



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Departamento Ingeniería Electromecánica  
Proyecto Final N°39

**“DISEÑO DE UN HORNO ELECTRICO DE MESA PARA  
ESTUDIO DE PARAMETROS TERMICOS DE COCCION EN LA  
ELABORACION DE MASAS”**

**Autor:**

OGGERO, Alejandro Rubén

**Profesor:**

ALI, Daniel Eduardo

**Auxiliar:**

FERREYRA Daniel Alberto

2018



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO**

**Departamento Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final N°39**

**“DISEÑO DE UN HORNO ELECTRICO DE MESA PARA  
ESTUDIO DE PARAMETROS TERMICOS DE COCCION EN LA  
ELABORACION DE MASAS”**

**Autor:**

OGGERO, Alejandro Rubén

**Profesor:**

ALI, Daniel Eduardo

**Auxiliar:**

FERREYRA Daniel Alberto

2018

## **DEDICATORIA**

A mi esposa y a mis hijos, por ser apoyo y sostén en todo momento.

Al equipo docente de la universidad, por su empatía, dedicación; valores que debo resaltar más allá de la formación recibida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>1.1 Marco teórico</b> .....	6
<b>1.2 Objetivos</b> .....	8
<b>2. CAPACIDAD TERMICA DEL HORNO</b> .....	10
<b>3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO AUTOMATICO Y MANUAL</b> .....	13
<b>4. CONTROL MANUAL</b> .....	14
<b>4.1 Materiales utilizados en el control manual</b> .....	14
<b>4.1.1 Relé Phoenix Contact</b> .....	14
<b>4.1.2 Relé AEA 4 INV.RH4B-24Vcc</b> .....	15
<b>4.1.3 Fuente AEA SKS-50-24</b> .....	16
<b>4.1.4 Fusibles para riel DIN</b> .....	17
<b>4.1.5 Pulsadores</b> .....	18
<b>4.1.6 Llave selectora de tres estados</b> .....	19
<b>4.1.7 Señal luminosa de 22 mm</b> .....	19
<b>5. CONTROL AUTOMATICO</b> .....	20
<b>5.1 Materiales utilizados en el control automático</b> .....	20
<b>5.1.2 Fuente para placa Arduino Uno</b> .....	24
<b>5.1.3 Fuente para periféricos</b> .....	25
<b>5.1.4 Modulo de 4 relés con bornera. Opto acoplados</b> .....	26
<b>5.1.5 MAX6675 Conversor analógico-digital para sondas de termopar K con compensación de unión fría y comunicación SPI</b> .....	31
<b>5.1.6 Potenciómetro lineal para entrada analógica</b> .....	37
<b>5.1.7 Pulsador</b> .....	40
<b>5.1.8 Led rojo</b> .....	40
<b>5.1.9 Cables Dupont</b> .....	41
<b>6. SALIDAS ANALOGICAS PWM EN ARDUINO</b> .....	42

<b>7. CONMUTAR CARGAS CON ARDUINO Y RELE DE ESTADO SOLIDO.....</b>	<b>48</b>
<b>8. INTERFASE ENTRE ARDUINO Y RELE DE ESTADO SOLIDO.....</b>	<b>55</b>
<b>8.1 Modo de uso del relé de estado solido (SSR) utilizado en el presente proyecto.....</b>	<b>55</b>
<b>8.2 Circuito adoptado como interfase entre Arduino y relé de estado sólido.....</b>	<b>56</b>
<b>8.3 Cooler para enfriamiento de disipadores de relés de estado sólido..</b>	<b>58</b>
<b>9. BALANCE DE CONSUMOS Y POTENCIAS EN FUENTES DE ALIMENTACION.....</b>	<b>59</b>
<b>10. BALANCE DE CORRIENTES ADMISIBLES EN RELES ELECTROMECHANICOS Y DE ESTADO SOLIDO.....</b>	<b>60</b>
<b>11. PLANOS ELECTRICOS.....</b>	<b>61</b>
<b>12. IMÁGENES DEL HORNO CON LAS MODIFICACIONES ELECTRICAS.....</b>	<b>64</b>
<b>12.1 Equipamiento estándar sin modificar.....</b>	<b>64</b>
<b>12.2 Equipamiento modificado.....</b>	<b>65</b>
<b>13. PROGRAMA EN ARDUINO.....</b>	<b>67</b>
<b>13.1 Definiciones útiles.....</b>	<b>67</b>
<b>13.2 Programa.....</b>	<b>68</b>
<b>14. HOJA DE DATOS.....</b>	<b>76</b>
<b>14.1.1 Relé de estado sólido.....</b>	<b>76</b>
<b>14.1.2 Optoacoplador 4N35.....</b>	<b>81</b>
<b>14.2.3 Transistor de propósito general BC337.....</b>	<b>88</b>
<b>14.1.4 MAX6675.....</b>	<b>92</b>
<b>14.1.5 Modulo de 4 relés para Arduino (relé y opto acoplador).....</b>	<b>100</b>
<b>14.1.6 Buzzer.....</b>	<b>111</b>
<b>14.1.7 Cooler.....</b>	<b>112</b>
<b>14.1.8 Relé electromecánico para sistema de control manual.....</b>	<b>113</b>
<b>14.1.9 Modulo Relé Phoenix Contact.....</b>	<b>117</b>
<b>14.2 Fuente de alimentación switching.....</b>	<b>123</b>
<b>14.2.1 Porta fusibles.....</b>	<b>127</b>
<b>14.2.2 Pulsadores, llave selectora y señales luminosas.....</b>	<b>130</b>
<b>15. PLANOS DE TABLERO Y ADAPTACIONES PARA EL HORNO.....</b>	<b>134</b>
<b>16. COMPUTO Y PRESUPUESTO.....</b>	<b>137</b>

<b>17. CONCLUSIONES.....</b>	<b>138</b>
<b>18. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>139</b>
<b>19. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>141</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En ocasiones cuando debemos desarrollar un proceso determinado a escala industrial, nos encontramos con la necesidad de conocer valores de variables, comportamientos y resultados finales buscados sobre el producto objeto de procesamiento.

En estas ocasiones es cuando resulta de suma utilidad el desarrollo y construcción de equipamiento a escala reducida, que en principio nos permita acceder a información sensible de un proceso.

En el presente proyecto se comienza por el diseño y la elaboración de un horno de mesa en el cual podremos realizar ajustes de temperatura y tiempo de cocción con el objeto de lograr los parámetros de cocción más adecuados de, por ejemplo, un bizcochuelo.

### 1.1 Marco teórico

La **reacción de Maillard** es un complejo conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y azúcares presentes en los alimentos cuando éstos se calientan, técnicamente la reacción de Maillard es la glicación no enzimática de las proteínas, es decir, una modificación proteínica que se produce por el cambio químico de los aminoácidos que las constituyen. Se define también como una especie de caramelización de los alimentos y como la reacción que proporciona el color tostado durante el proceso de cocción.

La reacción de Maillard deriva en moléculas cíclicas y poli cíclicas, en el primer caso se podría nombrar como ejemplo a la unión de los azúcares monosacáridos a causa de la pérdida de una molécula de agua para formar un nuevo tipo de azúcar disacárido (azúcares dobles como podría ser la sacarosa, la maltosa, etc.), en el segundo caso serían proteínas de bajo peso molecular que inciden en la síntesis de otras proteínas. Algunas de estas reacciones son responsables de aportar a los alimentos cocinados sabor y aroma. La denominada reacción de Maillard fue estudiada en profundidad a principios del siglo XX por Louis-Camille Maillard, un médico y químico francés que logró describir y detallar la reacción química, se podría decir que es uno de los responsables de describir un proceso contemplado en la denominada gastronomía molecular, recordemos que su definición en la cocina es la respuesta a las relaciones físicas y

químicas que se producen durante los procesos de preparación o elaboración de los alimentos.

El caso es que el químico logró demostrar que la pigmentación de color marrón fruto de la cocción, se producía tras la reacción de un grupo de aminoácidos con un grupo carbonilo de azúcares (la mayoría de los disacáridos poseen poder reductor gracias al grupo carbonilo, un átomo de carbono con un doble enlace a un átomo de oxígeno, que forman sus moléculas). Louis-Camille Maillard murió en 1936 y tuvieron que pasar casi 20 años hasta que se descubriera exactamente el mecanismo de las interacciones químicas que se producen durante el proceso de cocción en la glicación no enzimática de las proteínas.

La reacción de Maillard es responsable, por tanto, del color y el sabor de los alimentos durante las diferentes formas de cocción, el proceso se inicia cuando se produce la reacción entre una molécula de hidrato de carbono y un aminoácido, sea libre o parte de una cadena proteínica, el resultado es una nueva estructura cuya inestabilidad experimenta nuevos cambios y derivando en cientos de compuestos diferentes. Paralelamente se produce una reacción que otorga la coloración parda y un complejo matiz de sabores provenientes de los múltiples compuestos.

A la mezcla del carbono, hidrógeno y oxígeno pueden añadirse átomos de azufre o nitrógeno gracias a la implicación de los aminoácidos, el resultado es un cóctel de nuevas moléculas y nuevos aromas. Cada alimento tiene su particular reacción de Maillard con resultados que varían según los diferentes métodos de cocción, temperaturas o interacción con otros alimentos.

Con algunos alimentos que se cocinan en agua o al vapor no se superan los 100°C y la cocción es forzosamente lenta, de ahí que queden más pálidos y suaves en comparación con aquellos alimentos que se han cocinado con otras técnicas denominadas secas, como el horno, la parrilla, los fritos... en este caso las temperaturas superan los 160°C y los alimentos se deshidratan rápidamente alcanzando la temperatura a la que son sometidos, el pardeamiento aparece rápidamente, pero los alimentos se tostarían solamente por fuera.

Para lograr que un estofado quede sabroso y jugoso, sería cuestión de trabajar con dos tipos de cocción, primero freír los alimentos a las temperaturas elevadas hasta alcanzar el pardeamiento y después se añade el líquido que obligará a reducir la temperatura de cocción, ya que el agua no puede exceder los 100°C de temperatura.

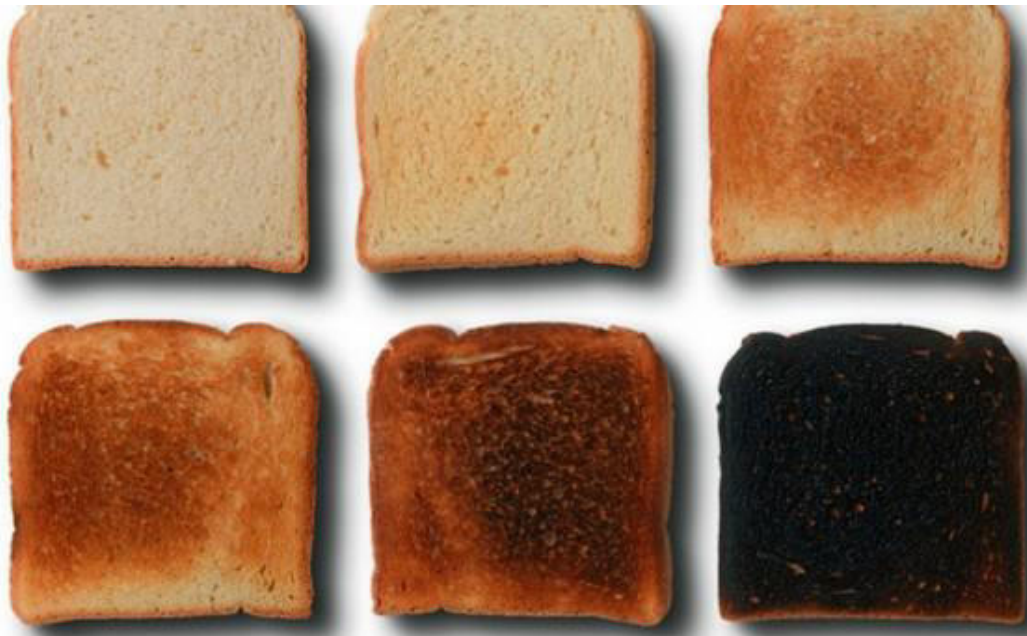
Como en toda regla también existen las excepciones, se puede lograr un pardeamiento con alimentos cocinados en medios como el agua a través de cocciones



muy prolongadas que generarán aromas y colores específicos, pero en ello intervienen factores como las condiciones alcalinas, el contenido en hidratos de carbono y el contenido en aminoácidos.

La reacción de Maillard es la responsable de los sabores, aromas y colores de los alimentos, el color tostado de las galletas, el color de la corteza del pan, el color de los alimentos y bebidas, podemos poner como ejemplo la elaboración de cerveza y cómo influye el proceso de malteado de los granos de cebada (el tostado de los granos provocando la reacción de Maillard), el sabor de los asados y mil y un ejemplo más.

Para ejemplificar visualmente la reacción de Maillard incorporamos las siguientes imágenes de pan tostado, donde se observa desde un efecto nulo hasta un



quemado pasando por las distintas tonalidades de caramelización.

Figura 1: Distintas tonalidades del pan tostado.

## 1.2 Objetivos

Los objetivos que persigue el presente trabajo se describen a continuación:

Construir un prototipo de horno, utilizando un horno de mesa estándar, que permita un doble accionamiento.

Por un lado, conservar todas las funciones manuales estándares que posee el horno tal como viene de fábrica, llamado de ahora en más “funcionamiento en modo manual”.

Por otro lado, implementar circuitos de control automático que permitan un control preciso de tiempo y temperatura, que de ahora en más llamaremos “funcionamiento en modo automático”.

Cabe destacar que para el “funcionamiento en modo automático”, se incorpora un doble control de temperatura. El horno es modificado y dividido en dos cámaras iguales que llamaremos cámara superior e inferior.

Como se podrá observar en la imagen, el complemento de cocción podrá acceder a distintas condiciones de intercambio térmico.

La cámara inferior ingresará calor por contacto, a la masa, a través del complemento de cocción. Mientras que la cámara superior incorporará calor a través de la superficie libre de la masa por efectos de convección y radiación.



Figura 2: Detalle interior del horno con bandeja separadora y termocuplas.



Figura 3: Detalle orificio de circulación de aire.

El contacto, la convección y la radiación deben procurar una cocción pareja durante un período específico necesario y al mismo tiempo potenciar el efecto Maillard o de caramelización de azúcares en superficie, para brindar si se desea, un color dorado sobre la masa adoptando la terminación superficial entre leve y muy dorado o simplemente sin diferencias entre la superficie en contacto y superficie libre.

Una vez encontrados los parámetros de tiempo y temperatura de las cámaras superior e inferior, tendremos un sistema de cocción cuya calidad es repetible.

Algunos ejemplos en imágenes.



Figura 4: En ambas imágenes se puede observar el efecto de Maillard tanto en superficie libre como de contacto, logrando un color homogéneo.

## 2 CAPACIDAD TERMICA DEL HORNO

Como sabemos, los conductores y las resistencias se calientan cuando son atravesados por una corriente eléctrica. Este fenómeno es también conocido por “Efecto Joule”.

El físico P. James Joule estudió la relación existente entre energía y su transformación plena en calor. A base de experimentar con un calorímetro, llegó a la conclusión de que la energía de 1 julio es equivalente a 0,24 calorías.

$$Q = 0.24 \times E \quad (1)$$

Donde:

$Q$  = Calor en calorías.

$E$  = Energía en Julios.

De esta manera si quisiéramos determinar el calor que se produce en una resistencia  $R$  en un tiempo determinado  $t$  cuando es recorrida por una corriente eléctrica  $I$ , tendremos que:

$$E = P \times t \quad (2)$$

$$P = R \times I^2 \quad (3)$$

Donde:

$P$  = Potencia

$R$  = Resistencia electrica

$I$  = Corriente

$t$  = Tiempo en segundos

En nuestro proyecto estaremos utilizando un horno de 50 litros de capacidad marca Atma, se adjunta placa de datos.



Figura 5: Placa de datos horno **ATMA** HG5010E

Con lo cual, si llevamos a la primera expresión, nos queda que:

$$Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t \quad (4)$$

El calor desprendido por este horno eléctrico expresado por minuto, sería:

$$E = P \times t \quad (6)$$

$$E = 1800[W] \times 60[s] = 108000[julio] \quad (7)$$

Cada [julio] se transforma en 0,24 [calorías], entonces:

$$Q = 108000[julio] \times 0,24 = 25920[caloria] \quad (8)$$

La capacidad térmica del horno sería de 25,9 [Kcal] por minuto, equivalente a 1554 [Kcal] en una hora.

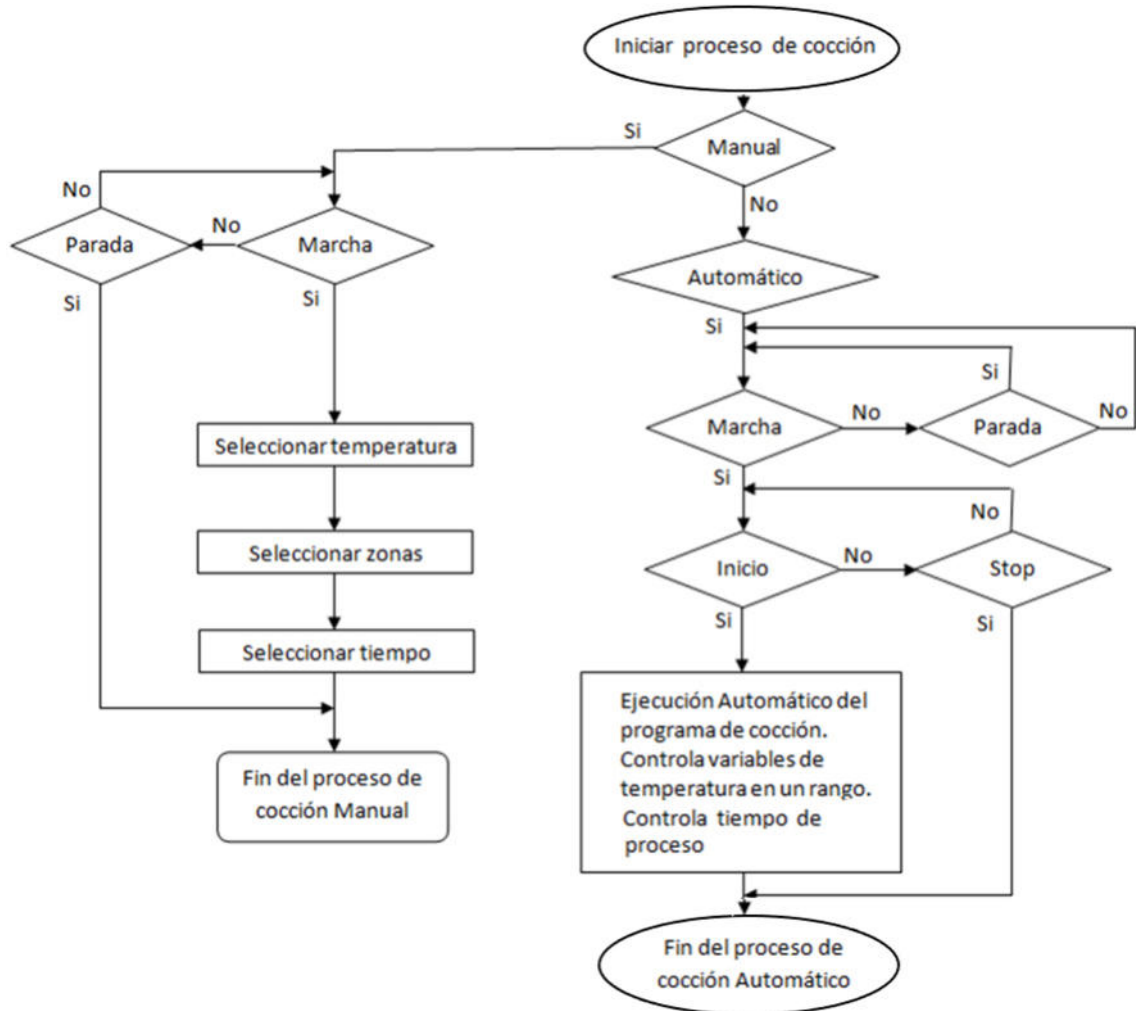
De todas formas, al momento de estudiar el proceso de cocción debemos tener en cuenta factores de rendimiento térmico donde entran a jugar variables de aislación térmica del horno, disipación al medio, pérdidas en la puerta delantera por cierre no hermético, envejecimiento de materiales.

Por último, propiedades de transmisión del calor hacia el alimento objeto de cocción, ítem no menos importante en la definición de rendimiento térmico, que es el rendimiento que tiene que ver con el proceso de cocción.

Ver el proceso de intercambio de calor como emisor y receptor de las distintas formas de transmitir energía térmica (contacto, convección y radiación), aquí entran en juego formas, texturas, temperaturas, calor acumulado, movimientos de aire, propiedades de los materiales, perdida de calor por pérdida de masa (evaporación), superficies y volúmenes.

Entender el comportamiento de todas estas variables ayuda a comprender el fenómeno de la cocción y su respectiva mejora tanto desde el punto de vista gastronómico como de rendimiento energético.

### 3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO AUTOMATICO Y MANUAL



## 4 CONTROL MANUAL

### 4.1 Materiales utilizados en el control manual

#### 4.1.1 Relé Phoenix Contact



Figura 6: Relé utilizado en comando de control.

Estos terminales de interfaz de tierra con contactos de tornillo y mini relés enchufables facilitan el montaje de relés de interface PLC en una barra de bus estándar EN y garantizan la conexión.

Los mini relés están alojados en una carcasa con índice de protección IP67 de modo que el mecanismo y los contactos no están expuestos a la humedad y la oxidación. Terminales de tierra estrechos para relés de interfaz en miniatura: sólo 6,2 [mm] de ancho.

Tensión de entrada indicada mediante LED.

Entrada y circuito de protección integrados.

Desconexión eléctrica segura.

Los puentes de cortocircuito de 2 polos facilitan el "amarre" a un terminal PLC del mismo tipo o similar, sin ocupar espacio en el terminal de conexión por tornillo. Los terminales de tierra y los mini relés se suministran por separado, para recambio y flexibilidad del sistema.

Input voltage rating-voltage V	Earth clamp, RS man. no.	Mini relay RS man. no.	Input current (coil side) mA	Load (contact side)
24 V dc	251-9455	290-1416	7 mA	6 A, 250 V=
230 V ac/dc	290-1400	290-1422	3 mA	6 A, 250 V=

Relay data, contact side:	SPDT switch, 6 A / 250 V ac
Data for earth clamp:	Rigid/flexible/AWG
Connection cross section:	0.14 to 2.5 mm <sup>2</sup> / 0.14 to 2.5 mm <sup>2</sup> / 26 to 14 AWG
Max. current and voltage:	Depending on relay data.
Dimensions (H x W x D):	94 x 80 x 6.2 mm

Figura 7: Parámetros eléctricos.

#### 4.1.2 Relé AEA 4 INV. RH4B-24Vcc

Ver hoja de datos.

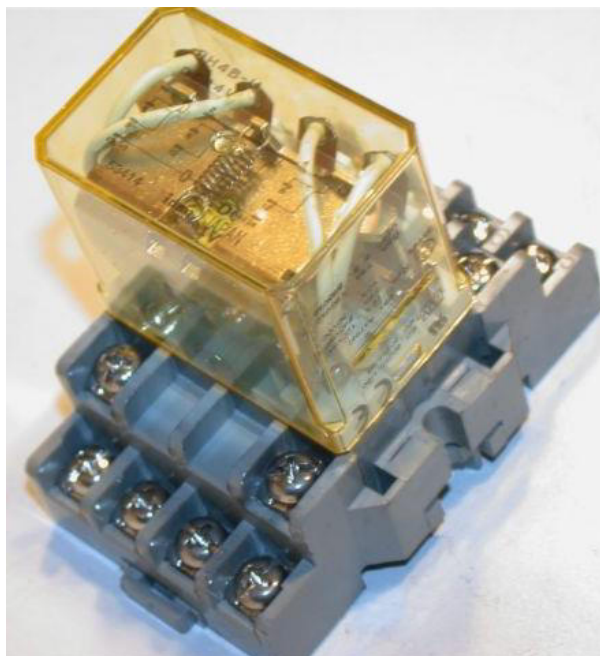


Figura 8: Relé para comando de potencia y su respectivo zócalo para riel DIN.



### 4.1.3 Fuente AEA SKS-50-24

FUENTE 220V/24V 2.1A SKS-50-24	
Código AEA: 4313200	
Código Fab.	SKS-50-24
Descripción	FUENTE 220V/24V 2.1A SKS-50-24
Tipo_de_Montaje	Fondo de panel o riel din con adaptador
Tension_de_alimentacion_VCA	85 a 132/170 a 264 seleccionable por switch
Tension_de_salida_VCC	24
Corriente_de_salida_A	2,1
Potencia_W	50
Proteccion_por_Sobrecarga_%	110-160
Proteccion_por_Sobretension_%	NO
Prteccion_por_sobre_temperatura	NO
Auto_reset	SI
Eficiencia	78
Tension_de_ripple_mV	200
Frecuencia_HZ	47-63
Proteccion_contra_corto_circuito	0
Corriente_de_arranque_en_frio_115V_(A)	15
Corriente_de_arranque_en_frio_230V_(A)	30
Eficiencia_%	78
Corriente_de_fuga_mA	<1/240VCA
Ajuste_de_tension_%	+/-10
Tension_de_ripple_mV	200
Indicación_luminosa	Led
Temperatura_de_trabajo_(°C)	-10 a +60
Humedad_de_trabajo_%	20 a 90
Dimensiones_mm	159 x 97 x 38
Tiempo_de_arranque_minimo_ms	100
Tiempo_de_crecimiento_maximo_ms	200
Rigidez_dielectrica	Entre terminales de enentrada
Resistencia_a_la_vibración_HZ	10 A 500
Peso_g	500
Soporte	SOPORTE P/RIEL DIN SKS-50-100-
Certificaciones	UL,CE, CSA, CB, VDE, ISO9001

Figura 9: Parámetros eléctricos fuente AEA SKS-50-24



Figura 10: Fuente AEA SKS-50-24

Utilizada para alimentar los relés de enclavamiento de comando y enclavamientos de potencia entre sistemas manual y automático.

También se la utiliza como entrada en la alimentación de fuente para periféricos y como entrada para fuente de alimentación de Arduino.

#### 4.1.4 Fusibles para riel DIN

Phoenix Contact



Figura 11: Phoenix Contact Typ UK5-HESI

Se utilizan fusibles de:

Fusible general de 250 [Vca], 15 [A]

Fuente switching AEA SKS-50-24, 3[A]

Resistencia calefactora cámara inferior 250 [Vca], 10 [A]

Resistencia calefactora cámara superior 250 [Vca], 10 [A]

Motor convector de horno 3 [A]

Luz interior de horno 3 [A]

Consumos registrados:

Resistencia calefactora cámara inferior, 3.75 [A]

Resistencia calefactora cámara superior, 3.75 [A]

Motor convector, 0.01 [A]

Luz interior del horno, 0.43 [A]

Total, 7.93 [A]

Factor de potencia, 0.98

Tensión de línea, 230 [Vca]

Potencia del Horno, 1800 [W]

#### 4.1.5 Pulsadores



**XB7-EA●1**

Figura 12: Pulsador utilizado para arranque parada en manual y en automático.

Description	Type of contact			Colour	Unit reference
	N/O	N/C	C/O		
Pushbuttons, spring return	1	–	–	Black	<b>XB7-EA21</b>
				Green	<b>XB7-EA31</b>
				Yellow	<b>XB7-EA51</b>
	–	1	–	Red	<b>XB7-EA42</b>

Figura 13: Descripción técnica de los pulsadores

Se utilizaron:

2 pulsadores con retorno a resorte N/O color Verde XB7-EA31

2 pulsadores con retorno a resorte N/C color Rojo XB7-EA42

#### 4.1.6 Llave selectora de tres estados



**XB7-ED21**

Figura 14: Llave selectora de tres estados




Description	Type of contact			Number, type and key withdrawal positions (1)	Unit reference
	N/O	N/C	C/O		
<b>Standard black handle</b>	1	–	–	2 stay put 	<u><b>XB7-ED21</b></u>
	1	1	–	2 stay put 	<u><b>XB7-ED25</b></u>
	2	–	–	3 stay put 	<u><b>XB7-ED33</b></u>

Figura 15: Descripción técnica de llave selectora de tres estados

Se utilizo una llave selectora de tres estados XB7-ED33

#### 4.1.7 Señal luminosa de 22[mm]



**XB7-EV04M**

Figura 16: Señal luminosa.

<b>Pilot lights</b> (Sold in lots of 10)				
Supply	Description	Supply voltage	Colour	Unit reference
		<b>V</b>		
<b>Integral LED</b>	–	≡ 24	Green	<b><u>XB7-EV03B</u></b>
			Red	<b><u>XB7-EV04B</u></b>
			Yellow	<b><u>XB7-EV05B</u></b>
		~ 230	Green	<b><u>XB7-EV03M</u></b>
			Red	<b><u>XB7-EV04M</u></b>
			Yellow	<b><u>XB7-EV05M</u></b>

Figura 16: Descripción técnica de las señales luminosas utilizadas.

Se utilizaron:

- 1 luz piloto color verde XB7-EV03B
- 1 luz piloto color amarillo XB7-EV05B
- 1 luz piloto color rojo XB7-EV04M

## 5. CONTROL AUTOMATICO

### 5.1 Materiales utilizados en el control automático

#### 5.1.1 Arduino Uno

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB (En los últimos modelos, aunque el original utilizaba un puerto serie) conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.

Un Arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 [Vcc].

También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

Arduino UNO es la última versión de la placa, existen dos variantes, la Arduino UNO convencional y la Arduino UNO SMD. La única diferencia entre ambas es el tipo de microcontrolador que montan.

La primera es un microcontrolador Atmega en formato DIP.

Y la segunda dispone de un microcontrolador en formato SMD.

Utilizaremos el formato DIP porque nos permite programar el chip sobre la propia placa y después integrarlo en otros montajes.



Figura 17: Formato DIP



Figura 18: Formato SMD

### **Entradas y salidas:**

Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida. Funcionan a 5 [Vcc], cada pin puede suministrar hasta 40 [mA]. La intensidad máxima de entrada también es de 40 [mA].

Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20 [KΩ] y 50 [KΩ] que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario.

Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits.

### **Pines especiales de entrada y salida:**

RX y TX: Se usan para transmisiones serie de señales TTL.

Interrupciones externas: Los pines 2 y 3 están configurados para generar una interrupción en el Atmega. Las interrupciones pueden dispararse cuando se encuentra un valor bajo en estas entradas y con flancos de subida o bajada de la entrada.

PWM: Arduino dispone de 6 salidas destinadas a la generación de señales PWM de hasta 8 bits.

SPI: Los pines 10, 11, 12 y 13 pueden utilizarse para llevar a cabo comunicaciones SPI, que permiten trasladar información full dúplex en un entorno Maestro/Esclavo.

I2C: Permite establecer comunicaciones a través de un bus I2C. El bus I2C es un producto de Phillips para interconexión de sistemas embebidos. Actualmente se puede encontrar una gran diversidad de dispositivos que utilizan esta interfaz, desde pantallas LCD, memorias EEPROM, sensores...

### **Alimentación de un Arduino**

Puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa, como puede ser un pequeño transformador o, por ejemplo, una pila de 9 [Vcc]. Los límites están entre los 6 y los 12 [Vcc]. Como única restricción hay que saber que, si la placa se alimenta con menos de 7 [Vcc], la salida del regulador de tensión a 5[Vcc] puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12 [Vcc], probablemente dañaremos la placa.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1 [mm] con el positivo en el centro o directamente a los pines Vin y GND marcados sobre la placa.

Hay que tener en cuenta que podemos medir el voltaje presente en el jack directamente desde Vin. En el caso de que el Arduino esté siendo alimentado mediante el cable USB, ese voltaje no podrá monitorizarse desde aquí.

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Figura 19: Datos técnicos del Arduino Uno.

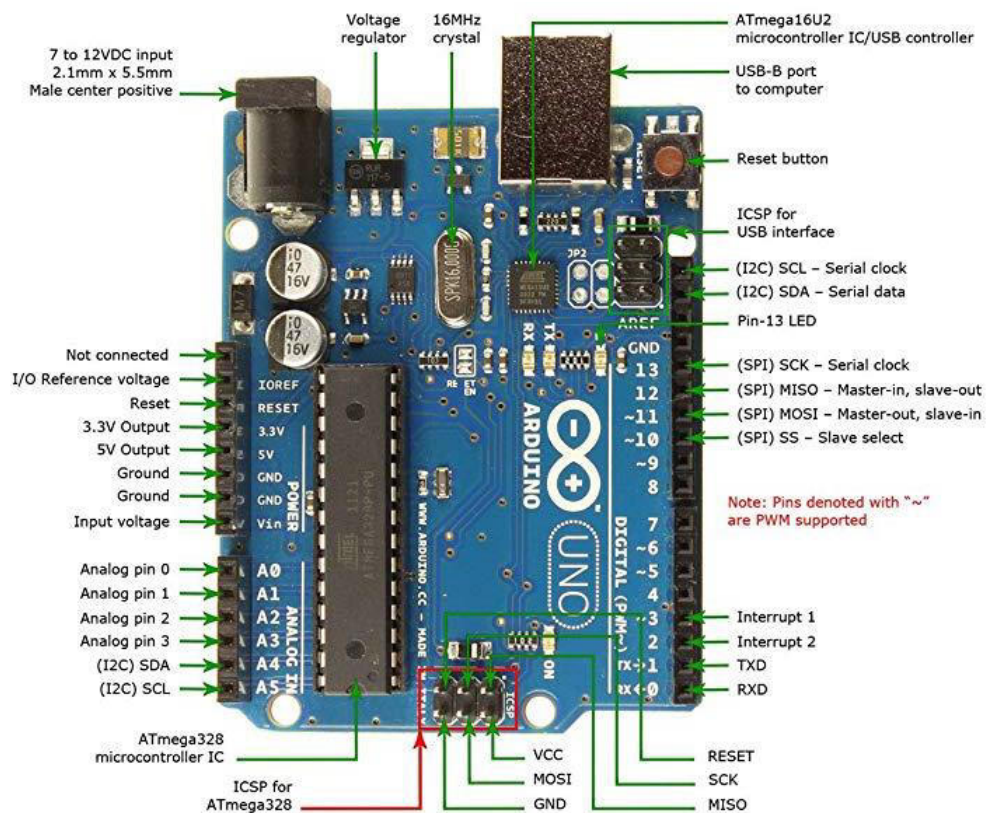


Figura 20: Entradas y salidas con sus funciones.



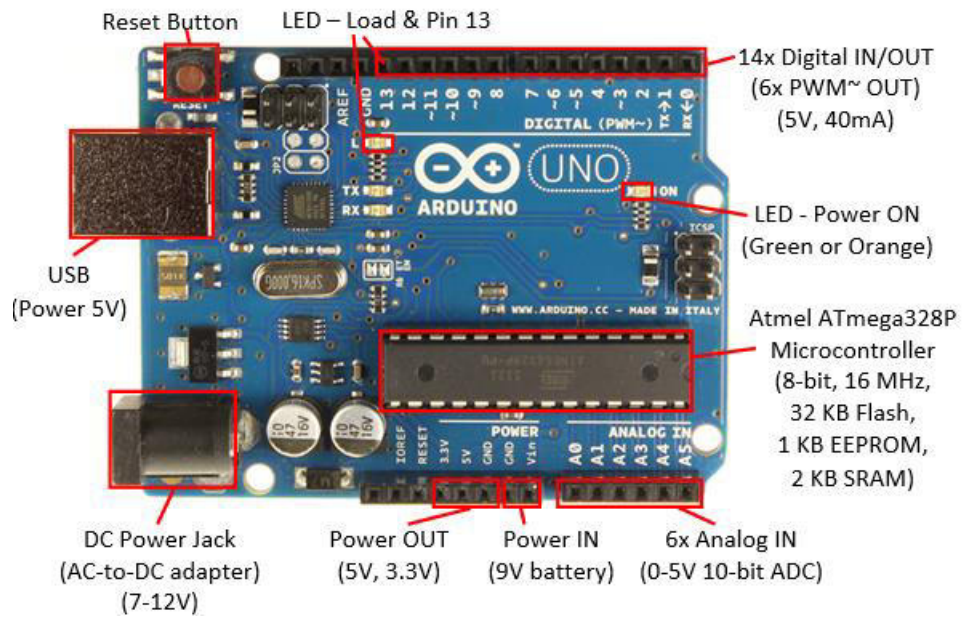


Figura 21: Entradas y salidas con sus funciones.

### 5.1.2 Fuente para placa Arduino Uno

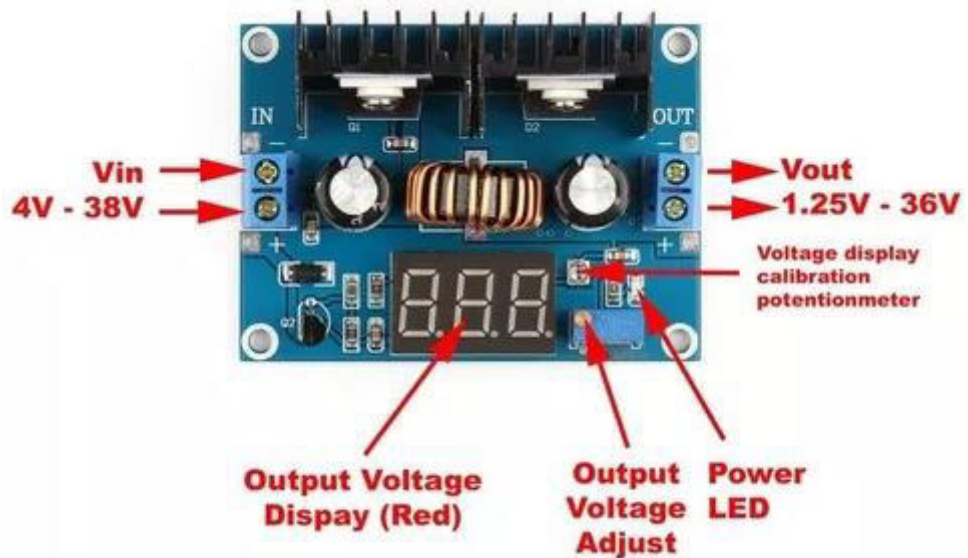


Figura 22: Esquema de conexiones.

#### Características:

Fuente De Alimentación Step Down Ajustable de 8 [A]. Salida regulable de 1.25 [Vcc] a 36 [Vcc] con voltímetro incorporado Es una fuente basada en el regulador step-down DC-DC XL4016. La tensión de salida

se ajusta mediante un preset multivuelta de alta precisión y es capaz de alimentar una carga de hasta 8 [A] con una alta eficiencia. Posee un voltímetro incorporado que permite medir la tensión de salida.

- **Datos técnicos:**

Voltaje de entrada: 4-38 [Vcc]

Voltaje de salida: 1.25-36 [Vcc] continuamente ajustable

Corriente de salida: 0-8 [A]

Potencia de salida: 250 [W]

Temperatura de funcionamiento: -40 a +85 [°C]

Frecuencia de trabajo: 180KHz

Eficiencia de conversión: hasta el 96 %

Incluye voltímetro

Protección contra cortocircuitos: Sí

protección de sobrecalentamiento: (apaga automáticamente la salida si existe sobre temperatura)

Entrada de protección de polaridad inversa: No

Dimensiones del módulo: 64 x 47 x 26 [mm] (L x W x H)

### 5.1.3 Fuente para periféricos

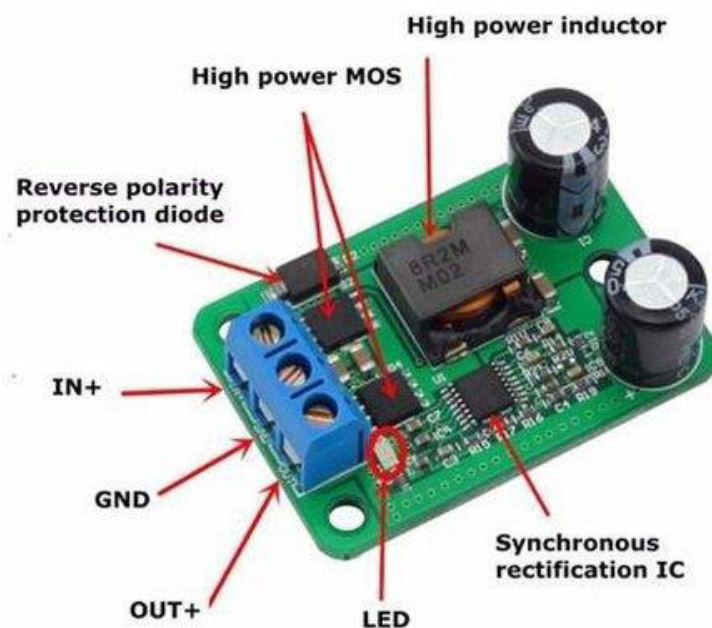


Figura 23: Fuente para periféricos de Arduino Uno.

Naturaleza del módulo: módulo de buck no aislado (BUCK)

Voltaje de salida: 5 [Vcc]

Corriente de salida: 5 [A]

Voltaje de entrada: 9 ~ 35 [Vcc] (el voltaje límite máximo es de 35 [Vcc], por favor, deje un margen de maniobra para usar, de lo contrario se dañará)

Potencia de salida: 25 [W]

Modo rectificador: rectificación síncrona

Bajo voltaje de caída: 4 [Vcc]

Eficiencia de conversión: hasta 95 %

Protección inversa de entrada: sí

Tamaño (L \* W \* H): 45 x 30 x 15 [mm]

**Modo de conexión:**

In+: Input positive (Entrada positiva)

Out+: Output positive (Salida positiva)

GND: IN-/OUT-

**5.1.4 Módulo de 4 Relés con bornera. Opto acoplados**

Este pequeño módulo nos permitirá controlar mediante sus cuatro relés, cargas como hasta 220 [Vca] y 10 [A], controlado desde Arduino.

En este proyecto utilizaremos tres relés. Uno para el encendido del ventilador convector del horno, otro para el encendido de la iluminación interna del horno y por ultimo el tercer relé que se utilizara para el encendido del buzzer, alarma indicadora de finalización de cocción.

**Descripción general de la placa.**

Se trata de un módulo de 4 relés que funcionan a 5 [Vcc], capaces de manejar cargas de hasta 10 [A] en 250 [Vca], convenientemente aislados mediante los optoacopladores de las entradas, las que cuentan con leds individuales que sirven como indicadores de estado.

Los distintos componentes del módulo pueden verse en la siguiente imagen:

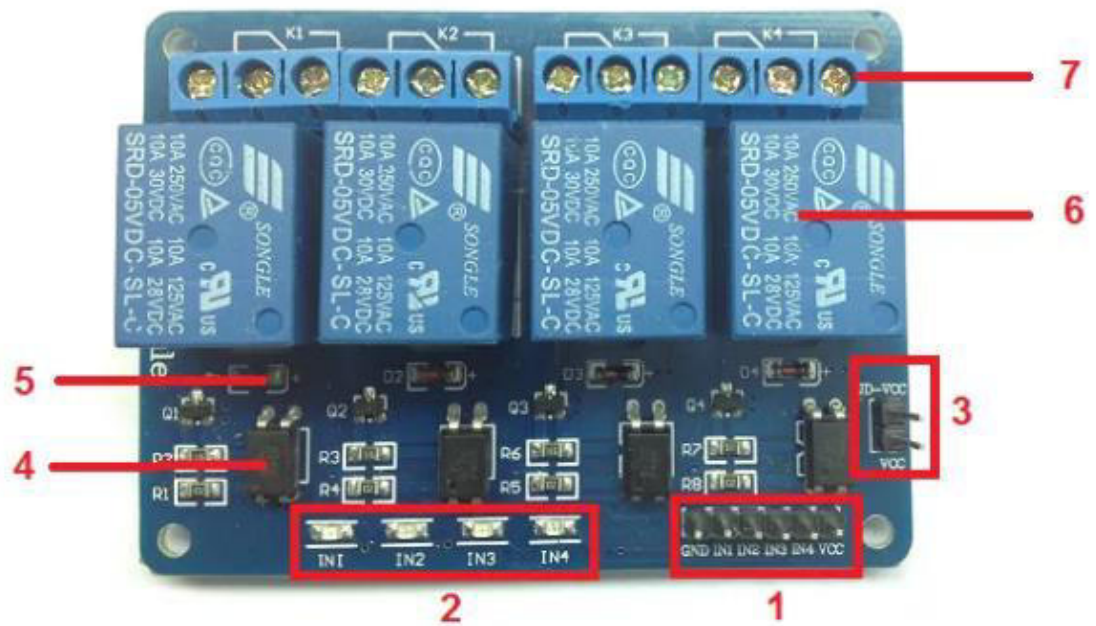


Figura 24: Detalle de componentes y conexiones.

Como podemos apreciar, la placa tiene un conector de entradas (IN1 a IN4) y alimentación (GND es masa o negativo y Vcc es el positivo) [1], cuatro leds que indican el estado de la entradas [2], un jumper selector para la alimentación de los relés [3], cuatro optoacopladores del tipo FL1817C [4], cuatro diodos de protección [5], cuatro relés marca SONGLE con bobinas de 5 [V] y contactos capaces de controlar hasta 10 [A] en una tensión de 250 [Vca] [6] y cuatro borneras, con tres contactos cada una (Común, Normal abierto y Normal cerrado), para las salidas de los relés [7].

### Esquema interno de conexiones

En la imagen de más abajo mostramos el circuito esquemático de un canal, el resto de los canales repite la misma configuración.

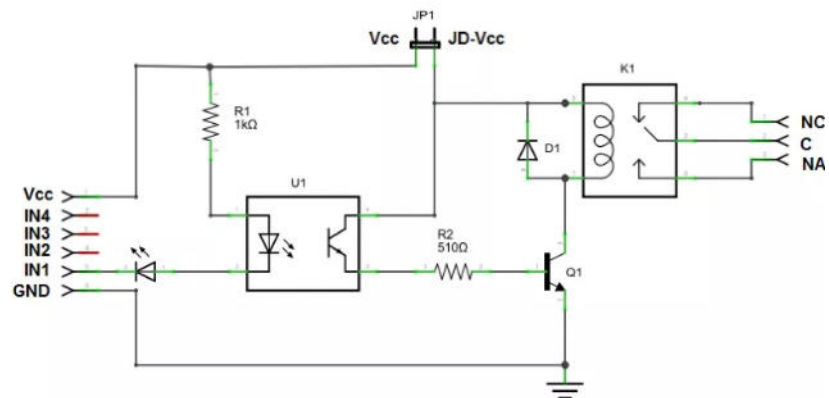


Figura 25: Esquema interno de conexiones.

### Funcionamiento

A partir del circuito de la Figura 25 analizamos el funcionamiento del circuito: la entrada IN1 está conectada al cátodo del diodo del optoacoplador a través del led indicador. El ánodo del diodo del optoacoplador se conecta a Vcc (positivo) por intermedio de R1, una resistencia de 1000 [ $\Omega$ ]. Estos tres componentes, el diodo indicador, el diodo del opto y la R1 forman un circuito serie por el cual circula la corriente cuando la entrada está a un nivel BAJO (conectada a GND) y no circula si la entrada está a un nivel ALTO (conectada a Vcc).

El transistor del opto tiene su colector a JD-Vcc y su emisor conectado a Q1 a través de una resistencia de 510 [ $\Omega$ ]. Este es otro circuito serie por el cual circula corriente cuando el transistor del opto conduce al ser “iluminado” por su diodo, con lo que se introduce corriente en la base de Q1 a través de R2.

Finalmente, Q1 está conectado en una típica configuración emisor común, con su emisor a masa (GND) y la bobina del relé como carga en el colector. Cuando circula corriente por la base desde el opto, Q1 se satura permitiendo el paso de la corriente a través de la bobina del relé, lo que produce que se cierren los contactos del mismo (común con normal abierto). El diodo D1 protege al transistor de la tensión que aparece en la bobina del relé cuando deja de circular corriente por la misma.

En síntesis, al ponerse la entrada a **nivel BAJO** se pone a la saturación el transistor Q1 a través del optoacoplador con lo que se cierra el contacto normal abierto del relé.

### Alimentación y consumo

La forma más sencilla de alimentar este módulo es desde Vcc y GND de la placa Arduino, manteniendo el Jumper en su lugar, con lo que JD-Vcc = Vcc. Esta conexión tiene dos limitaciones importantes:

- Se pierde la aislación eléctrica que brindan los optoacopladores, lo que aumenta la posibilidad de daño al Arduino si hay algún problema con las cargas de los relés.
- La corriente consumida por las bobinas de los relés debe ser provista por la placa Arduino. Cada bobina consume unos 90 [mA] y las cuatro juntas suman 360 [mA]. Si a esto le sumamos los consumos que pueden tener otras salidas, estamos muy cerca de los 500 [mA] que puede suministrar un puerto USB. En este caso se debería alimentar al Arduino con una fuente externa, lo que aumenta el límite de corriente a 1 [A] (en el caso de la Arduino UNO).



Figura 26: Alimentación con una sola fuente.

**La forma más segura y la que utilizaremos en este proyecto**, es remover el jumper y alimentar la placa de relés con dos fuentes: la de la placa Arduino conectada a Vcc y una segunda fuente, con el positivo a JD-Vcc y el negativo a GND, sin estar éste unido a la placa Arduino. Esta conexión tiene como ventajas:

- Hay completa aislación entre la carga y el Arduino.
- Todo el consumo de los relés es tomado de la segunda fuente y no del Arduino o el puerto USB.



Figura 27: Alimentación con dos fuentes.

### Entradas

Las entradas a la placa pueden conectarse directamente a las salidas digitales de la placa Arduino. La única precaución a tener en cuenta es que cuando Arduino arranca al ser alimentado, los pines se configuran como entradas automáticamente y puede ocurrir que, por un brevísimo lapso de tiempo entre el arranque y la correcta configuración de estos pines como salidas, las entradas de control al módulo de relé

queden en un estado indeterminado. Esto se puede evitar conectando en cada entrada un pull-up con una resistencia de 10 [KΩ] a Vcc, lo que asegura un estado ALTO durante el arranque.

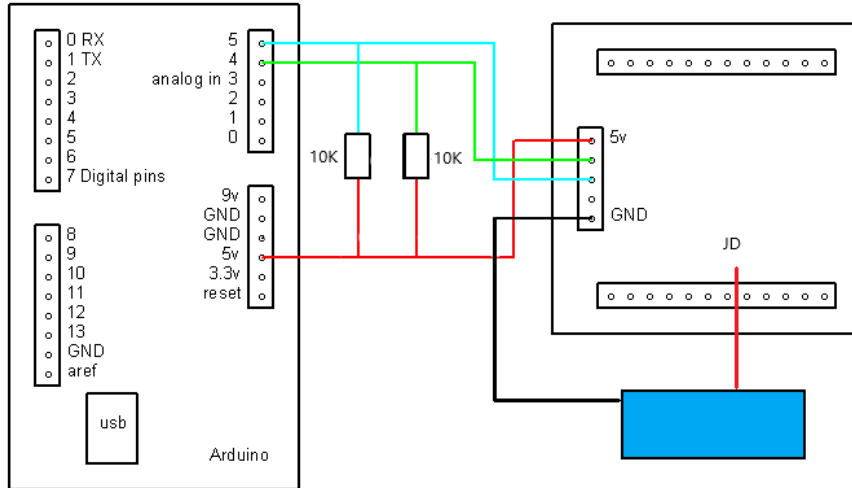


Figura 28: Conexión del módulo de relés con Arduino Uno.

### Más información

Hoja de datos de los relés SONGLE [Songle-SRD-Relay-Datasheet](#)

Hoja de datos del [optoacoplador FL817C](#)

### Software

Este programa de ejemplo controla los 4 relés conectando las entradas IN1, IN2, IN3 e IN4 del módulo a los pines digitales 2, 3, 4 y 5 de una placa Arduino UNO. La alimentación se toma directamente desde el Arduino como en el primero de los casos vistos más arriba.

```

Modulo 4 relés
2 //Recordar que los relés se activan con nivel BAJO (0)
3
4 #define RELAY_ON 0
5 #define RELAY_OFF 1
6
7
8 void setup () {
9
10 //Inicialización
11
12 //Asegurar nivel ALTO en cada entrada de rele
13 digitalWrite (2, RELAY_OFF);
14 digitalWrite (3, RELAY_OFF);
15 digitalWrite (4, RELAY_OFF);
16 digitalWrite (5, RELAY_OFF);
17
18 //Definir los pines como salida
19 pinMode (2, OUTPUT);
20 pinMode (3, OUTPUT);
21 pinMode (4, OUTPUT);
22 pinMode (5, OUTPUT);
23
24 }
25
26 void loop () {
27
28 digitalWrite (2, RELAY_ON); //Activa relé 1
29 delay (2000);
30 digitalWrite (2, RELAY_OFF); //Desactiva relé 1
31 delay (2000);
32
33 }
    
```

### 5.1.5 MAX6675. Conversor analógico-digital para sondas de termopar K con compensación de unión fría y comunicaciones SPI

#### Medida de la temperatura con termopar

Las sondas de temperatura basadas en termopar determinan la temperatura midiendo la pequeña fuerza electromotriz que origina la unión de dos metales (conductores) distintos a distintas temperaturas; el llamado efecto termoeléctrico o efecto Seebeck. Son muy eficaces para trabajar con amplios rangos de temperaturas, especialmente en los tramos altos.

Las sondas de tipo K (cromel–alumel), las más usadas, entre otras razones por su relación entre precio y prestaciones, son capaces, en teoría, de medir temperaturas entre  $-180$  [°C] y  $+1300$  [°C], aunque frecuentemente se utilizan para medir temperaturas, aproximadamente, entre los  $+50$  [°C] y los  $+800$  [°C].

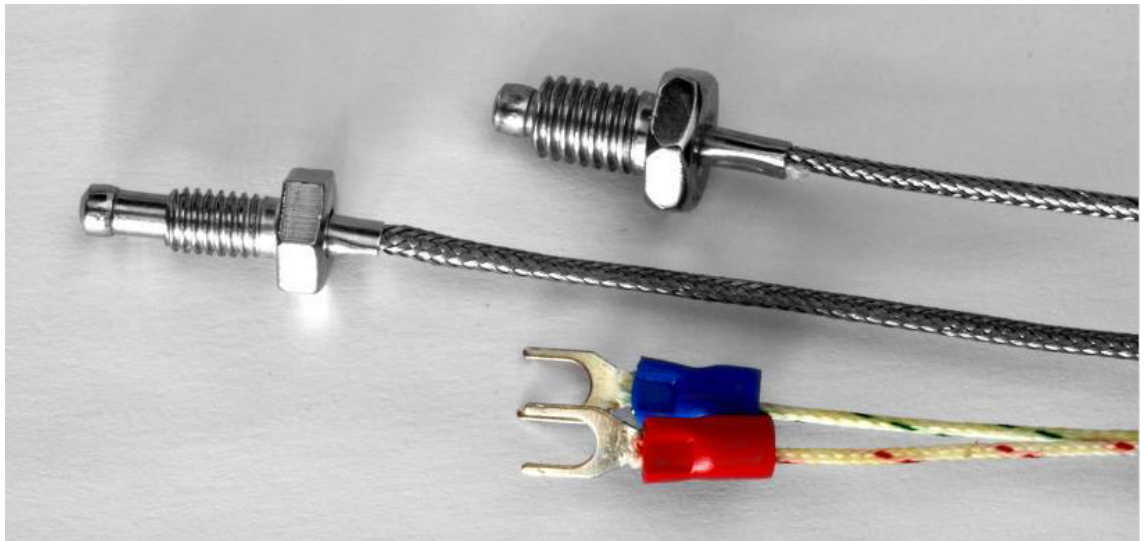


Figura 29: Termocupla tipo K.

A la eficacia del sistema de medida de temperatura basado en termopar, le acompaña la necesidad de resolver tres cuestiones para poder ser explotado: ① capacidad de gestionar tensiones muy bajas (del orden de  $\mu\text{V}$ ) o amplificar la respuesta del termopar para que un microcontrolador pueda trabajar con ella, ② corrección de la medida de la sonda para equipararla a una distribución lineal (linealización de la respuesta del termopar) y ③ compensación de unión fría para corregir la dependencia que existe entre la temperatura medida por la sonda y la temperatura ambiente.



### Características del MAX6675

El IC MAX6675 sirve para resolver de manera sencilla estos tres aspectos y además, gracias en gran medida a que utiliza un bus SPI para las comunicaciones, es muy fácil de explotar en una aplicación basada en microcontrolador además de separar el punto de medida y el de procesado de los datos de forma más cómoda que la alternativa que supone extender el cable de la sonda.

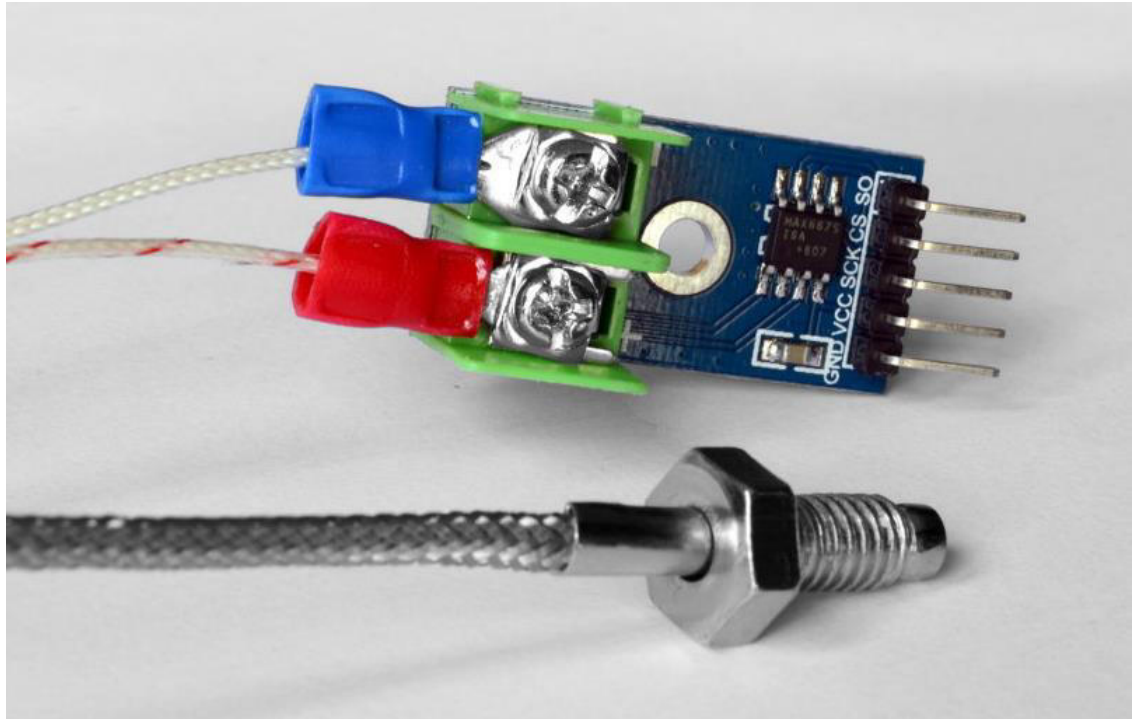


Figura 30: Conversor analógico-digital MAX6675

Numéricamente, el MAX6675 es capaz de medir temperaturas de entre 0 [°C] y (aproximadamente) +1024 [°C] utilizando 12 bits con una resolución de 0,25 [°C]. A efectos prácticos, para ser fiable la medida, la temperatura objetivo debe ser unos grados superiores a la temperatura ambiente e inferior a +700 [°C].

El tiempo de conversión de la temperatura del MAX6675 oscila entre los 170 [ms] y los 220 [ms], como no hay forma de saber cuándo ha terminado la conversión y se puede solicitar la lectura del valor de la temperatura, lo habitual es dejar un tiempo algo superior al máximo, un cuarto de segundo (250 [ms]) es un valor suficientemente seguro y sencillo de recordar.

### Implementación hardware del MAX6675

La compensación de unión fría se realiza utilizando un diodo de silicio ubicado en el interior del MAX6675. Aunque según la tabla de características del fabricante, el integrado puede funcionar entre  $-20$  [°C] y  $+85$  [°C], la temperatura a la que se encuentre el MAX6675 puede ser relevante en el error de medida de la temperatura objetivo. Es importante procurar que la temperatura ambiente, la del entorno del MAX6675, sea razonablemente estable y, sobre todo, que no sea superior a  $+40$  [°C], temperatura a partir de la cual el error de medida es mayor.



Figura 31: Patillaje del convertor analógico-digital MAX6675 para sondas termopar K con compensación de unión fría y comunicaciones SPI.

La inclusión del MAX6675 en un circuito microcontrolado es muy sencilla, el único componente que necesita es un filtro a la entrada de la alimentación (típicamente un condensador de  $100$  [nF] y opcionalmente otro más de  $10$  [ $\mu$ F] en condiciones muy ruidosas). Por otro lado, la conexión negativa de la sonda (alumel) debe conectarse a masa lo más cerca posible del pin GND.

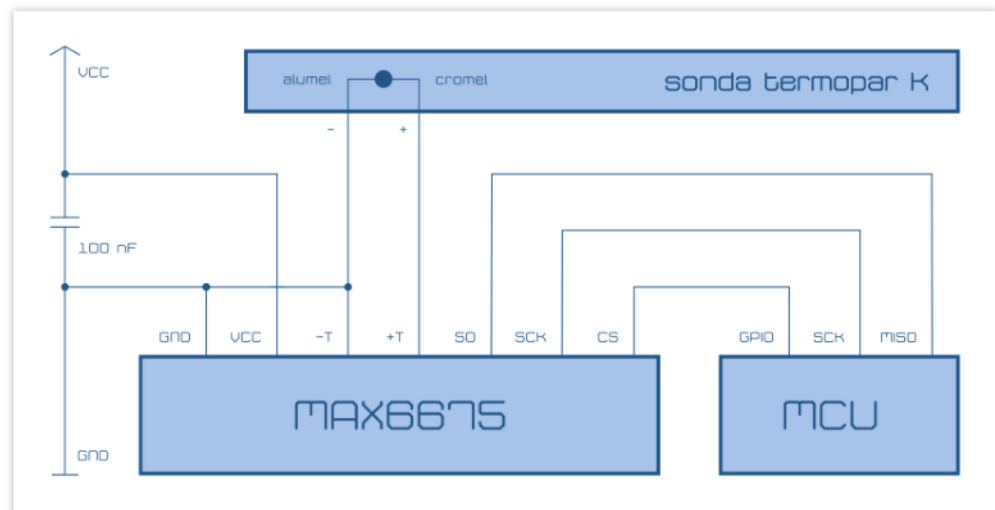


Figura 32: Conexión del MAX6675 con Arduino Uno.

Tabla 1. Especificaciones del MAX6675

Voltaje de alimentación	3.0 a 5.0 [V]
Corriente de operación	1,5 [mA]
Rango de medida	0 [°C] a 1024 [°C]
Resolución de medida	± 0.25 [°C]
Salida	Interfaz SPI

A nivel más mecánico que electrónico, también es importante considerar el contexto en el que se implementa el termopar, tanto el extremo sensible (sonda) como el conector al equipo de medida. Para ambos existen varios estándares industriales correspondientes al conector macho y hembra aéreo y de panel.

### Implementación software del MAX6675

La lectura desde un microcontrolador de la medida de la temperatura que realiza el MAX6675 se hace conforme al protocolo SPI: se establece a nivel bajo CS y cada ciclo de reloj (SCLK alto + bajo) se obtiene un bit. La única peculiaridad es que el MAX6675 utiliza un SPI simplificado que no acepta recepción de datos, solamente envía el valor de la temperatura.

Los 12 bits con los que el MAX6675 expresa la temperatura se transmiten en un bloque de 16 bits. El MSB (bit más significativo), que normalmente almacenaría el signo de la temperatura, no se utiliza, ya que solamente trabaja con temperaturas positivas. De los cuatro restantes, el bit cero (el bit menos significativo) representa el estado de la salida de datos, normalmente se deja en alta impedancia y se ignora su valor que, por otra parte, podría establecerse «manualmente» como uno o cero con una resistencia pull-up o con una resistencia pull-down. El bit uno se utiliza como un indicador del dispositivo (normalmente a nivel bajo o de valor cero) y el bit número dos informa del estado de la sonda estableciendo un nivel alto cuando el termopar está abierto (desconectado), por lo que su valor normal de funcionamiento es cero.

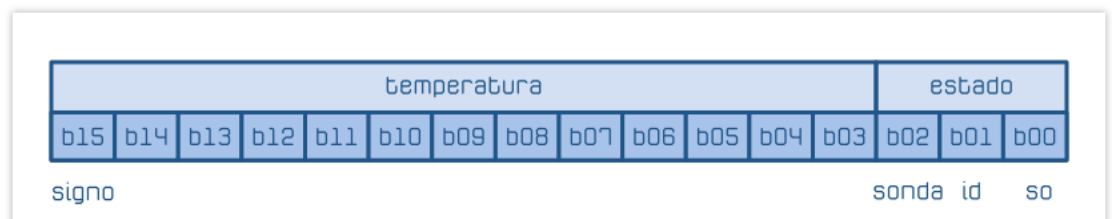


Figura 33: Distribución de los 16 bits que envía el MAX6675 por el bus SPI con la temperatura y el estado.

El siguiente código para Arduino se muestra un ejemplo que ilustra cómo obtener la carga útil con el valor de la temperatura desde el MAX6675. Se leen dos valores byte usando la librería SPI, se cargan en un int, se rotan 3 bits (para reubicar los bits de temperatura ignorando los de estado) y se divide entre 4.

```

Ejemplo de lectura por SPI de la temperatura de una sonda termopar K con MAX6675 y Arduino
2 #define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 1000 // Un valor mayor que 220 ms (al menos 250 ms por seguridad)
3
4 #include <SPI.h> // Añadir al código la librería de comunicaciones SPI
5
6 int temperatura; // Entero en el que se almacenan los datos recibidos desde el MAX6675
7
8 void setup()
9 {
10  Serial.begin(9600); // Inicializar las comunicaciones serie para mostrar la temperatura en la consola
11  SPI.begin(); // Inicializar las comunicaciones SPI
12  pinMode(PIN_CS_MAX6675,OUTPUT); // Declarar como salida el pin al que se conecta el MAX6675
13  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,HIGH); // Establecer CS a nivel alto (inhabilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675)
14 }
15
16 void loop()
17 {
18  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,LOW); // Habilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675
19  temperatura=SPI.transfer(0); // Recibir el byte más significativo
20  temperatura<<=8; // Colocar los 8 bits más significativos en su posición
21  temperatura|=SPI.transfer(0); // Añadir los 8 bits del siguiente byte recibido desde el MAX6675
22  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,HIGH); // Desactivar las comunicaciones SPI con el MAX6675
23  temperatura>>=3; // Reubicar en la variable los datos de la temperatura (para que el LSB del valor quede en su posición)
24  Serial.print("Temperatura del horno: "); // Mostrar un mensaje para identificar qué temperatura se está monitorizando (un
25  Serial.print((float)temperatura/4.0,DEC); // Dividir el valor entre 4 (el valor representa cuartos de grado)
26  Serial.println(" °C"); // Indicar las unidades en las que se muestra la temperatura
27  delay(ESPERA_ENTRE_LECTURAS); // Una forma poco elegante pero muy elocuente de leer la temperatura cada cierto intervalo
28 }

```

El anterior código para Arduino solamente considera el valor de la temperatura, sobrescribiendo los datos de estado al rotar tres posiciones los bits cargados del MAX6675. Dado que el tercer bit (b02) informa sobre el estado de la sonda, con el valor uno (nivel alto) cuando se desconecta, una interesante mejora podría ser informar, por ejemplo, encendiendo un LED de alarma, de la desconexión de la sonda.

```

Lectura del estado de la sonda termopar K conectada al MAX6675 y su temperatura usando el bus SPI
2 #define BIT_ESTADO_SONDA_MAX6675 2 // Bit que representa el estado de la sonda, si está conectada o no al MAX6675
3 #define PIN_LED_SONDA 8 // Pin al que se conecta el LED que avisa de la desconexión de la sonda (alarma)
4 #define ESPERA_ENTRE_LECTURAS 1000 // Un valor mayor que 220 ms (al menos 250 ms por seguridad)
5
6 #include <SPI.h> // Añadir al código la librería de comunicaciones SPI
7
8 int temperatura; // Entero en el que se almacenan los datos recibidos desde el MAX6675
9 boolean error_sonda; // ¿La sonda está conectada al MAX6675?
10
11 void setup()
12 {
13  Serial.begin(9600); // Inicializar las comunicaciones serie para mostrar la temperatura en la consola
14  SPI.begin(); // Inicializar las comunicaciones SPI
15  pinMode(PIN_CS_MAX6675,OUTPUT); // Declarar como salida el pin al que se conecta el MAX6675
16  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,HIGH); // Establecer CS a nivel alto (inhabilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675)
17  pinMode(PIN_LED_SONDA,OUTPUT); // Declarar como salida el pin al que se conecta el LED de aviso del estado de la sonda
18 }
19
20 void loop()
21 {
22  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,LOW); // Habilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675
23  temperatura=SPI.transfer(0); // Recibir el byte más significativo
24  temperatura<<=8; // Colocar los 8 bits más significativos en su posición
25  temperatura|=SPI.transfer(0); // Añadir los 8 bits del siguiente byte recibido desde el MAX6675
26  digitalWrite(PIN_CS_MAX6675,HIGH); // Desactivar las comunicaciones SPI con el MAX6675
27  error_sonda=((int)temperatura>>BIT_ESTADO_SONDA_MAX6675)&true; // Consultar el bit de estado de la sonda y almacenarlo en
28  digitalWrite(PIN_LED_SONDA,error_sonda); // Encender o apagar el LED según el estado de la sonda (error/desconectada encen
29  if(error_sonda)
30  {
31    Serial.println("Sonda de temperatura desconectada"); // Informar del error en la consola
32  }
33  else
34  {
35    temperatura>>=3; // Reubicar en la variable los datos de la temperatura (para que el LSB del valor quede en su posición)
36    Serial.print("Temperatura del horno: "); // Mostrar un mensaje para identificar qué temperatura se está monitorizando (u
37    Serial.print((float)temperatura/4.0,DEC); // Dividir el valor entre 4 (el valor representa cuartos de grado)
38    Serial.println(" °C"); // Indicar las unidades en las que se muestra la temperatura
39  }
40  delay(ESPERA_ENTRE_LECTURAS); // Una forma poco elegante pero muy elocuente de leer la temperatura cada cierto intervalo
41 }

```

En el código del ejemplo anterior se obtiene el estado de la sonda (si está conectada o no) rotando el valor cargado del MAX6675 para que el bit que indica esta circunstancia quede en el LSB (bit menos significativo) y posteriormente se ignoran el resto de bits con una operación AND con el valor true que se representa numéricamente como uno.

### **Conexión de dos MAX 6675**

El MAX6675 es un dispositivo SPI (serial peripheral interface). Lo único que debemos hacer es repetir las conexiones salvo la que se usa como CS (Chip Select).

Ahora como vamos a agregar otro CS debemos garantizar que cuando activemos un MAX6675 el otro no este activo.

Para ello se ponen resistencias de 10 [KΩ] en pull up.

Este es el Chip Select, o sea el pin que controla que el MAX6675 esté o no habilitado.

Si usamos dos compartimos todos los pines, pero usamos otro pin para el segundo MAX6675.

Con la salvedad que pongamos una resistencia de 10 [KΩ] en pull up en el pin CS de cada MAX6675 conectada a 5 [Vcc] en un extremo y al pin indicado en el otro.

Cuando el sistema consulta, pone en LOW al pin CS en cuestión y el otro al estar en HIGH deshabilita el integrado.

Un dispositivo SPI tiene básicamente 4 pines CLK o CLOCK, MOSI envía datos SPI, MISO recibe datos SPI, CS o Chip Select que es el que habilita el integrado. Es NORMAL BAJO, o sea que cuando está en LOW se habilita el dispositivo y cuando está en HIGH está deshabilitado.

Entonces cuando usamos un solo dispositivo no importa esta situación, pero cuando conectamos dos o más, necesitamos usar resistencia PULL-UP de 10 [KΩ].

Una R pull-up es una R que va del pin CS a 5 [Vcc] y se conecta dónde debe en el Arduino, en nuestro caso pin 10 y pin 11.

### 5.1.6 Potenciómetro lineal para entrada analógica

#### Lectura de un potenciómetro con Arduino

Los potenciómetros son dispositivos que se utilizan frecuentemente para introducir valores analógicos en Arduino, por ejemplo, para regular la intensidad de la luz de un Led, la velocidad de un motor DC, o la posición de un servo.

La medición del valor de un potenciómetro es similar (aunque no igual) a la medición de la resistencia desconocida.

#### ¿Qué es un potenciómetro?

Un potenciómetro es un **dispositivo que permite variar su resistencia** de forma manual, entre un valor mínimo  $R_{min}$ , (normalmente  $0 \text{ } [\Omega]$ ) y un valor máximo  $R_{max}$ . Valores habituales de  $R_{max}$  son  $5 \text{ } [k\Omega]$ ,  $10 \text{ } [k\Omega]$  o  $20 \text{ } [k\Omega]$  ohmios.

Internamente un potenciómetro está constituido por un contacto móvil que se desplaza a lo largo de una pista resistiva. De esta forma, al mover el potenciómetro movemos el contacto a lo largo de la pista, y variando la longitud del tramo de pista con el que estamos en contacto, y por tanto variando su resistencia.



Figura 34: Distintos tipos de potenciómetro.

Por último, en cuanto a la relación entre posición y resistencia, **encontramos potenciómetros de tipo lineal, parabólico o exponencial**. Los lineales presentan una proporcionalidad entre resistencia y desplazamiento, lo cual significa un comportamiento más intuitivo. Mientras, los exponenciales permiten mayor precisión en valores de resistencia bajos, por lo que resultan adecuados cuando hace falta un ajuste fino en un amplio rango.

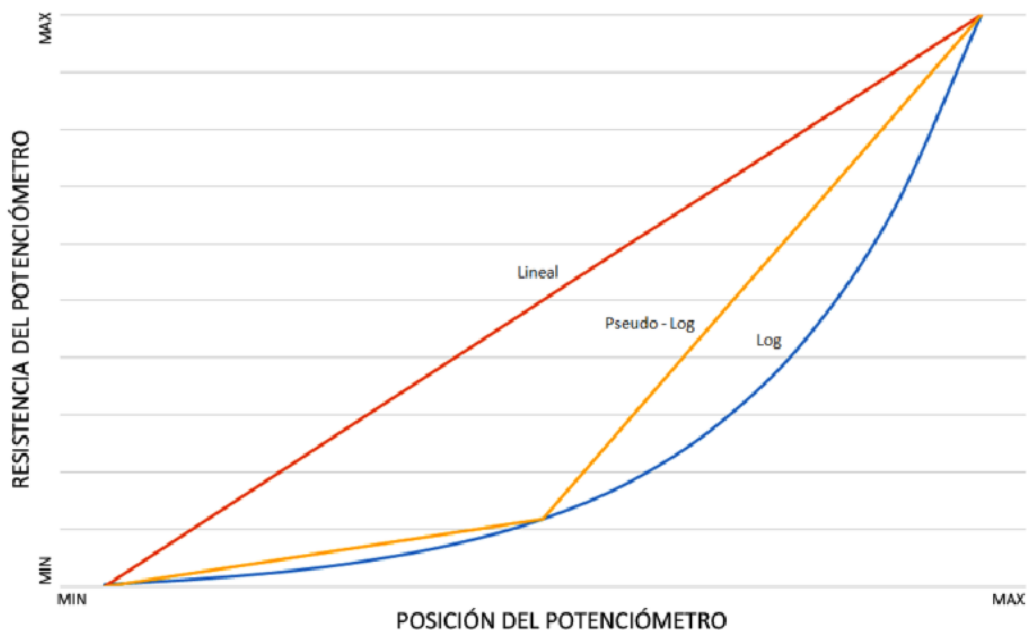


Figura 35: Proporcionalidad entre resistencia y desplazamiento del potenciómetro.

### Esquema eléctrico

El esquema es similar al empleado para medir una resistencia variable, con una importante salvedad. No necesitamos una resistencia de calibrado dado que el propio potenciómetro actúa como divisor de tensión.

Por otro lado, la resistencia entre los terminales siempre es  $R_{max}$  del potenciómetro, mientras que en el caso de una resistencia de calibrado sería  $R_s + R_c$ , por lo que las ecuaciones varían ligeramente. El esquema definitivo es el siguiente.

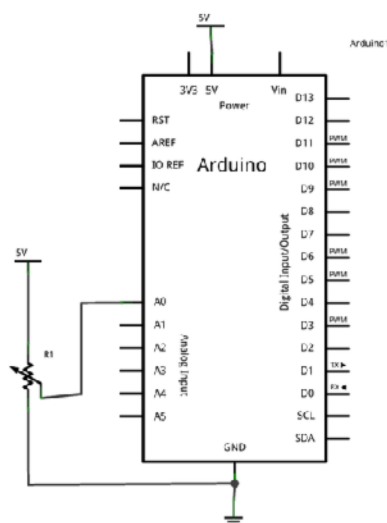


Figura 36: Esquema de conexión eléctrica del potenciómetro con Arduino Uno.

## Código

El código para leer el desplazamiento del potenciómetro es realmente sencillo. Simplemente usamos una entrada analógica para leer el valor de tensión, y lo transformamos en la posición interpolando con la función “map”.

```
1  const int analogPin = A0;
2  int value;      //variable que almacena la lectura analógica raw
3  int position;  //posicion del potenciometro en tanto por ciento
4
5  void setup() {
6  }
7
8  void loop() {
9      value = analogRead(analogPin);      // realizar la lectura analógica raw
10     position = map(value, 0, 1023, 0, 100); // convertir a porcentaje
11
12     //...hacer lo que se quiera, con el valor de posición medido
13
14     delay(1000);
15 }
```

En este proyecto utilizaremos un potenciómetro lineal de 5 [kΩ] de precisión o multivuelta, como los utilizados en variadores electrónicos de velocidad.

Cada giro de 360° representa 25 [°C]. Por lo que el potenciómetro da 10 giros completos para llegar de un extremo a otro.

Será utilizado para seleccionar la temperatura de la cámara superior.



Versión PRO del 3590S

Ahusado Lineal

Resistencia (Ohms) 5 k

Tolerancia ±5%

Cantidad de bandas 1

Interruptor incorporado Ninguno

Potencia (W) 2 W

Coefficiente de temperatura ±50 ppm/ °C

No. de vueltas 10

Rotación 3600°

Tipo de ajuste Definido por el usuario

Material resistivo Bobinado de alambre enrollado

Tipo de terminación Terminal de soldadura

Tipo de accionador Ranurado

Longitud de accionador 0.812" (20.63 mm)

Diámetro del actuador 0.2497" (6.34 mm)

Rosca de buje 3/8-32

Tipo de montaje Montaje en panel

Figura 37: Potenciómetro utilizado en el presente proyecto.



### 5.1.7 Pulsador



Figura 38: Pulsador utilizado como marcha-parada de programa de cocción.

Se utiliza un pulsador NO:

Pulsador de inicio de programa e interrupción de programa. Si está apagado un pulso para iniciar y si está encendido un pulso para apagar o interrumpir el programa. Configurado como Pull down con una resistencia de 4.7[KΩ].

#### RESISTENCIA PULL DOWN

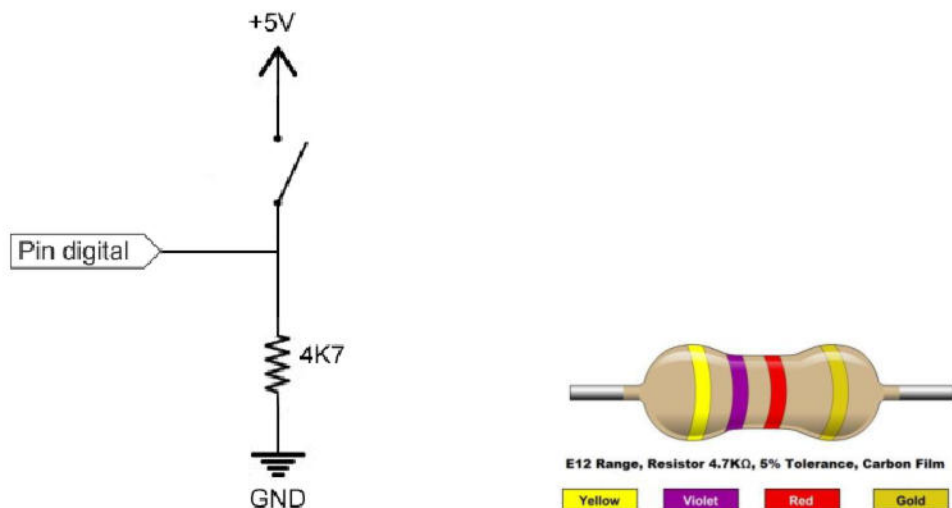
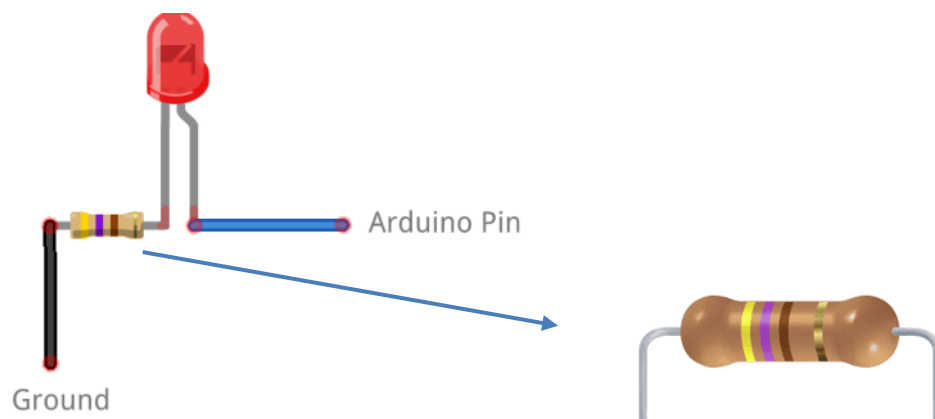


Figura 39: Circuito de conexión del pulsador con resistencia en pull up.

### 5.1.8 Led rojo

Encendido, indica programación Arduino en ejecución.





**CODIGO DE COLORES**

NEGRO	-	0	x1
MARRON	1	1	x10
ROJO	2	2	x100
NARANJA	3	3	x1.000
AMARILLO	4	4	x10.000
VERDE	5	5	x100.000
AZUL	6	6	x1.000.000
VIOLETA	7	7	ORO: 10 tolerancia
GRIS	8	8	10% PLATA
BLANCO	9	9	5% ORO

1ª CIFRA	2ª CIFRA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
(Color)	(Color)	(Color)	(Color)

Figura 40: Circuito de conexión del led con su respectiva resistencia.

### 5.1.9 Cables Dupont

Utilizados en conexión de placa Arduino.



Figura 41: Cables de conexión para Arduino.

## 6 SALIDAS ANALOGICAS PWM EN ARDUINO

### ¿Cómo funciona una salida analógica?

Lo primero que tenemos que entender es que la mayoría de automatismos (y Arduino no es una excepción) **no son capaces de proporcionar una auténtica salida analógica**. Ni siquiera pueden suministrar una salida analógica discretizada (es decir, a saltos) de tensión. Lo único que pueden proporcionar es una salida digital de -Vcc o Vcc. (por ejemplo, 0 [Vcc] y 5 [Vcc])

Para salvar esta limitación y simular una salida analógica la mayoría de los automatismos emplean un “truco”, que consiste en **activar una salida digital durante un tiempo y mantenerla apagada durante el resto**. El promedio de la tensión de salida, a lo largo del tiempo, será igual al valor analógico deseado.

Existe más de una forma de hacer esta aproximación. Una de las más sencillas, y por ello muy empleada en automatización, **es la modulación de ancho de pulso (PWM)**. En esta modulación se mantiene constante la frecuencia (es decir, el tiempo entre disparo de pulsos), mientras que se hace variar el ancho del pulso.

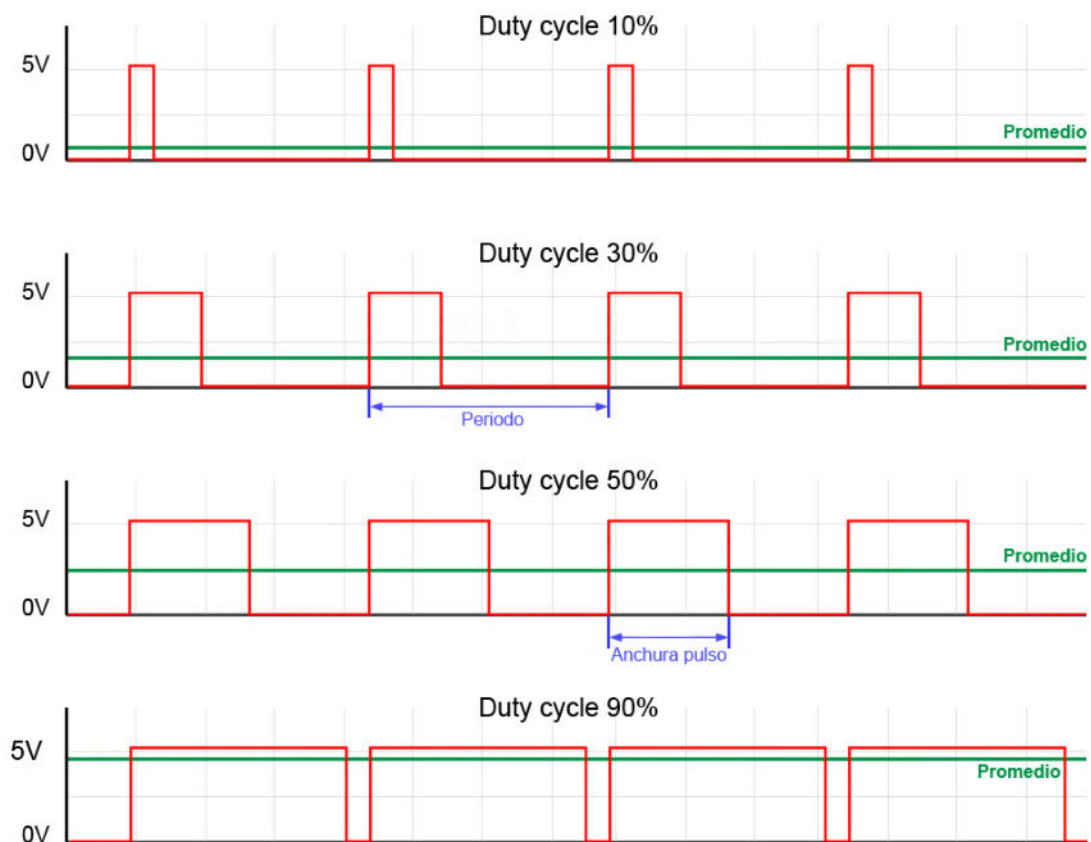


Figura 42: Muestra la proporción de tiempo que está encendida la señal, respecto al total del ciclo, se denomina “Duty cycle”, y generalmente se expresa en tanto por ciento.

Es inmediato deducir que la señal promedio es el producto de la tensión máxima y el Duty Cycle, según la siguiente expresión.

$$V_{medio} = (V_{cc+} - V_{cc-}) \cdot \frac{DutyCycle}{100} \quad (9)$$

De forma similar, tenemos que

$$DutyCycle = 100 \cdot \frac{V_{medio}}{(V_{cc+} - V_{cc-})} \quad (10)$$

### **PWM no es una señal analógica**

Es importante recordar en todo momento que **en una salida PWM el valor de tensión realmente es Vcc**. Por ejemplo, si estamos alimentando un dispositivo que necesita 3V, y usamos una pulsada, en realidad estaremos suministrando 5V durante un 60% del tiempo y 0V durante el 40%. Pero si el dispositivo, por ejemplo, soporta como máximo 3V, **podemos dañarlo si lo alimentamos mediante un PWM**.

Una señal pulsada **es suficiente para emular una señal analógica** en muchas aplicaciones. Por ejemplo, podemos variar la intensidad luminosa en un LED mediante un PWM. El LED realmente se enciende y apaga varias veces por segundo, pero este parpadeo es tan rápido que el ojo no lo aprecia. El efecto global percibido es que el LED brilla con menor intensidad.

Otro ejemplo, al variar la velocidad de un motor DC con un PWM, en la mayoría de los casos la inercia del motor se encargará de que el efecto del PWM sea despreciable. No obstante, en función de la frecuencia podemos notar vibraciones o ruidos, en cuyo caso deberemos variar la frecuencia del PWM.

Por otro lado, **debemos tener en cuenta los efectos que supone la rápida conexión y desconexión** de la señal pulsada puede ocasionar en el dispositivo alimentado. Por ejemplo, en el caso de cargas inductivas (motores, relés, o electroimanes) la desconexión supondrá la generación de voltaje inducido que puede dañar la salida digital o el propio dispositivo, por lo que será necesario disponer de las protecciones oportunas.

En cuanto a transistores, en general, los de tipo BJT resultan apropiados para funcionar como amplificación de señales PWM. Esto no suele ser así en los transistores MOS, donde los efectos capacitivos del mismo, unidos a la limitación de

corriente de las salidas digitales, frecuentemente harán que necesitemos un driver de amplificación previo para evitar que el transistor trabaje en zona activa.

**Usar de forma inadecuada una señal PWM puede dañar al dispositivo alimentado, si no soporta la tensión Vcc aplicada.**

### **Salidas analógicas en Arduino**

Arduino implementa por hardware salidas PWM en varios de sus pines, que aparecen identificados en la placa con el símbolo “~” junto al número del pin. También podemos emular por software señales PWM, pero con la carga de trabajo adicional que ello supone para el procesador.

En Arduino Uno, Mini y Nano, disponemos de 6 salidas PWM de 8bits en los pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11.

**Una resolución de 8 bits en una salida PWM significa que tenemos 256 niveles. Es decir, indicamos el Duty cycle mediante un número de 0 a 255.**

### **Los Timer en PWM por hardware**

Las funciones PWM por hardware **emplean los Timer para generar la onda de salida**. Cada Timer da servicio a 2 o 3 salidas PWM. Para ello dispone de un registro de comparación por cada salida. Cuando el tiempo alcanza el valor del registro de comparación, la salida invierte su valor.

Cada salida conectada a un mismo temporizador **comparte la misma frecuencia**, aunque pueden tener distintos Duty cycles, dependiendo del valor de su registro de comparación.

### **Asociación de timers y PWM**

En el caso de Arduino Uno, Mini y Nano

El Timer0 controla las salidas PWM 5 y 6.

El Timer1 controla las salidas PWM 9 y 10.

El Timer2 controla las salidas PWM 3 y 11.

### **Frecuencia del PWM**

La frecuencia de cada PWM depende de las características del temporizador al que está conectado, y de un registro de preescalado, que divide el tiempo por un número entero.

La frecuencia de los PWM se puede modificar cambiando el preescalado de los Timer correspondientes.

Arduino Uno, Mini y Nano disponen de tres temporizadoras.

Timer0, con una frecuencia de 62500Hz, y preescalados de 1, 8, 64, 256 y 1024.

Timer1, con una frecuencia de 31250Hz, y preescalados de 1, 8, 64, 256, y 1024.

Timer2, con una frecuencia de 31250Hz, y preescalados de 1, 8, 32, 64, 128, 256, y 1024.

**Por tanto, la frecuencia estándar para las salidas PWM en Arduino Uno, Mini y Nano es de 490Hz para todos los pines, excepto para el 5 y 6 cuya frecuencia es de 980Hz.**

Podemos calcular entonces el período para los pines:

3, 9 y 11; de 490 Hz

5 y 6; de 980 Hz

$$T = \frac{1}{490} = 0,0020 [s] \text{ o } 2 [ms] \quad (11)$$

$$T = \frac{1}{980} = 0,0010 [s] \text{ o } 1[ms] \quad (12)$$

### Incompatibilidades

El uso de los Timer no es exclusivo de las salidas PWM, sino que es compartido con otras funciones. Emplear funciones que requieren el uso de estos Timer supondrá que **no podremos emplear de forma simultánea alguno de los pines PWM.**

A continuación, alguna de las incompatibilidades más frecuentes:

### Servo

La librería servo hace un uso intensivo de temporizadores por lo que, mientras la estemos usando, no podremos usar algunas de las salidas PWM.

En el caso de Arduino Uno, Mini y Nano, la librería servo usa el Timer 1, por lo que no podremos usar los pines 9 y 10 mientras usemos un servo.

### Comunicación SPI

En Arduino Uno, Mini y Nano, el pin 11 se emplea también para la función MOSI de la comunicación SPI. Por lo tanto, no podremos usar ambas funciones de

forma simultánea en este pin. Arduino Mega no tiene este problema, ya que figuran en pines distintos.

### Función Tone

La función Tone emplea el Timer 2, por lo que no podremos usar los pines 3 y 11.

### Esquema de montaje

Podemos verificar el correcto funcionamiento de las salidas analógicas simplemente midiendo con un polímetro la tensión entre la salida digital y GND.

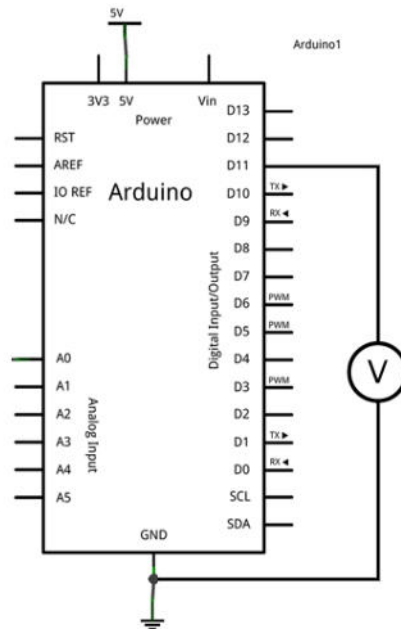


Figura 43: Esquema de montaje para verificar la salida analógica.

### Ejemplo de código

El código necesario para encender una salida PWM es muy sencillo gracias a las bibliotecas de Arduino, que configuran por defecto las salidas de PWM en la función Setup, ocultando la dificultad de manipulación de los Timer.

Así, en el ejemplo más básico, simplemente definimos el pin PWM que queremos emplear, y usamos la función analogWrite para escribir el valor del Duty Cycle, medido de 0 a 255.

El siguiente código incrementa progresivamente el valor de una señal analógica desde 0 a 255. Al alcanzar el valor máximo el contador pasará a 0, por lo que el ciclo volverá a iniciarse.

```
1  const int analogOutPin = 11; // Analog output pin
2
3  byte outputValue = 0;      // valor del PWM
4
5  void setup() {
6  }
7
8  void loop() {
9      analogWrite(analogOutPin, outputValue);
10     delay(10);
11     outputValue++;
12 }
```



## 7 CONMUTAR CARGAS CON ARDUINO Y RELE DE ESTADO SOLIDO

### ¿Qué es un relé de estado sólido?

Un relé de estado sólido o SSR (Solid State Relay) es un dispositivo basado en semiconductores con un comportamiento similar a un relé convencional, que podemos emplear junto a un procesador como Arduino para conmutar grandes cargas, incluso de corriente alterna a 220 [Vca].

Recordemos que un relé convencional es un dispositivo que emplea un terminal móvil accionado por una bobina para establecer un contacto eléctrico en un circuito secundario. Esto permite controlar grandes cargas desde un circuito primario de baja potencia, compatible para la electrónica de control.

En su lugar, un relé de estado sólido emplea componentes electrónicos basados en semiconductores. Al carecer de partes móviles, un relé de estado sólido tiene ciertas ventajas respecto a un relé convencional.

La principal ventaja es una mayor velocidad de conmutación. Un relé convencional tiene un tiempo de respuesta típico de 0.2 [s] a 2 [s] en función de su tamaño. Con un relé de estado sólido podemos obtener tiempos de conmutación del orden de [ms].

La otra gran ventaja es la durabilidad. Un relé convencional sufre desgaste por el movimiento de sus partes, lo que provoca su fallo tras un número de ciclos de encendido y apagado. Un relé de estado sólido carece de partes móviles, por lo que no sufre este problema de desgaste.

Otras ventajas son menor tamaño, funcionamiento silencioso, no hay riesgo de que generen chispas (ambientes inflamables), menor ruido eléctrico, mayor inmunidad al ambiente, (humedad, vibraciones, interferencias electromagnéticas).

Como desventajas, generalmente tienen un precio superior al equivalente convencional, para las mismas características, es decir, tensión nominal y máxima corriente admisible.

Por otro lado, la carga soportada por el relé de estado sólido supone en este una serie de pérdidas que se manifiestan en una disipación de calor. Para grandes cargas será necesario añadir un disipador de calor.

**Finalmente, pese a su rápido tiempo de respuesta no podemos emplear una señal PWM para regular la intensidad de la carga de corriente alterna (por ejemplo, regular la velocidad de un motor, o la intensidad de una luz).**

Los relés de estado sólido pueden ser un sustituto de los relés convencionales que, como sabemos, ocupan un lugar destacado en nuestros proyectos de electrónica,

domótica e Internet, ya que nos permiten controlar casi cualquier dispositivo desde un procesador como Arduino.

Por ejemplo, podemos encender un tubo fluorescente desde el móvil, encender o apagar la caldera actuando sobre el termostato, desplegar un toldo o bajar una persiana, encender un sistema de riego, activar o apagar discos duros externos, entre un sinfín de aplicaciones.

Dentro de la electrónica casera encontramos diversos módulos con relé de estado sólido diseñados para conectar de forma sencilla con Arduino. Existen versiones de uno o más canales, cada canal formado por un SSR optoacoplado, con tensión máxima de 240 [Vca] y una corriente máxima admisible de 2 [A].

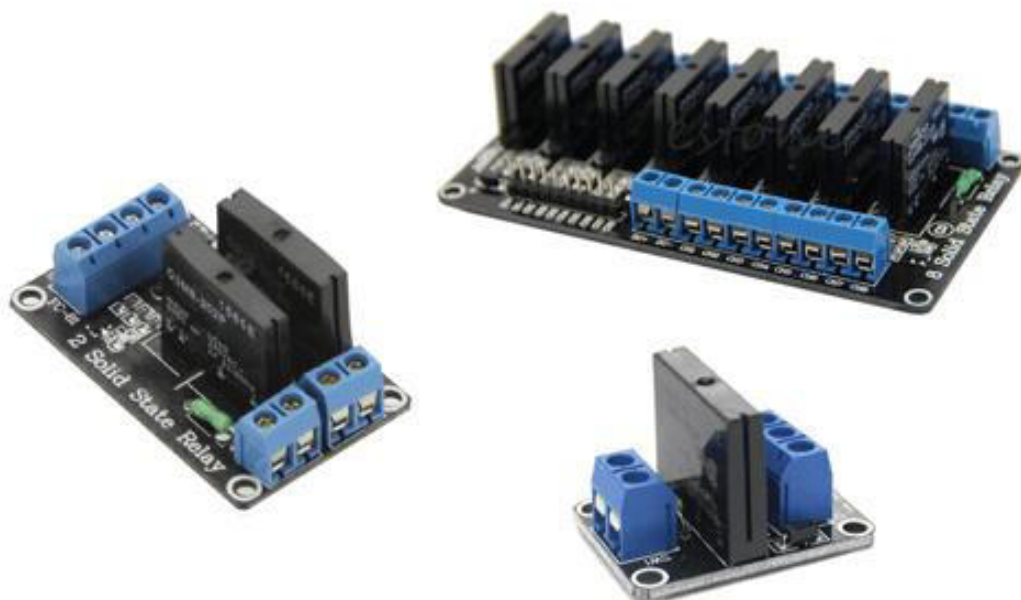


Figura 44: Módulos de relés utilizados comúnmente en Arduino.

Estos módulos, aunque son baratos y cómodos de usar, tienen bajas características eléctricas. En su lugar podemos usar un relé de estado sólido normal. Por ejemplo, podemos encontrar un relé de estado sólido para tensiones de 24-380 [Vac] y corrientes de hasta 40 [A]. Son un poco más caros y voluminosos que los empleados en módulos preparados para Arduino, pero a cambio tienen unas características muy superiores.

Estos relés están también optoacoplados, y disponen de protección para que la activación se produzca siempre en el flanco de subida.



Figura 45: Relés de estado sólido, alternativa con mejores características eléctricas.

### ¿Cómo funciona un relé de estado sólido?

El componente principal de un relé es un triac, un componente electrónico que a su vez está basado en los tiristores. Ambos elementos son ampliamente empleados en la electrónica de potencia.

Un tiristor presenta un comportamiento similar a un diodo, dado que únicamente deja pasar la corriente en un sentido. Sin embargo, de forma similar a un transistor MOSFET, el estado de conducción está controlado por un terminal Gate.

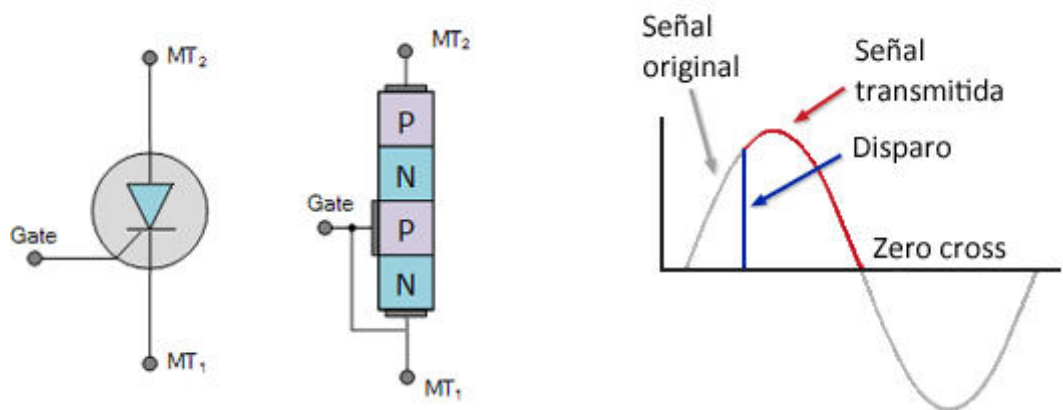


Figura 46: Esquema de un tiristor.

De forma resumida, un tiristor:

- Empieza a conducir cuando el Gate se pone en tensión y la señal es positiva.
- Permanece conduciendo, aunque retiremos la tensión de Gate (enclavamiento).
- Deja de conducir cuando la señal pasa por cero (zero-crossing) y el Gate está desactivado.

Para poder aprovechar este comportamiento con corriente alterna se dispone de los triac que, en esencia, son dos tiristores en sentido contrario compartiendo un terminal Gate común.

El comportamiento es similar a un tiristor, salvo que en un triac la conducción puede producirse tanto en el semiperiodo positivo como en el negativo de la señal alterna.

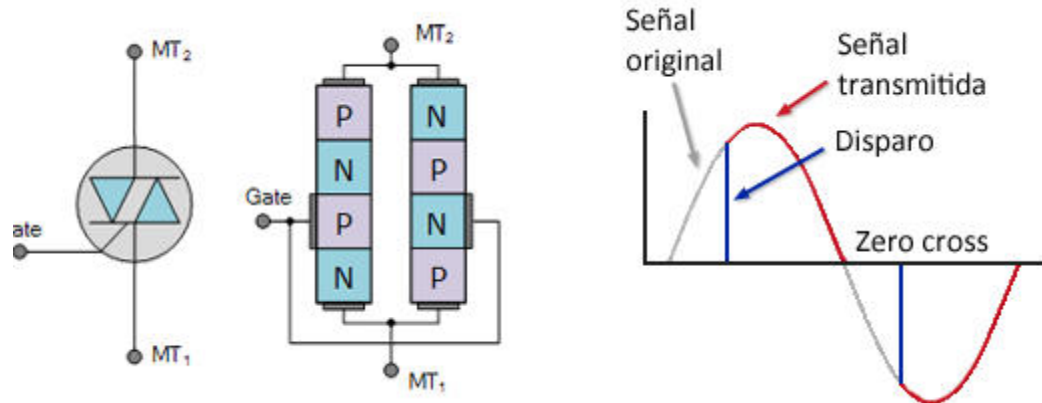


Figura 47: Esquema de un triacs.

El enclavamiento, es decir, el hecho de que tiristores y triacs conducen, aunque se retire la tensión de Gate, manteniéndose hasta que la señal pasa por cero, tiene importantes consecuencias cuando manejamos cargas de corriente alterna.

La primera es que el tiempo de activación es muy rápido, ya que únicamente está condicionado por el tiempo de activación del SSR, que es del orden de [us].

Sin embargo, la desactivación depende del estado en que se encuentre la señal alterna y puede ser tan largo como un semiperiodo. En el caso de corriente alterna a 50 [Hz], el tiempo puede ser de hasta 10 [ms].

**Otra consecuencia es la imposibilidad de poder regular una carga alterna mediante un PWM. El motivo es que los disparos de la señal PWM no están sincronizados con la corriente alterna, activando el SSR en distintos puntos de la señal alterna.**

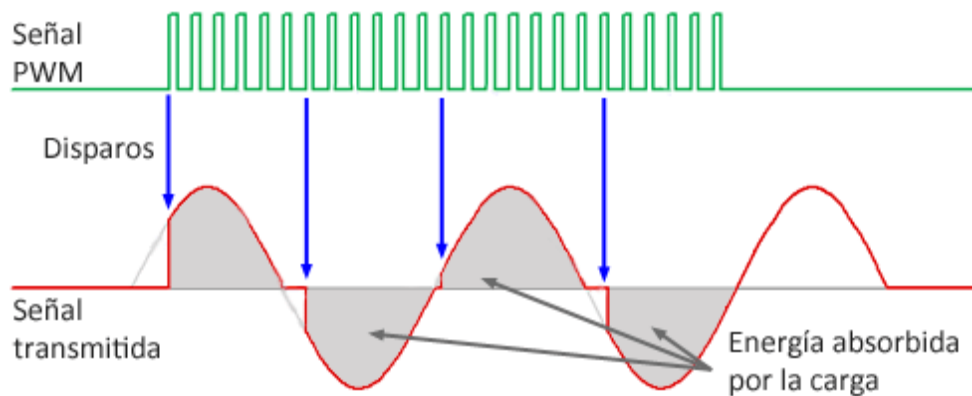


Figura 48: PWM no sincronizado con la corriente alterna.

**Dado que el triac conduce hasta el paso por cero, cada semi periodo la carga está recibiendo una energía diferente, lo que produce que en lugar de regular las cargas provoquemos un parpadeo aleatorio.**

Para generar un regulador para cargas de corriente alterna (un dimmer) debemos añadir un integrado de detección de paso por cero, para sincronizar la señal de control del disparo del SSR, con la señal alterna.

Finalmente, remarcar que en los relés de estado sólido los triacs siempre se encuentran optoacoplados, para conseguir un aislamiento galvánico de la etapa secundaria de alta potencia, de la etapa primaria control de electrónica baja potencia.

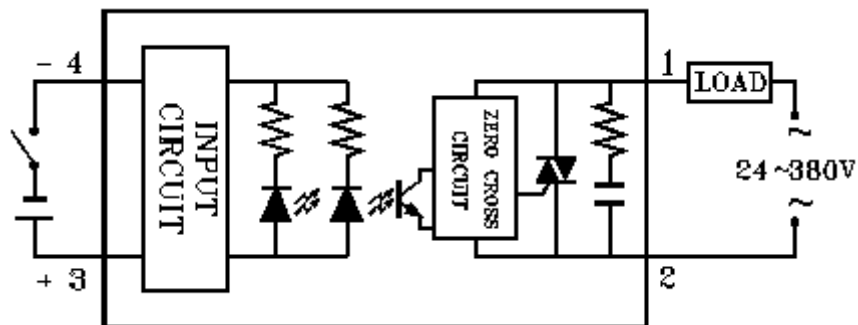


Figura 49: Esquema interno de un relé de estado sólido.

### Esquema de montaje

El esquema de conexión es muy sencillo. En primer lugar, conectamos la carga en la bornera de conexión. Recordar que para la carga el relé se comporta de forma similar a un interruptor, por lo que en la mayoría de los casos lo que necesitaremos es únicamente intercalar el relé en uno de los polos de la carga, para poder encenderla o apagarla.

Por otro lado, alimentamos la electrónica del módulo conectando DC+ y DC-, respectivamente, a 5 [Vcc] y GND en Arduino. Finalmente, conectamos el pin de señal CH1 a una salida digital cualquiera de Arduino. En el caso de tener un relé con más de un canal, simplemente conectaríamos cada pin a una salida digital.



Figura 50: Ejemplo de conexión.

La conexión, vista desde Arduino, sería la siguiente.

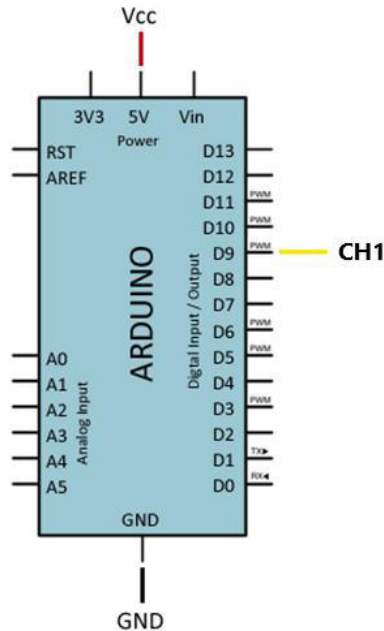


Figura 51: Diagrama de conexión.

### Ejemplos de códigos

El código necesario es igualmente sencillo, y solo necesitamos tratarla como cualquier otra salida digital.

Por ejemplo, el siguiente código simplemente enciende y apaga la carga en intervalos de 10 segundos.

```
1  const int pin = 9;
2
3  void setup()
4  {
5      Serial.begin(9600); //iniciar puerto serie
6      pinMode(pin, OUTPUT); //definir pin como salida
7  }
8
9  void loop()
10 {
11     digitalWrite(pin, HIGH); // poner el Pin en HIGH
12     delay(10000); // esperar diez segundos
13     digitalWrite(pin, LOW); // poner el Pin en LOW
14     delay(10000); // esperar diez segundos
15 }
```

## 8 INTERFASE ENTRE ARDUINO UNO Y RELE DE ESTADO SOLIDO

### 8.1 Modo de uso del relé de estado sólido (SSR) utilizado en el presente proyecto

En el presente proyecto se utilizarán los SSR en modo ON-OFF para comandar las resistencias calefactoras de las cámaras inferior y superior del horno, con el objetivo de mantener dentro de un rango de temperatura especificado en el programa de Arduino.

Por lo descrito anteriormente no se utilizará para controlar potencia en modo PWM debido a que el tiempo de respuesta del relé de estado sólido es de 10 [ms], mientras que el periodo de la frecuencia de salida por PWM es de 1 a 2 ms. De modo que se hace imposible el control por esta forma.

#### **Especificaciones del relé a utilizar:**

Larga vida útil y una alta fiabilidad

Tamaño compacto

Conmutación rápida

Voltaje de salida: 40 a 480 [Vac]

Corriente de salida: 40 [A]

Tensión de entrada: 3 a 32 [Vcc]

Método de control: CC a CA

Método de montaje: pernos fijos

Tiempo de conmutación:  $\leq 10$  [ms]



Figura 52: Relé y disipadores utilizados en este proyecto.



## 8.2 Circuito adoptado como interfase entre Arduino y Relé de estado sólido

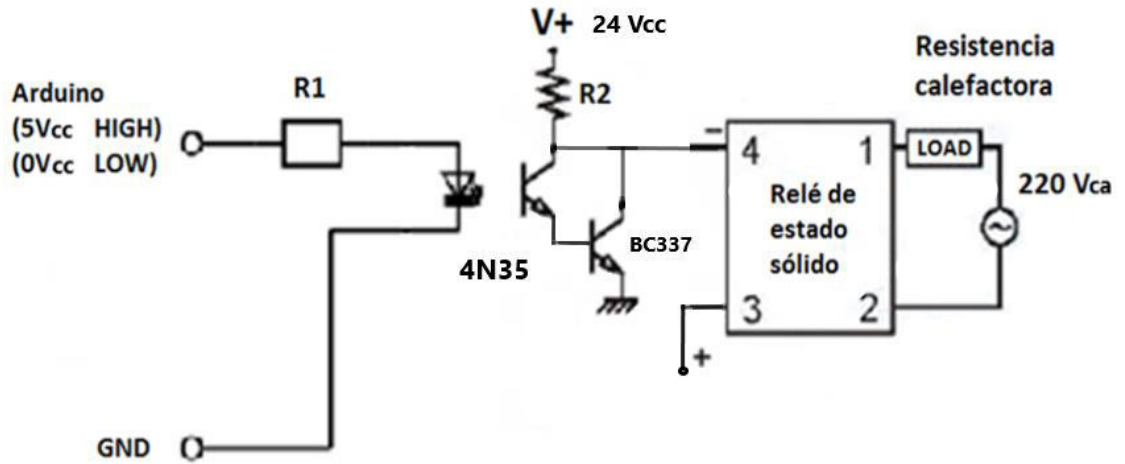


Figura 53: Esquema de conexión adoptado.

### Para $R1$

Tensión de salida de Arduino:  $5[V_{cc}]$

LED del 4N35:  $1.3[V_{cc}]$  a  $0.037[A]$ , para trabajar en saturación.

$$R1 = \frac{(5-1.3)[V_{cc}]}{0.037[A]} = 100 [\Omega] \quad (13)$$

$$P1 = (5 - 1.3)[V_{cc}] \times 0.037[A] = 0.1369[W] \quad (14)$$

Adoptamos una resistencia de  $100[\Omega]$  por  $\frac{1}{4} [W]$  1%

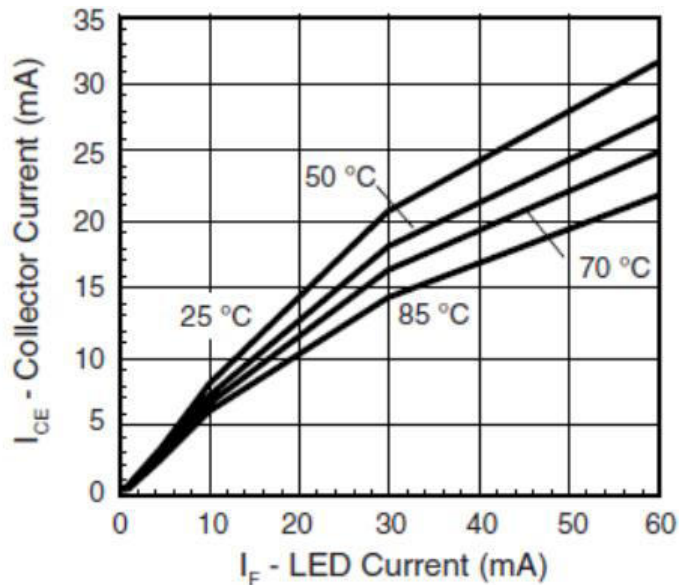


Figura 54: Corriente Emisor-Colector vs temperatura y Corriente de Led. Tomado de la hoja de datos del optocoplador 4N35.

Luego el transistor 4N35, activa el transistor NPN BC337, de propósitos generales, trabajando en modo saturación, para obtener un funcionamiento ON-OFF del relé de estado sólido.

Quedando de esta manera un amplificador en cascada tipo Darlington.

**Para R2**

$$V+ = 24[V_{cc}] \tag{15}$$

Corriente de base para saturar al BC337 igual 0.0015 [A]

$$R2 = \frac{24[V_{cc}]}{1600[\Omega]} = 0.0015[A] \tag{16}$$

$$P2 = 24[V_{cc}] \times 0.0015[mA] = 0.036 [W] \tag{17}$$

Adoptamos una resistencia de 1600[Ω] por 1/4 [W] 1%.

Como comercialmente no hay este valor de resistencia, utilizaremos una de 1500[Ω] en serie con otra de 100[Ω]. Ambas de 1/4 [W].

Luego el transistor BC337 saturado deja pasar toda la corriente que necesite la entrada del relé de estado sólido a 24 [Vcc].

El relé de estado sólido se puede conmutar con tensiones que van desde 3 a 32 [Vcc]. Consumo tipo es de 12 [Vcc] 7.5 [mA]. El transistor BC337 satura puede manejar corrientes de hasta 800 mA entre colector y emisor con lo cual no existen inconvenientes para activar al relé de estado sólido en modo ON-OFF.

Valores Comerciales de Resistencias en Ohm (Ω)							
1	10	100	1,000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000
1.2	12	120	1,200	12,000	120,000	1,200,000	
1.5	15	150	1,500	15,000	150,000	1,500,000	
1.8	18	180	1,800	18,000	180,000	1,800,000	
2.2	22	220	2,200	22,000	220,000	2,200,000	
2.7	27	270	2,700	27,000	270,000	2,700,000	
3.3	33	330	3,300	33,000	330,000	3,300,000	
3.9	39	390	3,900	39,000	390,000	3,900,000	
4.7	47	470	4,700	47,000	470,000	4,700,000	
5.6	56	560	5,600	56,000	560,000	5,600,000	
6.8	68	680	6,800	68,000	680,000	6,800,000	
8.2	82	820	8,200	82,000	820,000	8,200,000	

Figura 55: Valores comerciales de resistencias.

### 8.3 Cooler para enfriamiento de disipadores de relés de estado sólido

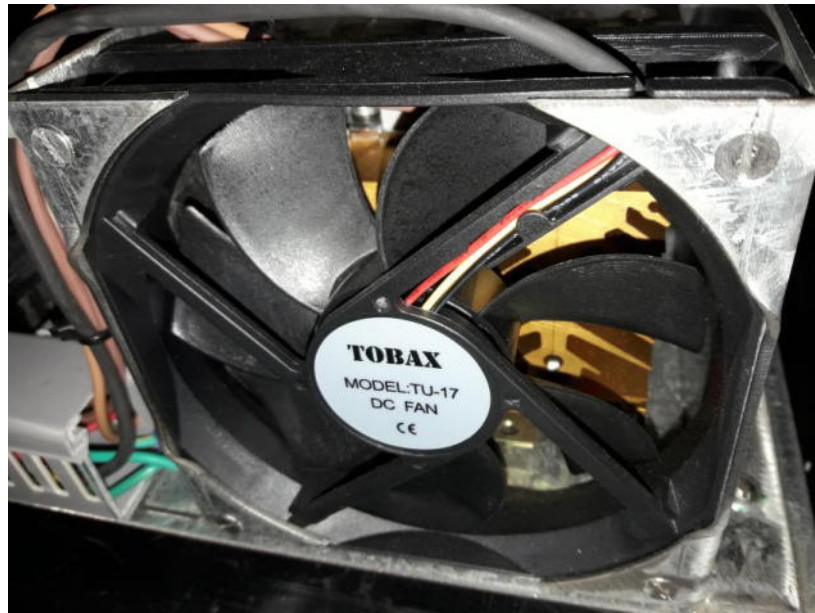


Figura 56: Cooler utilizado para refrigeración de disipadores de relé de estado sólido.

En el presente proyecto se utilizó el cooler marca TOBAX, modelo TU-17 de 24 [Vcc] y 120[mm] x 120[mm] de lado.

El objetivo de este elemento es refrigerar los disipadores aletados de aluminio donde se montan los relés de estado sólido. Ver detalle en figura 52.

## 9 BALANCE DE CONSUMOS Y POTENCIAS EN FUENTES DE ALIMENTACION

Máximo consumo que puede registrar la fuente de 24[Vcc], 50[W], en modo manual

Tabla 2: Consumos en modo manual sobre fuente AEA SKS-50-24.

Cantidad	Elemento	[mA]	[W]	[W]Total
5	Relé comando	7	0.168	0.84
2	Relé potencia	62.5	1.5	3
2	Luz piloto	18	0.432	0.864
1	Cooler	350	8.4	8.4
2	Comando SSR	7.5	0.18	0.36
<b>Total</b>				<b>13.46 [W]</b>

En manual la fuente de 24[Vcc], 50[W], no supera los 15[W] de consumo.

Máximo consumo que puede registrar la fuente de 24[Vcc], 50[W], en modo automático

Tabla 3: Consumos en modo automatico sobre fuente AEA SKS-50-24.

Cantidad	Elemento	[mA]	[W]	[W]Total
5	Relé comando	7	0.168	0.84
2	Relé potencia	62.5	1.5	3
1	Fuente p/perif	423	2.11	2.11
1	Fuente p/Ard.	600	3	3
<b>Total</b>				<b>8.95 [W]</b>

En automático la fuente de 24[Vcc], 50[W], no supera los 10[W] de consumo.

La fuente para periféricos puede entregar 25[W] y su consumo no supera 2.2[W].

La fuente para Arduino puede entregar 250[W] y su consumo no supera 3 [W].

## **10 BALANCE DE CORRIENTES ADMISIBLES EN RELES ELECTROMECHANICOS Y DE ESTADO SOLIDO**

Máxima corriente a manejar en circuito de potencia = 9 [A]

Relé electromecánico de comando: en el peor de los casos no llega a conmutar 1 [A] y el mismo tiene capacidad para 6 [A].

Relé electromecánico de potencia puede conmutar 6.5 [A], se usan 2 contactos en paralelo para distribuir corriente, en el caso de consumos máximos pasa a tener una capacidad de 13 [A]. Importante tener en cuenta que estos relés no conmutan bajo carga solo sirven para seleccionar modo manual o automático, vale decir que en la conmutación no hay corriente circulando.

En el caso de comandar la resistencia inferior y superior en el peor de los casos conduciría 3.75 [A], con lo cual no habría inconvenientes.

En los otros dos casos previstos, luz interior de horno y motor convector, no supera en ningún caso los 0.5 [A], con lo cual también estarían en buenas condiciones, ya que los relés del módulo soportan hasta 10 [A] cada uno 230 [Vca].

SSR, es apto hasta 40 [A], con lo que estarían altamente sobredimensionado.

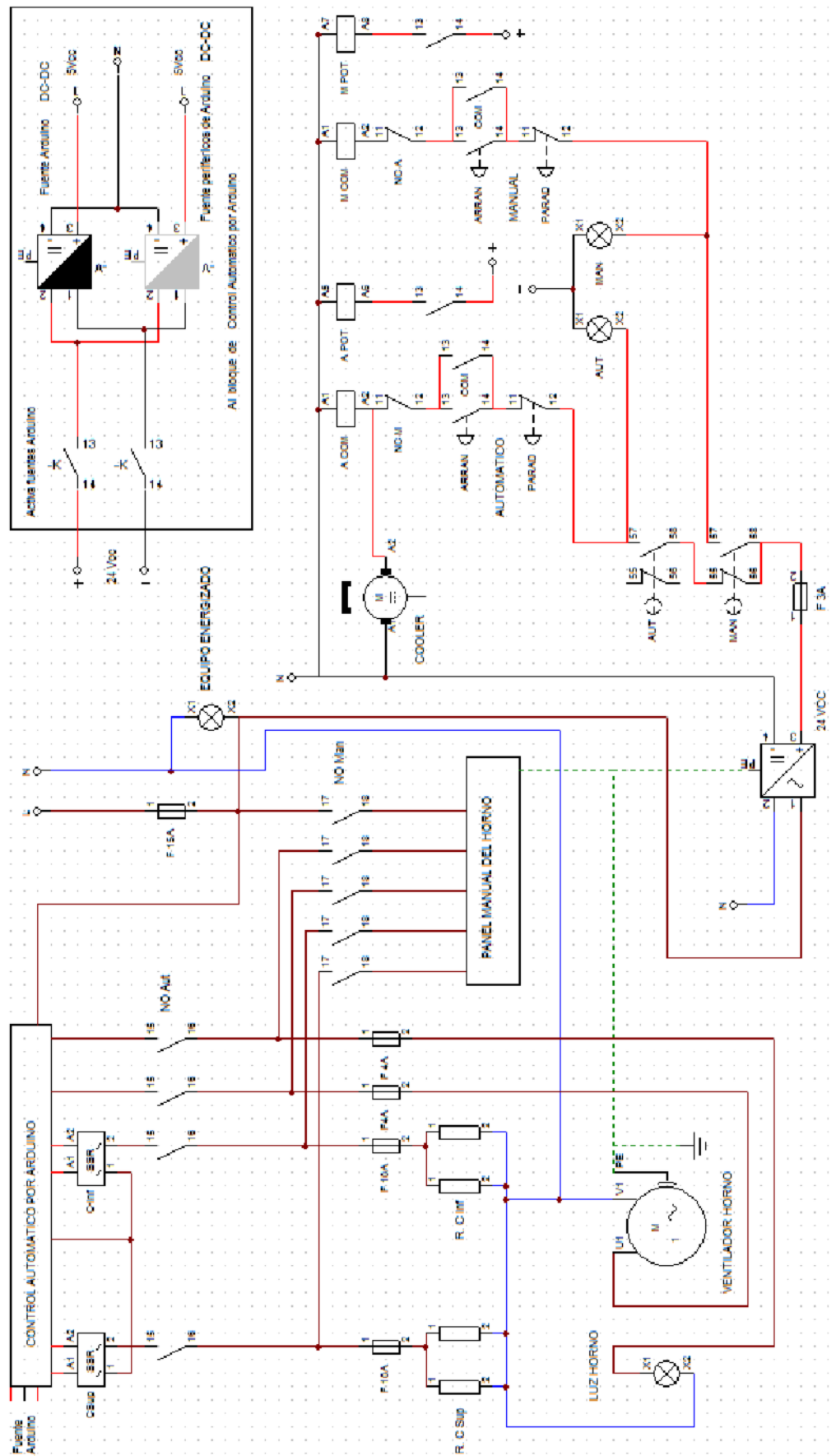
## **11 PLANOS ELECTRICOS**

A continuaciòn se muestran los planos electricos correspondientes al:

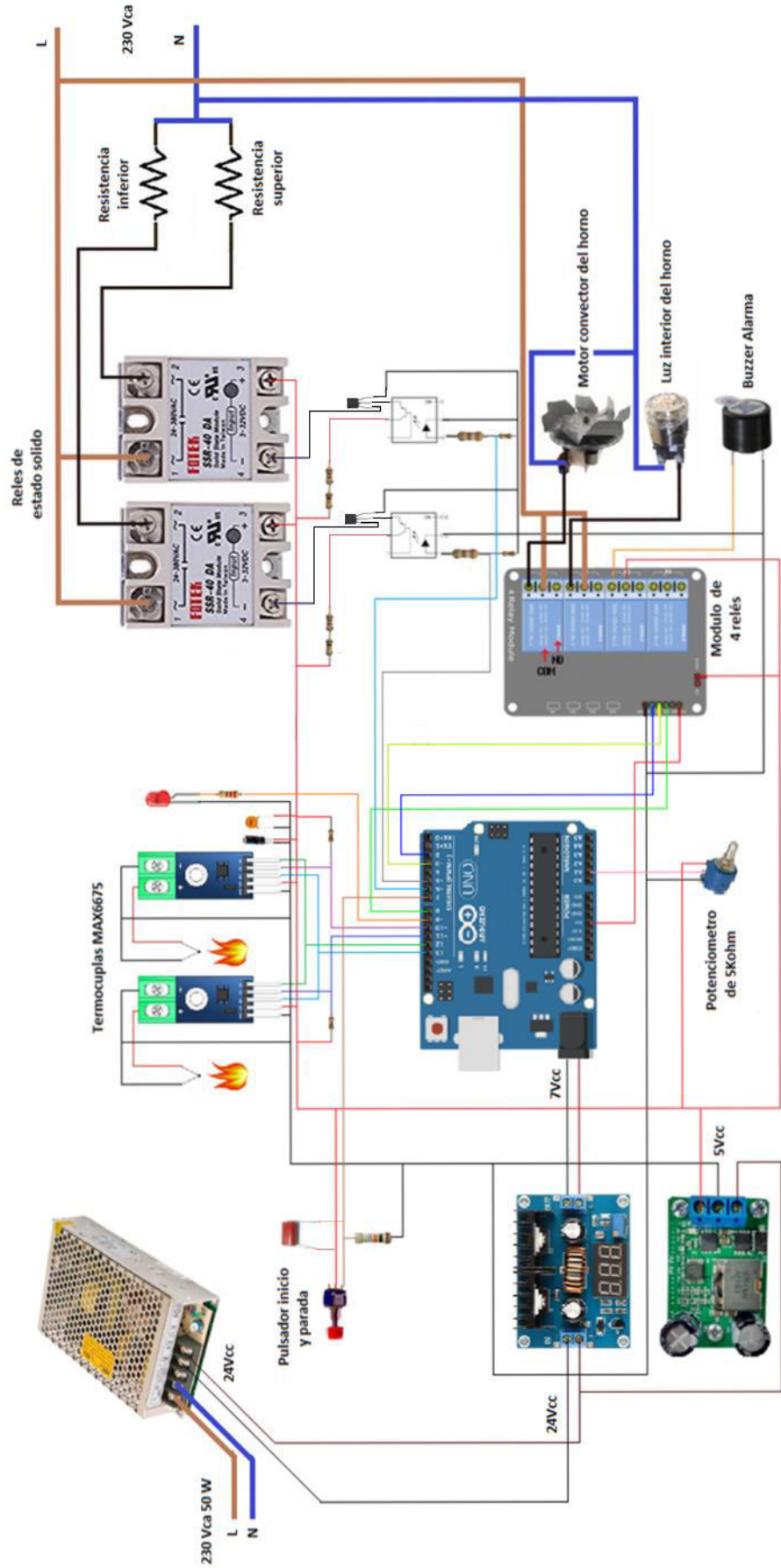
Comando manual-automatico.

Circuito automatico con Arduino Uno. (Fritzing).

**Plano comandos y potencia para selección en manual o automático**



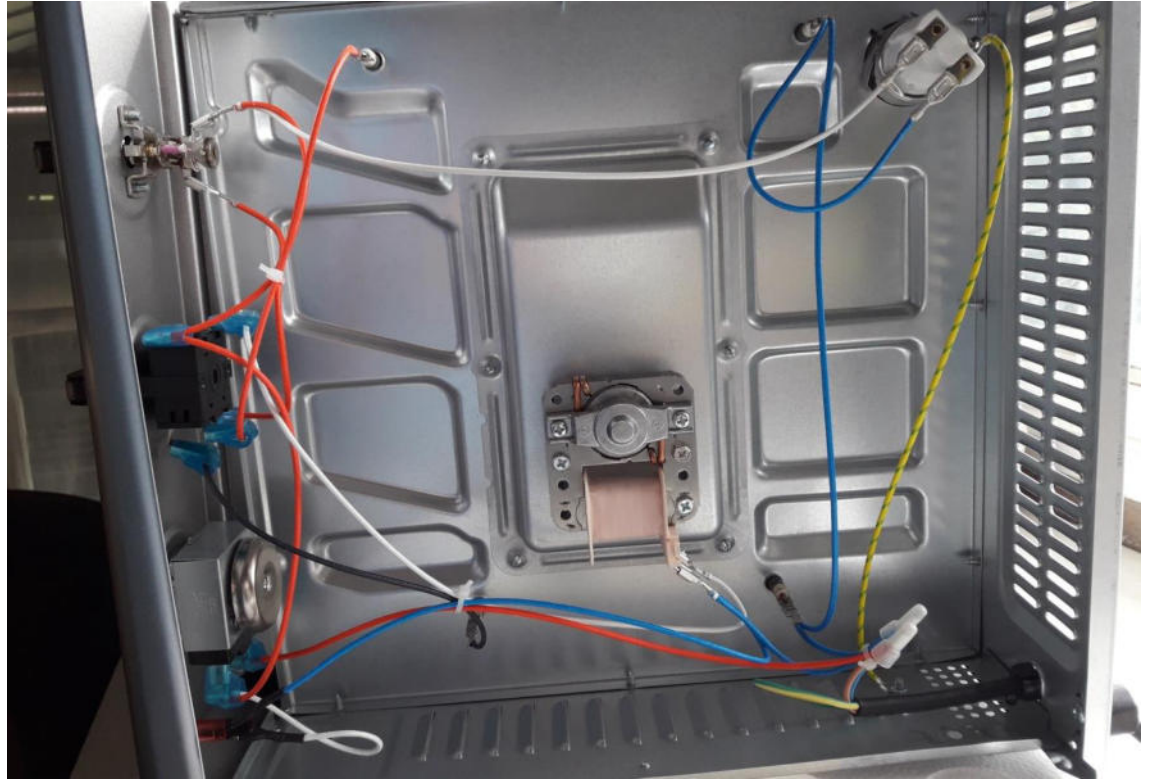
Plano circuito automático con Arduino Uno. (Fritzing)



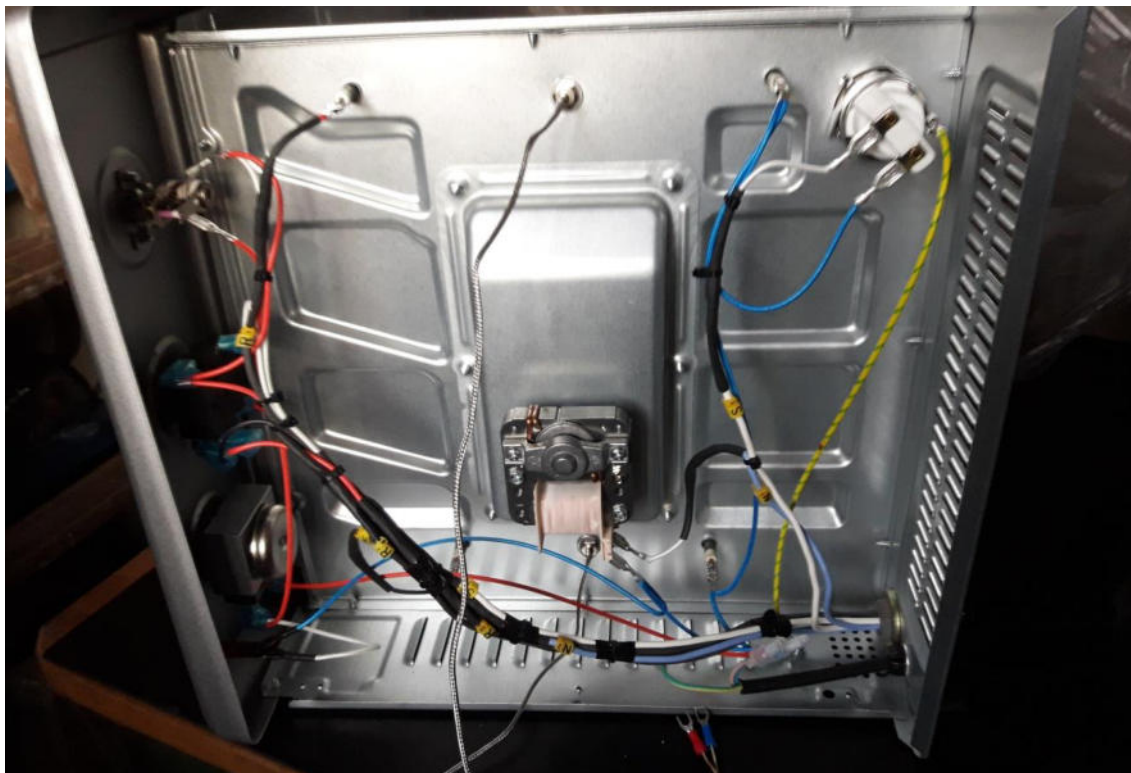


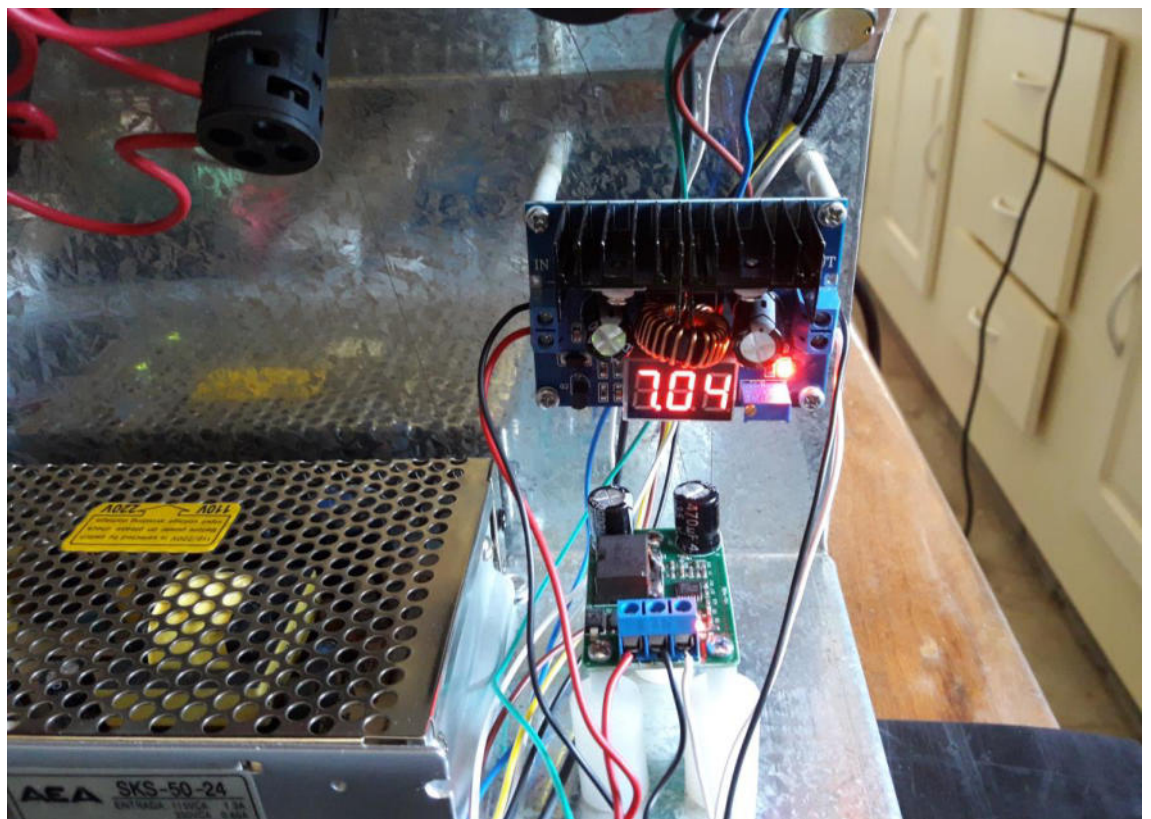
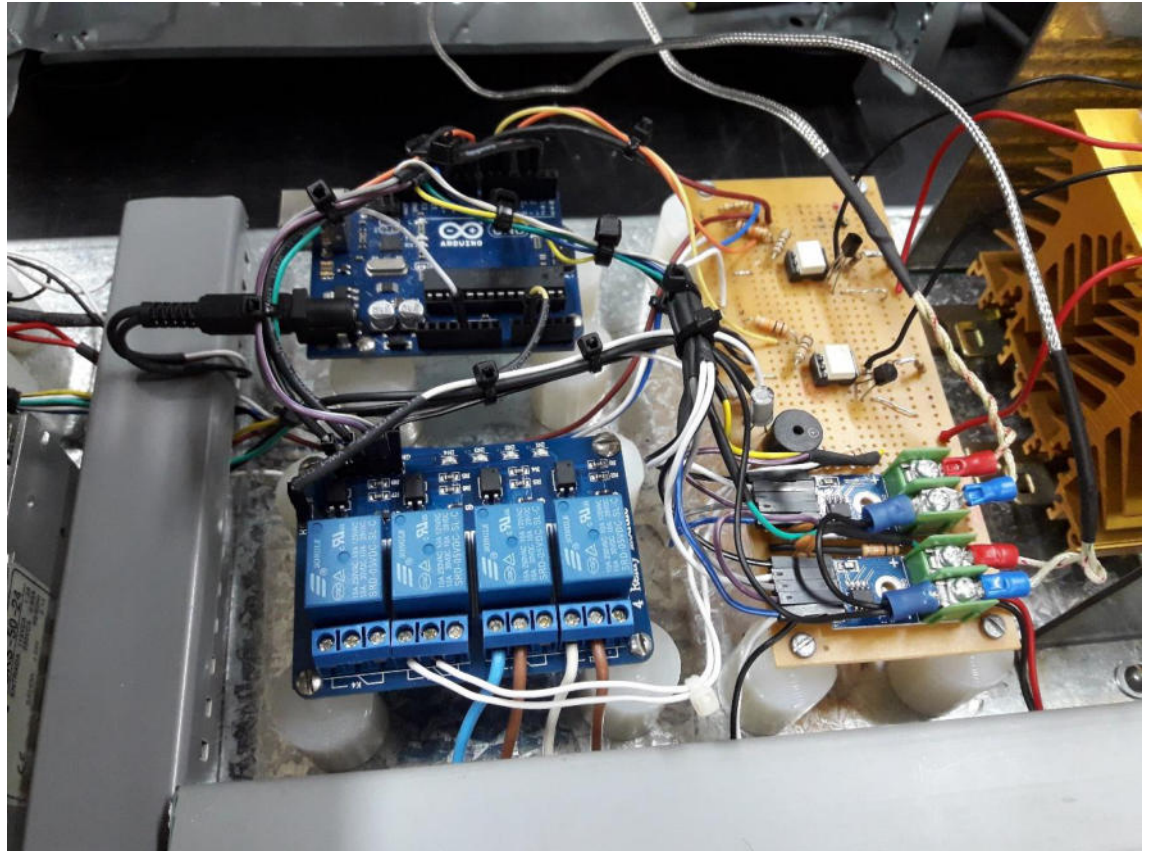
## 12 IMÁGENES DEL HORNO CON LAS MODIFICACIONES ELECTRICAS

### 12.1 Equipamiento estándar sin modificar



## 12.2 Equipamiento modificado





## 13 PROGRAMA EN ARDUINO

### 13.1 Definiciones útiles

#### **byte**

'Byte' almacena un valor numérico de 8 bits sin decimales. Tienen un rango entre 0 y 255.

Ejemplo:

```
byte unaVariable = 180;      // declara 'unaVariable'  
                             // de tipo byte
```

#### **int**

'Int' (Enteros) almacena valores numéricos de 16 bits sin decimales comprendidos en el rango 32767 a -32768.

Ejemplo:

```
int unaVariable = 1500;     // declara 'unaVariable' como  
                             // una variable de tipo entero
```

Nota: Las variables de tipo entero 'int' pueden sobrepasar su valor máximo o mínimo como consecuencia de una operación. Por ejemplo, si  $x = 32767$  y una posterior declaración agrega 1 a  $x$ ,  $x = x + 1$  entonces el valor de  $x$  pasará a ser -32768 (algo así como que el valor da la vuelta).

#### **long**

'Long' se refiere a números enteros (de 32 bits) sin decimales que se encuentran dentro del rango -2147483648 a 2147483647.

Ejemplo:

```
long unaVariable = 90000;   // declara 'unaVariable'  
                             // de tipo long
```

#### **float**

'Float' o ("punto flotante") se aplica a los números con decimales. Los números de punto flotante tienen una mayor resolución que los 'int' (por tratarse de decimales) ocupando también 32 bits con un rango comprendido  $3.4028235E +38$  a  $-3.4028235E +38$ .

Ejemplo:

```
float unaVariable = 3.14;           // declara 'unaVariable'  
                                   // de tipo flotante
```

Nota: Los números de punto flotante no son exactos, y pueden producir resultados extraños en las comparaciones. Los cálculos matemáticos de punto flotante son también mucho más lentos que los del tipo de números enteros, por lo que debe evitarse su uso si es posible.

### 13.2 Programa

#### //DECLARACION DE VARIABLES

```
#include <SPI.h>  
#include "max6675.h"  
int ktcSO = 12;  
int ktcCS1 = 10; //Temperatura cámara inferior MAX6675  
int ktcCLK = 13;  
int ktcCS2 = 11; //Temperatura cámara superior MAX6675  
MAX6675 ktc1(ktcCLK ,ktcCS1, ktcSO);  
MAX6675 ktc2(ktcCLK, ktcCS2, ktcSO);  
#define PIN10_CS_MAX6675 10 //Pin de Arduino al que se conecta la señal  
CS del MAX6675  
#define PIN11_CS_MAX6675 11 //Pin de Arduino al que se conecta la señal  
CS del MAX6675  
  
byte temp = 0; //Estado del temporizador, 1=activo, 0=inactivo  
  
unsigned long periodo1 = 5000; //Tiempo entre lecturas del MAX6675  
termocupa cámara inferior  
unsigned long periodo2 = 5000; //Tiempo entre lecturas del MAX6675  
termocupa cámara superior  
unsigned long periodo3 = 120000;////////////////////////////////////  
(.....)
```

```
unsigned long currentMillis=0; //Tiempo actual = 0
unsigned long currentMillis1=0;
unsigned long currentMillis2=0;
unsigned long currentMillis3=0;

unsigned long previousMillis=0; //Tiempo previo = 0
unsigned long previousMillis1=0;
unsigned long previousMillis2=0;
unsigned long previousMillis3=0;

int pulsadorInicio = 7; //Pin digital para el pulsador inicio de programa

//Inicializamos variables internas para el pulsador inicio de programa
int encender = 0;
int anterior = 0;
int estado = 0;

//Inicializamos variables internas para el potenciómetro que seleccionara la
temperatura de la cámara superior
const int analogPin = A1; //Potenciómetro conectado al pin A1
int value; //Variable que almacena la lectura analógica raw
int position; //Posición del potenciómetro de 0°C a 250°C

//Selección de temperaturas para cada cámara
int tempcaminf;
int valorinferior = 60 //Temperatura cámara inferior////////////////////////////////////
(.....)

int tempcamsup;
int valorsuperior = position; //Temperatura cámara superior////////////////////////////////////
(.....)
```

```
//Los relés se activan con nivel bajo 0
#define RELAY_ON LOW
#define RELAY_OFF HIGH

//CONFIGURACION DE VARIABLES
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

  Serial.begin(9600);    //Inicializa las comunicaciones serie para mostrar la
  temperatura
  SPI.begin();    //Inicializa las comunicaciones SPI
  pinMode(PIN10_CS_MAX6675,OUTPUT);    //Declara como salida el pin que
  se conecta con el MAX6675
  digitalWrite(PIN10_CS_MAX6675,HIGH);    //Establece CS a nivel alto para
  inhabilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675
  pinMode(PIN11_CS_MAX6675,OUTPUT);    //Declara como salida el pin que
  se conecta con el MAX6675
  digitalWrite(PIN11_CS_MAX6675,HIGH);    //Establece CS a nivel alto para
  inhabilitar las comunicaciones SPI con el MAX6675

  previousMillis = millis();    //Valor previo de tiempo para referencia
  previousMillis1 = millis();    //
  previousMillis2 = millis();    //
  previousMillis3 = millis();    //

  digitalWrite(8,RELAY_OFF);    //Asegura el nivel ALTO en la entrada del relé 8
  digitalWrite(2,RELAY_OFF);    //Asegura el nivel ALTO en la entrada del relé 2
  digitalWrite(3,RELAY_OFF);    //Asegura el nivel ALTO en la entrada del relé 3

  pinMode(9,OUTPUT);    //LED enciende indicando inicio de cocción
  pinMode(8,OUTPUT);    //BUZZER de alarma para indicar finalización de
  cocción
  pinMode(7,INPUT);    //PULSADOR inicio de cocción. Entrada con resistencia
  pull-down
```

```
pinMode(A1,INPUT); //Entrada analógica que selecciona la temperatura de la
resistencia superior
pinMode(2,OUTPUT); //Salida por el pin 2 para encender el motor convector
del horno
pinMode(3,OUTPUT); //Salida por el pin 3 para encender la luz interior del
horno
pinMode(5,OUTPUT); //Salida para activar la resistencia calefactora superior
por pin 5
pinMode(6,OUTPUT); //Salida para activar la resistencia calefactora inferior
por pin6

}
```

#### **//EJECUCION DEL PROGRAMA EN FORMA DE LOOP O BUCLE**

```
void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:

unsigned long int currentMillis = millis();

//INICIO CICLO DE COCCION
estado = digitalRead(pulsadorInicio); //Guardamos estado actual del pulsador
if (estado and anterior == 0) //Comparamos el estado actual y anterior del
pulsador
{
encender = 1 - encender;
}
anterior = estado; //Actualizamos el estado del pulsador
if(encender) //Si el estado interno del pulsador pasa de LOW a HIGH
{
previousMillis=millis(); //Guarda el tiempo actual como referencia
temp = 1; //Indica que está activo el temporizador

digitalWrite(9,HIGH); //Enciende el LED
digitalWrite(3,LOW); //Enciende luz interior del horno
digitalWrite(2,LOW); //Enciende motor convector del horno
}
```



### //CAMARA SUPERIOR CONTROL DE TEMPERATURA

```
value = analogRead(A1); //Realiza lectura analógica del raw
position = map(value,0,1023,0,250); //Convierte a temperatura para utilizar
en cámara superior
```

```
if (tempcamsup >= position) //Si alcanza la temperatura seteada por el
potenciómetro para la cámara superior
```

```
{
digitalWrite(5,LOW); //Apago resistencia cámara superior
}
```

```
if (tempcamsup <= position-5) //Si la temperatura cámara superior cae 5
grados debajo de la temperatura seteada por el potenciómetro para la cámara superior
```

```
{
digitalWrite(5,HIGH); //Enciendo la resistencia cámara superior
}
```

### //CAMARA INFERIOR CONTROL DE TEMPERATURA

```
if (tempcaminf >= valorinferior) //Si alcanza la temperatura seteada en cámara
inferior
```

```
{
digitalWrite(6,LOW); //Apago resistencia cámara inferior
}
```

```
if (tempcaminf <= valorinferior-5) //Si la temperatura cámara inferior cae 5
grados debajo de la temperatura seteada
```

```
{
digitalWrite(6,HIGH); //Enciendo la resistencia cámara inferior
}
}
```

```
else //Si el estado interno del pulsador pasa de HIGH a LOW
```

```
{
digitalWrite(9,LOW); //Apaga el LED
digitalWrite(2,HIGH); //Apaga el motor convector del horno
digitalWrite(3,HIGH); //Apaga luz interior del horno
}
```

```
digitalWrite(8,HIGH); //Apaga buzzer de alarma
digitalWrite(5,LOW); //Apaga resistencia cámara superior
digitalWrite(6,LOW); //Apaga resistencia cámara inferior
temp = 0; //Desactivo el temporizador
}

//MEDICION DE TEMPERATURA EN AMBAS CAMARAS
//CAMARA INFERIOR
if ((unsigned long int) currentMillis-previousMillis1 >= periodo1)
{
digitalWrite(PIN10_CS_MAX6675,LOW); //Habilita las comunicaciones SPI
con el MAX6675
tempcaminf=SPI.transfer(0); //Recibir el byte más significativo
tempcaminf<<=8; //Colocar los 8 bits más significativos en su posición
tempcaminf|=SPI.transfer(0); //Añadir los 8 bits del siguiente byte recibido
desde el MAX6675
digitalWrite(PIN10_CS_MAX6675,HIGH); //Desactiva las comunicaciones SPI
con el MAX6675
tempcaminf>>=3; //Reubicar en la variable los datos de la temperatura (para
que el LSB del valor quede en su posición)
Serial.print("Tiempo de cocción: ");
Serial.print(periodo3/60000);
Serial.println( "min");
Serial.print("Temperatura programada en cámara inferior: ");
Serial.print(valorinferior);
Serial.println("°C");
Serial.print("Temperatura camara inferior: "); //Mostrar un mensaje para
identificar que temperatura se está monitorizando
Serial.print((float)tempcaminf/4.0, DEC); //Dividir el valor entre 4 (el valor
representa los cuartos de grados)
Serial.println("°C"); //Indica las unidades en que se muestra la temperatura

previousMillis1=millis();
}
```

```
//CAMARA SUPERIOR
if ((unsigned long int)currentMillis-previousMillis2 >= periodo2)
{
    digitalWrite(PIN11_CS_MAX6675,LOW);    //Habilita las comunicaciones SPI
con el MAX6675
    tempcamsup=SPI.transfer(0);    //Recibir el byte más significativo
    tempcamsup<<=8;    //Colocar los 8 bits más significativos en su posición
    tempcamsup|=SPI.transfer(0);    //Añadir los 8 bits del siguiente byte recibido
desde el MAX6675
    digitalWrite(PIN11_CS_MAX6675,HIGH);    //Desactiva las comunicaciones SPI
con el MAX6675
    tempcamsup>>=3;    //Reubicar en la variable los datos de la temperatura
(para que el LSB del valor quede en su posición)
    int value=analogRead(A1);
    Serial.print("Set potenciómetro camara superior: ");
    Serial.print((int)position);
    Serial.println("°C");
    Serial.print("Temperatura camara superior: ");    //Mostrar un mensaje para
identificar que temperatura se está monitorizando
    Serial.print((float)tempcamsup/4.0, DEC);    //Dividir el valor entre 4 (el valor
representa los cuartos de grados)
    Serial.println("°C");    //Indica las unidades en que se muestra la temperatura

    previousMillis2=millis();
}

//FINALIZACION DEL CICLO DE COCCION
if ((unsigned long)(currentMillis-previousMillis3)>=periodo3 and temp==1)
//Si termino el tiempo de cocción y el Timer está en alto
{
    digitalWrite(9,LOW);    //Apaga el LED
    digitalWrite(8,LOW);    //Enciende Buzzer de alarma finalización de cocción
    digitalWrite(2,HIGH);    //Apaga el motor convector del horno
    digitalWrite(3,HIGH);    //Apaga luz interior del horno
```

```
digitalWrite(5,LOW); //Apaga resistencia cámara superior
digitalWrite(6,LOW); //Apaga resistencia cámara inferior
temp = 0; //Desactivo el temporizador
previousMillis3=millis();
}

}
```

## 14 HOJAS DE DATOS

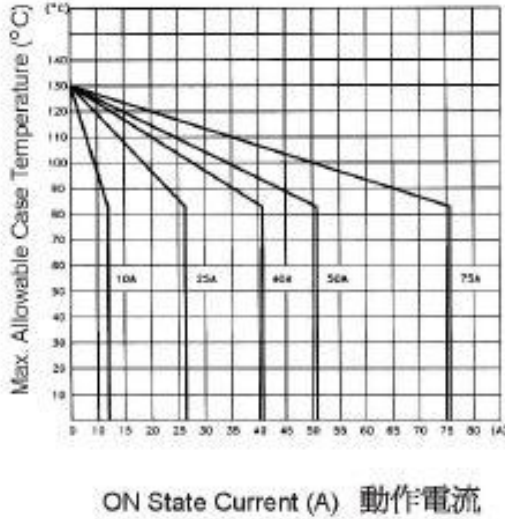
### 14.1.1 Relé de estado sólido

Type	Terminal Type					PCB Type
Model	SSR-10DA	SSR-25DA	SSR-40DA	SSR-25DA-H	SSR-40DA-H	SSR-P03DA
Rated Load Current	10A	25A	40A	25A	40A	3A
<b>Input Data</b>						
Operating Voltage	3~32VDC					
Min. ON / OFF Voltage	ON > 2.4V , OFF < 1.0V					
Trigger Current	7.5mA / 12V					
Control Method	Zero Cross Trigger					
<b>Output Data</b>						
Operating Voltage	24~380VAC		90~480VAC		24~380VAC	
Min. Black Voltage	600 VAC < Repetive >					
Voltage Drop	1.6 V / 25 C					
Max. Durated Current	135A	275A	410A	275A	410A	135A
Leakage Current	3.0mA	3.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA	3.0mA
Response Time	ON < 10ms , OFF < 10ms					
<b>General Data</b>						
Dielectric Strength	Over 2.5KVAC / 1min.					
Isolation Strength	Over 50M $\Omega$ / 500VDC					
Operating Temperature	-20 C ~+80 C					
Housing Material	Intensive ABS					
Weight	Appr. 105g					Appr. 15g
<b>Connection Diagram</b>						
<p>The diagram illustrates the internal circuitry of the SSR. On the left, an 'INPUT CIRCUIT' is connected to terminals 3 (+) and 4 (-). It includes a switch, a resistor, and a diode. This circuit is linked to a 'ZERO CROSS CIRCUIT' which contains a diode, a resistor, and a capacitor. The output of the zero-cross circuit is connected to terminals 1 and 2, which are used to connect a 'LOAD' to a 24~380V AC source.</p>						

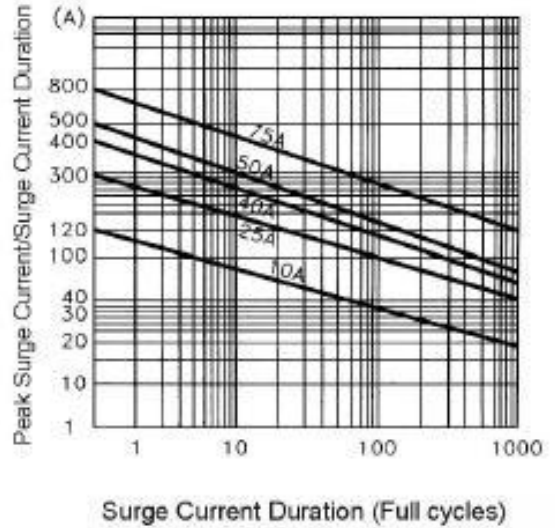
Type	Terminal Type			
Model	SSR-50DA	SSR-75DA	SSR-50DA-H	SSR-75DA-H
Rated Load Current	50A	75A	50A	75A
Input Data				
Operating Voltage	3~32VDC			
Min. ON / OFF Voltage	ON>2.4V , OFF<1.0V			
Trigger Current	7.5mA / 12V			
Control Method	Zero Cross Trigger			
Operating Data				
Operating Voltage	24~380VAC		90~480VAC	
Min. Blocking Voltage	600 VAC<Repetitive>			
Voltage Drop	1.6V / 25°C			
Max. Duratde Current	550A	820A	550A	820A
Leakage Current Max.	6.0mA	6.0mA	6.0mA	6.0mA
Response Time	ON<10ms , OFF<10ms			
General Data				
Dielectric Strength	Over 2.5KVAC/1min.			
Isolation Strength	Over 50M Ω / 500VDC			
Operating Temperature	-20°C ~+80°C			
Housing Material	Intensive ABS			
Weight	Appr.125g			
Connection Diagram/Dimension				

## Curve of Characteristic

**Max. Allowable Case Temperature**  
最高容許表面溫度



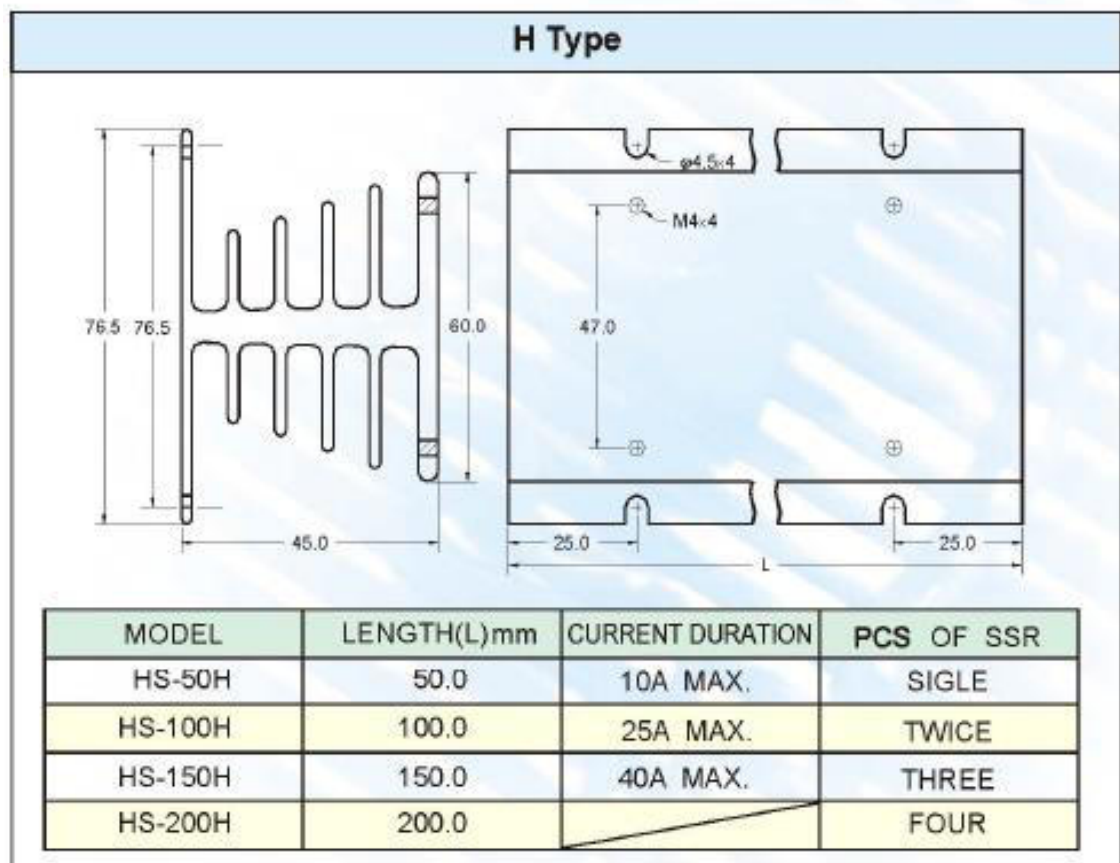
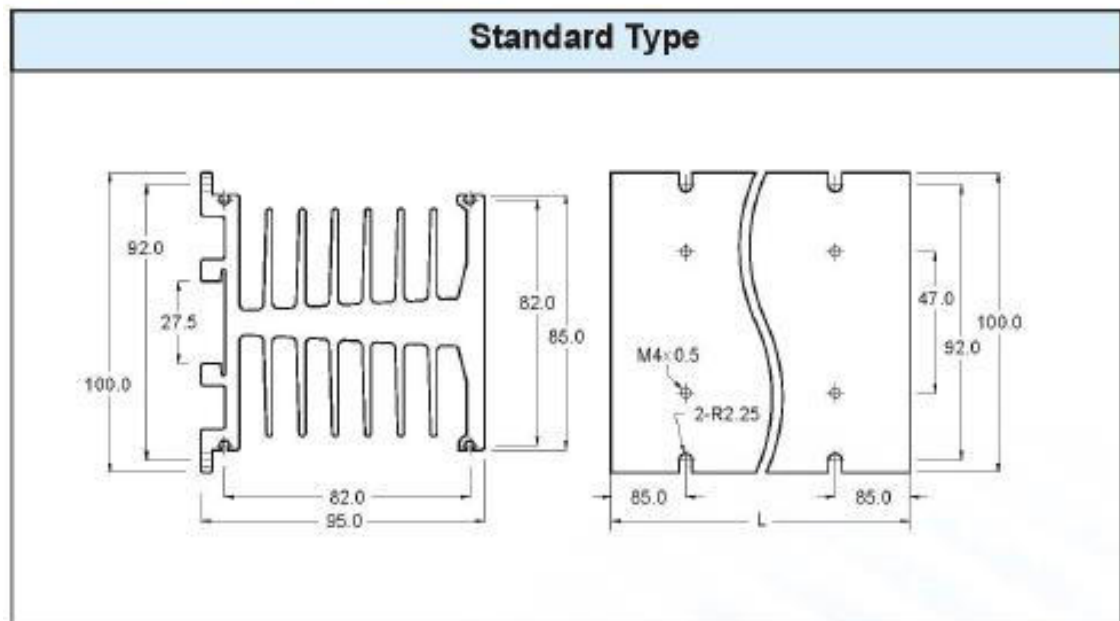
**Peak Surge Current/Surge Current Duration**  
衝擊電流/承受次數



## Dimension

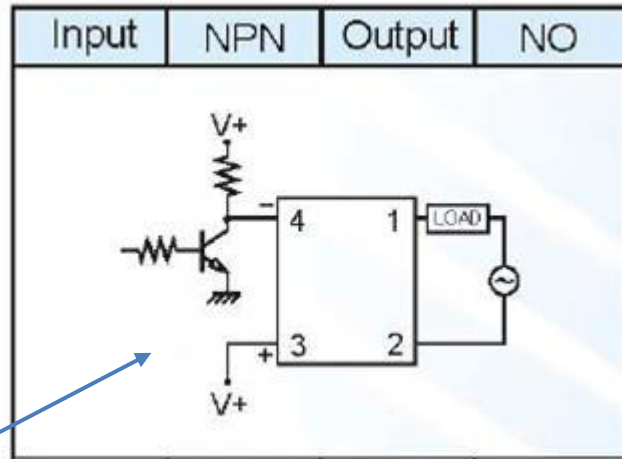
Terminal Type	PCB Type
<p>Terminal Type dimensions diagram showing a rectangular component with three terminals on top. Dimensions include: terminal diameter <math>\phi 4.5</math>, terminal spacing 10.0, total width 45.0, total height 80.0, and terminal height 6.0. A 3.0 dimension is shown at the bottom.</p>	<p>PCB Type dimensions diagram showing the component mounted on a PCB. Dimensions include: PCB width 43.0, PCB height 26.0, terminal spacing 7.5, 5.1, 12.7, 7.5, and 0.8. A 5.5 dimension is shown for the PCB thickness.</p>

## ■ Dimension < Heat Sink >

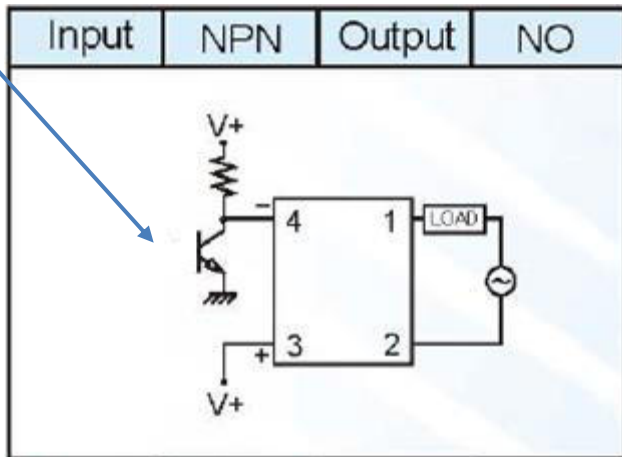




Input	NPN	Output	NO	Input	PNP	Output	NO	Input	L.S.	Output	NO
Input	NPN	Output	NC	Input	PNP	Output	NC	Latch Circuit ( AC to AC )			



Circuito adoptado



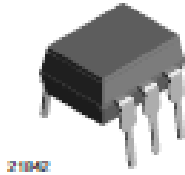
### 14.1.2 Opto acoplador 4N35



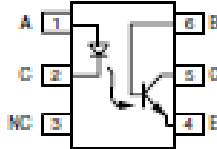
**4N35, 4N36, 4N37**

Vishay Semiconductors

## Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21842



419961

#### 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. 25158

ORDER INFORMATION	
PART	REMARKS
4N35	CTR > 100 %, DIP-6
4N36	CTR > 100 %, DIP-6
4N37	CTR > 100 %, DIP-6

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup>				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
<b>INPUT</b>				
Reverse voltage		$V_R$	6	V
Forward current		$I_F$	50	mA
Surge current	$t \leq 10 \mu s$	$I_{FSM}$	1	A
Power dissipation		$P_{tot}$	70	mW
<b>OUTPUT</b>				
Collector emitter breakdown voltage		$V_{CEO}$	70	V
Emitter base breakdown voltage		$V_{EB0}$	7	V
Collector current		$I_C$	50	mA
	$t \leq 1 ms$	$I_C$	100	mA
Power dissipation		$P_{tot}$	70	mW
<b>COUPLER</b>				
Isolation test voltage		$V_{ISO}$	5000	$V_{RMS}$
Creepage			$\geq 7$	mm
Clearance			$\geq 7$	mm
Isolation thickness between emitter and detector			$\geq 0.4$	mm

## 4N35, 4N36, 4N37



Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output,  
with Base Connection

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup>				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
<b>COUPLER</b>				
Comparative tracking index	DIN IEC 112/VDE 0303, part 1		175	
Isolation resistance	$V_{IO} = 500\text{ V}$ , $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{12}$	$\Omega$
	$V_{IO} = 500\text{ V}$ , $T_{amb} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{11}$	$\Omega$
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 <sup>(2)</sup>	max. 10 s dip soldering; distance to seating plane $\geq 1.5\text{ mm}$	$T_{sld}$	260	$^{\circ}\text{C}$

**Notes**

<sup>(1)</sup>  $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

<sup>(2)</sup> Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS <sup>(1)</sup>							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
<b>INPUT</b>							
Junction capacitance	$V_{BI} = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$		$C_j$		50		pF
Forward voltage <sup>(2)</sup>	$I_f = 10\text{ mA}$		$V_f$		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 <sup>(2)</sup>	$V_{BI} = 6\text{ V}$		$I_r$		0.1	10	$\mu\text{A}$
Capacitance	$V_{BI} = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$		$C_{D1}$		25		pF
<b>OUTPUT</b>							
Collector emitter breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_C = 1\text{ mA}$	4N35	$BV_{CEO}$	30			V
		4N36	$BV_{CEO}$	30			V
		4N37	$BV_{CEO}$	30			V
Emitter collector breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$		$BV_{ECO}$	7			V
<b>OUTPUT</b>							
Collector base breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$ , $I_B = 1\text{ }\mu\text{A}$	4N35	$BV_{CBO}$	70			V
		4N36	$BV_{CBO}$	70			V
		4N37	$BV_{CBO}$	70			V
Collector emitter leakage current <sup>(2)</sup>	$V_{CE} = 10\text{ V}$ , $I_f = 0$	4N35	$I_{CEO}$		5	50	nA
		4N36	$I_{CEO}$		5	50	nA
	$V_{CE} = 30\text{ V}$ , $I_f = 0$ , $T_{amb} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	4N37	$I_{CEO}$		5	50	nA
		4N35	$I_{CEO}$			500	$\mu\text{A}$
		4N36	$I_{CEO}$			500	$\mu\text{A}$
		4N37	$I_{CEO}$			500	$\mu\text{A}$
Collector emitter capacitance	$V_{CE} = 0$		$C_{CE}$		6		pF
<b>COUPLER</b>							
Resistance, input output <sup>(2)</sup>	$V_{IO} = 500\text{ V}$		$R_{IO}$	$10^{11}$			$\Omega$
Capacitance, input output	$f = 1\text{ MHz}$		$C_{IO}$		0.6		pF

**Notes**

<sup>(1)</sup>  $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

<sup>(2)</sup> Indicates JEDEC registered value.



**4N35, 4N36, 4N37**

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors  
with Base Connection

CURRENT TRANSFER RATIO							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN	TYP.	MAX	UNIT
DC current transfer ratio <sup>(1)</sup>	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_E = 10 \text{ mA}$	4N35	$CTR_{DC}$	100			%
		4N36	$CTR_{DC}$	100			%
		4N37	$CTR_{DC}$	100			%
	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_E = 10 \text{ mA}, T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	4N35	$CTR_{DC}$	40	50		%
		4N36	$CTR_{DC}$	40	50		%
		4N37	$CTR_{DC}$	40	50		%

Note

<sup>(1)</sup> Indicates JEDEC registered values.

SWITCHING CHARACTERISTICS							
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Switching time <sup>(1)</sup>	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 2 \text{ mA}, R_L = 100 \Omega$	$t_{ON}, t_{OFF}$		10		$\mu\text{s}$	

Note

<sup>(1)</sup> Indicates JEDEC registered values.

**TYPICAL CHARACTERISTICS**

$T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified

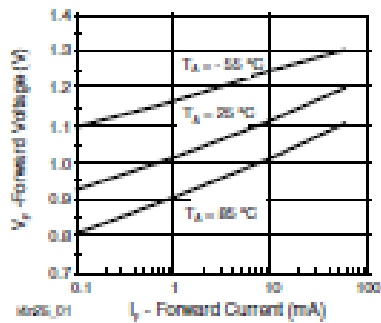


Fig. 1 - Forward Voltage vs. Forward Current

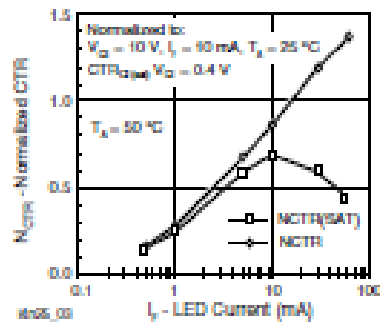


Fig. 3 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

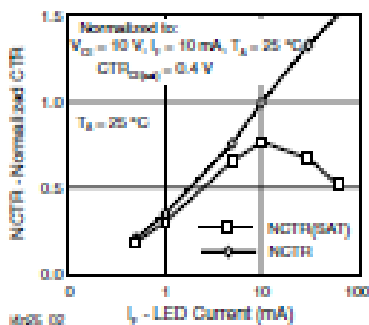


Fig. 2 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

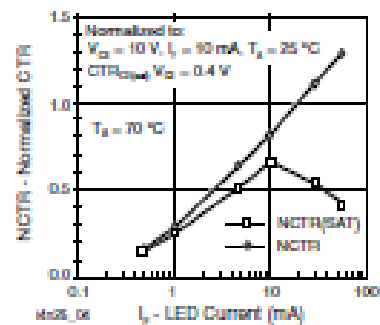


Fig. 4 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

**4N35, 4N36, 4N37**

Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection

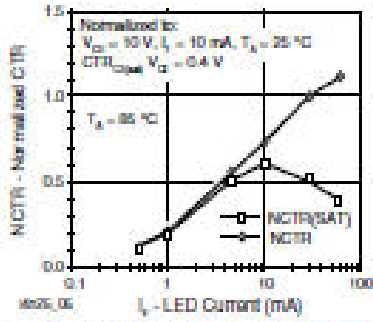


Fig. 5 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

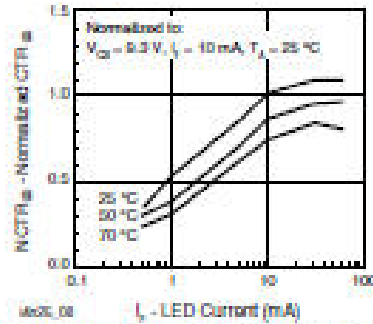


Fig. 6 - Normalized CTR vs. LED Current and Temperature

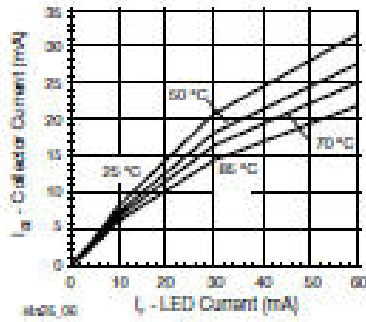


Fig. 8 - Collector Emitter Current vs. Temperature and LED Current

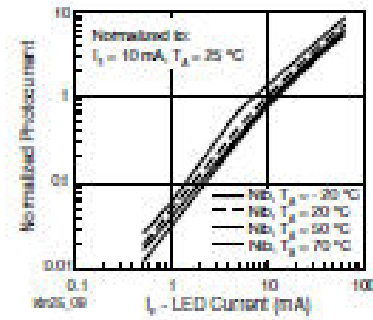


Fig. 9 - Normalized Photocurrent vs.  $I_f$  and Temperature

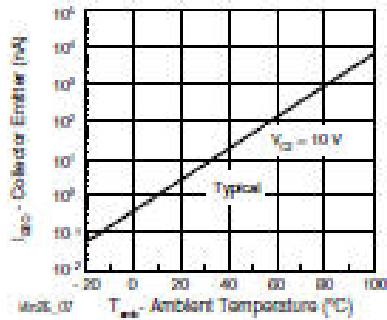


Fig. 7 - Collector Emitter Leakage Current vs. Temperature

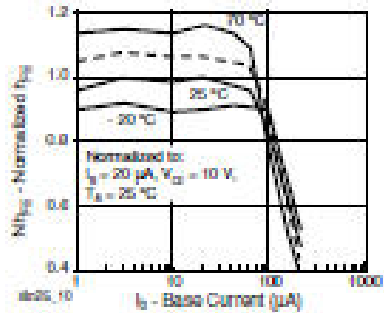


Fig. 10 - Normalized Non-Saturated  $h_{FE}$  vs. Base Current and Temperature



**4N35, 4N36, 4N37**

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors with Base Connection

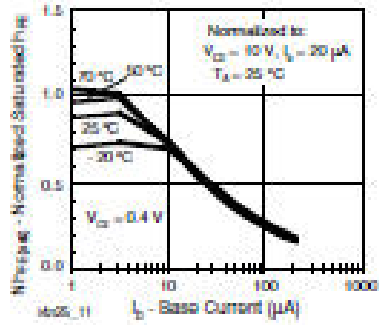


Fig. 11 - Normalized  $h_{FE}$  vs. Base Current and Temperature

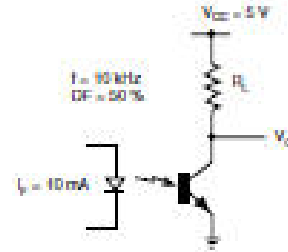


Fig. 14 - Switching Schematic

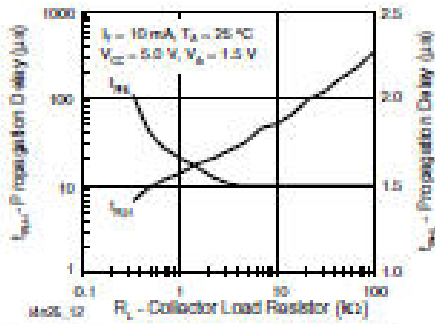


Fig. 12 - Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

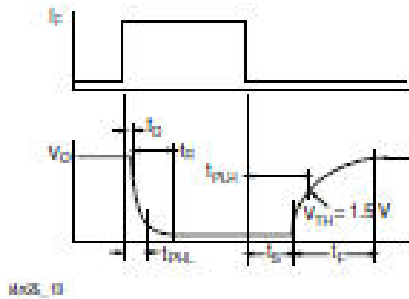


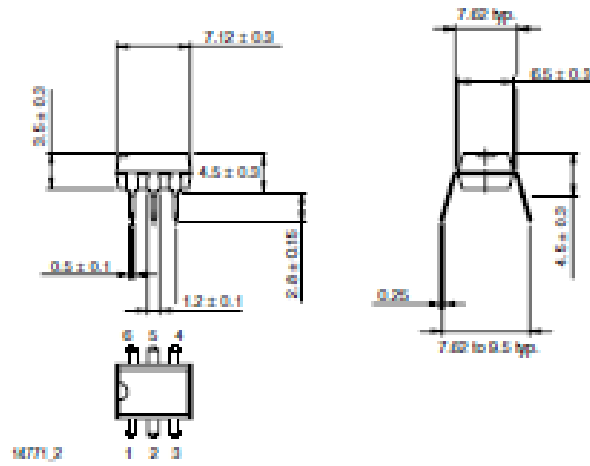
Fig. 13 - Switching Timing

## 4N35, 4N36, 4N37

Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output,  
with Base Connection



### PACKAGE DIMENSIONS in millimeters



### PACKAGE MARKING





[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

## Legal Disclaimer Notice

Vishay

### 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.



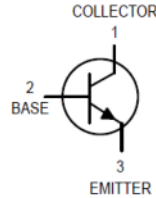
### 14.1.3 Transistor de propósito general BC337

**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by BC337/D

## Amplifier Transistors

### NPN Silicon



**BC337,-16,-25,-40**  
**BC338,-16,-25,-40**



CASE 29-04, STYLE 17  
TO-92 (TO-226AA)

#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC337	BC338	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	45	25	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	50	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	5.0		Vdc
Collector Current — Continuous	$I_C$	800		mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625	5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5	12	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150		°C

#### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0$ )	BC337 BC338	$V_{(BR)CEO}$	45 25	— —	Vdc
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 100\text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$ )	BC337 BC338	$V_{(BR)CES}$	50 30	— —	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$ )		$V_{(BR)EBO}$	5.0	—	Vdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CB} = 30\text{ V}, I_E = 0$ ) ( $V_{CB} = 20\text{ V}, I_E = 0$ )	BC337 BC338	$I_{CBO}$	— —	— —	nAdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 45\text{ V}, V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 25\text{ V}, V_{BE} = 0$ )	BC337 BC338	$I_{CES}$	— —	— —	nAdc
Emitter Cutoff Current ( $V_{EB} = 4.0\text{ V}, I_C = 0$ )		$I_{EBO}$	—	—	nAdc

**BC337,-16,-25,-40 BC338,-16,-25,-40**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>ON CHARACTERISTICS</b>					
DC Current Gain ( $I_C = 100\text{ mA}$ , $V_{CE} = 1.0\text{ V}$ )	$h_{FE}$	BC337/BC338	100	—	630
		BC337-16/BC338-16	100	—	250
		BC337-25/BC338-25	160	—	400
		BC337-40/BC338-40	250	—	630
( $I_C = 300\text{ mA}$ , $V_{CE} = 1.0\text{ V}$ )		60	—	—	
Base-Emitter On Voltage ( $I_C = 300\text{ mA}$ , $V_{CE} = 1.0\text{ V}$ )	$V_{BE(on)}$	—	—	1.2	Vdc
Collector-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 500\text{ mA}$ , $I_B = 50\text{ mA}$ )	$V_{CE(sat)}$	—	—	0.7	Vdc
<b>SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS</b>					
Output Capacitance ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ , $I_E = 0$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )	$C_{ob}$	—	15	—	pF
Current-Gain — Bandwidth Product ( $I_C = 10\text{ mA}$ , $V_{CE} = 5.0\text{ V}$ , $f = 100\text{ MHz}$ )	$f_T$	—	210	—	MHz

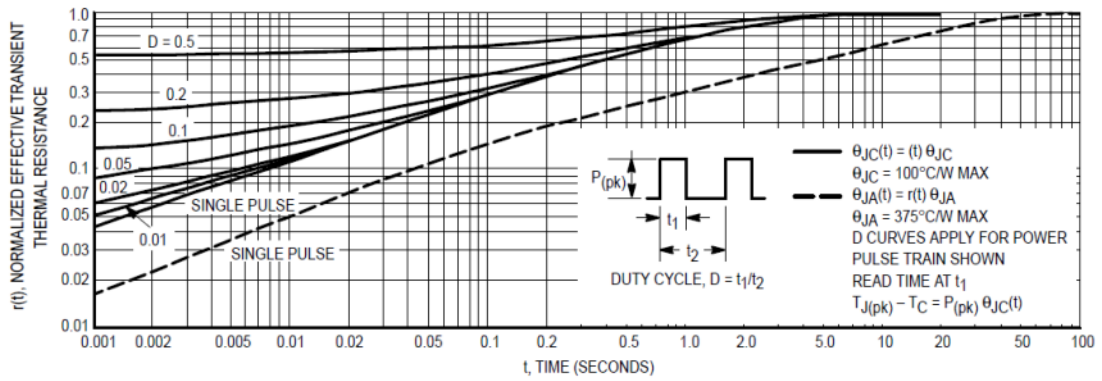


Figure 1. Thermal Response

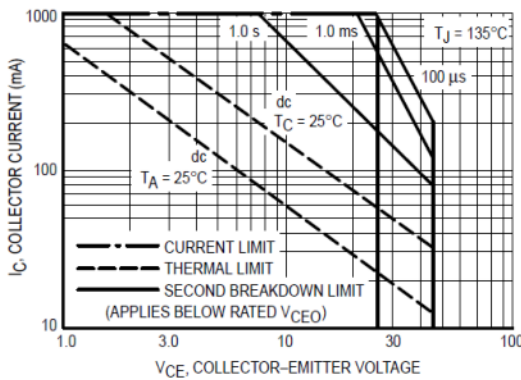


Figure 2. Active Region — Safe Operating Area

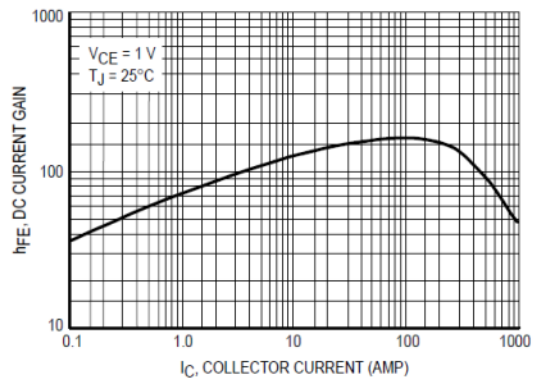


Figure 3. DC Current Gain

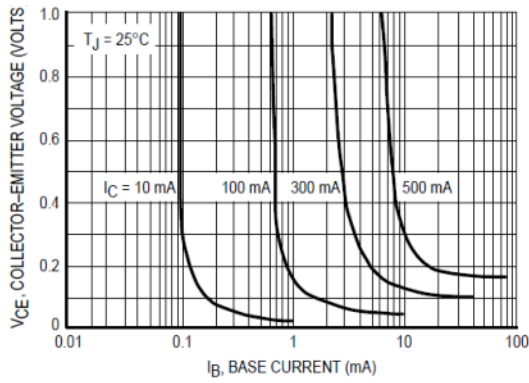


Figure 4. Saturation Region

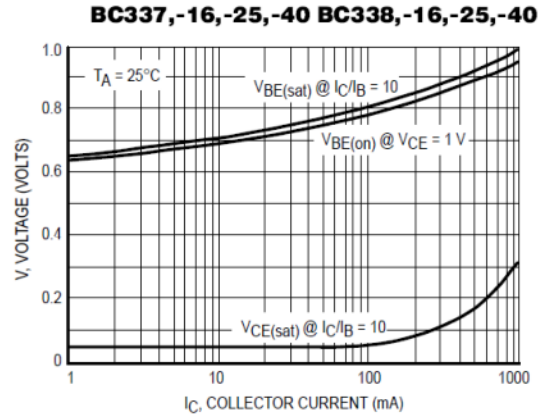


Figure 5. "On" Voltages

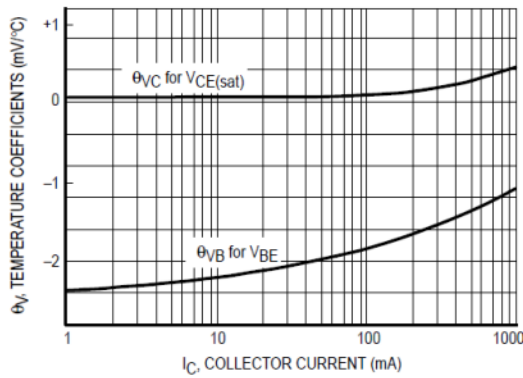


Figure 6. Temperature Coefficients

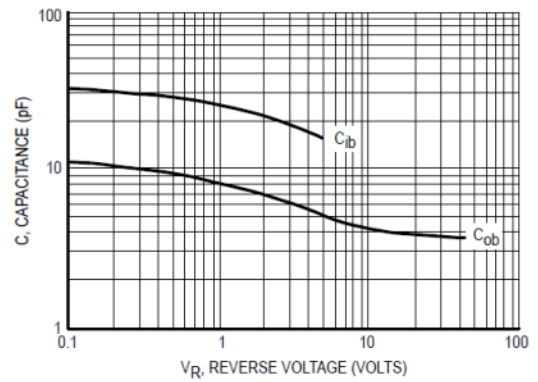
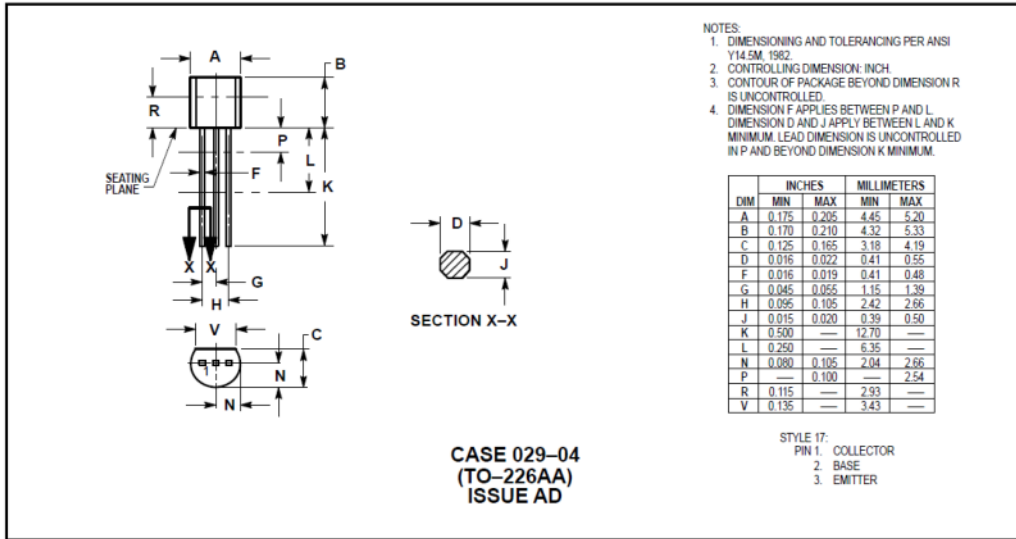


Figure 7. Capacitances

**BC337,-16,-25,-40 BC338,-16,-25,-40**

**PACKAGE DIMENSIONS**



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola 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 consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola 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 Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

**USA/EUROPE:** Motorola Literature Distribution,  
P.O. Box 20912, Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,  
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

**MFAX:** RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (602) 244-6609  
**INTERNET:** http://Design-NET.com

**HONG KONG:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



BC337/D

### 14.1.4 MAX6675

19-2235; Rev 1; 3/02



## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

### General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

### Features

- ◆ Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX6675

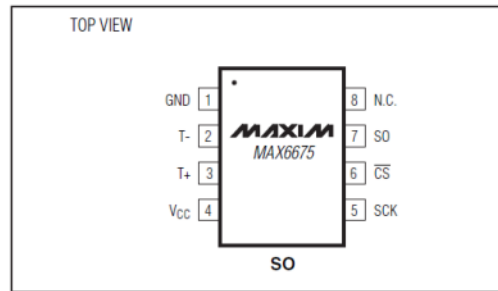
### Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

### Applications

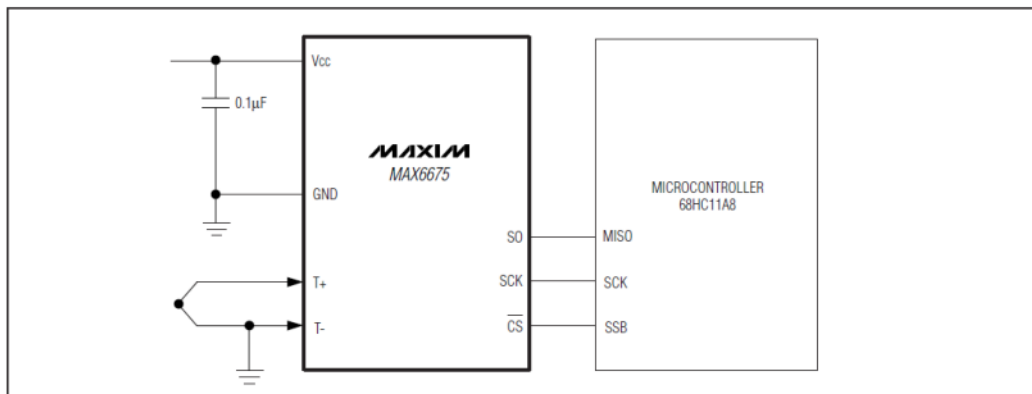
Industrial  
Appliances  
HVAC  
Automotive

### Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

### Typical Application Circuit



**MAXIM** Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com).

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

**MAX6675**

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V <sub>CC</sub> to GND) .....	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND .....	-0.3V to V <sub>CC</sub> + 0.3V	Junction Temperature .....	+150°C
SO Current .....	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model) .....	±2000V	Vapor Phase (60s) .....	+215°C
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C) .....		Infrared (15s) .....	+220°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C) .....	471mW	Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C
Operating Temperature Range .....	-20°C to +85°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.

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +3.0V to +5.5V, T<sub>A</sub> = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Temperature Error		T <sub>THERMOCOUPLE</sub> = +700°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-5		+5	LSB
			V <sub>CC</sub> = +5V	-6		+6	
		T <sub>THERMOCOUPLE</sub> = 0°C to +700°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-8		+8	
			V <sub>CC</sub> = +5V	-9		+9	
T <sub>THERMOCOUPLE</sub> = +700°C to +1000°C, T <sub>A</sub> = +25°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-17		+17			
	V <sub>CC</sub> = +5V	-19		+19			
Thermocouple Conversion Constant				10.25		μV/LSB	
Cold-Junction Compensation Error		T <sub>A</sub> = -20°C to +85°C (Note 2)	V <sub>CC</sub> = +3.3V	-3.0		+3.0	°C
			V <sub>CC</sub> = +5V	-3.0		+3.0	
Resolution				0.25		°C	
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ	
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>		3.0		5.5	V	
Supply Current	I <sub>CC</sub>			0.7	1.5	mA	
Power-On Reset Threshold		V <sub>CC</sub> rising	1	2	2.5	V	
Power-On Reset Hysteresis				50		mV	
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s	
<b>SERIAL INTERFACE</b>							
Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>				0.3 x V <sub>CC</sub>	V	
Input High Voltage	V <sub>IH</sub>			0.7 x V <sub>CC</sub>		V	
Input Leakage Current	I <sub>LEAK</sub>	V <sub>IN</sub> = GND or V <sub>CC</sub>			±5	μA	
Input Capacitance	C <sub>IN</sub>			5		pF	

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

**MAX6675**

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V<sub>CC</sub> = +3.0V to +5.5V, T<sub>A</sub> = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

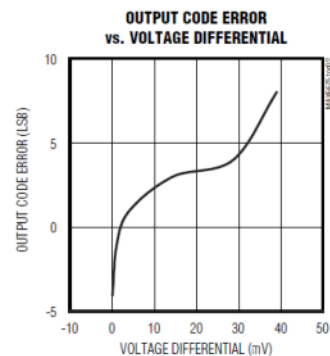
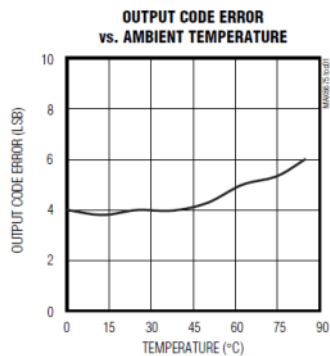
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	V <sub>OH</sub>	I <sub>SOURCE</sub> = 1.6mA	V <sub>CC</sub> - 0.4			V
Output Low Voltage	V <sub>OL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 1.6mA			0.4	V
<b>TIMING</b>						
Serial Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>				4.3	MHz
SCK Pulse High Width	t <sub>CH</sub>		100			ns
SCK Pulse Low Width	t <sub>CL</sub>		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	t <sub>CS</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF	100			ns
CSB Fall to Output Enable	t <sub>OV</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns
CSB Rise to Output Disable	t <sub>TR</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	t <sub>DO</sub>	C <sub>L</sub> = 10pF			100	ns

**Note 1:** All specifications are 100% tested at T<sub>A</sub> = +25°C. Specification limits over temperature (T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

**Note 2:** Guaranteed by design. Not production tested.

### Typical Operating Characteristics

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



**MAXIM**

3

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

MAX6675

### Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chromel Lead of Type-K Thermocouple
4	V <sub>CC</sub>	Positive Supply. Bypass with a 0.1µF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	$\overline{\text{CS}}$	Chip Select. Set $\overline{\text{CS}}$ low to enable the serial interface.
7	SO	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

### Detailed Description

The MAX6675 is a sophisticated thermocouple-to-digital converter with a built-in 12-bit analog-to-digital converter (ADC). The MAX6675 also contains cold-junction compensation sensing and correction, a digital controller, an SPI-compatible interface, and associated control logic.

The MAX6675 is designed to work in conjunction with an external microcontroller (µC) or other intelligence in thermostatic, process-control, or monitoring applications.

#### Temperature Conversion

The MAX6675 includes signal-conditioning hardware to convert the thermocouple's signal into a voltage compatible with the input channels of the ADC. The T+ and T- inputs connect to internal circuitry that reduces the introduction of noise errors from the thermocouple wires.

Before converting the thermoelectric voltages into equivalent temperature values, it is necessary to compensate for the difference between the thermocouple cold-junction side (MAX6675 ambient temperature) and a 0°C virtual reference. For a type-K thermocouple, the voltage changes by 41µV/°C, which approximates the thermocouple characteristic with the following linear equation:

$$V_{\text{OUT}} = (41\mu\text{V} / ^\circ\text{C}) \times (T_{\text{R}} - T_{\text{AMB}})$$

Where:

V<sub>OUT</sub> is the thermocouple output voltage (µV).

T<sub>R</sub> is the temperature of the remote thermocouple junction (°C).

T<sub>AMB</sub> is the ambient temperature (°C).

#### Cold-Junction Compensation

The function of the thermocouple is to sense a difference in temperature between two ends of the thermocouple wires. The thermocouple's hot junction can be read from 0°C to +1023.75°C. The cold end (ambient temperature of the board on which the MAX6675 is mounted) can only range from -20°C to +85°C. While the temperature at the cold end fluctuates, the MAX6675 continues to accurately sense the temperature difference at the opposite end.

The MAX6675 senses and corrects for the changes in the ambient temperature with cold-junction compensation. The device converts the ambient temperature reading into a voltage using a temperature-sensing diode. To make the actual thermocouple temperature measurement, the MAX6675 measures the voltage from the thermocouple's output and from the sensing diode. The device's internal circuitry passes the diode's voltage (sensing ambient temperature) and thermocouple voltage (sensing remote temperature minus ambient temperature) to the conversion function stored in the ADC to calculate the thermocouple's hot-junction temperature.

Optimal performance from the MAX6675 is achieved when the thermocouple cold junction and the MAX6675 are at the same temperature. Avoid placing heat-generating devices or components near the MAX6675 because this may produce cold-junction-related errors.

#### Digitization

The ADC adds the cold-junction diode measurement with the amplified thermocouple voltage and reads out the 12-bit result onto the SO pin. A sequence of all zeros means the thermocouple reading is 0°C. A sequence of all ones means the thermocouple reading is +1023.75°C.



## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

### Applications Information

#### Serial Interface

The *Typical Application Circuit* shows the MAX6675 interfaced with a microcontroller. In this example, the MAX6675 processes the reading from the thermocouple and transmits the data through a serial interface. Force  $\overline{CS}$  low and apply a clock signal at SCK to read the results at SO. Forcing  $\overline{CS}$  low immediately stops any conversion process. Initiate a new conversion process by forcing  $\overline{CS}$  high.

Force  $\overline{CS}$  low to output the first bit on the SO pin. A complete serial interface read requires 16 clock cycles. Read the 16 output bits on the falling edge of the clock. The first bit, D15, is a dummy sign bit and is always zero. Bits D14–D3 contain the converted temperature in the order of MSB to LSB. Bit D2 is normally low and goes high when the thermocouple input is open. D1 is low to provide a device ID for the MAX6675 and bit D0 is three-state.

Figure 1a is the serial interface protocol and Figure 1b shows the serial interface timing. Figure 2 is the SO output.

#### Open Thermocouple

Bit D2 is normally low and goes high if the thermocouple input is open. In order to allow the operation of the open thermocouple detector, T- must be grounded. Make the ground connection as close to the GND pin as possible.

#### Noise Considerations

The accuracy of the MAX6675 is susceptible to power-supply coupled noise. The effects of power-supply noise can be minimized by placing a 0.1 $\mu$ F ceramic bypass capacitor close to the supply pin of the device.

#### Thermal Considerations

Self-heating degrades the temperature measurement accuracy of the MAX6675 in some applications. The magnitude of the temperature errors depends on the thermal conductivity of the MAX6675 package, the

mounting technique, and the effects of airflow. Use a large ground plane to improve the temperature measurement accuracy of the MAX6675.

The accuracy of a thermocouple system can also be improved by following these precautions:

- Use the largest wire possible that does not shunt heat away from the measurement area.
- If small wire is required, use it only in the region of the measurement and use extension wire for the region with no temperature gradient.
- Avoid mechanical stress and vibration, which could strain the wires.
- When using long thermocouple wires, use a twisted-pair extension wire.
- Avoid steep temperature gradients.
- Try to use the thermocouple wire well within its temperature rating.
- Use the proper sheathing material in hostile environments to protect the thermocouple wire.
- Use extension wire only at low temperatures and only in regions of small gradients.
- Keep an event log and a continuous record of thermocouple resistance.

#### Reducing Effects of Pick-Up Noise

The input amplifier (A1) is a low-noise amplifier designed to enable high-precision input sensing. Keep the thermocouple and connecting wires away from electrical noise sources.

### Chip Information

TRANSISTOR COUNT: 6720

PROCESS: BiCMOS

MAX6675

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

**MAX6675**

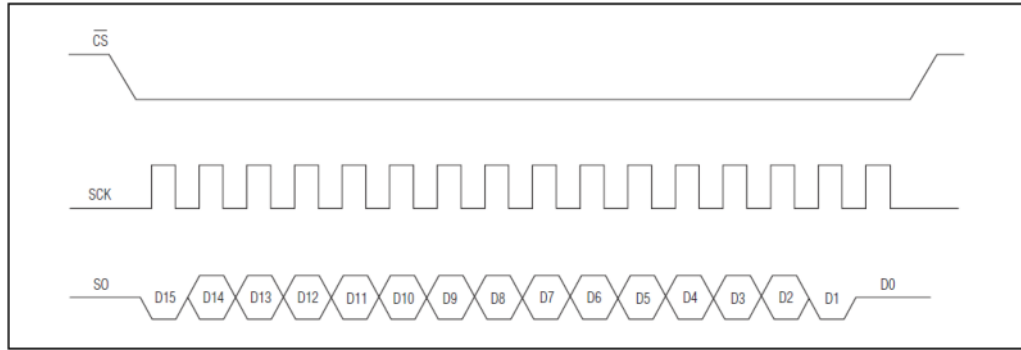


Figure 1a. Serial Interface Protocol

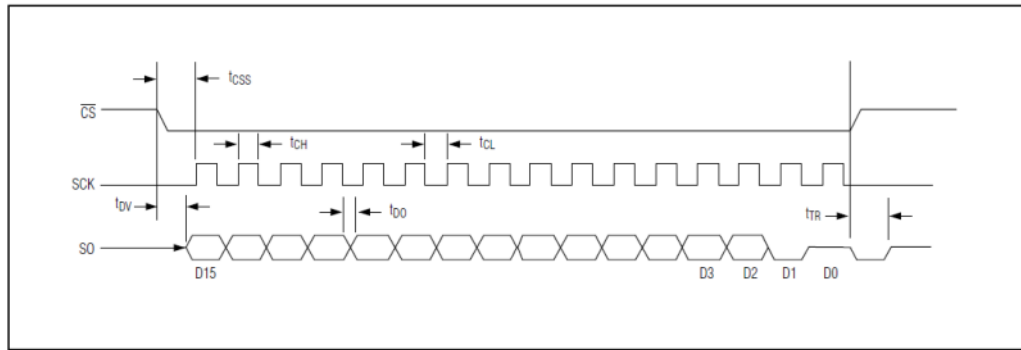


Figure 1b. Serial Interface Timing

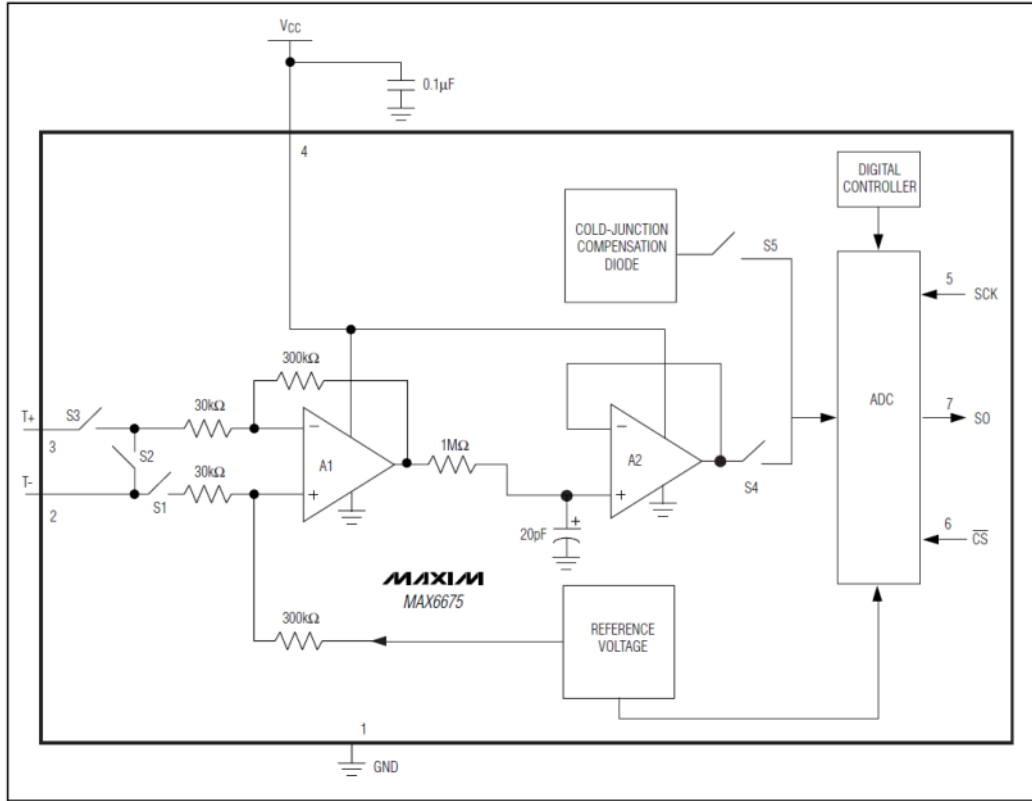
BIT	DUMMY SIGN BIT	12-BIT TEMPERATURE READING												THERMOCOUPLE INPUT	DEVICE ID	STATE
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3			
Bit	15													2	1	0
	0	MSB											LSB		0	Three-state

Figure 2. SO Output

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Block Diagram

MAX6675



## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

**MAX6675**

### Package Information

	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050		1.27	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.228	0.244	5.80	6.20
h	0.010	0.020	0.25	0.50
L	0.016	0.050	0.40	1.27

	INCHES		MILLIMETERS		N	MS012
	MIN	MAX	MIN	MAX		
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	A
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	B
D	0.386	0.394	9.80	10.00	16	C

NOTES:  
 1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH  
 2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")  
 3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN .102mm (.004")  
 4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER  
 5. MEETS JEDEC MS012-XX AS SHOWN IN ABOVE TABLE  
 6. N = NUMBER OF PINS

**MAXIM**  
 120 SAN GABRIEL DRIVE, SUNNYVALE, CA 94086-4086  
 PROPRIETARY INFORMATION

PACKAGE FAMILY OUTLINE: SOIC .150"  $\frac{1}{1}$  21-0041 A  
TITLE DOCUMENT CONTROL NUMBER REV

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.

8 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2002 Maxim Integrated Products

Printed USA

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

### 14.1.5 Módulo de 4 relés para Arduino (Relé y optoacoplador)

## SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	<b>SRD</b>
---	---------------	------------



#### 1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

#### 2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.  
( Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

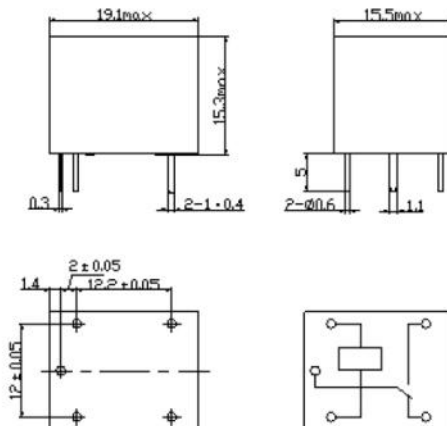
#### 3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

#### 4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

#### 5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM



**6. COIL DATA CHART (AT20°C)**

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

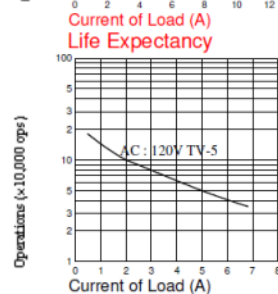
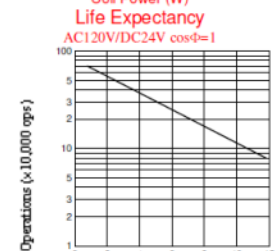
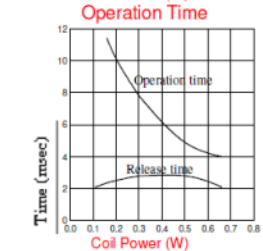
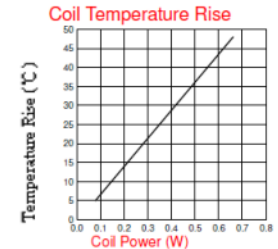
**7. CONTACT RATING**

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load (cosΦ=1)		10A 125VAC 7A 240VAC	10A 240VAC
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)		3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

**8. PERFORMANCE (at initial value)**

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100mΩ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 <sup>7</sup> operations. Min. (no load)
Electrically		10 <sup>5</sup> operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

**9. REFERENCE DATA**



---

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

---

**Features:**

- Current transfer ratio  
(CTR:MIN.50% at  $I_F = 5\text{mA}$ ,  $V_{CE} = 5\text{V}$ )  
High isolation voltage between input and output  
( $V_{iso} = 5000\text{V rms}$ )
- Compact dual-in-line package  
FL817\*:1-channel type
- Pb free



**Options available:**

- Leads with 0.4"(10.16mm) spacing (M Type)
- Leads bends for surface mounting (S Type)
- Tape and Reel of Type I for SMD(Add"-TA" Suffix)
- Tape and Reel of Type II for SMD(Add"-TB" Suffix)
- The tape is 16mm and is wound on a 33cm reel

**Applications:**

- Computer terminals
- System appliances, measuring instruments
- Registers, copiers, automatic vending machines
- Cassette type recorder
- Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
- Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

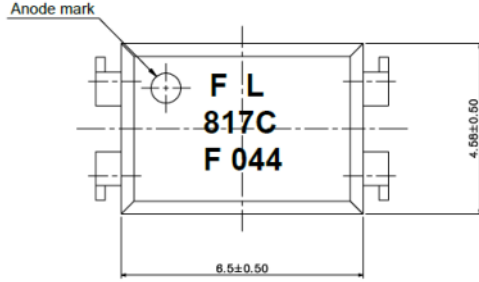
Device Selection Guide

Part No.	Chip Material	
	IR	PT
FL817*	GaAs	Silicon

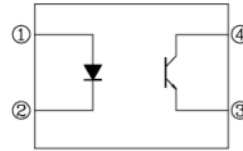
**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

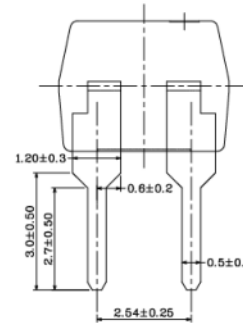
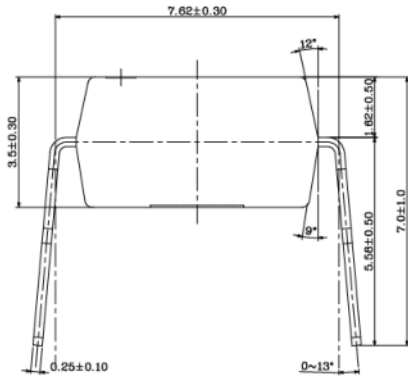
**Package Dimensions**



PIN NO. AND INTERNAL CONNECTION DIAGRAM

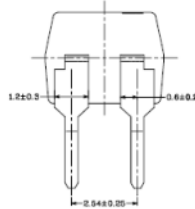
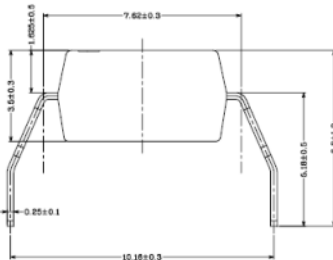
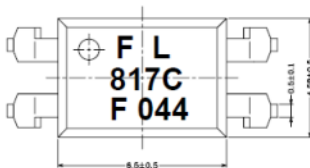


1. Anode      3. Emitter  
2. Cathode    4. Collector



**Package Dimensions**

Type



**Notes:**

1. Rank shall be or shall not be marked
2. Year date code
3. 2-digit work week
4. All dimensions are in millimeters
5. Specifications are subject to change without notice



**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

**Absolute Maximum Ratings**

**( Ta=25°C )**

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	Forward Current	$I_F$	50	mA
	Reverse Voltage	$V_R$	6	V
	Power Dissipation	P	70	mW
Output	Collector Power Dissipation	$P_C$	150	mW
	Collector Current	$I_C$	50	mA
	Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	70	V
	Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	6	V
Total Power Dissipation		$P_{tot}$	200	mW
*1 Isolation Voltage		Viso	5000	V rms
Operating Temperature		$T_{opr}$	-55~+110	°C
Storage Temperature		$T_{stg}$	-55~+125	°C
*2 Soldering Temperature		$T_{sol}$	260	°C

\*1 AC for 1 minute, R.H= 40~ 60%RH

-Isolation voltage shall be measured using the following method.

- (1) Short between anode and cathode on the primary side and between collector, emitter and base on the secondary side.
- (2) The isolation voltage tester with zero-cross circuit shall be used.
- (3) The waveform of applied voltage shall be a sine wave

\*2 For 10 seconds

**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

**Electro-Optical Characteristics**

(Ta=25°C)

Parameter		Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition
Input	Forward	$V_F$	-	1.2	1.4	V	$I_F=20mA$
	Reverse Current	$I_R$	-	-	10	uA	$V_R=4V$
	Terminal	$C_t$	-	30	250	pF	$V=0, f=1kHz$
Output	Collector Dark current	$I_{CEO}$	-	-	100	nA	$V_{CE}=20V$
	Collector-Emitter breakdown voltage	$BV_{CEO}$	70	100	-	V	$I_c=0.1mA$
Transfer Characteristics	Current Transfer ratio	CTR	50	-	600	%	$I_F=5mA, V_{CE}=5V$
	Collector-Emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	-	0.1	0.2	V	$I_F=20mA, I_c=1mA$
	Isolation resistance	$R_{ISO}$	$5 \times 10^{10}$	$10^{11}$	-	$\Omega$	DC500V, 40~60%R.H
	Floating capacitance	$C_f$	-	0.6	1.0	pF	$V=0, f=1MHz$
	Cut-off frequency	$f_c$	-	80	-	kHz	$V_{CE}=5V, I_c=2mA$ $R_L=100\Omega, -3dB$
	Rise time	$t_r$	-	4	18	us	$V_{CE}=2V$ $I_c=2mA, R_L=100\Omega$
	Fall time	$t_f$	-	3	18	us	

**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

**Supplement**

**Current Transfer Ratio CTR**

Sub-Model No.	Rank mark	CTR (%)	Condition
FL817 (A)	A	80 to 160	$I_F = 5 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5 \text{ V}$ $T_a = 25^\circ\text{C}$
FL817 (B)	B	130 to 260	
FL817 (C)	C	200 to 400	
FL817 (D)	D	300 to 600	

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature

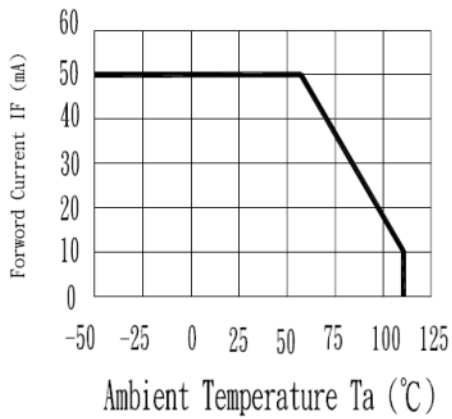
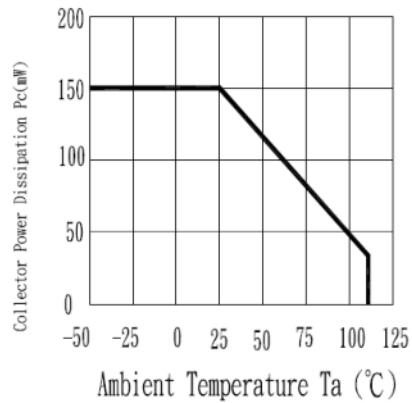


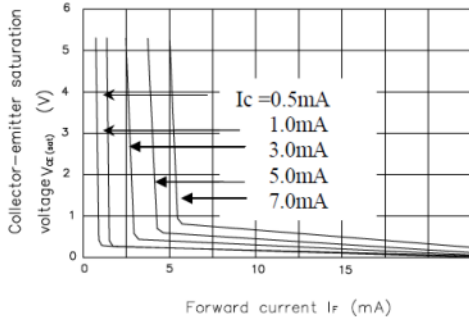
Fig. 2 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature



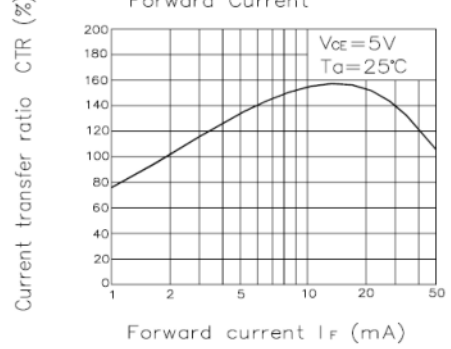
**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

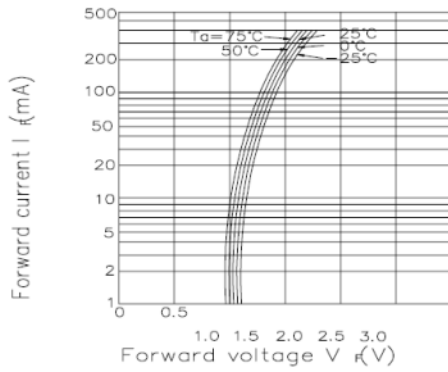
**Fig. 3** Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )



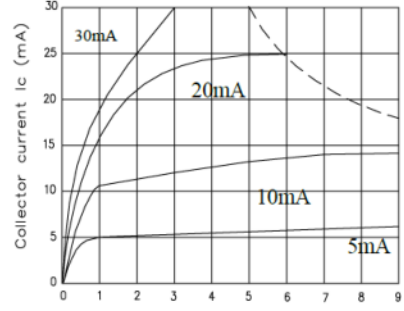
**Fig. 4** Current transfer Ratio vs. Forward Current



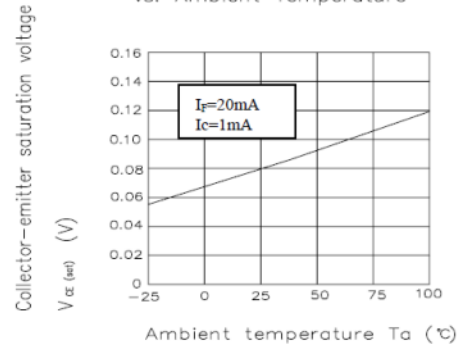
**Fig. 5** Forward Current vs. Forward Voltage



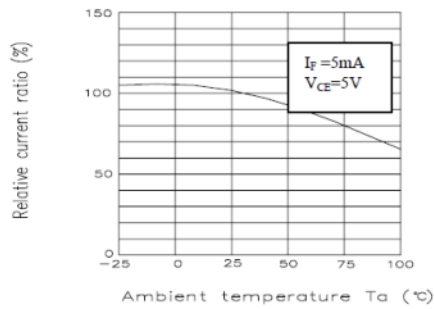
**Fig. 6** Collector Current vs. Collector-emitter Voltage ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )



**Fig. 8** Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

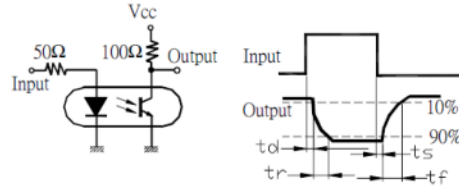
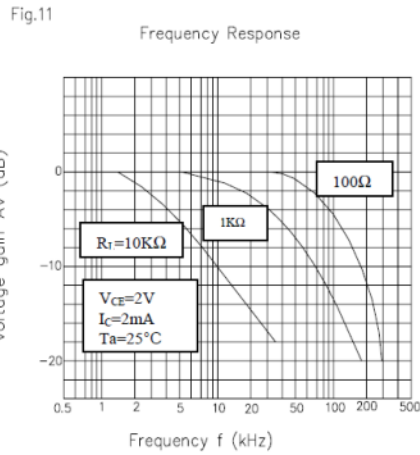
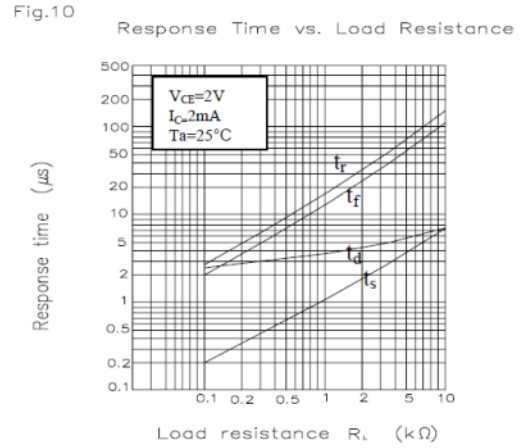
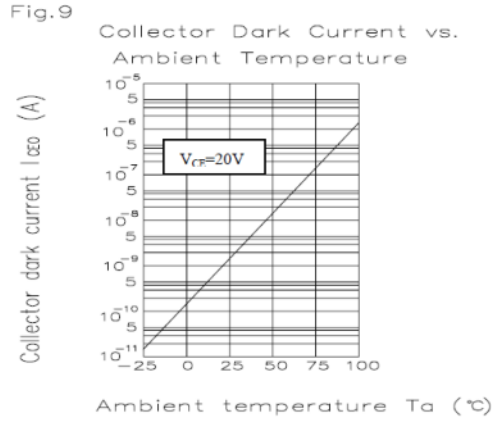


**Fig. 7** Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature



**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**



**FL817 Series**

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

**RELIABILITY PLAN**

- The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level : 90 % , LTPD : 10 %

Classification	Test Item	Description & Condition	(Acc.) Sample	Failure Criteria	Reference Standard
<b>Endurance Test</b>	Operation Life *	Ta = 25 ± 3°C IR: If = 50 mA Pt: Pc = 130 mW ( Vf=1.4v) , 1000 hrs	0 / 22	CTR shift > 1.2	MIL-S-750 : 1026 MIL-S-883 : 1005 JIS C 7021 : B-1
	High Temperature / High Humidity Reverse Bias (H3TRB)	Ta = 85 ± 3°C , Humi. = 85 % rh Pt: 80% * Vce (max rating) , 1000 hrs	0 / 22	Vf > U* 1.0 Ir > U * 1.0 Vce(sat) > U*1.0	JIS C 7021 : B-11
	High Temperature Reverse Bias (HTRB)	Ta = 105 ± 3°C Pt: 100% * Vce (Max rating) , 1000 hrs	0 / 22	Bvceo < L*1.0 Bveco < L*1.0	JIS C 7021 : B-8
	Low Temperature Storage	Ta = -50 ± 3°C , 1000 hrs	0 / 22		JIS C 7021 : B-12
	High Temperature Storage	Ta = 125 ± 3°C , 1000 hrs	0 / 22	L : Low Spec.Limit	JIS C 7021 : B-10 MIL-S-883 : 1008
	Auto clave	P = 15 PSIG , Ta = 121 °C , Humi. = 100 % rh , 48 hrs	0 / 22	U : Up Spec. Limit	JESD 22-A102-B
	<b>Environmental Test</b>	Temperature Cycling (Air to Air)	125°C ~ -55 °C 30 ~ 30 min , 100 cycles	0 / 22	
Thermal Shock (Liquid to Liquid)		125 ~ -55°C t (dwell) = 5 min t (trans.) = 10 sec , 100 cycles	0 / 22		MIL-S-202 : 107D MIL-S-750 : 1051 MIL-S-883 :1011
Solder Resistance		Ta = 260 ± 3°C t (dwell) = 10 ± 1 sec	0 / 22		MIL-S-750 : 2031 JIS C 7021 : A-1
Solder Ability		Ta = 230 ± 3 °C t (dwell) = 5 ± 1 sec	0 / 22		MIL-S-883 : 2003 JIS C 7021 : A-2

**FL817 Series**

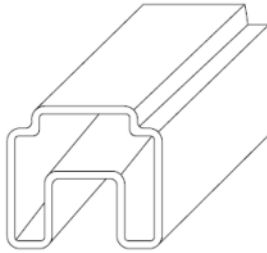
---

**4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER**

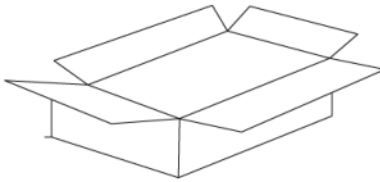
---

Tube Packing Specifications ( For Dip & Type)

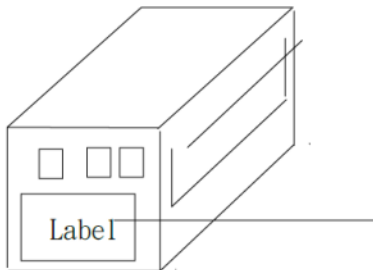
1. Tube



2. Inner Carton



3. Outside Carton



**FL817 x**



**QTY:xxxx**



**RoHS**

● **Packing Quantity**

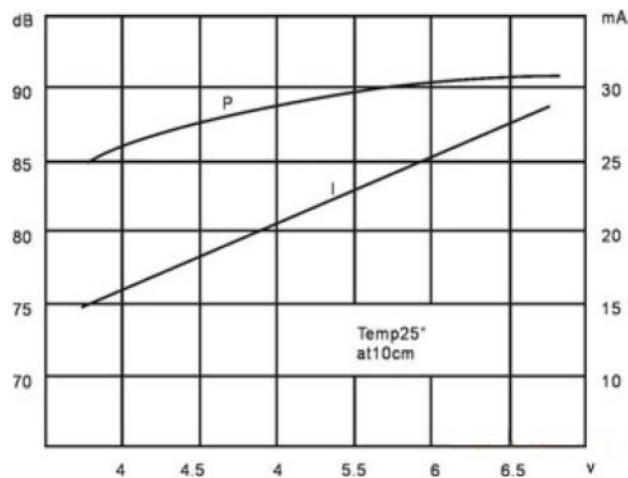
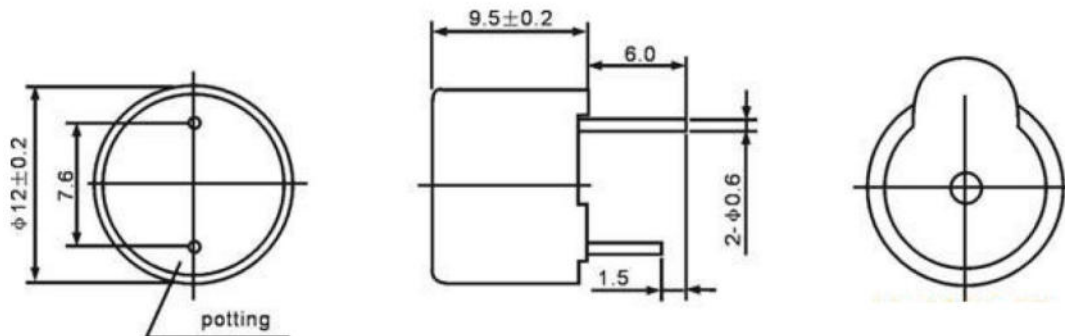
1. 100 Pcs / Tube
2. 25 Tubes / Inner Carton
3. 12 Inner Cartons / Outside Carton

### 14.1.6 Buzzer

TMB12A05 Buzzer Datasheet

<https://www.quick-teck.co.uk>

型号 Type	TMB-12A01	TMB-12A03	TMB-12A05	TMB-12A12
额定电压(V) Rated Voltage	1.5	3	5	12
电压范围(V) Opccration Voltage	1.2~2.5	2.5~4	4~7	8~15
额定电流(mA) Rated Current	≤20	≤35	≤30	≤20
声压电平(dB) Sound Output	≥80	≥82	≥85	≥85
谐振频率(Hz) Resonant Freq	2300±500	2300±500	2300±500	2300±500
工作温度(°C) Operating Temp	-20~+60	-20~+60	-20~+60	-20~+60
储存温度(°C) Storage Temp	-20~+70	-20~+70	-30~+85	-30~+85
重量(g) Weight	2	2	2	2



<https://www.quick-teck.co.uk>



### 14.1.7 Cooler



Información general del producto	
Número de pieza de Digi-Key	CR055-ND
Cantidad disponible	549 Disponible para envío inmediato
Fabricante	<a href="#">Comair Rotron</a>
Número de pieza del fabricante	19030572A
Descripción	FAN AXIAL 120X32MM 24VDC MC24B3
Plazo estándar del fabricante	18 semanas

Documentos y medios	
Hojas de datos	<a href="#">19030572A Spec</a> <a href="#">Fans, Blowers, Impellers Catalog</a>
Módulos de capacitación sobre el producto	<a href="#">Air Moving &amp; Cooling Solutions</a>
Modelo 3D	<a href="#">muffin-dc.stc</a>
Número de pieza de PCN	<a href="#">Multiple Devices 17/Jan/2013</a>
Hoja de datos de HTML	<a href="#">Fans, Blowers, Impellers Catalog</a>

Atributos del producto		Seleccionar todos
Categorías	<a href="#">Ventiladores ,gestión térmica</a> <a href="#">Ventiladores de CC</a>	<input type="radio"/>
Fabricante	Comair Rotron	<input type="checkbox"/>
Serie	<a href="#">Muffin</a>	<input type="checkbox"/>
Estado de la pieza	Activo	<input type="checkbox"/>
Voltaje nominal	24 VCC	<input type="checkbox"/>
Tamaño / Medidas	Cuadrado - 120 mm L x 120 mm H	<input type="checkbox"/>
Ancho	32.00 mm	<input type="checkbox"/>

Atributos del producto		Seleccionar todos
Categorías	<a href="#">Ventiladores ,gestión térmica</a> <a href="#">Ventiladores de CC</a>	<input type="radio"/>
Fabricante	Comair Rotron	<input type="checkbox"/>
Serie	<a href="#">Muffin</a>	<input type="checkbox"/>
Estado de la pieza	Activo	<input type="checkbox"/>
Voltaje nominal	24 VCC	<input type="checkbox"/>
Tamaño / Medidas	Cuadrado - 120 mm L x 120 mm H	<input type="checkbox"/>
Ancho	32.00 mm	<input type="checkbox"/>
Caudal de aire	102.0 ft3/min (2.86 m³/min)	<input type="checkbox"/>
Presión estática	0.350" de H2O (87.2 Pa)	<input type="checkbox"/>
Tipo de cojinete	Bola	<input type="checkbox"/>
Tipo de ventilador	Tubo axial	<input type="checkbox"/>
Características	-	<input type="checkbox"/>
Ruido	47.8 dB (A)	<input type="checkbox"/>
Potencia (W)	5.50W	<input type="checkbox"/>
RPM	3700 rpm	<input type="checkbox"/>
Terminación	2 extremidades del hilo	<input type="checkbox"/>
Protección de entrada	-	<input type="checkbox"/>
Temperatura de operación	-	<input type="checkbox"/>
Aprobaciones	CE, cUL, UL	<input type="checkbox"/>
Peso	0.529 lb (239.95 g)	<input type="checkbox"/>
Corriente nominal	0.230 A	<input type="checkbox"/>
Rango de voltaje	12 ~ 28 VCC	<input type="checkbox"/>
Material: Marco	Plástico	<input type="checkbox"/>
Material: Hoja	Plástico	<input type="checkbox"/>

### 14.1.8 Relés electromecánicos sistema de control manual

**AEA**

**RELES CON / SIN LED**  
**ZOCALOS CON / SIN PROTECCION**

**AEA / BUENOS AIRES**  
Ventas: (011) 4574-2691 / 2692  
Fax: (011) 4574-2400  
Conmutador: (011) 4574-1555  
ventas@aea.com.ar  
servicioalcliente@aea.com.ar

**AEA / ROSARIO**  
(0341) 453-6045. Fax: (0341) 455-2924  
Celular: (0341) 15-508-7171

**AEA / MAR DEL PLATA**  
Celular: (0223) 15-448-4750


**AEA / MENDOZA**  
Celular: (0261) 15-506-0760

[www.aea.com.ar](http://www.aea.com.ar)

## RELES AUXILIARES DE USO GENERAL


### Características

SERIE		RY2S	RY4S	RU4S	RR2P	RR3P	RH4B	RR2KP
MODELO	C/LED	RY2S-UL	RY4S-UL	RU4S	RR2P-UL	RR3P-UL	RH4B-UL	
	S/LED	RY2S-U	RY4S-U		RR2P-U	RR3P-U	RH4B-U	RR2KP
Contactos		110V CA, 3A 220V CA, 3A 30V CC, 3A	240V CA, 5A 30V CC, 5A	250V CA, 6A 30V CC, 6A	110VCA, 10A 220VCA, 7,5A 30VCC, 10A	110VCA, 10A 220VCA, 7,5A 30VCC, 10A	110VCA, 10A 220VCA, 7,5A 30VCC, 10A	110VCA, 10A 220VCA, 7,5A 30VCC, 10A
Configuración		2 INVERSORES	4 INVERSORES	4 INVERSORES	2 INVERSORES	3 INVERSORES	4 INVERSORES	2 INVERSORES
Material de los contactos		PLATA BAÑADA EN ORO	PLATA BAÑADA EN ORO	PLATA BAÑADA EN ORO-PLATA	PLATA	PLATA	OXIDO DE CADMIO-PLATA	PLATA
Tensiones de bobinas	VCA	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	6-12-24-48 110-220 (50/60Hz)	220-110
	VCC	6-12-24-48	6-12-24-48-110	6-12-24-48-110	6-12-24-48-110	6-12-24-48-110	6-12-24-48-110	24
Consumo		0,8 W	0,9 W	0,9 - 1 W	1,5 W	1,5 W	1,5 W	1,5 W
Zocalos aplicables y accesorios		SY2S-05 Para riel DIN	SY4S-05 Para riel DIN	SY4S-05 Para riel DIN	SR2P-05 Para riel DIN	SR3P-05 Para riel DIN	SH4B-05 Para riel DIN	SR3P-05 Para riel DIN
		SY2S-05-C Para riel DIN con protección	SY4S-05-C Para riel DIN con protección	SY4S-05-C Para riel DIN con protección	SR2P-05-C Para riel DIN con protección	SR3P-05-C Para riel DIN con protección	SH4B-05-C Para riel DIN con protección	SR3P-05-C Para riel DIN con protección
		SY2S-51 Montaje frente panel para soldar	SY4S-51 Montaje frente panel para soldar	SY4S-51 Montaje frente panel para soldar	SR2P-511 Montaje frente panel para soldar	SR3P-511 Montaje frente panel para soldar	SH4B-51 Montaje frente panel para soldar	SR3P-511 Montaje frente panel para soldar
		SY2S-61 Montaje sobre plaqueta	SY4S-61 Montaje sobre plaqueta	SY4S-61 Montaje sobre plaqueta			SH4B-62 Montaje sobre plaqueta	
		SY2S-02-F1 Resorte de sujeción	SY4S-02-F1 Resorte de sujeción	SY4S-02-F1 Resorte de sujeción	SR2P-04-F1 Resorte de sujeción	SR2P-04-F1 Resorte de sujeción	SH4B-04-F4 Resorte de sujeción	SR2P-04-F1 Resorte de sujeción
VIDA	MECANICA	50,000,000 Operaciones Mínimo	50,000,000 Operaciones Mínimo	20,000,000 Operaciones Mínimo	10,000,000 Operaciones Mínimo	10,000,000 Operaciones Mínimo	50,000,000 Operaciones Mínimo	5,000,000 Operaciones Mínimo
	ELECTRICA	200,000 Operaciones Mínimo	200,000 Operaciones Mínimo	400,000 Operaciones Mínimo	500,000 Operaciones Mínimo	500,000 Operaciones Mínimo	200,000 Operaciones Mínimo	500,000 Operaciones Mínimo
DIMENSIONES (HxWxD mm)		35,6x14x27,5	35,6x21x27,5	35x21x27,5	55,5x29x36	55,5x36x36	35,6x41x27,5	80,5x36x36



## SERIE RJ NUEVA

- Ultra angosto: ideal para espacios reducidos
- Tamaño compacto: 12.7 x 27.0 x 28.8 mm
- Larga vida eléctrica y mecánica
- Vida Eléctrica: 200.000 ciclos en CA  
100.000 ciclos en CC
- Vida Mecánica: 30.000.000 de ciclos en CA  
50.000.000 de ciclos en CC
- Zócalo para riel DIN y montaje sobre panel con palanca de extracción y traba de rele
- Gran visibilidad del LED indicador



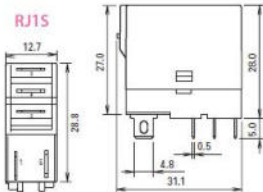
TIPO	1 INVERSOR		CODIGO DE BOBINA	VOLTAJE
	MODELO	* CODIGO DE BOBINA		
Con LED indicador	RJ15-CL *	A24	A24	24 VCA
	RJ25-CL *	A110	A110	110 VCA
		A220	A220	220 VCA
Sin LED indicador	RJ15-C * RJ25-C *	D12	D12	12VCC
		D24	D24	24 VCC
		D100	D100	100-110 VCC

### Potencia de los contactos

Nº DE POLOS	CONTACTO	POTENCIA DE LOS CONTACTOS		CARGA NOMINAL			CORRIENTE MAXIMA CONMUTACION	TENSION MAXIMA CONMUTACION	CARGA MINIMA
		CARGA RESISTIVA	CARGA INDUCTIVA	VOLTAJE	CARGA RESISTIVA	CARGA INDUCTIVA <small>cos φ = 0,3 L/R = 7 ms</small>			
1	NA	3000VA CA 360W CC	1875VA CA 180W CC	250V CA 30V CC	12A 12A	7.5A 6A	12A	250V CA 125V CC	5V DC, 100 mA (valor de referencia)
	NC	3000VA CA 180W CC	1875VA CA 90W CC	250V CA 30V CC	12A 6A	7.5A 3A			
2	NA	2000VA CA 240W CC	1000VA CA 120W CC	250V CA 30V CC	8A 8A	4A 4A	8A	250V CA 125V CC	5V DC, 100 mA (valor de referencia)
	NC	2000VA CA 120W CC	1000VA CA 60W CC	250V CA 30V CC	8A 4A	4A 2A			

### Dimensiones

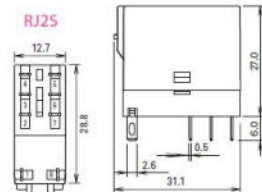
**RJ15**



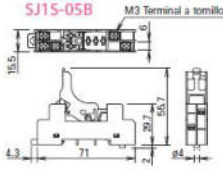
**Zócalos**

TIPO	MODELO
Standard	SJ15-05B SJ25-05
Con protección	SJ15-07L SJ25-072

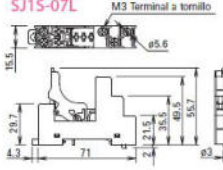
**RJ25**



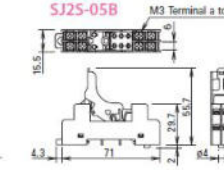
**SJ15-05B** M3 Terminal a tornillo



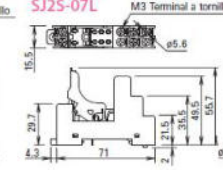
**SJ15-07L** M3 Terminal a tornillo



**SJ25-05B** M3 Terminal a tornillo



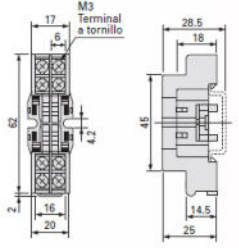
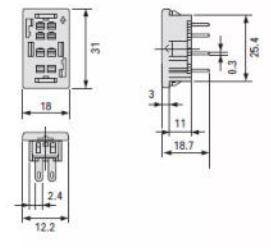
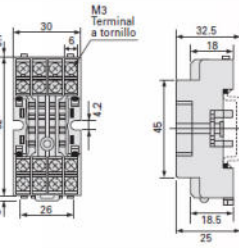
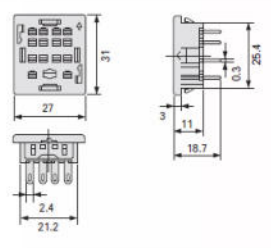
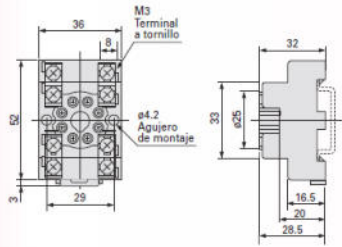
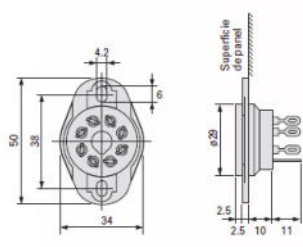
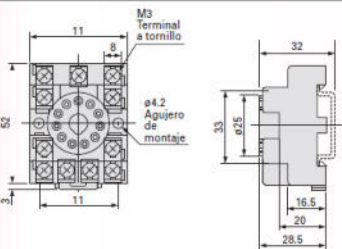
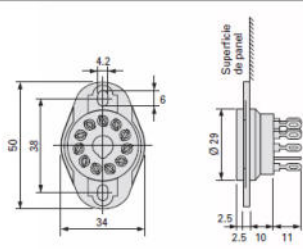
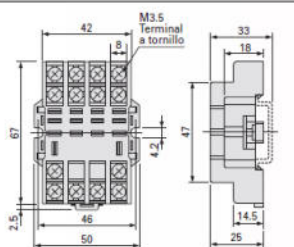
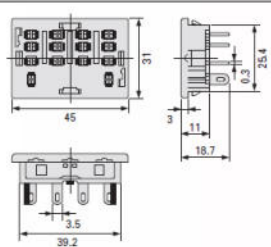
**SJ25-07L** M3 Terminal a tornillo



ACRZ-03/09

## ZOCALOS

### Características

<p><b>SY2S-05</b> <b>SY2S-05-C</b></p> 	<p><b>SY2S-51/61</b></p> 
<p><b>SY4S-05</b> <b>SY4S-05-C</b></p> 	<p><b>SY4S-51/61</b></p> 
<p><b>SR2P-05</b> <b>SR2P-05-C</b></p> 	<p><b>SR2P-511</b></p> 
<p><b>SR3P-05</b> <b>SR3P-05-C</b></p> 	<p><b>SR3P-511</b></p> 
<p><b>SH4B-05</b> <b>SH4B-05-C</b></p> 	<p><b>SH4B-51/61</b></p> 

## 14.1.9 Modulo Relé Phoenix Contact

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2966171>



### Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

Please be informed that the data shown in this PDF Document is generated from our Online Catalog. Please find the complete data in the user's documentation. Our General Terms of Use for Downloads are valid (<http://phoenixcontact.com/download>)




PLC relay, consisting of base terminal block PLC-BSC.../21 with screw connection and pluggable miniature relay with power contact, for assembly on DIN rail NS 35/7.5, 1 PDT, input voltage 24 V DC

#### Why buy this product

- Slim design
- Efficient connection to system cabling using V8 adapter
- Safe isolation according to DIN EN 50178 between coil and contact
- RT III sealed relay
- Functional plug-in bridges
- Integrated input circuit and interference suppression circuit



#### Key Commercial Data

Packing unit	10 STK
GTIN	 4 017918 130732
Sales Key	08

#### Technical data

##### Note

Utilization restriction	EMC: class A product, see manufacturer's declaration in the download area
-------------------------	---

##### Dimensions

Width	6.2 mm
Height	80 mm
Depth	94 mm

##### Ambient conditions

Ambient temperature (operation)	-40 °C ... 60 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2966171>



## Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

### Technical data

#### Coil side

Nominal input voltage $U_N$	24 V DC
Typical input current at $U_N$	9 mA
Typical response time	5 ms
Typical release time	8 ms
Protective circuit	Protection against polarity reversal Polarity protection diode
	Free-wheeling diode Damping diode
Operating voltage display	yes
Power dissipation for nominal condition	0.22 W

#### Contact side

Contact type	1 PDT
Contact material	AgSnO
Maximum switching voltage	250 V AC/DC (The separating plate PLC-ATP should be installed for voltages larger than 250 V (L1, L2, L3) between identical terminal blocks in adjacent modules. Potential bridging is then carried out with FBST 8-PLC... or ...FBST 500...)
Minimum switching voltage	5 V (at 100 mA)
Min. switching current	10 mA (at 12 V)
Maximum inrush current	10 A (4 s)
Limiting continuous current	6 A
Interrupting rating (ohmic load) max.	140 W (at 24 V DC)
	20 W (at 48 V DC)
	18 W (at 60 V DC)
	23 W (at 110 V DC)
	40 W (at 220 V DC)
	1500 VA (for 250 V AC)
Switching capacity in acc. with DIN VDE 0660/IEC 60947	2 A (at 24 V, DC13)
	0.2 A (at 110 V, DC13)
	0.1 A (at 220 V, DC13)
	3 A (at 24 V, AC15)
	3 A (at 120 V, AC15)
	3 A (at 230 V, AC15)

#### Connection data input side

Connection name	Coil side
Connection method	Screw connection
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3
Conductor cross section solid	0.14 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible	0.14 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section AWG	26 ... 14

#### Connection data output side

03/02/2016 Page 2 / 6

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2966171>



## Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

### Technical data

#### Connection data output side

Connection name	Contact side
Connection method	Screw connection
Stripping length	8 mm
Screw thread	M3
Conductor cross section solid	0.14 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible	0.14 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section AWG	26 ... 14

#### General

Test voltage relay winding/relay contact	4 kV AC (50 Hz, 1 min.)
Operating mode	100% operating factor
Mechanical service life	2 x 10 <sup>7</sup> cycles
Flammability rating according to UL 94	V0
Designation	Standards/regulations
Standards/regulations	IEC 60664
	EN 50178
	IEC 62103
Degree of pollution	3
Overvoltage category	III
Mounting position	any
Assembly instructions	In rows with zero spacing

#### Standards and Regulations

Connection in acc. with standard	CUL
Designation	Standards/regulations
Standards/regulations	IEC 60664
	EN 50178
	IEC 62103
Degree of pollution	3
Overvoltage category	III
Flammability rating according to UL 94	V0

### Classifications

#### eCl@ss

eCl@ss 4.0	27371102
eCl@ss 4.1	27371102
eCl@ss 5.0	27371001
eCl@ss 5.1	27371001
eCl@ss 6.0	27371001
eCl@ss 7.0	27371001



<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2966171>



## Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

### Classifications

eCl@ss

eCl@ss 8.0	27371601
eCl@ss 9.0	27371601

ETIM

ETIM 2.0	EC000196
ETIM 3.0	EC000196
ETIM 4.0	EC000196
ETIM 5.0	EC001437

UNSPSC

UNSPSC 6.01	30211916
UNSPSC 7.0901	39121515
UNSPSC 11	39121515
UNSPSC 12.01	39121515
UNSPSC 13.2	39121515

### Approvals

Approvals

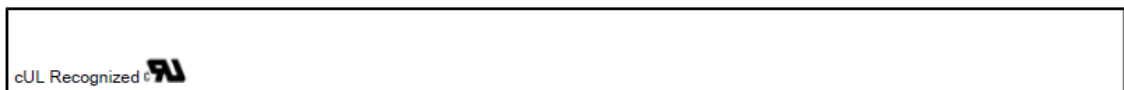
Approvals

UL Recognized / UL Listed / cUL Recognized / cUL Listed / GL / EAC / RC FRT / EAC / cULus Recognized / cULus Listed

Ex Approvals

Approvals submitted

Approval details



<https://www.phoenixcontact.com/pil/products/2966171>



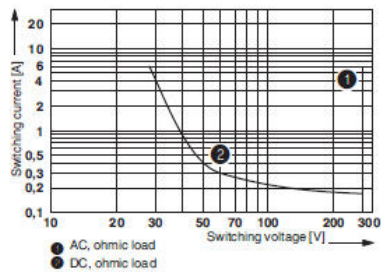
## Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

### Approvals

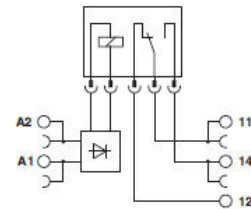


### Drawings

Diagram



Circuit diagram



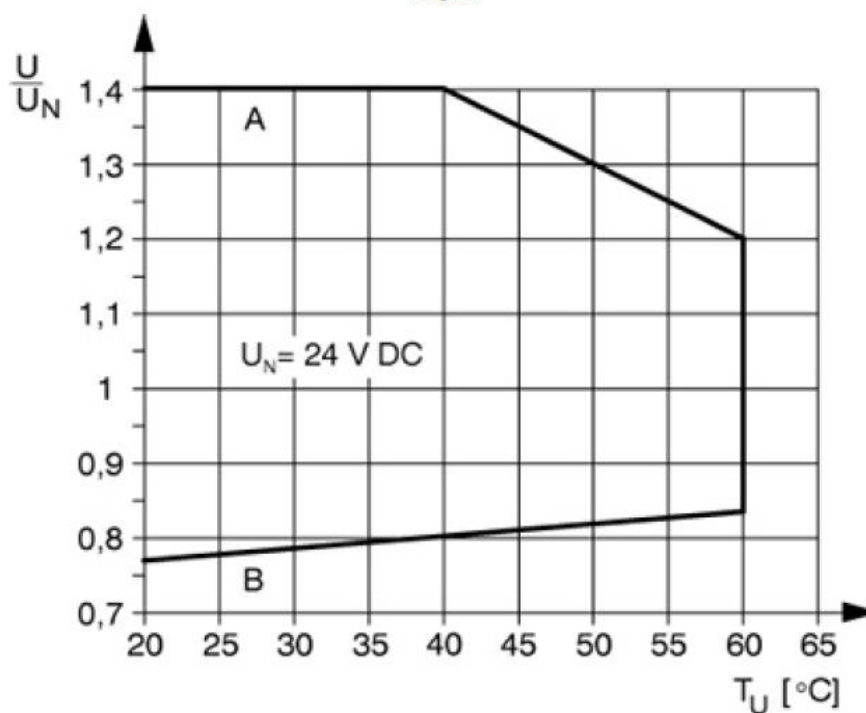
Interrupting rating

<https://www.phoenixcontact.com/pi/products/2966171>



## Relay Module - PLC-RSC- 24DC/21 - 2966171

Diagram



Curve A

Maximum permissible continuous voltage  $U_{max}$  with limiting continuous current on the contact side (see relevant technical data)

Curve B

Minimum permissible operate voltage  $U_{op}$  after pre-excitation (see relevant technical data)

Phoenix Contact 2016 © - all rights reserved  
<http://www.phoenixcontact.com>

PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG  
Flachsmarktstr. 8  
32825 Blomberg  
Germany  
Tel. +49 5235 300  
Fax +49 5235 3 41200  
<http://www.phoenixcontact.com>

## 14.2 Fuente de alimentación switching

# AEA

## FUENTES DE ALIMENTACION SWITCHING



**AEA / BUENOS AIRES**  
Ventas: (011) 4574-2691 / 2692  
Fax: (011) 4574-2400  
Conmutador: (011) 4574-1555  
ventas@aea.com.ar  
servicioalcliente@aea.com.ar

**AEA / ROSARIO**  
(0341) 453-6045. Fax: (0341) 455-2924  
Celular: (0341) 15-508-7171

**AEA / MENDOZA**  
Celular: (0261) 15-506-0760

**AEA / MAR DEL PLATA**  
Celular: (0223) 15-448-4750

[www.aea.com.ar](http://www.aea.com.ar)

## FUENTES DE ALIMENTACION SWITCHING

## SERIE PS5R

Características

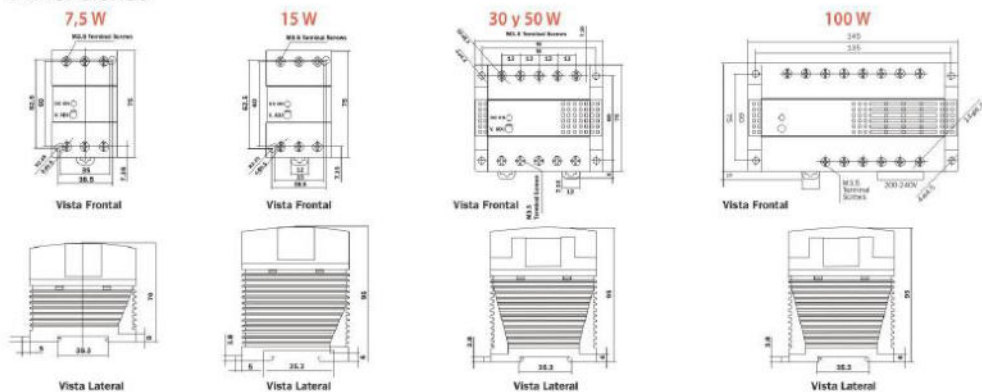


TIPO	PS5R-A 7,5 W	PS5R-B 15W	PS5R-C 30W	PS5R-D 50W	PS5R-E 100 W	
Tensión de Entrada	100 a 240 VCA				100 a 200 200 a 240 seleccionable	
Frecuencia	47 a 63 Hz					
Corriente de Entrada	100V	0,17A	0,3A	0,68A	1,15A	2,5A
	200V	0,11A	0,2A	0,45A	0,75A	1,5A
Corriente de arranque	50A máximo en 220V (arranque en frío)					
Corriente de fuga	0,75 MA máximo (60 Hz conforme a UL, CSA y VDE)					
Eficiencia 24 VCC	75 %	79 %	75 %	79 %	80 %	
Corriente de salida 24 VCC	0,3 A	0,6 A	1,3 A	2,1 A	4,2 A	
Ajuste	Rango de tensión +/- 10% (use V. ADJ. para ajuste)					
Tiempo de arranque	20 MS			Mínimo		
Tiempo de crecimiento	200 MS			Máximo		
Fluctuación entrada	0,4 %			Máximo		
Fluctuación de carga	1,5 %			Máximo		
Ripple de tensión	2 % P-P			Máximo		
Sobre corriente	105 %			Mínimo		
Sobre tensión	120 % típico (zener-limitador)			120 % típico (auto reset)		
Indicación	LED					
Rigidez Dieléctrica	Entre terminales de entrada y salida 3000V AC, 1 min. Entre terminales de entrada y gabinete 2000V AC, 1 min. Entre terminales de salida y gabinete 500V AC, 1 min.					
Temp. operación	- 10° A + 60° C					
Temp. almacenaje	- 30° A + 85° C					
Humedad oper.	20 A 90° RH					
Resis. vibración	45 M/S 2..10 A 55 Hz 2 Hs. en los tres ejes					
Resis. shock	300 M/S 2 3 golpes entre los 6 ejes					
Dimensiones	45 x 70 mm	45 x 95 mm	90 x 95 mm	90 x 95 mm	145 x 95 mm	



\*Altura x Ancho x Profundidad

### Dimensiones



**AEA**

**SERIE SKS**

**Características**

- Alta eficiencia, baja temperatura de trabajo.
- Filtro EMI incorporado, bajo ripple.
- Protección contra cortocircuito y sobrecarga.
- Tensión de entrada seleccionable.

Un compromiso con la calidad



**Tablas de selección**

Alimentación 85-264VAC / Salida 12 VCC

TIPO		SKS-35-12 (35W)	SKS-50-12 (50W)	SKS-100-12 (100W)	SKS-201T-12 (200W)	SKS-250-12 (250W)	SKS-350-12 (350W)	SKS-500-12 (500W)	
ENTRADA	Tensión	85-132 VAC / 170-264 VAC seleccionable por SW							88 - 264VCA
	Frecuencia	47 - 63 HZ							
	Corriente de arranque en frío	115V 230V	15A 30A	15A 30A	20A 40A	25A 50A	25A 50A	25A 50A	18A 36A
SALIDA	Eficiencia	76%	78%	81%	80%	78 %	74%	84%	
	Tensión/Corriente	12V 3A	12V 4,2A	12V 8,5A	12V 16,5A	12 V 20 A	12V 29A	12V 40A	
	Rango ajuste de tensión	+ - 10% (use V. ADJ para ajuste)							
	Tensión de ripple	100m V	100m V	100 m V	150m V	150m V	150m V	240m V	
	Sobre-carga	105% - 150%			115% - 135%	105% - 135%	105%-135%		
Indicación		LED							
Temperatura de trabajo		0°C -50°C @ 100%				-10°C @ +50°C	-10°C @ +50°C	-10°C @ +50°C	
Dimensiones (mm)		129x98x38	159x97x38	199x98x38	215x115x50	215x115x50	215x115x50	129x150x170	
Peso		400g	500g	650g	1300g	1150g	1070g	1900g	

Alimentación 85-264VAC / Salida 24 VCC

TIPO		SKS-35-24 (35W)	SKS-50-24 (50W)	SKS-100-24 (100W)	SKS-145-24 (145W)	SKS-201T-24 (200W)	SKS-250T-24 (250W)	SKS-350-24 (350W)	SKS-500-24 (500W)
ENTRADA	Tensión	85-132 VAC / 170-264 VAC seleccionable por SW					90-132 VAC/180-264 VAC		88 - 264VCA
	Frecuencia	47 - 63 HZ							
	Corriente de arranque en frío	115V 230V	15A 30A	15A 30A	20A 40A	35A 60A	25A 50A	25A 50A	25A 50A
SALIDA	Eficiencia	76%	78%	81%	83,50%	83%	81%	81%	85,5%
	Tensión/Corriente	24V 1,5A	24V 2,1A	24V 4,5A	24V 6A	24V 8,5A	24V 10,4A	24V 14,6A	24V 20A
	Rango ajuste de tensión	+ - 10% (use V. ADJ para ajuste)							
	Tensión de ripple	200mV	200mV	200mV	100mV	150mV	200mV	200mV	240mV
	Sobre-carga	105% - 150%			125%-165%	115%-135%	105% - 135%	105%-135%	105%-135%
Indicación		LED							
Temperatura de trabajo		0°C - 50°C @ 100%			-10°C@+60°C	0°C @ +50°C	-10°C @ +50°C	-10°C @ +50°C	-10°C@+50°C
Dimensiones (mm)		129x98x38	159x97x38	199x98x38	199x98x38	215x115x50	230x115x50	230x115x50	129x150x170
Peso		400g	500g	650g	700g	1300g	1150g	1070g	1900g

Consulte por otros modelos hasta 2000 W de potencia, entrada universal alterna/continua, salida dual, convertidores continua/continua.

**Accesorios de montaje**

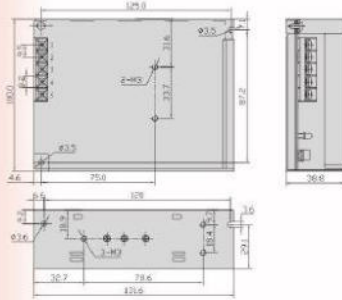
Para montaje en riel DIN 35mm

- Soporte para DIN SKS-35
- Soporte para DIN SKS-50-100-145
- Soporte para DIN SKS-201T-205T-350

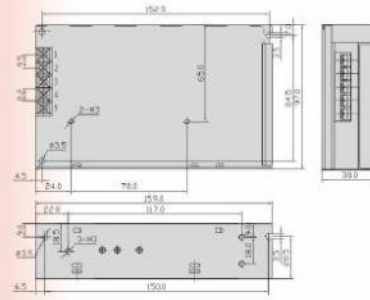
**SERIE SKS FUENTES DE ALIMENTACION SWITCHING**

**Dimensiones**

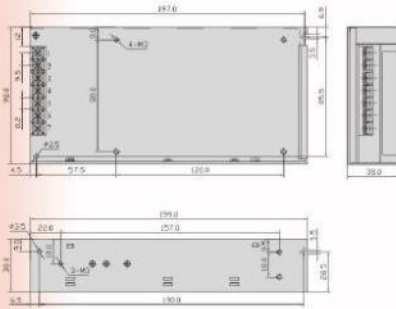
**SKS-35 (35W)**



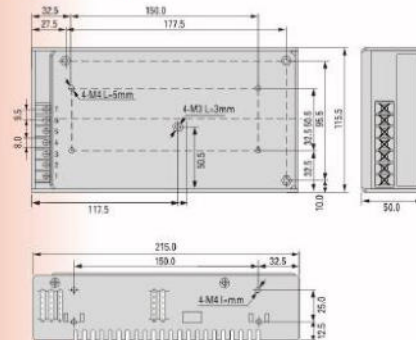
**SKS-50 (50W)**



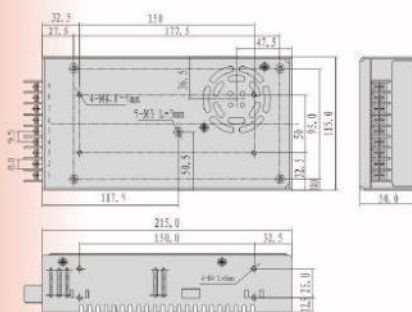
**SKS-100 (100W) SKS-145 (145W)**



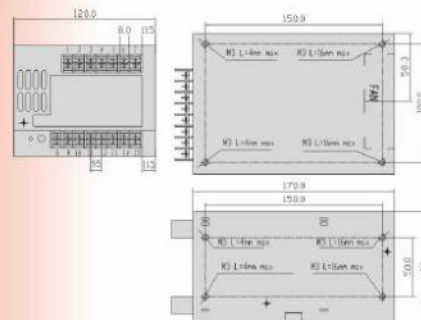
**SKS-201T (200W)**



**SKS-250 (250W) SKS-350 (350W)**



**SKS-500 (500W)**



## 14.2.1 Porta fusibles

<https://www.phoenixcontact.com/gb/products/3004100>



### Fuse modular terminal block - UK 5-HESI - 3004100

Please be informed that the data shown in this PDF Document is generated from our Online Catalog. Please find the complete data in the user's documentation. Our General Terms of Use for Downloads are valid (<http://phoenixcontact.com/download>)



Fuse terminal block for cartridge fuse insert, cross section: 0.2 - 4 mm<sup>2</sup>, AWG: 26 - 10, width: 8.2 mm, color: black

#### Why buy this product

- Versions with LED
- Large-surface labeling
- Safety lever locked in end position



#### Key Commercial Data

Packing unit	50 pc
GTIN	 4 017918 090623
Weight per Piece (excluding packing)	16.0 g
Custom tariff number	85369085
Country of origin	Turkey

#### Technical data

##### General

Number of levels	1
Number of connections	2
Nominal cross section	4 mm <sup>2</sup>
Color	black
Insulating material	PA
Flammability rating according to UL 94	V0
Fuse	G / 5 x 20 / 5 x 25 / 5 x 30
Fuse type	Glass
Rated surge voltage	6 kV
Degree of pollution	3
Overvoltage category	III
Insulating material group	I



<https://www.phoenixcontact.com/gb/products/3004100>



## Fuse modular terminal block - UK 5-HESI - 3004100

### Technical data

#### General

Connection in acc. with standard	IEC 60947-7-3
Maximum load current	6.3 A (the current is determined by the fuse used)
Nominal current $I_N$	6.3 A
Nominal voltage $U_N$	500 V (As a fuse terminal block)
Open side panel	nein
Number of positions	1
Shock protection test specification	DIN EN 50274 (VDE 0660-514):2002-11
Back of the hand protection	guaranteed
Finger protection	guaranteed
Oscillation, broadband noise test result	Test passed
Test specification, oscillation, broadband noise	DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2008-03
Test spectrum	Service life test category 1, class B, body mounted
Test frequency	$f_1 = 5 \text{ Hz}$ to $f_2 = 150 \text{ Hz}$
ASD level	$1.857 \text{ (m/s}^2\text{)}^2\text{/Hz}$
Acceleration	0.8g
Test duration per axis	5 h
Test directions	X-, Y- and Z-axis
Shock test result	Test passed
Test specification, shock test	DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2008-03
Shock form	Half-sine
Acceleration	5 g
Shock duration	30 ms
Number of shocks per direction	3
Test directions	X-, Y- and Z-axis (pos. and neg.)
Relative insulation material temperature index (Elec., UL 746 B)	125 °C
Temperature index of insulation material (DIN EN 60216-1 (VDE 0304-21))	125 °C

#### Dimensions

Width	8.2 mm
Length	72.5 mm
Height NS 35/7,5	56.5 mm
Height NS 35/15	64 mm
Height NS 32	61.5 mm

#### Connection data

Conductor cross section solid min.	0.2 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section solid max.	4 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible min.	0.2 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible max.	4 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section AWG min.	24
Conductor cross section AWG max.	12

21/01/2016 Page 2 / 16

<https://www.phoenixcontact.com/gb/products/3004100>



## Fuse modular terminal block - UK 5-HESI - 3004100

### Technical data

#### Connection data

Conductor cross section flexible, with ferrule without plastic sleeve min.	0.25 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible, with ferrule without plastic sleeve max.	4 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible, with ferrule with plastic sleeve min.	0.25 mm <sup>2</sup>
Conductor cross section flexible, with ferrule with plastic sleeve max.	4 mm <sup>2</sup>
Cross section with insertion bridge, solid max.	4 mm <sup>2</sup>
Cross section with insertion bridge, stranded max.	4 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, solid min.	0.2 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, solid max.	1.5 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded min.	0.2 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded max.	1.5 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded, ferrules without plastic sleeve, min.	0.25 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded, ferrules without plastic sleeve, max.	1.5 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded, TWIN ferrules with plastic sleeve, min.	0.5 mm <sup>2</sup>
2 conductors with same cross section, stranded, TWIN ferrules with plastic sleeve, max.	1.5 mm <sup>2</sup>
Cross section with insertion bridge, solid max.	4 mm <sup>2</sup>
Cross section with insertion bridge, stranded max.	4 mm <sup>2</sup>
Connection method	Screw connection
Stripping length	8 mm
Internal cylindrical gage	A4
Screw thread	M3
Tightening torque, min	0.5 Nm
Tightening torque max	0.8 Nm

#### Standards and Regulations

Connection in acc. with standard	CSA
	IEC 60947-7-3
Flammability rating according to UL 94	V0

### Classifications

eCl@ss





eCl@ss 4.0	27141116
eCl@ss 4.1	27141116
eCl@ss 5.0	27141116
eCl@ss 5.1	27141116
eCl@ss 6.0	27141116
eCl@ss 7.0	27141116
eCl@ss 8.0	27141116

## 14.2.2 Pulsadores, llave selectora y señales luminosas

### Characteristics, references

### Control and signalling units Ø 22 and 25

Harmony® style 7  
"Series E" standard monolithic pushbuttons, switches and pilot lights

Characteristics							
Conformity to standards		IEC 947-5-1					
Product certifications		UL and CSA; CE					
Ambient air temperature	Operation	°C	- 25... + 40				
	Storage	°C	- 40... + 70				
Electric shock protection		Class II (conforming to IEC 536)					
Degree of protection		IP 40 (conforming to IEC 529)					
Rated insulation voltage		Ui = 250 V (conforming to IEC 947-1)					
Rated operational characteristics to IEC/EN 60947-5-1 (AC-14)		D300					
Electrical durability to IEC/EN 60947-5-1 (AC-15) Appendix C		50,000 cycles	230 V ~ (VA)				
		500,000 cycles	50				
Short-circuit protection conforming to IEC/EN 60947-5-1	A	2					
		gG cartridge fuse conforming to IEC 269-1					
Cabling capacity		Screw clamp connections					
	mm <sup>2</sup>	Min. with or without cable end: 1 x 0.34					
	mm <sup>2</sup>	Max. with cable end: 2 x 1.5					
Terminal referencing		NO; NC; C. CENELEC EN 50013					
Pushbuttons, circular head (Sold in lots of 10)							
 XB7-EA*1	Description	Type of contact			Colour	Unit reference	Weight kg
		N/O	N/C	C/O			
	Pushbuttons, spring return	1	-	-	Black	XB7-EA21	0.020
					Green	XB7-EA31	0.020
					Yellow	XB7-EA51	0.020
		-	1	-	Red	XB7-EA42	0.020
		-	-	1	Black	XB7-EA25	0.020
					Green	XB7-EA35	0.020
					Red	XB7-EA45	0.020
		2	-	-	Black	XB7-EA23	0.020
				Green	XB7-EA33	0.020	
Pushbuttons, push and push-to-release	1	-	-	Black	XB7-EH21	0.020	
				Green	XB7-EH31	0.020	
	-	-	1	Black	XB7-EH25	0.020	
				Green	XB7-EH35	0.020	
Selector switches, circular head (Sold in lots of 10)							
 XB7-ED21	Description	Type of contact			Number, type and key withdrawal positions (1)	Unit reference	Weight kg
		N/O	N/C	C/O			
	Standard black handle	1	-	-	2 stay put	XB7-ED21	0.025
		1	1	-	2 stay put	XB7-ED25	0.025
	2	-	-	3 stay put	XB7-ED33	0.025	
 XB7-EG33	Key switch (key n° 455)	1	-	-	2 from LH position	XB7-EG21	0.049
		2	-	-	3 from centre pos.	XB7-EG33	0.049
Emergency stop mushroom head pushbuttons, Ø 40 (Sold in lots of 10)							
 XB7-ES542	Description	Type of contact			Colour	Unit reference	Weight kg
		N/O	N/C	C/O			
	Turn to release	-	1	-	Red	XB7-ES542	0.032
		1	1	-	Red	XB7-ES545	0.035
	Turn to release key n° 455	-	1	-	Red	XB7-ES142	0.055
1		1	-	Red	XB7-ES145	0.058	

(1) The sign "B" indicates the key withdrawal position.

References

**Control and signalling units Ø 22 and 25**

Harmony® style 7  
"Series E" standard monolithic pushbuttons, switches and pilot lights



XB7-EV04M



XB7-EV4



XB7-EV8

**Pilot lights** (Sold in kits of 10)

Supply	Description	Supply voltage V	Colour	Unit reference	Weight kg
<b>Integral LED</b>	-	~ 24	Green	XB7-EV03B	0.020
			Red	XB7-EV04B	0.020
			Yellow	XB7-EV05B	0.020
		~ 230	Green	XB7-EV03M	0.020
			Red	XB7-EV04M	0.020
			Yellow	XB7-EV05M	0.020
<b>Direct</b>	For incandescent bulb (not included) (1) BA 9s base fitting	≤ 250	White	XB7-EV61	0.018
			Green	XB7-EV63	0.018
			Red	XB7-EV64	0.018
			Yellow	XB7-EV65	0.018
			Blue	XB7-EV66	0.018
			Clear	XB7-EV67	0.018
	For neon bulb (included) BA 9s base fitting	~ 230	White	XB7-EV41	0.020
			Green	XB7-EV43	0.020
			Red	XB7-EV44	0.020
			Yellow	XB7-EV45	0.020
			Blue	XB7-EV46	0.020
			Clear	XB7-EV47	0.020
<b>Direct through resistor</b>	For incandescent bulb (included) BA 9s base fitting	~ 230	White	XB7-EV71	0.020
			Green	XB7-EV73	0.020
			Red	XB7-EV74	0.020
			Yellow	XB7-EV75	0.020
			Blue	XB7-EV76	0.020
			Clear	XB7-EV77	0.020
	For 130 V - 2.6 W bulb (not included) BA 9s base fitting	~ 230	White	XB7-EV710	0.020
			Green	XB7-EV730	0.020
			Red	XB7-EV740	0.020
			Yellow	XB7-EV750	0.020
			Blue	XB7-EV760	0.020
			Clear	XB7-EV770	0.020
<b>Via integral transformer</b>	For incandescent bulb (included) BA 9s base fitting	~ 120 50/60 Hz	White	XB7-EV821	0.100
			Green	XB7-EV823	0.100
			Red	XB7-EV824	0.100
			Yellow	XB7-EV825	0.100
			Blue	XB7-EV826	0.100
			Clear	XB7-EV827	0.100
	~ 230 50/60 Hz	White	XB7-EV81	0.100	
		Green	XB7-EV83	0.100	
		Red	XB7-EV84	0.100	
		Yellow	XB7-EV85	0.100	
		Blue	XB7-EV86	0.100	
		Clear	XB7-EV87	0.100	

(1) Bulb rating for direct supply pilot lights: 250 V max; 2.6 W max.

References

Control and signalling units Ø 22 and 25

Harmony® style 7  
 "Series E" standard monolithic pushbuttons, switches and pilot lights



XB7-EW35

Illuminated pushbuttons, spring return, projecting push (Sold in lots of 10)

Description	Supply voltage V	Type of contact		Colour	Unit reference	Weight kg
		N/O	N/C			
Integral LED	~ 24	1	-	Green	XB7-EW33B1	0.022
				Red	XB7-EW34B1	0.022
		-	1	Yellow	XB7-EW35B1	0.022
				Red	XB7-EW34B2	0.022
~ 230	1	-	Green	XB7-EW33M1	0.022	
			Red	XB7-EW34M1	0.022	
	-	1	Yellow	XB7-EW35M1	0.022	
			Red	XB7-EW34M2	0.022	
Direct supply for BA 9s neon bulb (included)	~ 230	1	-	Green	XB7-EW33A1	0.022
				Red	XB7-EW34A1	0.022
				Yellow	XB7-EW35A1	0.022
Direct supply for BA 9s incandescent bulb (not included) (1)	≤ 250	1	-	Green	XB7-EW3361	0.020
				Red	XB7-EW3461	0.020
				Yellow	XB7-EW3561	0.020



XB7-EH03

Illuminated pushbuttons, "Push and Push-to-release" (Sold in lots of 10)

Description	Supply voltage V	Type of contact		Colour	Unit reference	Weight kg
		N/O	N/C			
Integral LED	~ 24	1	-	Green	XB7-EH03B1	0.022
				Red	XB7-EH04B1	0.022
				Yellow	XB7-EH05B1	0.022
		-	1	Red	XB7-EH04B2	0.022
				Green	XB7-EH03M1	0.022
				Red	XB7-EH04M1	0.022
~ 230	1	-	Yellow	XB7-EH05M1	0.022	
			Red	XB7-EH04M2	0.022	
			Green	XB7-EH03A1	0.022	
Direct supply for BA 9s neon bulb (included)	~ 230	1	-	Red	XB7-EH04A1	0.022
				Yellow	XB7-EH05A1	0.022
				Green	XB7-EH03A1	0.022
Direct supply for BA 9s incandescent bulb (not included) (1)	≤ 250	1	-	Green	XB7-EH0361	0.020
				Red	XB7-EH0461	0.020
				Yellow	XB7-EH0561	0.020

Bulbs

Description	Voltage V	Power W	Colour	Sold in lots of	Unit reference	Weight kg
BA 9s base fitting	6	1.2	-	100	DL1-CB006NSP	0.002
Ø 11 mm max.	24	2.0	-	100	DL1-CE024NSP	0.002
length 28 mm max.	130	2.4	-	100	DL1-CE130NSP	0.002
<b>Incandescent bulbs, long life</b>						
BA 9s base fitting	6	1.2	-	10	DL1-CB006	0.002
Ø 11 mm max.	24	2.0	-	10	DL1-CE024	0.002
length 28 mm max.	130	2.4	-	10	DL1-CE130	0.002
<b>Neon bulbs</b>						
BA 9s base fitting Ø 11 mm max. length 28 mm max.	220...240	-	Green	10	DL1-CS3220	0.002
				100	DL1-CS3220SP	0.002
				10	DL1-CS6220	0.002
				100	DL1-CS6220SP	0.002
				10	DL1-CS7220	0.002
(2)	100	DL1-CS7220SP	0.002			

(1) Bulb rating for direct supply pilot lights: 230 V max, 1.2 W max.  
 (2) For use with red, yellow or clear pilot lights.

References,  
dimensions

Control and signalling  
units Ø 22 and 25

Harmony® style 7  
"Series E" standard monolithic pushbuttons,  
switches and pilot lights

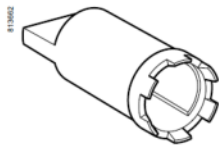
Accessories



ZB5-AZ901



ZB5-AZ902

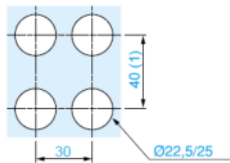


ZB5-AZ905

Description	Colour	Sold in lots of	Unit reference	Weight kg
Anti-rotation plate	-	10	ZB5-AZ902	0.008
Fixing nut	-	10	ZB5-AZ901	0.002
Bezel tightening tool	-	1	ZB5-AZ905	0.016
Lens caps for pilot lights	White	10	ZB7-EV01	0.002
	Green	10	ZB7-EV03	0.002
	Red	10	ZB7-EV04	0.002
	Yellow	10	ZB7-EV05	0.002
	Blue	10	ZB7-EV06	0.002
	Clear	10	ZB7-EV07	0.002

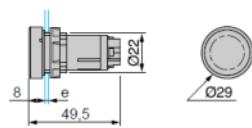
Dimensions

Panel cut-out

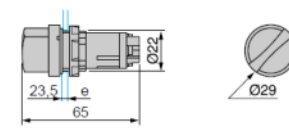


(1) Except XB7-EV8: 50

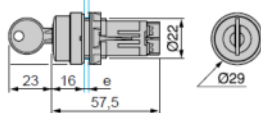
XB7-EA●●, XB7-EH●●



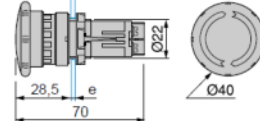
XB7-ED●●



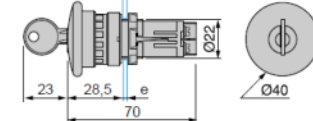
XB7-EG●●



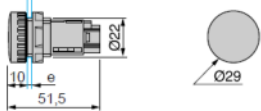
XB7-ES5●●



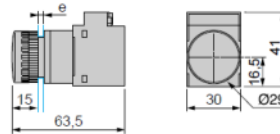
XB7-ES1●●



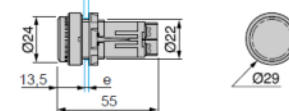
XB7-EV●●



XB7-EV8●

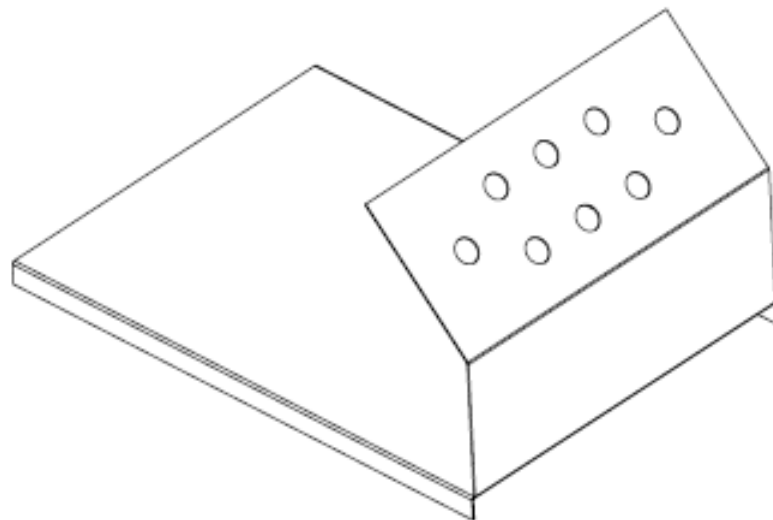
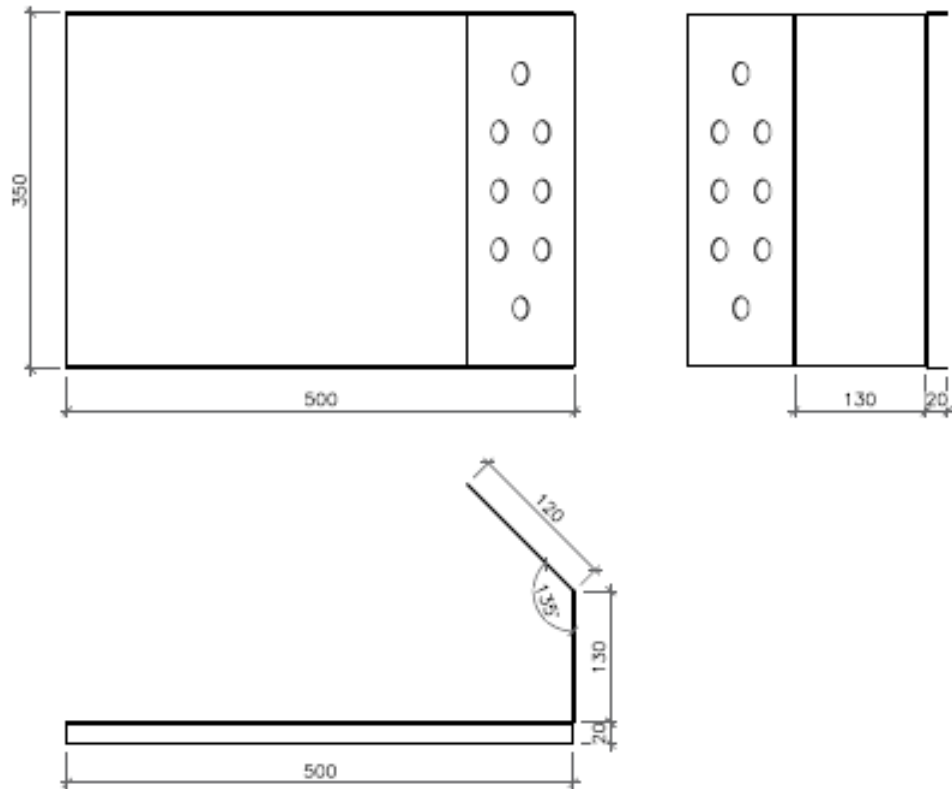


XB7-EW3●●●, XB7-EH0●●●

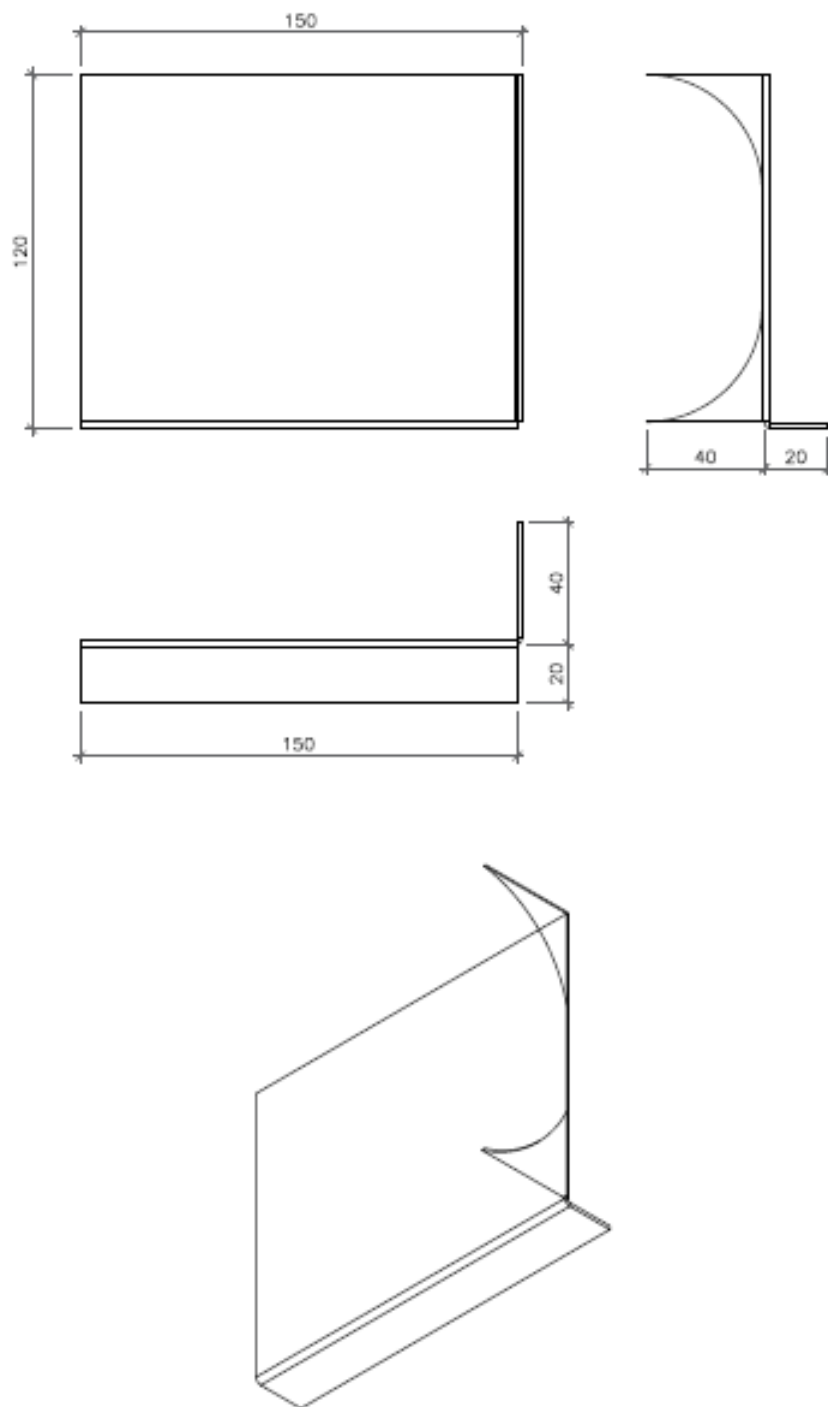


e : panel thickness = 1 to 6 mm

## 15 PLANOS DE TABLERO Y ADAPTACIONES PARA EL HORNO

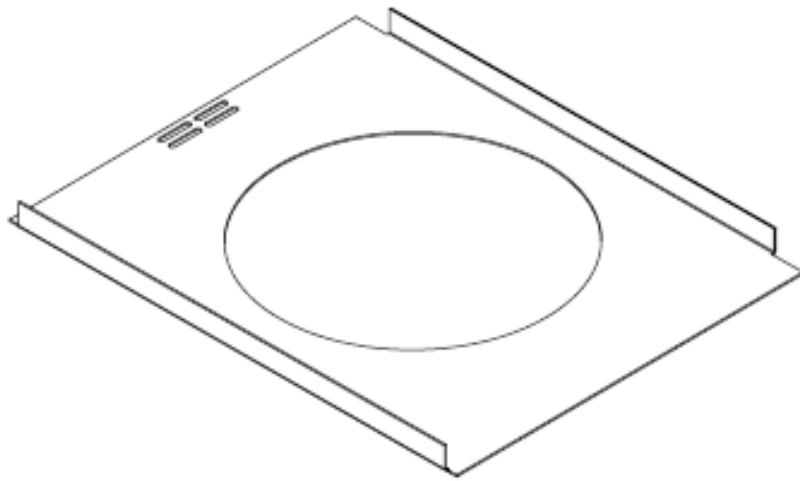
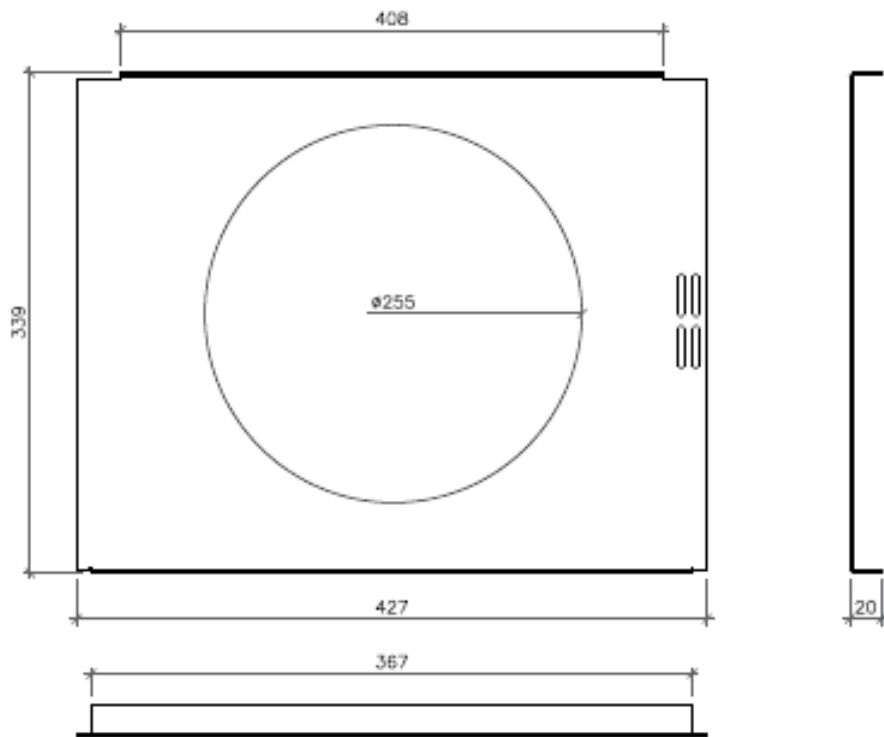


Tablero Eléctrico



Soporte Cooler





Bandeja Divisoria

## 16 COMPUTO Y PRESUPUESTO

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	COSTO UNIT \$	COSTO TOTAL \$
1	Arduino Genuino Uno	468	468
2	MAX6675 con Termocuplas y cables de conexión	471	942
1	Módulo de 4 relés optoacoplados para Arduino	230	230
1	Fuente switching de 5Vcc para periféricos de Arduino	260	260
1	Fuente switching regulable para alimentación de Arduino	900	900
1	Buzzer 5Vcc	15	15
2	Optoacopladores 4N35 con zócalos	36	72
1	Placa universal de circuito impreso	50	50
1	Artículos varios (led, cables, pulsador)	200	200
1	Fuente AEA SKS-50-24	980	980
4	Relé AEA RH4B de 4 contactos	968	3872
4	Zócalos para relé AEA RH4B de 4 contactos	100	400
6	Relés Phoenix Contact	599	3594
4	Pulsadores de 22mm	522	2088
1	Llave selectora de 3 vías de 22mm	450	450
3	Señales luminosas de 22mm	798	2394
6	Porta fusibles Typ UKS-HESI Phoenix Contact	120	720
6	Fusibles	5	30
1	Potenciómetro multivuelta de 5k	421	421
2	Relé de estado sólido de 40A	1590	3180
2	Disipadores de aluminio anodizado sujeción riel DIN	2945	5890
1	Cooler de 24Vcc de 120x120	550	550
1	Chapa de acero galvanizado, para tablero	450	450
1	Chapa de acero inoxidable, separador interior del horno	780	780
1	Complemento tortero de aluminio antiadherentado 24cm	1500	1500
1	Horno de mesa Atma Grill de 50 litros de capacidad	5000	5000

<b>TOTAL \$</b>	<b>35436</b>
-----------------	--------------

## 17 CONCLUSIONES

- En todo el trayecto recorrido de diseño y experimentación podemos concluir que existe una gran retroalimentación entre el proceso de cocción buscado y el diseño construcción del horno.

Luego de esta experiencia se nos hace prácticamente imposible pensarlo por separado.

Un modelo a escala no es muy costoso y permite acercarnos al objetivo buscado con más certezas.

A veces un pequeño detalle hace grandes cambios.

Los inconvenientes técnicos encontrados durante el desarrollo fueron:

- No podemos utilizar relés de estado solido para controlar las resistencias calefactoras por PWM.
- Para lograr una medición de temperatura fiable debemos tener en cuenta que las alimentaciones reguladas por conmutación, ya sean de transistores o de tiristores, constituyen una fuente de parásitos radioeléctricos que se deben minimizar en origen y limitar su propagación después, tanto por vía de la radiación como por la de conducción a lo largo de la línea de alimentación. En la hoja de datos del sensor de temperatura MAX6675 se hace referencia a su sensibilidad a estos tipos de fenómenos.

Debemos evitar la propagación de corrientes parasitas a todo el sistema, utilizando filtros pasa bajo. En nuestro caso tenemos tres fuentes conmutadas y dos triacs, uno en cada relé de estado sólido.

Realizar blindajes para evitar la propagación de radiación electromagnética provenientes de los cables que transportan corrientes indeseables.

Tener en cuenta también la propagación mixta, algunos elementos del montaje inducen por vía capacitiva o magnética, tensiones o corrientes parásitas en otros conductores.

- Importantísimo y muy enriquecedor vivir la experiencia de la construcción, muchos de los modelos automáticos de control propuestos funcionaban correctamente en nuestras hojas de cálculo, sin embargo, no lo hacían en realidad.

Finalmente, cuando lo teórico queda confirmado con la realidad es donde nuestras interpretaciones son correctas.

## **18 AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de estos 34 años de transito por esta carrera que es mi pasión, he visto mucha generosidad, compromiso, valores y conocimiento entregado con toda convicción a quienes pretendemos algún día llegar a ser Ingenieros... ¡creo que gracias me quedo chico! Pero sepan disculpar.

## 19 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Curso de Extensión UTN FR Venado Tuerto dictado por el docente: Ing. Jorge Amigo

Libro Básico Arduino

Este manual aborda todos los conceptos básicos de Arduino transformándose en una excelente guía.

El mismo ha sido confeccionado por Raúl Diosdado basándose en los siguientes recursos de información:

<http://www.arduino.cc> (Página oficial de Arduino)

Fritzing (Elaboración de esquemáticos y montajes) <http://fritzing.org>

<http://www.zonamaker.com> (Recursos propios)

Está permitida la impresión, distribución y modificación de este manual siempre que se reconozca a su autor y a las fuentes de las que se extrajo su información.

No está permitida la comercialización o venta de este manual.

Tutoriales:

Arduino desde cero en español.

<https://www.luisllamas.es/salidas-analogicas-pwm-en-arduino/>

Electrotecnia. Autor, Pablo Alcalde San Miguel. Editorial Paraninfo. Instalaciones Eléctricas y Automáticas. Electricidad y Electrónica. Quinta Edición. Año de impresión 2009.

Fuentes de Alimentación Electrónicas Conmutadas. Autores, R. Damaye y C Gagné. Editorial Paraninfo.

## **ANEXO**

En la presente Tesis se incorpora parte del contenido del proyecto final de la asignatura Automatización y Control Industrial.

Dicho material está contenido en el capítulo 13 y corresponde Al tema “PROGRAMA EN ARDUINO”.