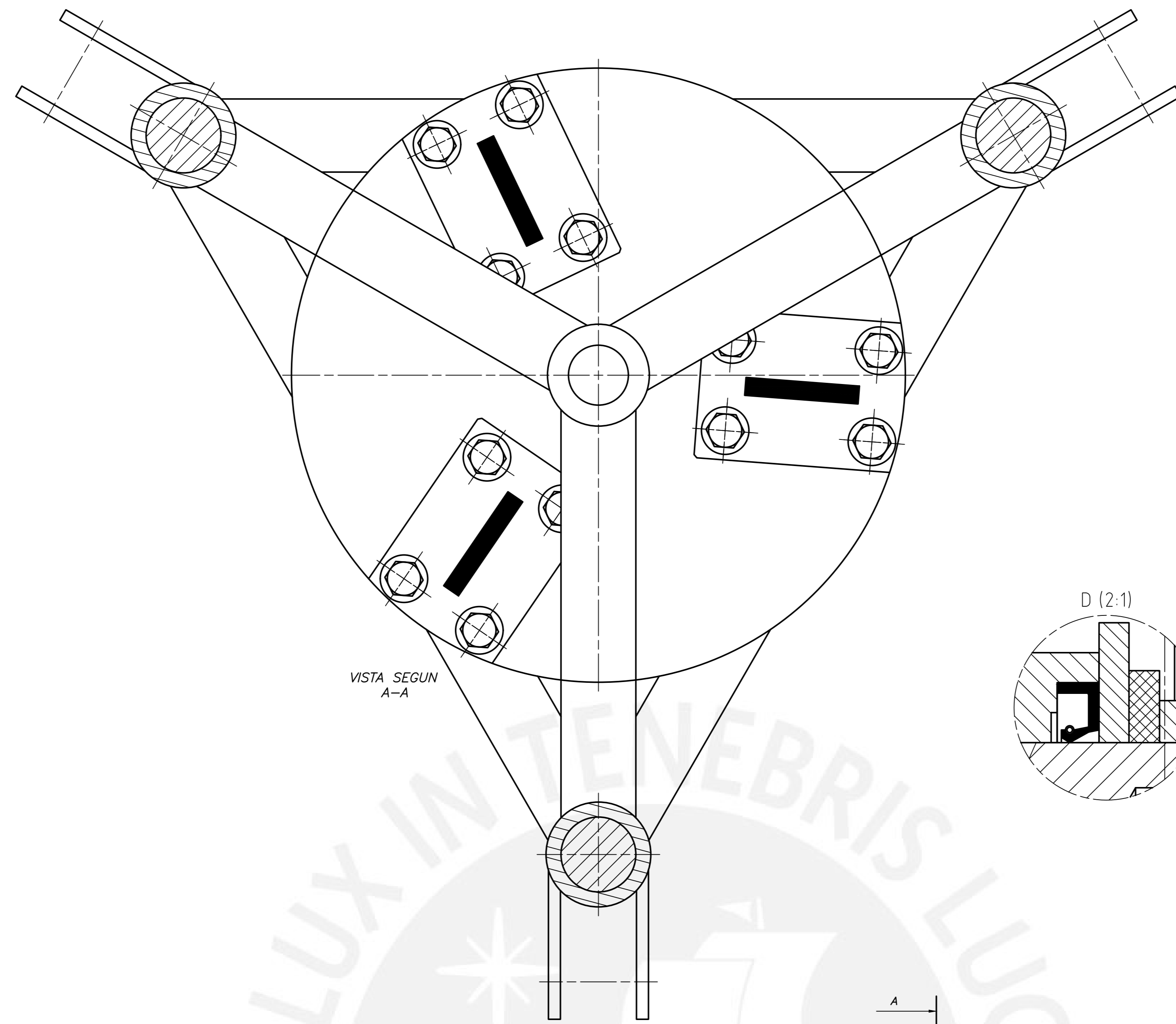
A (2:1)



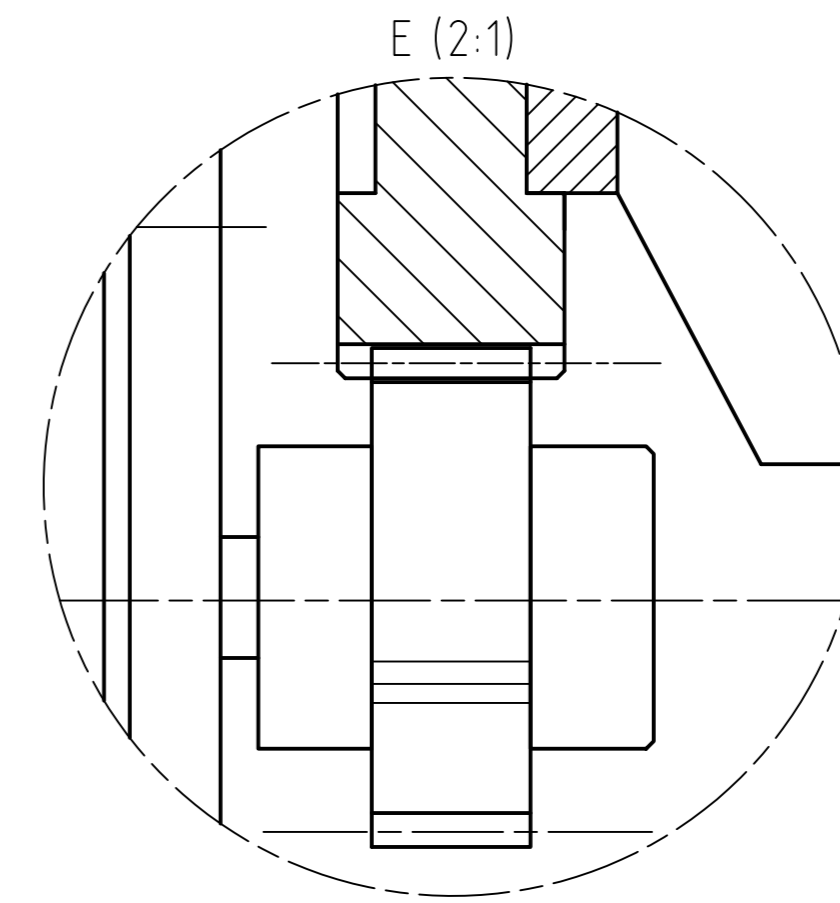
B (2:1)



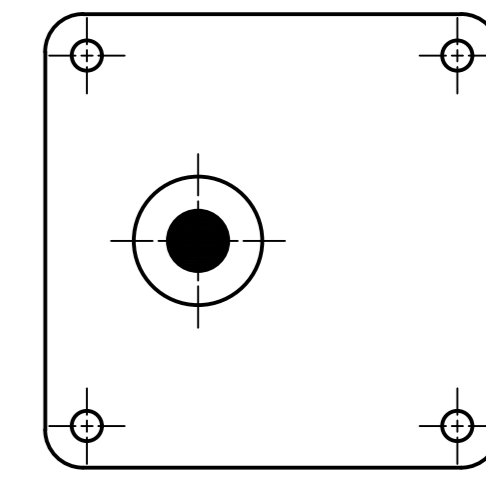
C (2:1)



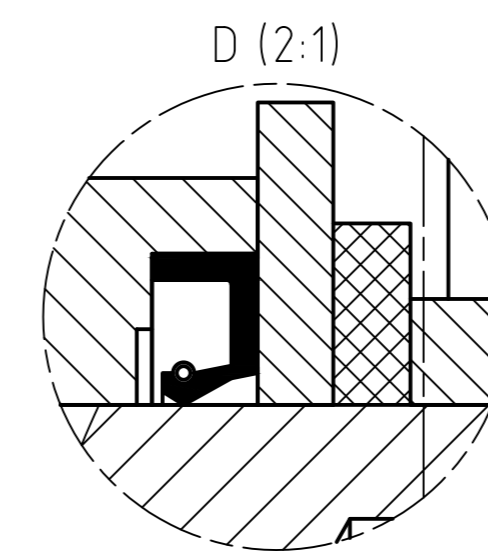
VISTA SEGUN
A-A



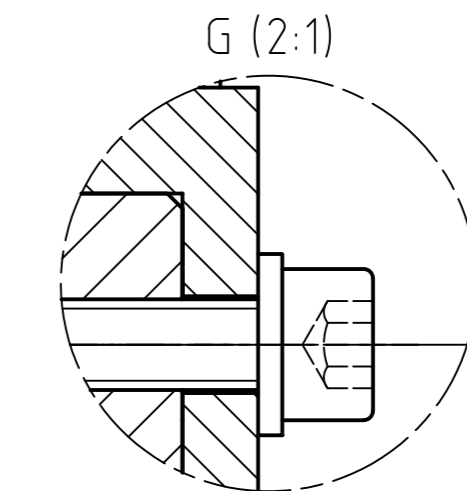
E (2:1)



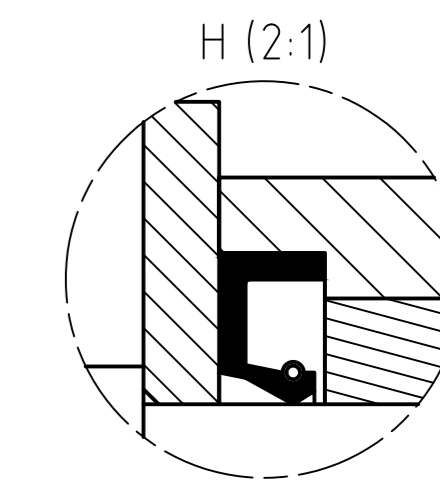
VISTA SEGUN
B-B



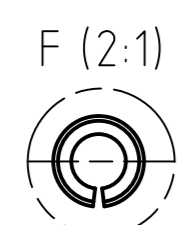
D (2:1)



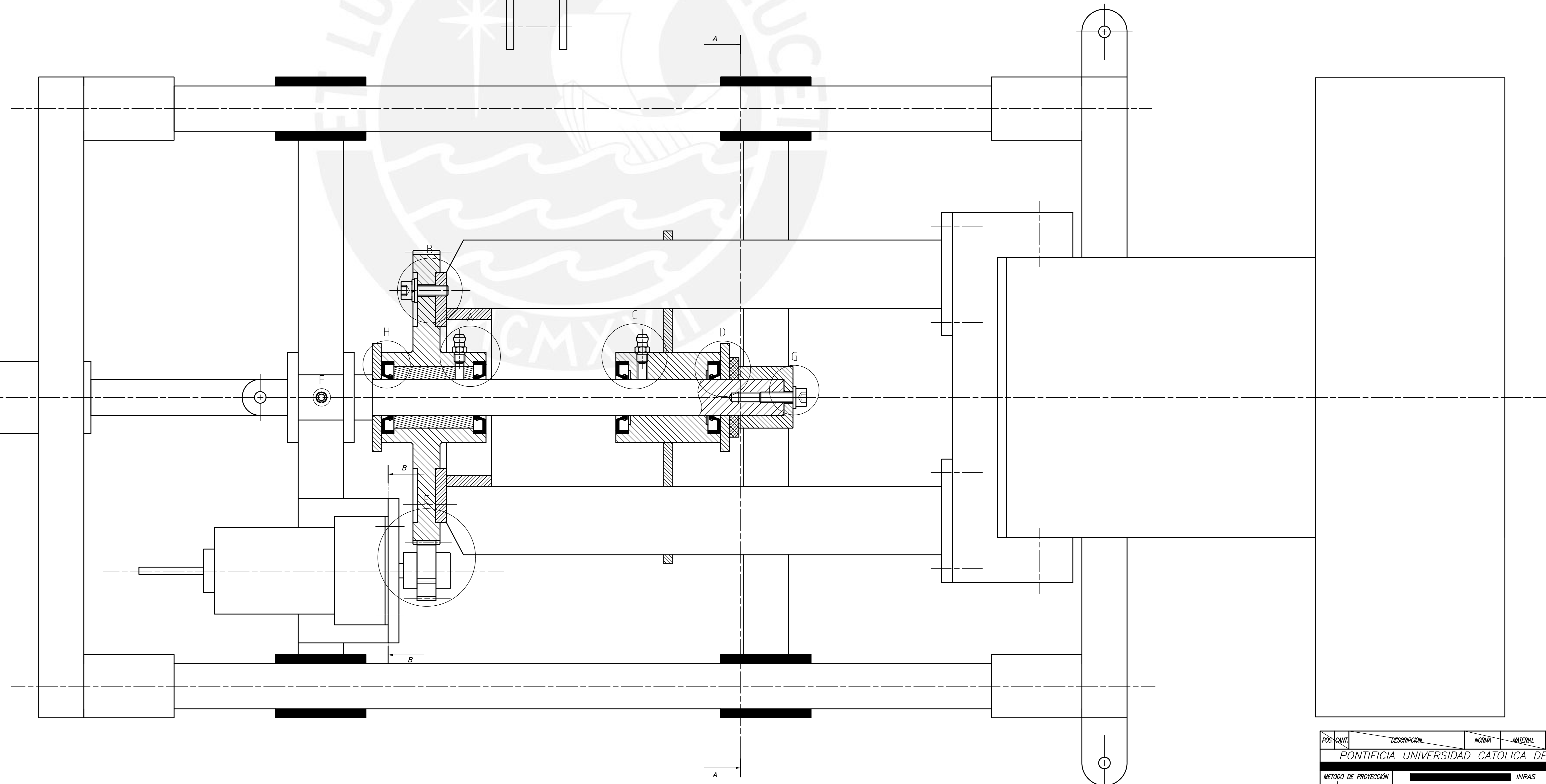
G (2:1)



H (2:1)



F (2:1)



A

H

C

D

G

B

B

A

POS. CANT.	DESCRIPCION	NORMA	MATERIAL	CONSERVACIONES
	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
METODO DE PROYECCION	INVAS	ESCALA		
	SOPORTE DE ALIMENTADOR	1:2		
DIBUJADO POR:	Ing. CARLOS A. BUSQUETS ELLIOT	FECHA:	22.06.2018	
REVISADO POR:	Dr. JOORGE A. HERAUD PEREZ	LAMINA:	A0	