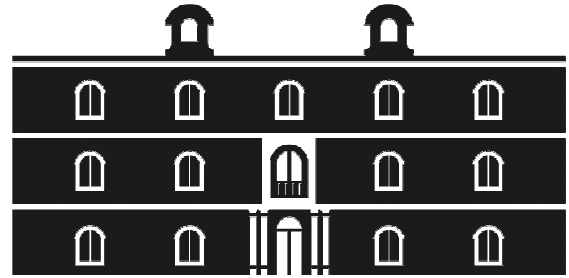


Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Diseño Tarjeta de Control de un Cargador de Baterías de 1,5 kW, basado en un rectificador controlado monofásico

Titulación: Ingeniería Téc. Industrial,
Intensificación: Esp. Electrónica Industrial
Alumno/a: Juan Ant. Martínez Borrego
Director/a/s: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 19 de Septiembre de 2011



ÍNDICE

1. MEMORIA	2
1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.2. NORMATIVAS.....	4
1.2 DESCRIPCIÓN DISEÑO GENERAL.....	4
1.3 BLOQUE 1: SENSORES.....	7
1.3.1. SENSOR DE TEMPERATURA.....	7
1.3.2. SENSOR DE CORRIENTE.....	8
1.3.3. SENSOR VOLTAJE DE BATERIA.....	9
1.4 BLOQUE 2: SINCRONIZACIÓN CON LA RED.....	10
1.5 BLOQUE 3: CIRCUITO DE CONTROL DE CARGA.....	11
1.5.1 SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR.....	14
1.6 BLOQUE 4: DRIVER DE DISPARO DEL TRIAC.....	16
1.7 BLOQUE 5: ALARMAS, MEDIDAS.....	17
1.8 SIMULACIONES.....	20
2. PLANOS	24
2.1 ÍNDICE DE PLANOS.....	25
3. PLIEGO DE CONDICIONES	32
3.1 CONDICIONES PARTICULARES.....	33
3.2 COMPADOR DUAL DEL VOLTAJE COMPENSADO – LM193.....	34
3.3 CONDENSADORES ó CAPACITORES.....	35
3.4 DIODOS.....	36
3.4.1 DIODOS LED.....	36
3.4.2 DIODOS SEMICONDUCTORES.....	36
3.4.3 DIODO ZENER BZX84C12 SOT-23.....	38
3.5 ESTABILIZADOR DE TENSIÓN – LM2931AT 5.0.....	39
3.6 FUSIBLES 250 mA	39
3.7 MICROCONTROLADOR PIC16F1826	40
3.8 POTENCIOMETROS.....	41
3.9 PUENTE RECTIFICADOR	41
3.10 RELAY DPST	42
3.11 RESISTENCIAS ELECTRICAS.....	43
3.12 SELECTOR DE VOLTAJE	44
3.13 TERMISTORES - 334-NTC152-RC.....	45
3.14 TRANSFORMADOR.....	45
3.15 TRANSISTOR NPN DARLINGTON 2N6426 ó TIP122.....	46
3.16 TRIAC MAC224	47
3.17 TRIAC OPTOACOPLADOR MOC3020	47
4. PRESUPUESTO	48
5. BIBLIOGRAFÍA	51
6. ANEXOS	53
6.1 ANEXO Nº1: CODIGO DE PROGRAMACIÓN.....	54
6.1.1 ANEXO Nº1: Cargador_main.c.....	54
6.1.2 ANEXO Nº1: Cargador.h.....	63
6.2 ANEXO Nº2: BATERIA PLOMO ACIDO.....	66
6.3 ANEXO Nº3: NORMATIVA NO-DIS-MA 5200.....	77
6.4 ANEXO Nº4: DATASHEET.....	89



1. MEMORIA



1. MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN

Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente eléctrica o tensión eléctrica que almacenará una (o varias simultáneamente) baterías.

La carga de corriente depende de la tecnología y de la capacidad de la batería a cargar. Por ejemplo, la corriente, tensión, que debería suministrarse para una recarga de una batería de automóvil de 12V deberá ser muy diferente a la corriente para recargar una batería de teléfono móvil.

Existe una amplia variedad de baterías, cada una con unas características y unos parámetros de carga y descarga diferentes. Están las baterías de Ni-Cd, Plomo-Ácido, Ión- Litio, etc. Pero en este proyecto nos centraremos en el diseño de un cargador de baterías, más en concreto, baterías de Plomo-Ácido. Toda la información referida a este tipo de baterías véase el Anexo 2.

Gracias al amplio abanico de posibilidades que nos ofrece la electrónica, podemos diseñar una tarjeta de control para un cargador, el cual nos permitirá controlar muchos aspectos antes, durante y después de la carga de la batería o banco de baterías.

Podremos comprobar nivel de carga, temperatura, el estado de la batería, corriente inyectada, voltaje, etc.

1.1.1. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto será el diseño de una tarjeta de control para un cargador de baterías de 1.5kW.

Dicho diseño se ha dividido en diferentes bloques, con la intención de mejorar su entendimiento y a la vez ayudar al desarrollo del proyecto.

Los diferentes bloques se abordarán como unidades independientes, haciendo un estudio detallado de cada uno de ellos: funcionamiento, componentes, planos, pcb's y simulaciones. Al final todo será plasmado en un único plano conjunto.

Se realizará un estudio de costes que refleje todos los gastos asociados al proyecto.



1.1.2. NORMATIVAS

Normativas europeas:

- Normativa europea EN 60335-2-29: Requisitos particulares para cargadores de baterías.
- Norma de distribución NO-DIS-MA- 5200
-

La presente Norma tiene por objeto definir las características de diseño, fabricación y ensayo de cargadores de baterías destinados a cargar bancos de baterías de plomo-ácido estacionarias de 12-23 elementos, y de 52 elementos destinadas a suministrar tensión auxiliar de tensión continua en estaciones de transformación en 24/48Vcc (equipo con tensión de salida múltiple para ser usado en bancos de **24V** ó 48V indistintamente), y cargadores de 110Vcc respectivamente.

Véase Anexo 3

1.2. DESCRIPCIÓN DISEÑO GENERAL

Para poder explicar el funcionamiento básico del cargador, visualicemos primero el diseño que se muestra a continuación:

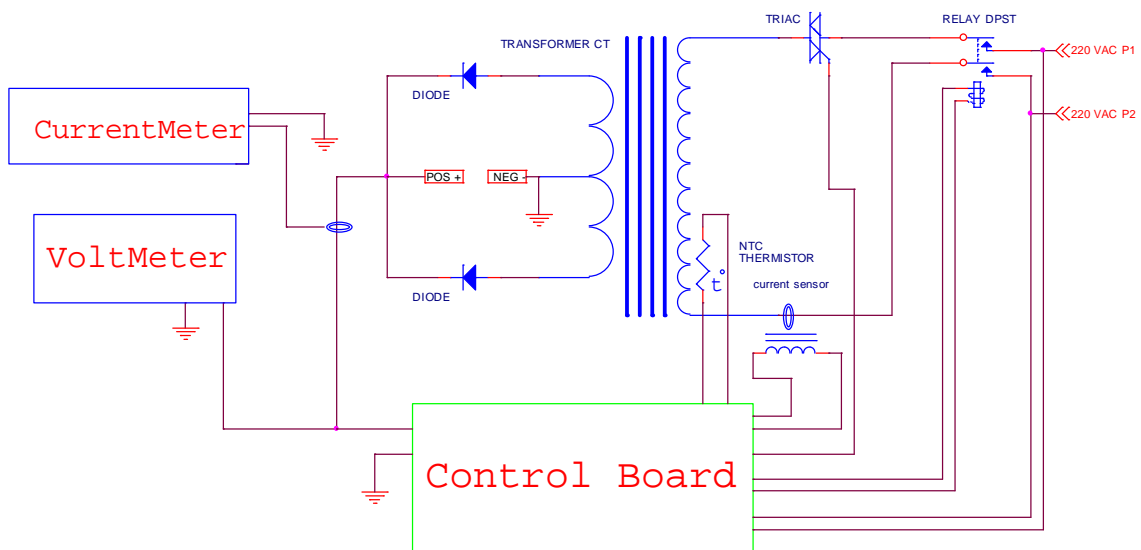


Imagen 1. Esquema general



Como se puede ver en la gráfica es sabio utilizar el control del voltaje y la corriente de carga en el primario del transformador en lugar del secundario, las razones son:

* Se utiliza un solo tiristor (triac) en lugar de dos o cuatro SCR, usamos dos diodos y una toma central del transformador para obtener una rectificación de onda completa. Para hacernos una idea, un cargador de 1500W a 12 Vdc produce una corriente de carga de 125A. Usar SCR es caro y además el sensor de corriente debe tener un rango de 0 a 150A, es demasiada corriente, sin embargo al hacer el control en el primario el escenario cambia totalmente. Si calculamos nuestro rango, 1500 entre 220 Vac es igual a 6.81A, nuestro control es solo de 0 a 10A, hablamos de un control quince veces menor. Por tanto, controlamos hasta 10A y dejamos a la relación de transformación del transformador que haga el resto.

* Utilizamos un relé en la entrada a modo de protección. Si hay una sobre-corriente el sistema de control puede desconectar el cargador del Vac e indicar un código de error por sobre-corriente.

El algoritmo que utilizamos es muy simple, pero preciso y fiable, lo primero, no usamos en el diseño el PID (proporcional, integral y derivativo) para estabilizar el cargador. En lugar de eso, el software empieza controlando la corriente de carga desde una mínima corriente, progresivamente empieza a subir hasta que sucede una de dos cosas:

1. Se alcanza la máxima corriente permitida
2. Se alcanza la máxima demanda de corriente de la batería.

Una vez en este punto la corriente se controla con un PWM de 100 Hz, esta frecuencia es la mitad del ciclo de la onda senoidal, en el driver del Triac.

A continuación, se explican las diferentes etapas de carga en los que se puede encontrar nuestro cargador:

PRIMERA ETAPA O "BULK"

- Si la corriente baja entonces aumentamos el ángulo de conducción del Triac.
- Si la corriente sube, disminuimos el ángulo de conducción.
- Si la corriente se mantiene, no hacemos cambio en el ángulo de conducción.



Esta parte mantiene una corriente constante de carga y se le conoce como la etapa de carga “*Bulk*”, cada 100 Hz se mide el voltaje de la batería para compararlo con el voltaje de “*Bulk*”, cuando el voltaje “*Bulk*” es alcanzado (este voltaje se pre-configura dependiendo de la información técnica del fabricante del tipo de baterías que queremos cargar, para las de plomo ácido es de aproximadamente 14.5 Vdc en el sistema de 12 voltios) entonces el algoritmo cambia de modo “*Bulk*” o corriente constante, a la segunda etapa de carga o “*Absortion*”.

SEGUNDA ETAPA O “ABSORTION”

Esta etapa controla el voltaje para que no se exceda del voltaje “*Bulk*” , de la misma forma como es controlada la corriente, sólo que en este caso, en lugar de medir la corriente, medimos el voltaje de la batería.

- Si el voltaje está por debajo del voltaje “*Bulk*”, aumentamos el ángulo de conducción del Triac.
- Si el voltaje está por encima del voltaje “*Bulk*”, disminuimos el ángulo de conducción.
- Si se mantiene no cambiamos el ángulo de conducción.

Esta etapa se conoce como voltaje constante, periódicamente (cada 100 Hz) se verifica la corriente de carga con dos propósitos:

Si la corriente aumenta por encima del 35% de la corriente máxima del cargador, la etapa de “*Absortion*” es cambiada por la etapa “*Bulk*” para controlar la corriente.

Si la corriente de carga baja de un 10% de la corriente de carga total, entonces se presupone que las baterías están por encima de un 90% de la carga total y por lo tanto se cambia a la última etapa de carga o etapa “*Float*”.

TERCERA ETAPA O “FLOAT”

“*Float*” o flotante, ésta etapa se encarga de mantener las baterías 100% cargadas, sigue siendo en modo de voltaje, pero no con el voltaje “*Bulk*” (14.5Vdc), sino con el voltaje “*Float*” o flotante (13.35Vdc aproximadamente).

Otra vez este voltaje es controlado de la misma forma como es controlado el voltaje “*Bulk*”.

El circuito del cargador totalmente detallado, con todos los bloques incluidos, puede verse en el apartado de planos.



1.3. BLOQUE 1: SENSORES

En el bloque 1 tenemos los sensores, este cargador de baterías tiene dos sensores de temperatura, un sensor de corriente y un sensor del voltaje de la batería. Con éstos es suficiente para todas las funciones del cargador.

1.3.1. SENSOR DE TEMPERATURA

Para medir la temperatura existen diferentes formas, la más económica es utilizando una división de tensión, siendo una de las resistencias un termistor o se puede usar uno de esos integrados fabricados para este propósito. Decidir cuál de los dos usar depende de dos factores:

* El costo del proyecto y la precisión, por ejemplo, no es lo mismo medir la temperatura para un paciente que tiene fiebre alta, que para la purificación de la plata o para nuestro caso un diodo o transformador.

Es más fácil usar el LM35 de National Semiconductors el cual tiene una variación lineal de su voltaje de salida con la temperatura y un coeficiente térmico ajustado internamente. Sin embargo para nuestro diseño utilizaremos un termistor NTC en una división de tensión.

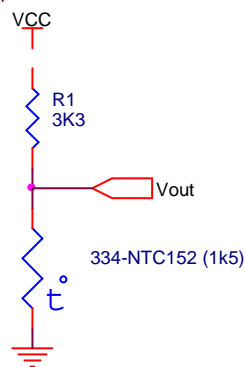


Imagen 2. Divisor de tensión



1.3.2. SENSOR DE CORRIENTE

Para medir la corriente existen también varios métodos:

- La resistencia Shunt (en el caso que se monitoree la corriente directa), es una resistencia bien pequeña usualmente por debajo de 1Ohmio, conectada en serie con la carga, la cual puede ser construida con un alambre enrollado y sabiendo la longitud del alambre y la resistividad del cobre, se calcula su ohmiaje (muy trabajoso y poco preciso en producción de equipos en serie). O bien colocando múltiples resistencias en paralelo.
- Usando un sensor de efecto hall (como el allegro ACS 756) son muy precisos y ofrecen una relación lineal entre la corriente y el voltaje de salida del sensor, pueden medir cc y ac , pero son muy caros.
- Otro método es utilizando un transformador de corriente o CT (Current Transformer). Este sensor de corriente utiliza un transformador especialmente fabricado, con una sola bobina y haciendo pasar por en medio el alambre conductor de la corriente, de esta forma el campo magnético que se genera alrededor de un conductor por el cual circula una corriente alterna, produce una inducción magnética en la bobina y ésta a su vez un voltaje que se puede medir y así tener la relación de corriente. Existen en el mercado muchos tipos de CT, los cuales esencialmente varían conforme a la corriente que pueden medir.

Para nuestro diseño hemos decidido usar el CT, éste ofrece muchas ventajas, primero su bajo costo, segundo medimos la corriente primaria o del triac (que es mucho menor que la secundaria, así que usamos un CT bien pequeño) y hacemos una relación para controlar la corriente de carga.

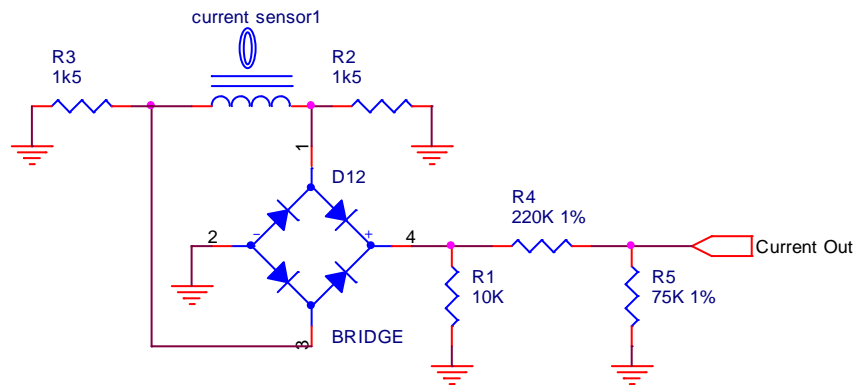


Imagen 3. Esquema Sensor de Corriente

1.3.3. SENSOR VOLTAJE DE BATERIA

Por último tenemos nuestro sensor de voltaje, éste es una simple división de tensión con un filtro para ruidos y un diodo Zener para evitar daños a la entrada analógica- digital del Microcontrolador, si el Jumper es removido accidentalmente con las baterías conectadas.

Por la referencia interna en software, hemos decidido que cualquiera que sea el voltaje nominal (12, 24, 36, 48) del banco de baterías, la salida del sensor sea 2.40Vcc.

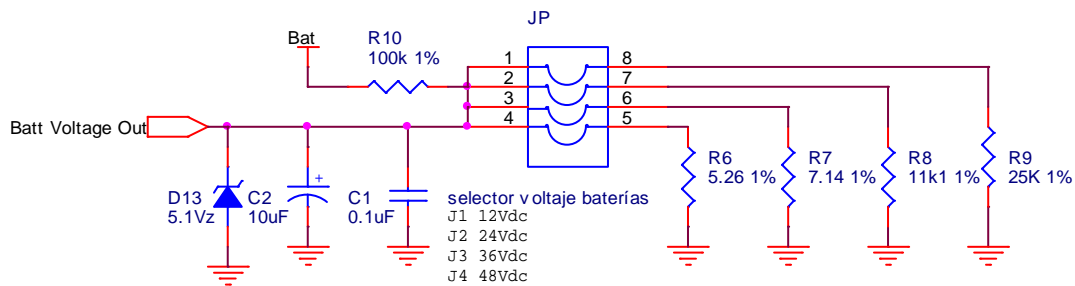


Imagen 4. Esquema Sensor Voltaje Baterías



1.4. BLOQUE 2: SINCRONIZACIÓN CON LA RED

Este circuito es esencial cuando vas a usar un triac para controlar la potencia suministrada, debido a que una vez la gate o compuerta es activada con un pulso positivo y con una mínima corriente de enganche, el triac entra en conducción, cortocircuitando su entrada MT1 con la salida MT2, esta conducción se mantiene aunque el pulso de compuerta desaparezca, ya que la corriente de enganche es suministrada por MT1. Esta característica permite el control de la potencia.

Para que la conducción cese, existen dos formas sencillas de lograrlo:

- Primero haciendo el voltaje de MT1 y MT2 igual a cero.
- Segundo que la corriente que pase de MT1 a MT2 sea menor que la corriente de enganche de la compuerta. Esta segunda forma es la que usamos para controlar al triac, ya que la corriente se hace cero cada vez que la onda senoidal pasa por cero.

Esta es la razón por la que necesitamos un circuito detector de paso por Cero como el que mostramos a continuación.

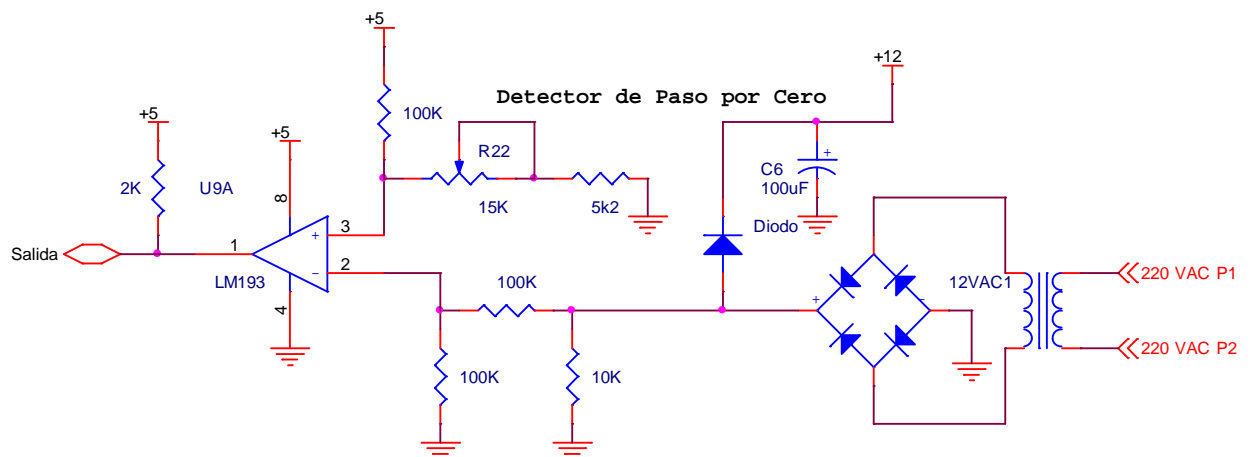


Imagen 5. Circuito de sincronización

La entrada al circuito es el voltaje de línea, en este caso 220 Vac 50Hz, usamos un pequeño transformador y seguido un puente rectificador con el que se genera un voltaje CC pulsante.



Usamos ese voltaje CC pulsante con dos propósitos:

Crear un voltaje de alimentación para la tarjeta de control de 12 Vcc con un diodo 1N4001 o similar y un capacitor de 100uF. La función del diodo es bloquear el efecto de filtrado de C6, de modo que el voltaje en el cátodo del diodo sea filtrado, pero no el del ánodo, ya que necesitaremos esa CC pulsante para nuestro circuito detector de paso por cero. Luego ponemos una resistencia a la salida del puente de 10K para estabilizar nuestra CC pulsante. Finalmente en este lazo tenemos una división de tensión para conseguir un voltaje pulsante máximo de 6Vcc a la entrada del LM193 (pin 2).

El LM193 es un comparador de voltaje, básicamente comparará la CC Pulsante con un valor de referencia en el pin 3. Los valores de las resistencias que forman la división de tensión de la referencia fueron seleccionados cuidadosamente para que cumplan con las siguientes condiciones:

- Cuando R22 sea igual a cero, tendremos un voltaje de salida de 247 mVcc y cuando sea igual a 15K, tendremos un voltaje de salida de 840 mVcc.

Estos valores permiten variar el tiempo que dura el pulso del paso por cero, asumiendo que colocamos R22 a la mitad, entonces nuestra referencia sería de 563 mVcc. Cuando el voltaje CC pulsante esté en cero voltios, el voltaje en el pin 3 de LM193 será mayor que el voltaje en el pin 2, entonces la salida del LM193 (pin 1) será de 5Vdc, la CC Pulsante empieza a subir mantendrá la salida en 5Vcc hasta que pase de los 563mv. Cuando eso ocurra entonces el voltaje en el pin 2 será mayor que la referencia y la salida será de cero voltios, todo el tiempo que se mantenga por encima de 563 mVcc. Cuando el CC pulsante descienda por debajo de 563mVcc, entonces la salida tendrá 5 Vcc, como podrán darse cuenta la salida de este circuito genera un voltaje de 5 Vcc desde el instante antes de que la onda senoidal cruce por cero hasta el instante después de que pase por cero.

1.5. BLOQUE 3: CIRCUITO DE CONTROL DE CARGA

Se trata de un control totalmente digital, lo que significa que el microcontrolador PIC16F1826 se encarga de todo. La forma de cómo se controla tanto la corriente de carga como el voltaje es la siguiente:

Iniciamos con el Triac apagado (esto se hace poniendo a uno "1" la salida del PIC que va al cátodo del led del driver optoacoplado MOC3020) y ponemos la variable que se utiliza para la anchura de pulso al máximo, esta variable se utiliza para hacer el retardo que va a mantener el triac apagado después del



paso por cero. Es por eso que empieza con su valor máximo, generando un retardo aproximado de 10 milisegundos.

Al terminar el retardo entonces encendemos el triac (se pone a cero "0" la salida del PIC que va al cátodo del MOC3020), éste conducirá desde este punto hasta justo antes de pasar por cero donde se apagará, luego esta variable va decreciendo gradualmente. Al decrecer la variable, disminuimos el retardo, buscando subir la corriente y/o voltaje dependiendo en qué modo se encuentra el cargador.

Cada vez que la variable decrece, se mide la corriente y/o voltaje de carga y se compara con el valor de referencia para saber si está por encima, igual o por debajo. Si está igual se detiene el decremento de la variable, si está por encima entonces se incrementa la variable para bajar la corriente y/o voltaje.

Como este cargador está orientado a cargar baterías plomo-ácido de 24Vcc, este voltaje de las baterías se puede obtener haciendo un arreglo de dos baterías de 12 voltios en serie o bien cuatro de 6 voltios en serie. Una batería de 6 voltios tiene 3 celdas de aproximadamente 2 voltios y la de 12 tiene 6 celdas.

Para que el cargador pueda cargar bien las baterías es necesario subir el voltaje por celda a 2.41 VPC con una corriente constante, esta es la etapa de bulk. Mantener este VPC por un tiempo de 2 a 4 horas esta es la etapa de absorption y por último bajar el VPC a 2.21 esta es la etapa de float.

El PIC toma ventaja de las propiedades de las baterías plomo-ácido, veamos:

Cuando una batería plomo ácido se está descargando, la resistencia interna empieza a decrecer tendiendo a cero ohm, es por eso que una batería muy descargada demandaría del cargador todo el amperaje que ella necesita. Si usamos un banco de 450 AH (Amperios Hora), este banco demandará una corriente de carga de 450 AH. Lógicamente es demasiada demanda para cualquier cargador de baterías. Aquí es donde entra en el juego nuestro control de carga con la primera etapa de carga "Bulk" o modo de corriente.

BULK:

Como el control de carga no sabe cómo de descargadas están las baterías, empieza a cargar con una corriente muy pequeña, la cual es aumentada gradual y lentamente.

Si las baterías tienen una demanda de AH mayor que la corriente máxima del cargador, este aumento gradual llegará hasta alcanzar la corriente máxima de



carga, en este punto el PIC16F1826 controla la corriente en modo constante para no sobrepasar la corriente máxima permitida. Si esto ocurre el PIC16F1826 desconectará la entrada de AC y dará un indicador de error.

Si la corriente baja, entonces aumentamos el ángulo de conducción del Triac, si la corriente sube, disminuimos el ángulo de conducción, si la corriente se mantiene no hacemos cambio en el ángulo de conducción.

El ángulo de conducción se controla como hemos explicado antes, manipulando el retardo. Esta parte mantiene una corriente constante de carga y se le conoce como la etapa de carga Bulk, cada 100 Hz se mide el voltaje de la batería para compararlo con el voltaje de Bulk, cuando el voltaje Bulk es alcanzado (este voltaje se pre-configura dependiendo de la información técnica del fabricante del tipo de baterías que queremos cargar, para las de plomo ácido es de aproximadamente 14.5 Vcc en el sistema de 12 voltios) entonces el algoritmo cambia de modo bulk o corriente constante a la segunda etapa de carga o Absortion.

ABSORTION:

Esta etapa controla el voltaje para que no se exceda del voltaje bulk de la misma forma como es controlada la corriente, solo que este caso en lugar de medir la corriente, medimos el voltaje de la batería. Si está por debajo de bulk, aumentamos el angulo de conducción del Triac en caso contrario lo aumentamos y si se mantiene no cambiamos el ángulo de conducción. Esta etapa se conoce como voltaje constante, periódicamente (100 Hz) se verifica la corriente de carga con dos propósitos:

Si la corriente aumenta por encima del 35% del la corriente máxima del cargador, la etapa de absortion es cambiada por la bulk para controlar la corriente, cuando a pasado un tiempo de 2 a 4 horas, entonces se presupone que las baterías están 100% cargadas y por lo tanto se cambia a la última etapa de carga Float.

FLOAT:

Float o flotante, esta etapa se encarga de mantener las baterías 100% cargadas. Sigue siendo en modo de voltaje, pero no con el voltaje bulk (14.5Vdc), sino con el voltaje float o flotante (13.35Vdc Aprox.).

Otra vez este voltaje es controlado de la misma forma como es controlado el voltaje Bula

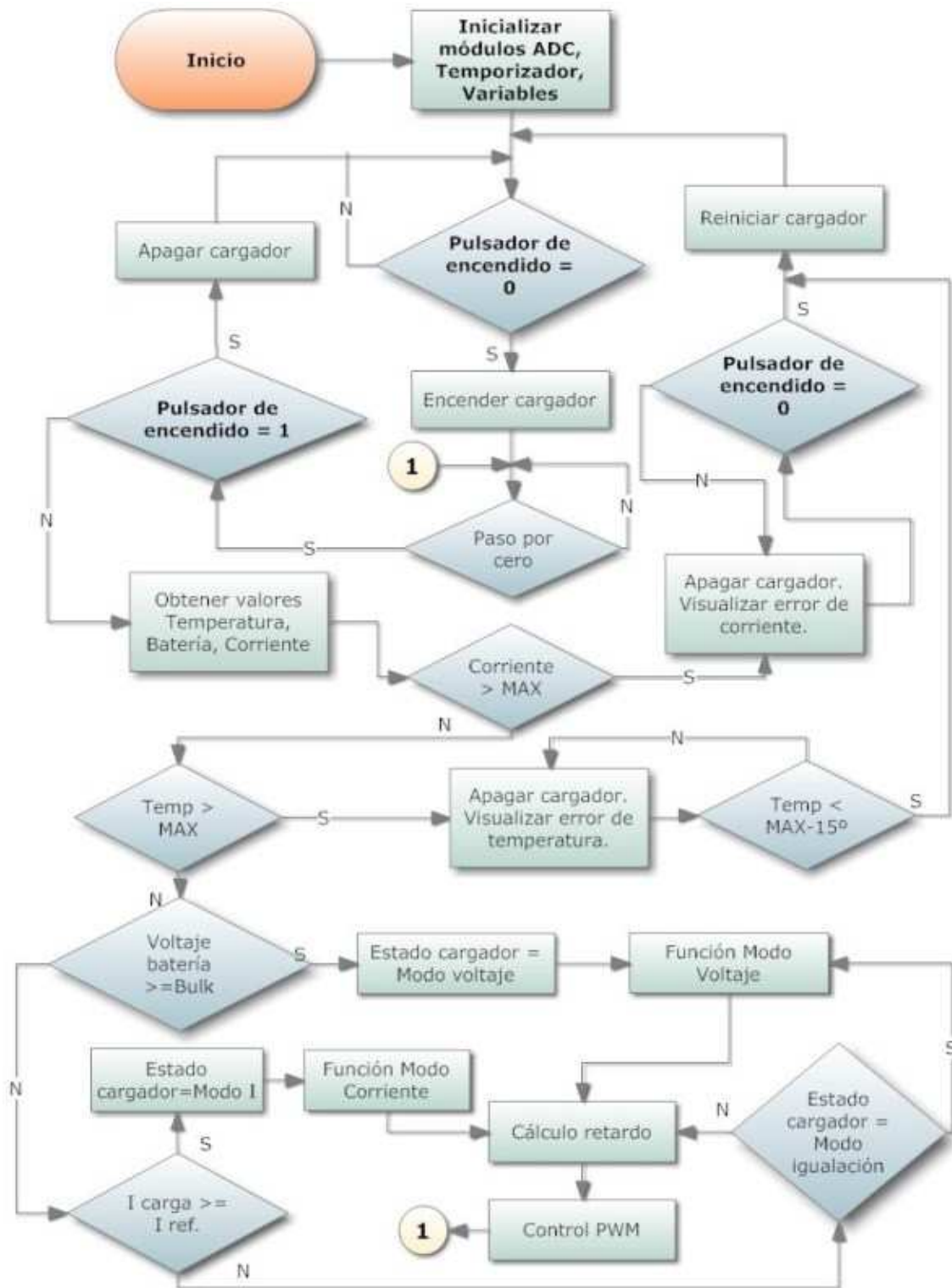


1.5.1. SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR

En este apartado explicare ligeramente el funcionamiento del programa.

El código de la programación (C), vendrá adjunto en el anexo 1. Este viene perfectamente explicado.

Pero para hacer una mejor idea de la arquitectura del programa, se muestra el siguiente diagrama de flujos:





1.6. BLOQUE 4: DRIVER DE DISPARO DEL TRIAC

Este bloque es muy simple. Lo que buscamos es un aislamiento de la etapa de AC y la etapa de control, además de poder disparar el triac de forma sincronizada y apropiada, para ello utilizamos el driver optoacoplado MOC3020. Este driver contiene en su interior un diodo emisor de luz, cuya intensidad la controlamos con un pwm, cuya forma de control está explicada en el bloque tres. Un Diac que garantiza un encendido suave del triac. Como podemos ver en el circuito tenemos una Resistencia de 1.2K que limita la corriente de entrada al Diac y una de 180 Ohm que limita la corriente de la compuerta del triac.

Como este circuito está manejando una carga puramente inductiva, cada vez que la corriente es cortada o apagada por el triac, se produce un pico de voltaje que puede ser dañino para el triac y para el circuito controlador en general, además de inyectar ruidos a la red eléctrica de distribución. Por eso es necesario poner dos redes de atenuación de picos o snubbers. La primera red está compuesta por la Resistencia de 39 ohm y el capacitor 0.01uF/600v, esto hace el Snubber para el triac. La segunda está compuesta por el capacitor 0.22uF/600v y la Resistencia de 1.2K, también funciona como snubber para el diac del optoacoplador MOC3020.

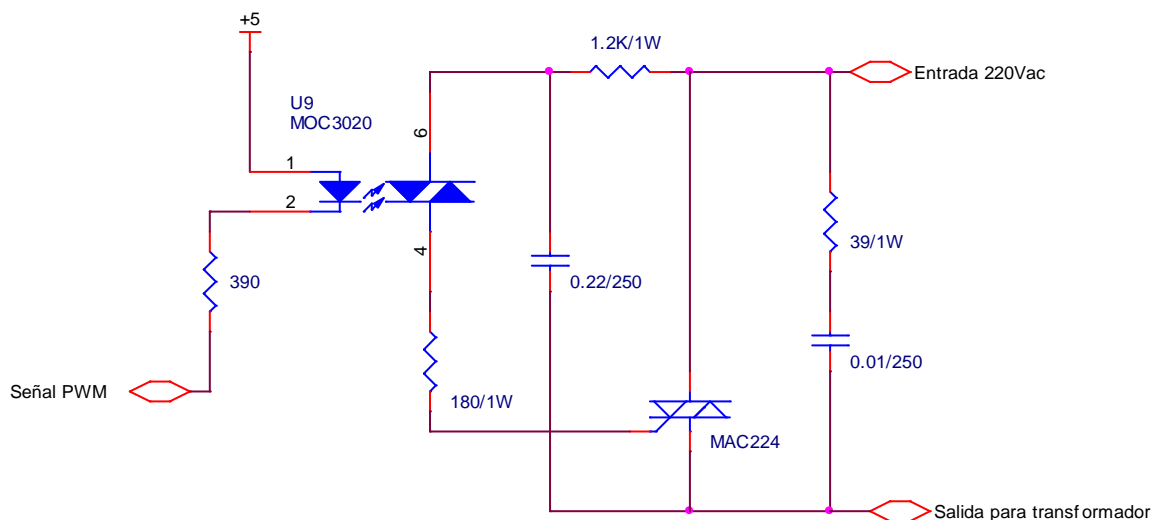


Imagen 6. Circuito Driver disparo Triac



1.7. BLOQUE 5: ALARMAS, MEDIDAS

Las alarmas que el cargador tiene son visuales, cada etapa de carga tiene su diodo emisor de luz el cual mientras esté parpadeando indicará que la carga está en esa etapa. Cuando esté encendido de manera solida, esa etapa está completada y cuando esté apagado no está en esa etapa. Si el cargador está apagado y hay energía eléctrica presente, el led de energía estará encendido y durante todas las etapas de carga.

Hay dos errores que podrían ocurrir durante el uso del cargador: primero, que exista una sobre corriente que el cargador no pueda suplir y segundo que exista una sobre temperatura, en ambas situaciones el cargador será desenergizado por el sistema de control, y será indicado de la siguiente forma:

En el caso de sobre corriente, todos los leds inclusive el de AC, estarán apagados mientras que el LED de error estará parpadeando. Esta condición solo se reinicia de una forma manual apagando y luego encendiendo el cargador. Si la condición persiste entonces volverá al mismo estado de error.

En el caso de la sobre temperatura, todos los leds inclusive el de AC y el de error estarán parpadeando. Esta condición se reiniciará automáticamente cuando la temperatura descienda por debajo de un valor seguro de funcionamiento.

Las medidas serán tomadas con dos medidores de uso convencional uno para la corriente y otro para el voltaje. Estos medidores pueden ser sustituidos en el futuro por una pantalla LCD donde el microcontrolador envíe los datos recolectados por los sensores y sean visualizados en la LCD, además podría añadirse un teclado para seleccionar parámetros, tales como tipo de baterías, corriente de carga, voltajes de operación (12vdc, 24vdc, 36vdc, 48vdc) etc.

Para finalizar, mostramos unas imágenes de cómo sería nuestro cargador por el exterior, junto con una imagen del transformador de 1.5 KW.

Esta caja está diseñada especialmente para 1500 W, para un inversor/cargador.

Sus medidas son 38 cm de longitud, 17.80 cm de altura y una anchura de 20.30 cm



Imagen 7. Caja del Cargador 1.5 KW





Imagen 8. Transformador 1.5 KW en la carcasa



1.8. SIMULACIONES

A partir del siguiente esquemático, en el cual se incluyen los sensores, y la sincronización con la red. Evidentemente, el PIC no está, (no podemos simularlo, su control lo hará el programa en C). Por ello hemos modificado el circuito principal sólo para esta simulación.

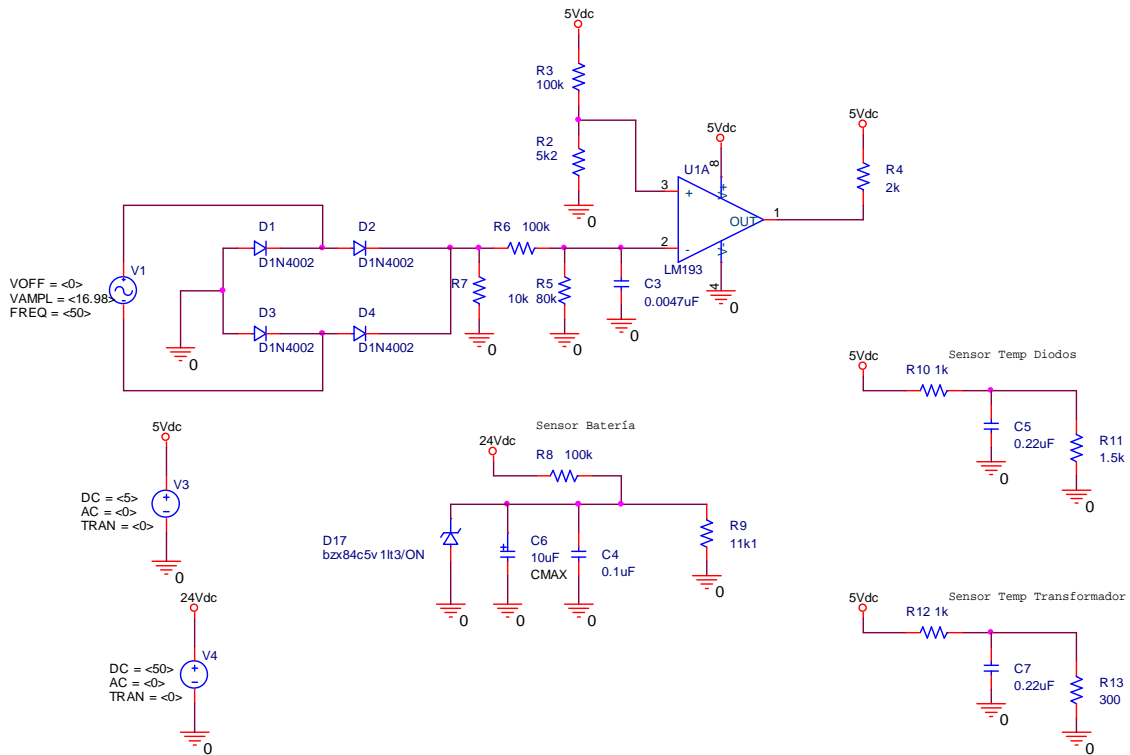


Imagen 9. Circuito de la Simulación



A continuación se muestra la grafica obtenida:

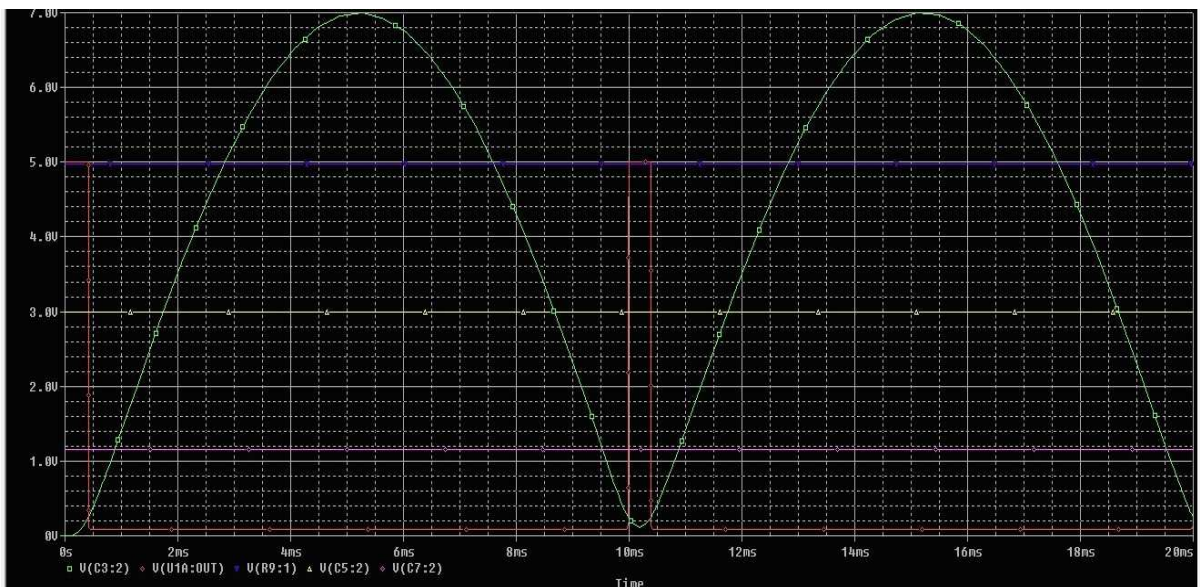
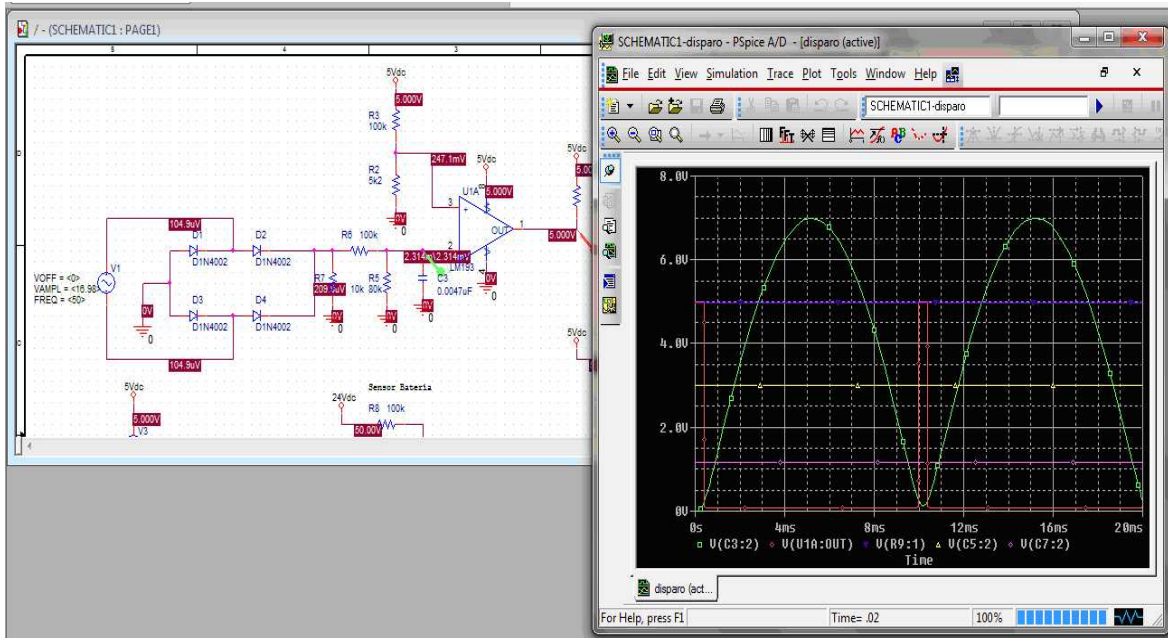


Imagen 10. Graficas de la Simulación



Como se puede ver en la gráfica de simulación, tenemos 5 puntas de pruebas. Empezaremos por la verde, ésta es la rectificación en onda completa del voltaje que genera el transformador pequeño de 12 voltios, después de pasar por la división de tensión para reducirla a 5 Vac rms.

En la gráfica se ve el voltaje de pico de la onda que es 7Vpp, este voltaje CC pulsante, es comparado con el valor de referencia que tiene el pin 3 del LM193, (si queremos variar la referencia en el circuito real movemos el Potenciómetro), en la simulación, cambiamos el valor de R2 desde 5k2 hasta 20k2.

Al variar esa resistencia estaremos variando la anchura de pulso del paso por cero, el cual se puede ver en la simulación, que al poner 5k2 en R2 la anchura del pulso es de 0.4ms y al poner R2 = 20k2 la anchura es de 1ms, entonces en el circuito real tenemos un ajuste de 0.4ms a 1ms de la anchura del pulso, con tan solo mover el POT.

En el caso del sensor de baterías, gráfica azul, nosotros simulamos la batería con la fuente V4. Al cambiar el valor la división de tensión, generará el voltaje que estará midiendo y comparando el microcontrolador, si se le colocara una batería con un voltaje demasiado alto, entonces el diodo zener entra en funcionamiento, no permitiendo que el voltaje exceda de los 5 voltios máximos que permita el microcontrolador. Se puede probar esta parte aplicando diferentes valores a la fuente V4 y observar que ocurre cuando le ponemos digamos 50 Vcc o más.

La amarilla es la salida del sensor de temperatura que está en los diodos de potencia. Es una línea horizontal que representa el valor de CC de este sensor de temperatura, en la medida que la temperatura aumenta, disminuye la resistencia del NTC y por tanto el voltaje cc de la salida de este sensor también baja. Esto podemos simularlo cambiando el valor de R11 en la simulación: si aumentamos el valor de R11 entonces la línea amarilla subirá indicando que la temperatura bajó. Por el contrario se disminuimos el valor de R11, entonces bajará la línea amarilla indicando que la temperatura subió.

El NTC que estamos usando 334-NTC152_RC tiene una resistencia de 1k5 a 25 grados Celsius. Cuando empieza a calentarse, su resistencia empieza a bajar, tendiendo a cero, entonces según el datasheet, observamos que cuando está en contacto con una superficie a 80 grados Celsius, su resistencia es aproximadamente 300 ohm, ese valor es el que usamos para tomar la decisión de apagar el cargador por alta temperatura. Para simular esto, lo que hacemos es cambiar el valor de la resistencia R11 o R13 dependiendo de qué sensor queremos probar, entonces vemos el voltaje que sale en diferentes casos. Para los 300 ohm tenemos 1.154 voltios en la salida, así que convertimos este valor



de análogo a digital, multiplicándolo por 256 (8bit) y dividiéndolo entre 5 (referencia interna del modulo AD del micro) y obtenemos el numero digital 59, entonces el programa compara el valor medido de este sensor y si está por debajo de 59 hay más de 80 grados Celsius y debe apagarse.

La línea morada tiene el mismo comportamiento que la amarilla, solo que en lugar de estar midiendo la temperatura de los diodos mide la temperatura del transformador.

La línea roja es la referida a la salida del LM193, ésta es la señal de paso por cero. Si nos fijamos, está sincronizada con la llegada a cero de la CC pulsante (verde). Justo cuando está llegando a cero el CC pulsante, la salida del LM193 se pone a 1, y dura en 1 hasta que el CC pulsante empieza a subir. El tiempo que dura encendida esta señal depende del tiempo que la señal CC pulsante dura próxima a cero, y del ajuste del potenciómetro (en la simulación representado por R2).



2. PLANOS



2. PLANOS

2.1 ÍNDICE DE PLANOS:

PLANO N°1: Esquema Bloque 1

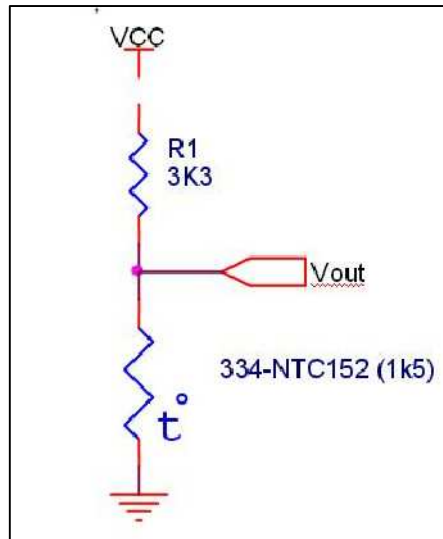
PLANO N°2: Esquema Bloque 2

PLANO N°3: Esquema Bloque 4

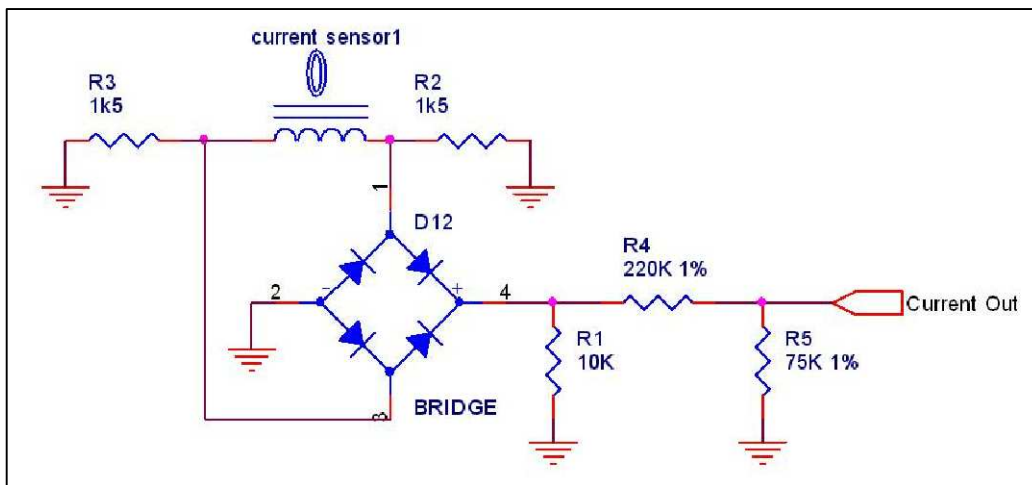
PLANO N°4: Esquema general del diseño

PLANO N° 5: PCB Capa TOP

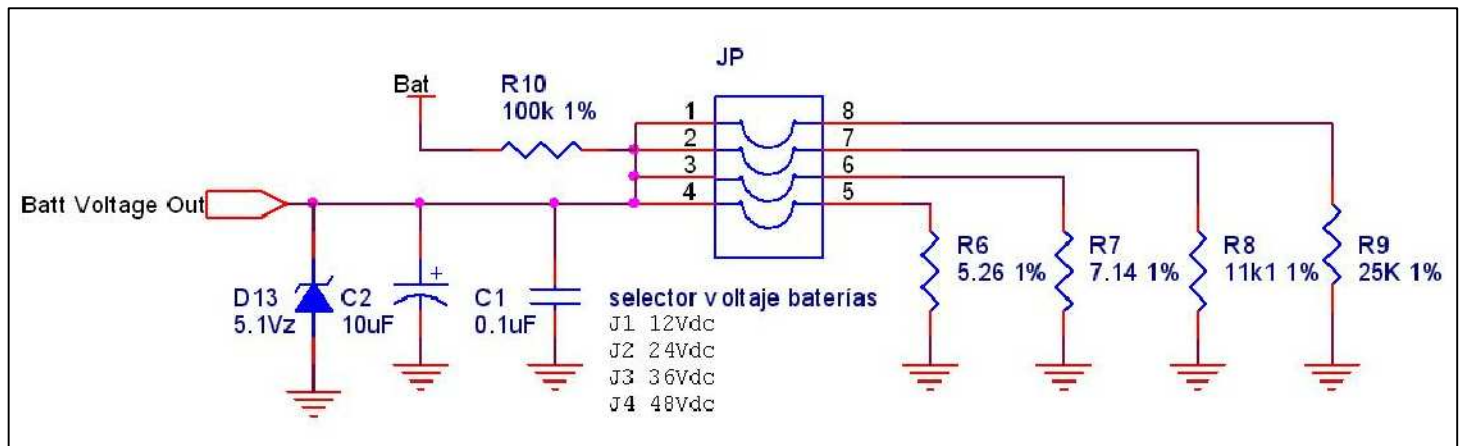
PLANO N° 6: PCB Capa BOTTOM



DIVISOR DE TENSION

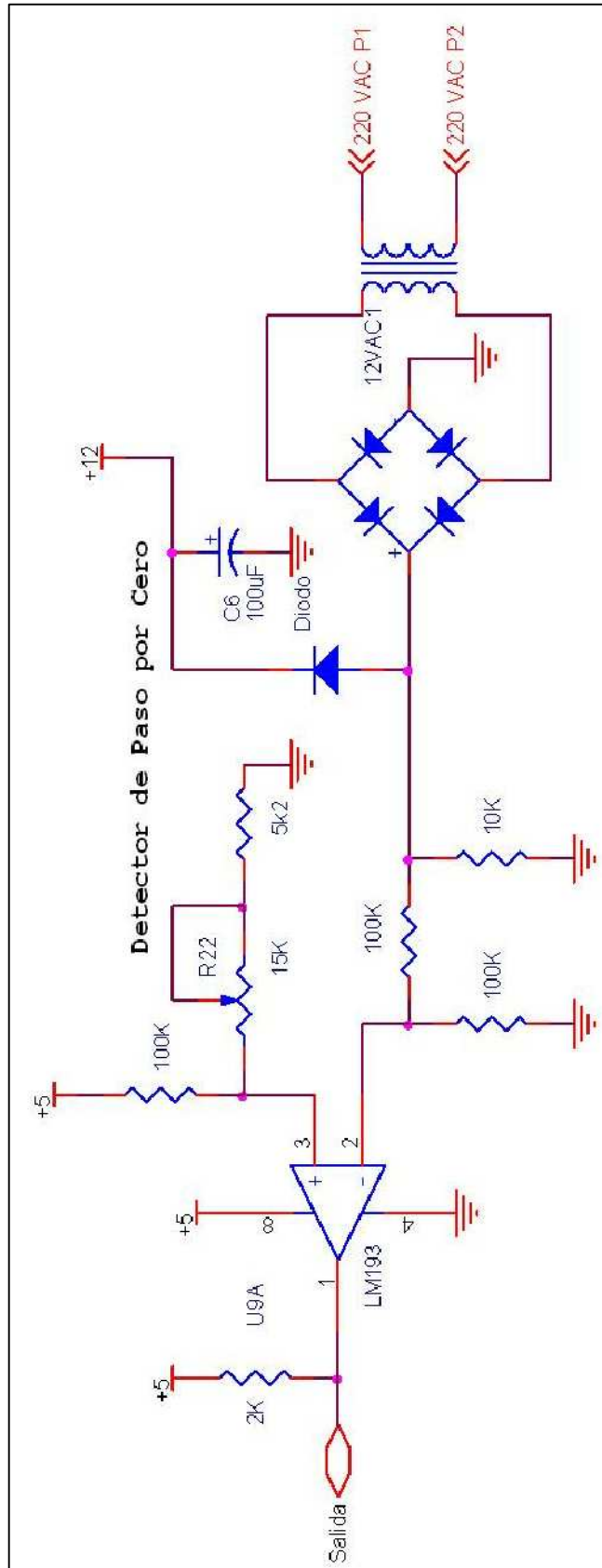


SENSOR DE CORRIENTE



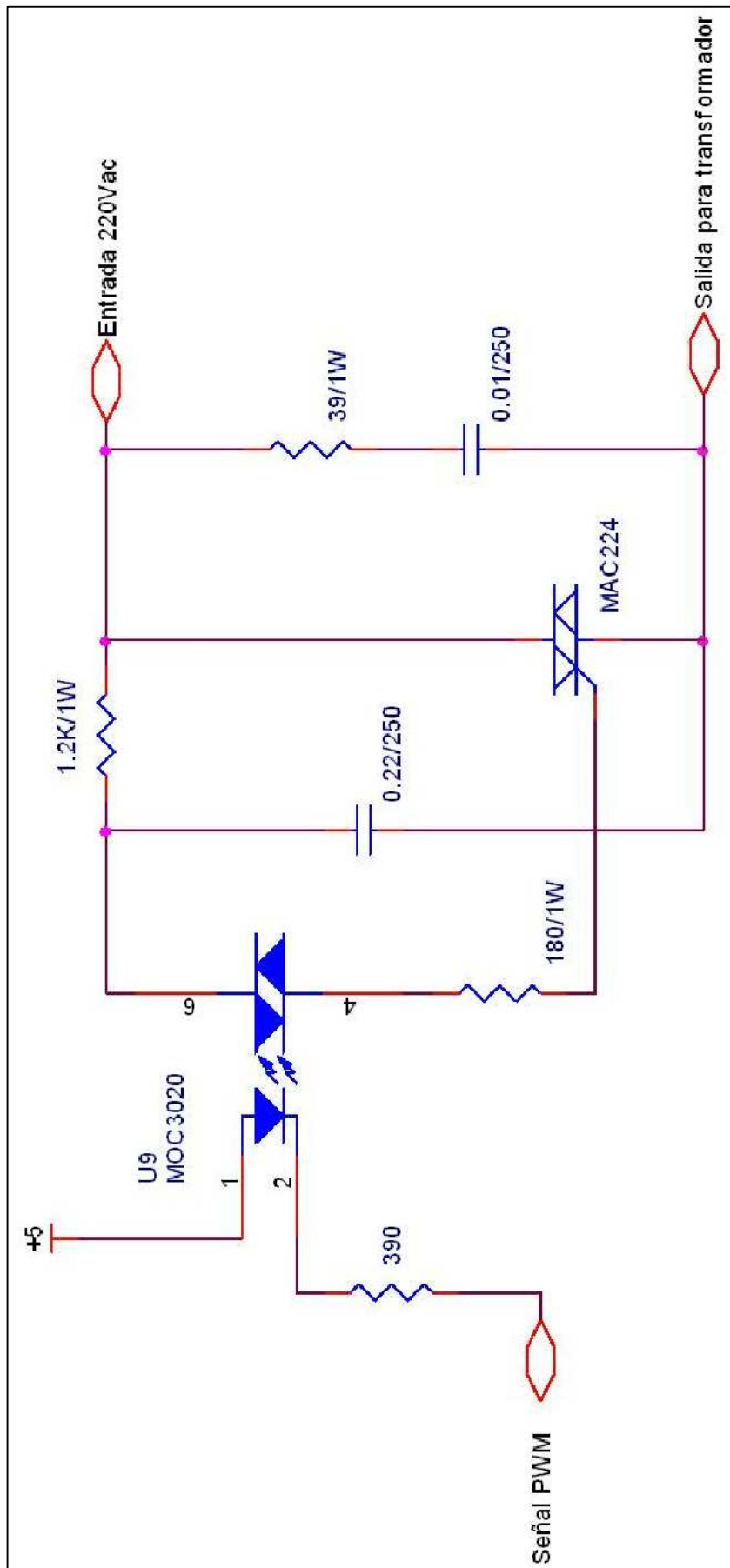
SENSOR VOLTAJE BATERIAS

PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA		
TITULACION	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	Nº DE PLANO 1.0
FECHA SEPTIEMBRE 2011	PROYECTO CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	ESCALA -
VERSION v1.18/09/11	TITULO DEL PLANO BLOQUE 1: sensores	FIRMA Juan Ant. Martínez Borrego



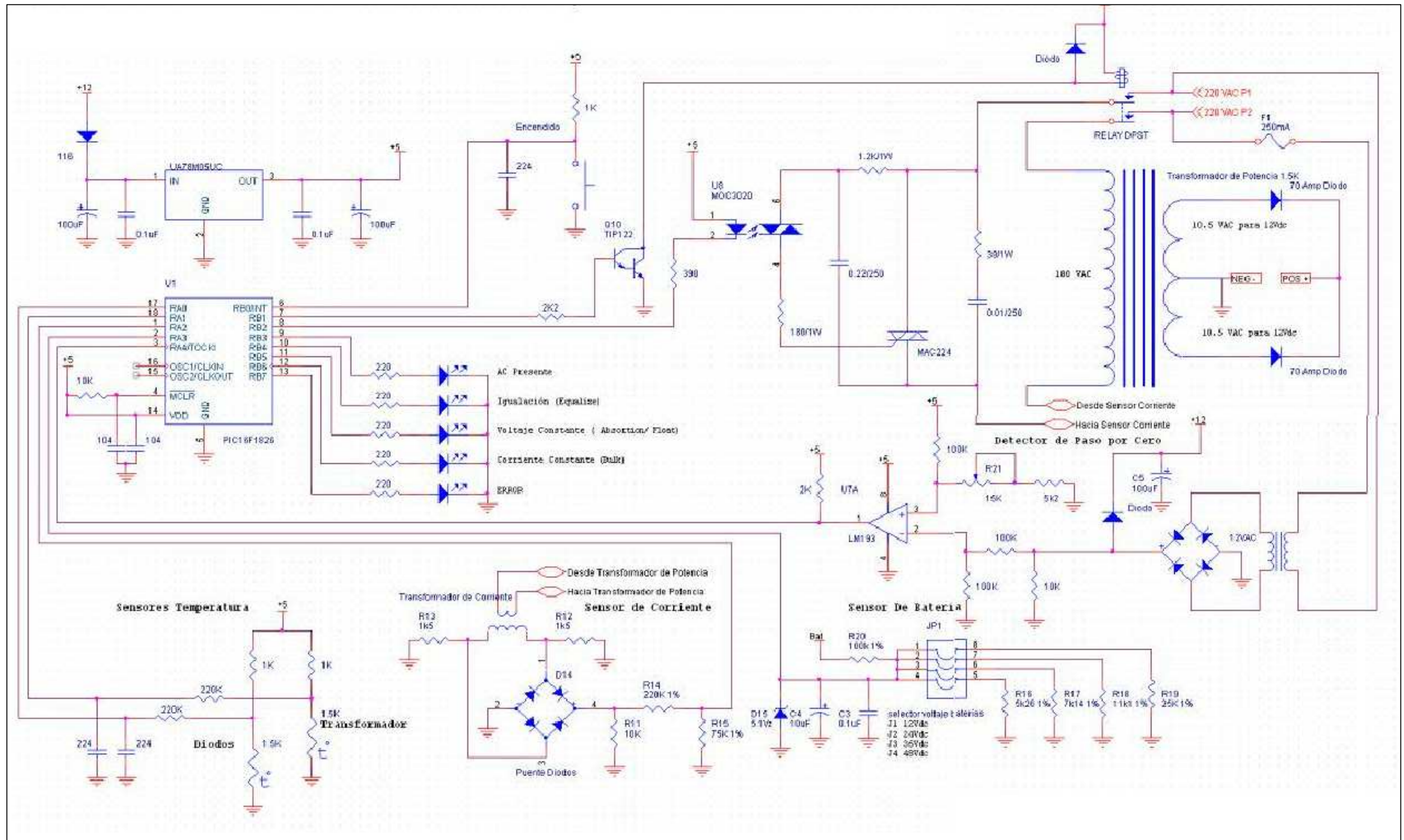
CIRCUITO DE SINCRONIZACION

PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA			
	TITULACION	Nº DE PLANO	
	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	2.0	
FECHA	PROYECTO	ESCALA	
SEPTIEMBRE 2011	CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	-	
VERSION	TITULO DEL PLANO	FIRMA	
v1.18/09/11	BLOQUE 2: SINCRONIZACIÓN CON LA RED	Juan Ant. Martínez Borrego	

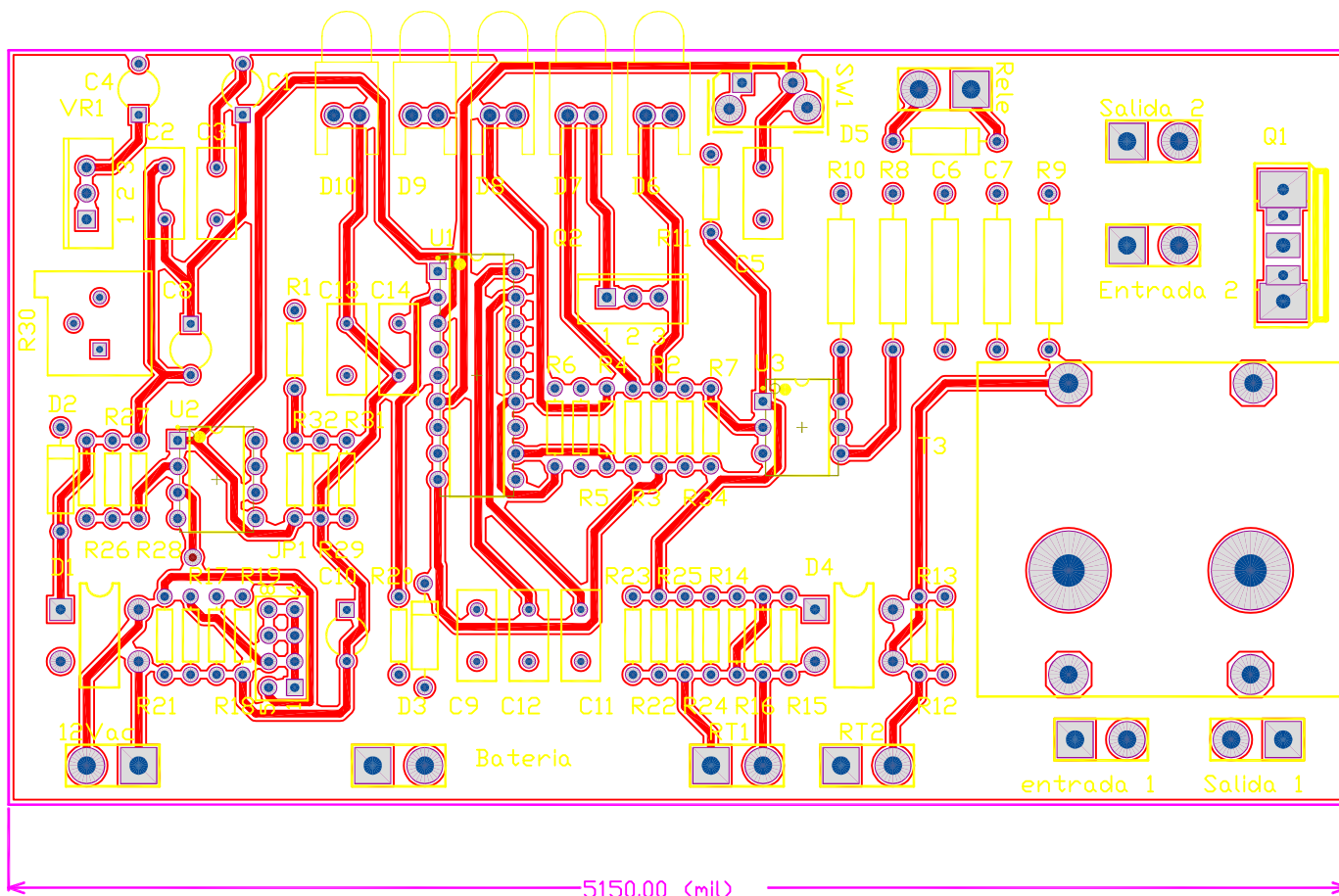


CIRCUITO DRIVER DISPARO TRIAC

PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA		
TITULACION	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	Nº DE PLANO 3.0
FECHA	PROYECTO	ESCALA
SEPTIEMBRE 2011	CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	-
VERSION	TITULO DEL PLANO	FIRMA
v1.18/09/11	BLOQUE 4: DRIVER DE DISPARO DEL TRIAC	Juan Ant. Martínez Borrego



PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA		
TITULACION	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	Nº DE PLANO 4.0
FECHA	PROYECTO	ESCALA
SEPTIEMBRE 2011	CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	-
VERSION	TITULO DEL PLANO	FIRMA
v1.18/09/11	ESQUEMA GENERAL	Juan Ant. Martínez Borrego

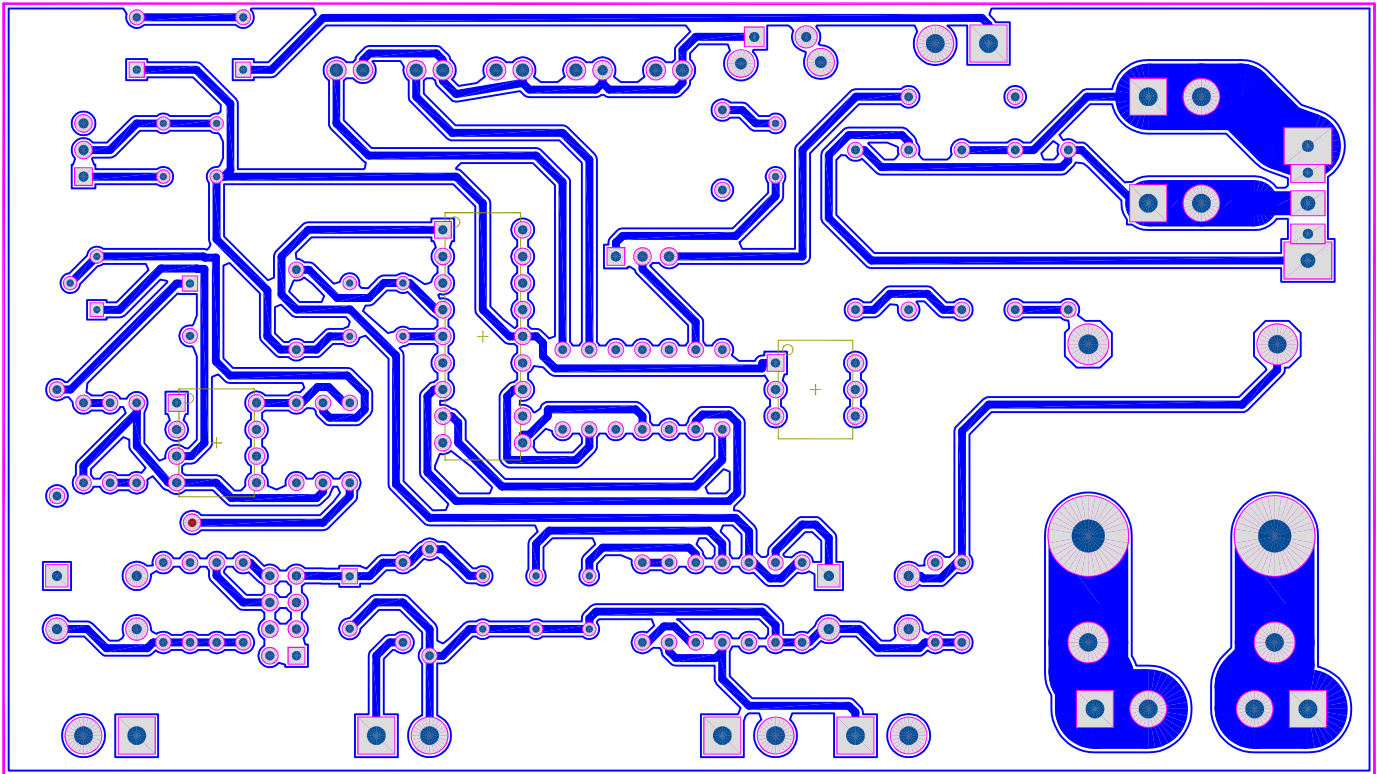


El PCB contiene estas conexiones:

- * Una salida llamada RELE, donde conectamos la bobina del rele de 12 VDC.
- * Una entrada de 12 VAC.
- * La entrada de la batería, positivo y negativo.
- * RT1 y RT2 que son dos conectores para conectar los sensores de temperatura.
- * Entrada 1 y Entrada 2, para conectar la red.
- * Salida 1 y Salida para conectar el transformador de potencia.

Del circuito general, lo que no está dentro del PCB son las siguientes partes: Diodos de potencia, transformador de potencia, transformador de alimentación de la tarjeta, el rele de encendido, los dos sensores de temperatura."

PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA		
TITULACION	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	N° DE PLANO 5.0
FECHA SEPTIEMBRE 2011	PROYECTO CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	ESCALA -
VERSION v1.18/09/11	TITULO DEL PLANO PCB: CAPA TOP	FIRMA Juan Ant. Martínez Borrego



5150.00 (mil)

PROYECTO FIN DE CARRERA- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA		
TITULACION	ING. TEC. INDUSTRIAL esp. Electrónica Industrial	Nº DE PLANO 6.0
FECHA SEPTIEMBRE 2011	PROYECTO CARGADOR DE BATERIAS 1,5 kW	ESCALA -
VERSION v1.18/09/11	TITULO DEL PLANO PCB: CAPA BOTTOM	FIRMA Juan Ant. Martínez Borrego



3. PLIEGO DE CONDICIONES



3. PLIEGO DE CONDICIONES

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización, los componentes utilizados en el diseño deberán satisfacer al menos las características aquí reflejadas.

En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a una empresa consultora con la finalidad de realizar dicho sistema. Dicha empresa ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego.

Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente o de otras, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

3.1 CONDICIONES PARTICULARES

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.
2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.
3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.
4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.
5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.
6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.
7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.



8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.

9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.

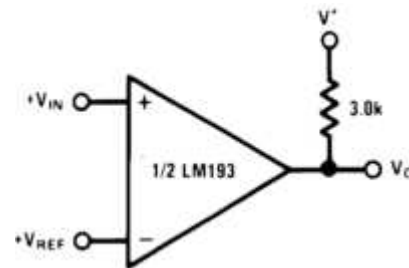
11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.

12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.

3.2 COMPADOR DUAL DEL VOLTAJE COMPENSADO – LM193

La serie LM193 consiste en dos comparadores independientes del voltaje de la precisión con una especificación del voltaje de la compensación de hasta sólo 2.0 milivoltio máximos para dos comparadores que fueron diseñados específicamente para funcionar desde una sola fuente de alimentación sobre una amplia gama de voltajes. La operación de fuentes de alimentación

de la fractura es también posible y el dren actual de la fuente de la energía baja es independiente de la magnitud del voltaje de fuente de alimentación. Estos comparadores también tienen una característica única en que la gama del voltaje del común-modo de la entrada incluye molido, aunque está funcionado desde un solo voltaje de fuente de alimentación.



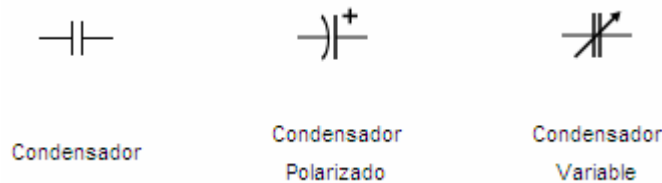
Ver anexo datasheet del producto.



3.3 CONDENSADORES ó CAPACITORES:

Estarán formados por dos placas metálicas o armaduras paralelas, de la misma superficie y encaradas, separadas por una lámina no conductora o dieléctrico. Al conectar una de las placas a un generador, ésta se carga e induce una carga de signo opuesto en la otra placa. Por su parte, teniendo una de las placas cargada negativamente (Q-) y la otra positivamente (Q+) sus cargas son iguales y la carga neta del sistema es 0, sin embargo, se dice que el condensador se encuentra cargado con una carga Q.

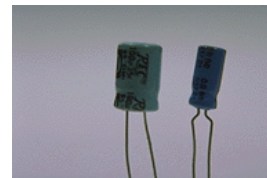
En nuestro diseño utilizaremos Condensadores No Polarizados y Condensadores Polarizados, utilizando la siguiente simbología en los esquemas:



Los condensadores polarizados serán construidos empleando un electrolito sólido o líquido. Sólo podrán manejar el flujo de la corriente en una sola dirección al ser polarizado.

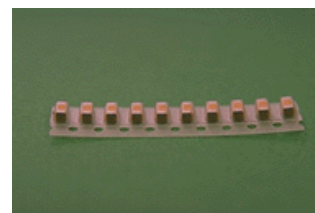
Condensador Electrolítico (aluminio; polarizado)

Tolerancia: $\pm 20\%$ (≥ 10 pF)
Tensión Máx.: 35 V (esq.) 63 V (dto.)
Iperd: $I=0.01 \cdot C \cdot V$
Rango Temp.: -40 °C a 85 °C



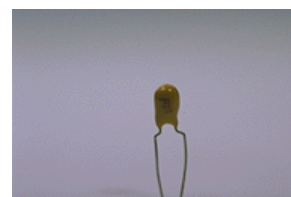
Condensador Electrolítico (tántalo sólido; polarizado; montaje superficial)

Tolerancia: $\pm 10\%$
Tensión Máx.: 16 V
Iperd: 0.5 uA
Rango Temp.: -55 °C a 85 °C



Condensador Electrolítico (tántalo sólido seco; polarizado)

Tolerancia: $\pm 20\%$
Tensión Máx.: 35 V
Iperdas: $I=0.02 \cdot C \cdot V$
RangoTemp.: -55 °C a 85 °C





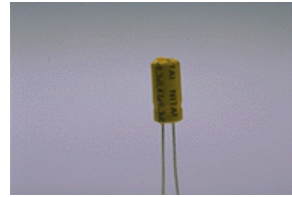
Condensador Electrolítico (aluminio; no-polarizado)

Tolerancia: $\pm 20\%$

Tensión Máx.: 6.3 V

Iperd: $I=0.03 \cdot C \cdot V$

Rango Temp.: -40 °C a 85 °C



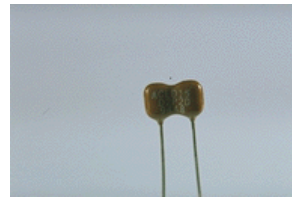
Condensador de Mica

Tolerancia: $\pm 0.5 \text{ pF}$

1% (>56 pF)

Tensión Máx.: 500 V d.c.

Rango Temp.: -40 °C a 85 °C

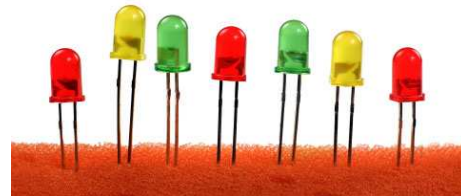


3.4 DIODOS

3.4.1 DIODOS LED

Son diodos semiconductores que emiten luz. Se usaran en el diseño como indicadores.

Simbología electrónica:



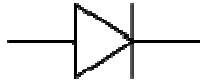
3.4.2 DIODOS SEMICONDUCTORES:

Deben ser diodos de dos terminales que permitan la circulación de la corriente eléctrica a través de ellos en un sentido.

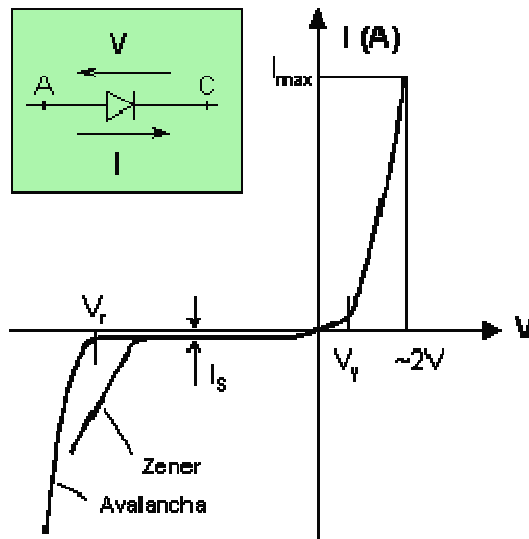
La curva característica de los diodos (I-V) utilizados en el diseño tienen que constar de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comportaran como un circuito abierto (no conducirán), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña. Serán capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal.



La simbología expresada en el diseño para la representación del diodo será la siguiente:



La curva característica de los diodos utilizados debe ser la siguiente:



Siendo:

- **V_f → Tensión umbral, de codo o de partida.**
La tensión umbral (también llamada barrera de potencial) de polarización directa coincide en valor con la tensión de la zona de carga espacial del diodo no polarizado.
- **I_{max} → Corriente máxima.**
Es la intensidad de corriente máxima que puede conducir el diodo sin fundirse por el efecto Joule.
- **I_s → Corriente inversa de saturación.**
Es la pequeña corriente que se establece al polarizar inversamente el diodo por la formación de pares electrón-hueco debido a la temperatura, admitiéndose que se duplica por cada incremento de 10° en la temperatura.
- **V_r → Tensión de ruptura.**
Es la tensión inversa máxima que el diodo puede soportar antes de darse el efecto avalancha.



- **Corriente superficial de fugas.**

Es la pequeña corriente que circula por la superficie del diodo, esta corriente es función de la tensión aplicada al diodo, con lo que al aumentar la tensión, aumenta la corriente superficial de fugas.

La ecuación que liga la intensidad de corriente y la diferencia de potencial es:

$$I = I_s (e^{V_D/(nV_T)} - 1),$$

Donde:

- I es la intensidad de la corriente que atraviesa el diodo
- V_D es la diferencia de tensión entre sus extremos.
- I_s es la corriente de saturación (aproximadamente $10^{-12} A$)
- n es el coeficiente de emisión, dependiente del proceso de fabricación del diodo y que suele adoptar valores entre 1 (para el germanio) y del orden de 2 (para el silicio), en nuestro caso utilizaremos diodos de Silicio.

El Voltaje térmico V_T es aproximadamente 25.85mV en 300K, una temperatura cercana a la temperatura ambiente. Para cada temperatura existe una constante conocida definida por:

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

Donde k es la constante de Boltzmann, T es la temperatura absoluta de la unión pn, y q es la magnitud de la carga de un electrón.

3.4.3 DIODO ZENER BZX84C12 SOT-23

El diodo Zener es un diodo de silicio que se ha construido para que funcione en las zonas de rupturas.

Su símbolo electrónico es:



Deben cumplir las siguientes especificaciones los utilizados en el diseño:

- **Tipo de paquete:** SOT-23
- **Voltaje Zener (tipo):** 12.05V
- **Zener Corriente de prueba:** 5mA
- **Regulación de Voltaje máximo:** 8V
- **Disipación de energía:** 350 MW
- **Rodilla Impedancia:** 25Ohm
- **Embalaje:** Cinta y carrete

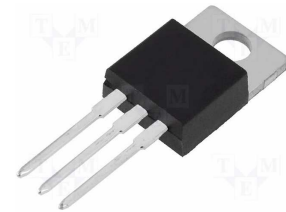


- **Temperatura de operación Clasificación:** Militar
- **Ap Curr:** 100nA
- **Tolerancia de la tensión:** 5
- **Montaje:** Montaje en superficie
- **Pin Count:** 3
- **Rango de temperatura de funcionamiento:**-55C a 150C

Ver mas detalles en datasheet situado en anexo.

3.5 ESTABILIZADOR DE TENSION – LM2931AT 5.0

- **Voltaje entrada primario:** 40V
- **Voltaje salida fijo:** 5V
- **Dropout Voltaje:** 600mV
- **Nº pin:** 3
- **Corriente de salida:** 100mA
- **Tipo de caja regulador de voltaje:** TO-220
- **Rango temperaturas:** -40°C hasta +125°C
- **Precisión:** 3'8%
- **Voltaje entrada máximo:** 40V
- **Voltaje entrada mínimo:** 5,6V
- **Nº salidas:** 1
- **Salida Corriente máxima:** 0,1 A
- **Salida Voltaje máximo:** 5V
- **Tipo de regulador de voltaje:** Positivo Fijo LDO



3.6 FUSIBLES 250 mA

Se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por *Efecto Joule*, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.





3.7 MICROCONTROLADOR PIC16F1826

Especificaciones:

- **Tipo de la memoria del programa:** Flash
- **Memoria del programa (KB):** 3,5
- **Velocidad de la CPU (MIPS):** 8
- **Octetos del RAM:** 256
- **Datos EEPROM (octetos):** 256
- **Periférico de la comunicación de Digitales:** 1-A/E/USART, 1-MSSP (SPI/I2C)
- **Periférico de la captura/Compare/PWM:** 1 ECCP
- **Contadores de tiempo:** 2 x de 8 bits, 1 x de 16 bits
- **ADC:** 12 ch, pedacito 10
- **Rango de temperaturas (°C):** -40 a 125
- **Rango del voltaje de funcionamiento (V):** 1.8 a 5.5
- **Nº de Pin:** 18
- Base realizada del alcance medio con 49 instrucciones, 16 niveles de apilado
- Memoria de destello del programa con capacidad del read/write del uno mismo
- Oscilador interno 32MHz
- mTouch capacitivo integrado que detecta el módulo
- Módulo del modulador de la señal de datos
- MI2C, SPI, baudio de EUSART w/auto
- ECCP (realizado/captura compare PWM)
- Comparadores con referencia seleccionable del voltaje
- 12 canal 10b ADC con referencia del voltaje
- Entrada-salida actual de la fuente 25mA/del fregadero
- Cuatro contadores de tiempo de 8 bits (TMR0/TMR2/TMR4/TMR6)
- Un contador de tiempo de 16 bits (TMR1)
- Reloj de vigilancia extendido (EWDT)
- Energía-En realizado/Apagado-Reajuste
- Apagón reajustado (BOR)
- En la programación serial del circuito (ICSP)
- A bordo In-Circuit elimine errores
- Voltaje de funcionamiento amplio (1.8V 5.5V)
- Variantes de la energía baja PIC16LF182x (1.8V 3.6V)
- Corriente espera (PIC16LF182X): 100 nA @ 1.8V, típico



Ver datasheet del producto en anexos.



3.8 POTENCIOMETROS

Un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.



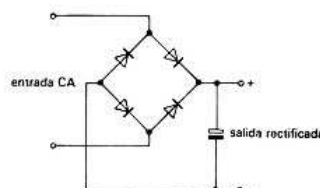
Los potenciómetros utilizados en el circuito deben de cumplir al menos las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS AJUSTABLE 1 VUELTA	
Escala Resistencia	1 K - 5M K
Potencia	85°C - 1W
Escala Temperatura	-55°C - + 125°C
Tolerancia Resistencia	± 10%
Duración	10 Millones de ciclos

3.9 PUENTE RECTIFICADOR

Los puentes utilizados en el diseño estaran formados por cuatro diodos comunes, que convertirán una señal con partes positivas y negativas en una señal únicamente positiva. El papel de los cuatro diodos comunes es hacer que la electricidad vaya en un solo sentido.

Ver en anexo datasheet.





3.10 RELAY DPST

Características	Tipo de característica	Valor de la característica
Tensión de bobina		24 Vd.c.
Configuración de los contactos		DPST-NO; DPST-NC
Corriente de conmutación máxima		25 A (NA); 8 A (NC)
Tipo de montaje		PCB de orificio pasante
Potencia nominal máx.		750 W / 5500 VA (NA); 240 W / 1760 VA (NC)
Tensión nominal máxima		250 Vac; 125 Vdc
Vida útil mecánica		10 ⁶
Conexiones		Contactos para montaje en PCB
Serie		G7J
Potencia de conmutación		750 W / 5500 VA (NA); 240 W / 1760 VA (NC)
Tensión de conmutación		250 Vac; 125Vd.c.
Material de los contactos		Ag Alloy
Resistencia de contacto		50mΩ
Corriente nominal máx.		25 A (NA); 8 A (NC)
Aislamiento: bobina a contacto		4.000 Va.c.
Potencia de la bobina		2000mW
Resistencia de bobina		288Ω



3.11 RESISTENCIAS ELECTRICAS

Las resistencias son componentes eléctricos pasivos en los que la tensión que se les aplica es proporcional a la intensidad que circula por ellos.

Generalmente la resistencia de un material aumenta cuando crece la temperatura. También la resistencia de conductor es proporcional a la longitud de ésta e inversamente proporcional a su sección.



Todas las resistencias implementadas en el diseño tendrán una tolerancia, esto es el margen de valores que rodean el valor nominal y en el que se encuentra el valor real de la resistencia. Su valor vendrá determinado por un porcentaje que va desde 0.001% hasta 10%. Esta tolerancia tiene que estar marcada por un código de colores.

Los materiales empleados para la fabricación de las resistencias son que utilizaremos deben ser aleaciones de cobre, níquel y zinc en diversas proporciones de cada uno lo que hará variar la resistividad.

Simbología:



Las resistencias utilizadas en el diseño deben cumplir al menos las siguientes características

Tolerancia: 0'001% - 10%

Tensión Nominal: 1,7mV – 400V

Coefficiente de Temperatura: -150ppm/°C - +400ppm/°C

El código de colores empleados es el siguiente:



Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa		Factor multiplicador	Tolerancia
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	x 1	Sin color	+/- 20
marrón	1	x 10	Plateado	+/- 1
rojo	2	x 100	Dorado	+/- 2
naranja	3	x 1,000		+/- 3
amarillo	4	x 10,000		+/- 4
verde	5	x 100,000		
azul	6	x 1,000,000		
violeta	7			
gris	8	x 0.1		
blanco	9	x 0.01		

3.12 SELECTOR DE VOLTAJE

Selector de tensión, interruptor eléctrico, de material eléctrico que será de tipo rotatorio o deslizante y deberá de contar al menos con las siguientes características:

Grado	DC50V 0.5A
Resistencia de aislamiento	$\geq 100\text{M}\Omega$
Fuerza dieléctrica	CA 500V (50Hz) PARA 1min
Resistencia de contacto	$\leq 0.03\Omega$
Gama de temperaturas de funcionamiento	-20°C a 80°C
Curso de la vida	5.000 ciclos
Fuerza de funcionamiento	250g \pm 100g
Higrometría	(40°C) menos el de 95%



3.13 TERMISTORES - 334-NTC152-RC

Un termistor es un resistor cuyo valor varía en función de la temperatura. Existen dos clases de termistores: NTC (Negative Temperature Coefficient, Coeficiente de Temperatura Negativo), que es una resistencia variable cuyo valor se decrementa a medida que aumenta la temperatura; y PTC (Positive Temperature Coefficient, Coeficiente de Temperatura Positivo), cuyo valor de resistencia eléctrica aumenta la temperatura.

La lectura de temperaturas, servira para proteger el circuito en el caso de que se alcancen niveles peligrosos de calentamiento.

Especificaciones para el diseño:

Valor: 100Ω-500KΩ

Altas confiabilidad y estabilidad.

Alta sensibilidad y buena velocidad de la respuesta espectral.

Rango temperaturas: -55°C hasta 315°C



3.14 TRANSFORMADOR

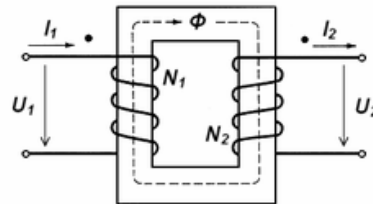
Un **transformador** es una máquina eléctrica estática (sin partes en movimiento) de inducción electromagnética que permite convertir los valores de tensión y de intensidad de corriente suministrado por una fuente de corriente alterna en uno o más sistemas de corriente alterna con valores de tensión e intensidad de corriente diferentes pero de la misma frecuencia.



Los transformadores utilizados en el diseño constaran de tres partes:

- Un núcleo de material ferromagnético que forma un circuito magnético cerrado.
- Un arrollamiento o devanado primario al que se aplica una corriente eléctrica.
- Un arrollamiento o devanado secundario que proporcionará una corriente eléctrica de salida.

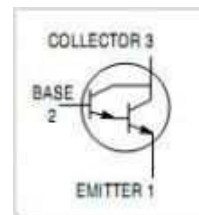
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$



3.15 TRANSISTOR NPN DARLINGTON 2N6426 ó TIP122

El **transistor Darlington** es un dispositivo semiconductor que combina dos transistores bipolares en un tándem (a veces llamado *par Darlington*) en un único dispositivo.

Sirve para que el dispositivo sea capaz de proporcionar una gran ganancia de corriente y, al poder estar todo integrado, requiere menos espacio que dos transistores normales en la misma configuración. La ganancia total del Darlington es el producto de la ganancia de los transistores individuales.



Las características de los transistores npn darlington utilizados deberán ser las siguientes:

- **Estructura del transistor:** npn
- **Máxima disipación de potencia continua colector del transistor (Pc):** 625mW
- **Límite el colector DC-base (Ucb):** 40V
- **Límite de colector-emisor del transistor de tensión (Uce):** 40V
- **Límite de tensión emisor-base (Ueb):** 12V
- **Máxima corriente continua de colector del transistor (Ic max):** 500mA
- **Temperatura límite de unión pn (Tj):** 150°C
- **Frecuencia de corte de la relación de transferencia corriente del transistor (Ft):** 150MHz
- **Capacidad de la unión de colector (Cc), Pf:** 7
- **Estática coeficiente de transferencia de corriente en el circuito con emisor común (Hfe), min/max:** 20000T

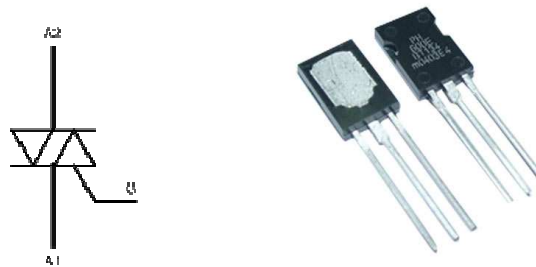
Se adjunta datasheet del producto en anexos.



3.16 TRIAC MAC224

Un TRIAC o Triodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los transistores. El TRIAC será bidireccional.

Debe poseer tres electrodos: A1, A2 (en este caso pierden la denominación de ánodo y cátodo) y puerta. El disparo del TRIAC se realiza aplicando una corriente al electrodo puerta.



Ver datasheet en anexos

3.17 TRIAC OPTOACOPLADOR MOC3020



Ver datasheet en anexos



4. PRESUPUESTO



4. PRESUPUESTO

Descripción	Unidades	€/ud.	€/Total
CONDENSADORES			
0,22uF / 600V	1	8,00	8,00
0,01uF / 600V	1	8,00	8,00
0,22uF / 50V	4	2,01	8,04
0,1uF / 50V	5	2,01	10,05
10uF / 50V	1	1,25	1,25
100uF / 50V	3	2,55	7,65
RESISTENCIAS			
100 K ¼ W	3	0,50	1,50
10 K ¼ W	3	0,50	1,50
1 K ¼ W	3	0,50	1,50
2 K ¼ W	2	0,50	1,00
5,2 K ¼ W	1	0,50	0,50
1,5 K ¼ W	2	0,50	1,00
5,26 K ¼ W 1%	1	0,50	0,50
75 K ¼ W 1%	1	0,90	0,90
3 K ¼ W 1%	1	0,90	0,90
25 K ¼ W 1%	1	0,50	0,50
7,14 K ¼ W 1%	1	0,50	0,50
390 ¼ W	1	0,50	0,50
220 K ¼ W 1%	3	0,90	2,70
220 ¼ W	5	0,50	2,50
11,1 K ¼ W 1%	1	0,90	0,90
39 ½ W	1	1,00	1,00



Diseño Tarjeta de Control de un cargador de baterías de 1,5kW

Juan Antonio Martínez Borrego

Proyecto Fin de Carrera



180 ½ W	1	1,00	1,00
1,2 K ½ W	1	1,00	1,00
DIODOS			
1N4007	2	0,70	1,40
Bridge 1A	2	7,25	14,50
Led	5	2,50	12,50
TRANSFORMADORES			
Transformador 220 a 12	1	48,00	48,00
Transformador Corriente	1	48,00	48,00
Transformador 1500W 160Vac 42Vac con centro	1	48,00	48,00
VARIOS			
MOC3020	1	16,01	16,01
5V Reg	1	10,00	10,00
LM193	1	10,00	10,00
PIC16F1826	1	60,00	60,00
TIP122	1	7,25	7,25
IRFP260P	8	70,00	560,00
Triac 25 Amp	1	38,00	38,00
334-NTC152-RC	2	38,00	76,00
RELE DPST 20 Amp	1	120,00	120,00
Pot 15 K	1	46,00	46,00
Base 18 pin	1	4,06	4,06
IDC10	1	7,00	7,00
SW	1	25,00	25,00
Circuito Impreso	1	150,00	150,00
5,1 Vz	1	8,00	8,00
TOTAL:			1.372,61€



5. BIBLIOGRAFÍA



5. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía, referente al presente proyecto es la siguiente:

Páginas web donde nos hemos apoyado para entender mejor el funcionamiento de las baterías y cargadores:

- <http://www.tecnocem.com/cargadores-baterias-mantenimiento.htm>
- http://www.ricardovela.com/catalogo/product_info.php?products_id=2403&osCsid=e69ar185befhth8aocokugck30
- <http://grupos.unican.es/dyvci/ruizrg/html.files/LibroWeb.html>
- <http://www.abcdatos.com/tutoriales/electronicayelectricidad/electricidad.html>
- <http://www.conocimientosweb.net/descargas/article328.html>

Fabricantes/distribuidores de componentes electrónicos, tarjetas o soluciones embebidas:

www.tern.com
www.imeval.es
www.anatronic.com
www.novatronicsistemas.com
www.advantech-shop.com
www.semikron.com

La principal fuente de conocimiento y ayuda para el desarrollo del cargador, ha sido la empresa:

- MICROtronic technology



6. ANEXOS



6.1 ANEXO N°1: CODIGO DE PROGRAMACIÓN

6.1.1 ANEXO N°1: Cargador_main.c



Diseño Tarjeta de Control de un cargador de baterías de 1,5kW



Juan Antonio Martínez Borrego

Proyecto Fin de Carrera

```

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

#include <htc.h> // MCU header file
#include "Cargador.h"

__CONFIG (FOSC_INTOSC & WDTE_OFF & PWRTE_OFF & MCLRE_OFF & CP_ON &
CPD_ON & CLKOUTEN_OFF); // Program config. word 1
__CONFIG (PLLEN_OFF & LVP_OFF); // Program config. word 2

/***** definicion variables a usar
*****/

unsigned char
D_Temp, TR_Temp, BAT_Voltaje, TR_corriente, Estado, EstadoError, EstadoSiste
ma, retardoPWM, CarPWM, anchuraPulso, ParpaLed, cargadorPWMretardo;
unsigned int TemporizadorAbsortion, TemporizadorAbsortionI;

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

void init(void)
{
//direccionamientos de las PUERTS : 1= entrada, 0= Salida

OSCCON = 0x68;
OPTION_REG = 0b00000110; //***** Prescalamiento para TMR0 =
128 *****/

TRISB = 0b00000001; // configuramos la puerta B: RB0 como
entrada, los demás bits a cero como salida
PORTB = 0b00000000; // inicializamos la puerta B con cero

__delay_ms (25); /* necesitamos este retardo de 25
milisegundos, para poder programar el PIC, si usamos el pin MCLR
como entrada y salida el programador utiliza este pin y si
está configurado como salida entonces no puede programar
y da error de programación por lo tanto recomiendo siempre el
retardo aunque no use el MCLR como entrada y salida */

TRISA = 0b00011111; /* la puerta A está configurada como
entrada en ella se conectan todos los sensores */
PORTA = 0; // inicializamos la puerta A con Cero.
CARGADOR = 1; // antes que nada nos aseguramos que el
cargador este apagado, asi que apagamos el TRIAC.

/* inicializacion del modulo conversor analogo a digital.
primero, necesitamos estar seguros que los PINs estan habilitados
como entradas analogas*/

ANSELB = 0;
ANSELA = 0b00001111;

```




```
    ADCON1 = 0b01000000;
}

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

unsigned char Conversion_AD(void)
{ // inicia una conversion analoga a digital y retorna los 8 bits mas
significativos del resultado
    ADON=1; // enciende el modulo ADC
    __delay_us (8); // retardo de 8 microsegundos, microchip
recomienda 5, nos cuidamos en salud
    ADGO=1; // iniciamos la conversion en el canal
preseleccionado
    while(ADGO)continue; // esperamos hasta que termina la
conversion, ADGO se pondra a cero y sale de este lazo
    ADON=0; // apagamos el modulo
    return(ADRESH); // y por ultimo retornamos con el valor
mas significativo en "conversion_AD"
}

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

void Cargador_Adc (void)
{

    ADCON0 = 0b00000000; // seleccionamos el canal AN0 (temperatura
de los diodos)
    D_Temp = Conversion_AD();

    ADCON0 = 0b00000100; // seleccionamos el canal AN1 (temperatura
del Transformador)
    TR_Temp = Conversion_AD();

    ADCON0 = 0b00001000; // seleccionamos el canal AN2 (Batería)
    BAT_Voltaje = Conversion_AD();

    ADCON0 = 0b00001100; // seleccionamos el canal AN3 (corriente)
    TR_corriente = Conversion_AD();
}

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

void pasoPorcero (void)
{
    while (PasoCero == 0)
        {TMR0IF = 0;}
        TMR0 = 245;
    while ((PasoCero == 1) && (TMR0IF == 0))
        { }
    if (TMR0IF == 1)
        { TMR0IF = 0;
        Estado =ENTRADA_AC_MALA; }
}
```



```
        else
            {Estado = ENTRADA_AC_BUENA;
             }
    }

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

void DnBatteryDutyCycle (void)
{
    retardoPWM ++;
    if (retardoPWM > 10)

        { retardoPWM = 0;
          anchuraPulso --;
          if (anchuraPulso < 55)
              anchuraPulso = 55;
          }
    }

void UpBatteryDutyCycle (void)

    { anchuraPulso ++;
      if (anchuraPulso >210)
          anchuraPulso = 210;
      }

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

void CargadorModoVoltaje (void)
{
    switch(EstadoSistema)
        {
            case CARGADOR_BATERIA_ABSORTION:
                {
                    {   voltajeLed = 0;
                      ParpaLed ++;
                      if estado_uno(ParpaLed,7)
                          {voltajeLed = 1;}

                    if (TemporizadorAbsortion <

65000)

{TemporizadorAbsortion++;

}

if(TemporizadorAbsortion >= 65000)

{

TemporizadorAbsortion = 0;

```



```
TemporizadorAbsortionI ++;

if(TemporizadorAbsortionI >= 14)
{TemporizadorAbsortionI = 0;
EstadoSistema = CARGADOR_BATERIA_FLOAT;}

if (BAT_Voltaje >=VOLTAJE_BULK)
    {UpBatteryDutyCycle ();}
if (BAT_Voltaje < VOLTAJE_BULK)
    {DnBatteryDutyCycle ();}
    }
    break;

case CARGADOR_BATERIA_FLOAT:
{
    voltajeLed = 1;
    if (BAT_Voltaje >
VOLTAJE_FLOAT)
        {UpBatteryDutyCycle
    ();}
    if (BAT_Voltaje <
VOLTAJE_FLOAT)
        {DnBatteryDutyCycle
    ();}
    }
    break;

case CARAGDOR_BATERIA_EQUALIZE:
{
    voltajeLed = 1;
    igualarLed = 0;
    ParpaLed ++;
    if estado_uno(ParpaLed,7)
        {igualarLed = 1;}

    if (TemporizadorAbsortion <
65000)
        {TemporizadorAbsortion++;
    }

    if(TemporizadorAbsortion >= 65000)
        {
TemporizadorAbsortion = 0;
TemporizadorAbsortionI ++;
```



```

if(TemporizadorAbsortionI >= 14)
{
  TemporizadorAbsortionI = 0;
  EstadoSistema = CARGADOR_BATERIA_FLOAT;
}

if (BAT_Voltaje >=
((VOLTAJE_BULK) + 10))
{
  UpBatteryDutyCycle ();
  if (BAT_Voltaje < ((VOLTAJE_BULK)
+ 10))
  {
    DnBatteryDutyCycle ();
  }
  break;
}
}

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

void cargadorModoCorriente (void)
{
  corrienteLed = 0;
  ParpaLed ++;
  if estado_uno(ParpaLed,2)
  {corrienteLed = 1;}

  if (TR_corriente > CORRIENTE_REF)
  {UpBatteryDutyCycle ();}

  else if (TR_corriente < CORRIENTE_REF)
  {DnBatteryDutyCycle ();}
}
/*****
*****/

void Encender_Cargador (void)
{
  while (PULSADOR == 0)
  {
    AC = 1;
    Estado = CARGADOR_ENCENDIDO;
    __delay_ms (400);
  }
}

```



Diseño Tarjeta de Control de un cargador de baterías de 1,5kW



Juan Antonio Martínez Borrego

Proyecto Fin de Carrera

```

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

void Apagar_Cargador (void)

{
  while (PULSADOR == 0)

    { CARGADOR = 1;
      pasoPorcero ();
      Estado = CARGADOR_APAGADO;

    }

  while (PULSADOR == 0) // the inverter mode value
    {AC = !AC;
      __delay_ms (200); }

}

/*****
*****
*****/
void main(void)
{
  init ();

  ParpaLed = 0;
  if (Estado == CARGADOR_ENCENDIDO)

    {
      Apagar_Cargador ();
      pasoPorcero();
      RELE = 1;
      Cargador_Adc();

  if (TR_corriente > (CORRIENTE_REF + 5))

    {
      CARGADOR = 1; //turn off charger
      pasoPorcero();
      RELE = 0;
      Estado = CARGADOR_SOBRE_CORRIENTE;
      EstadoError = CARGADOR_FALLA_SOBRE_CORRIENTE;
      Estado = ERROR_SISTEMA;

    }

  if ((D_Temp < DIODO_MAX_TEMP) || (TR_Temp < TRANS_MAX_TEMP))
    {
      CARGADOR = 1; //turn off charger
      pasoPorcero();
      RELE = 0;
      Estado = CARGADOR_SOBRE_TEMPERATURA;
      EstadoError = CARGADOR_FALLA_SOBRE_TEMPERATURA;
      Estado = ERROR_SISTEMA;
    }
}

```



```

    }

    if (BAT_Voltaje > VOLTAJE_BULK)
        { Estado = CARGADOR_MODO_VOLTAJE; }

    if (TR_corriente > CORRIENTE_REF)
        { Estado = CARGADOR_MODO_CORRIENTE; }

    if (Estado == CARGADOR_MODO_VOLTAJE)
        { CargadorModoVoltaje (); }

    if (Estado == CARGADOR_MODO_CORRIENTE)
        { cargadorModoCorriente(); }

    if (Estado == CARGADOR_MODO_IGUALACION)
        { CargadorModoVoltaje (); }

    /*****
    *****/
    {
        cargadorPWMretardo = anchuraPulso;
        for (CarPWM=0; CarPWM < cargadorPWMretardo;
CarPWM++)
            { __delay_us(8);
            }
        CARGADOR = 0; // enciende el
        triac

        cargadorPWMretardo = 215 -
anchuraPulso;
        for (CarPWM=0; CarPWM <
cargadorPWMretardo; CarPWM++)
            { __delay_us(8);
            }
        CARGADOR = 1; // apaga el TRIAC
    }

    else if (Estado == CARGADOR_APAGADO)
    { Encender_Cargador (); }
    else if (Estado == ERROR_SISTEMA)
    {
        if (EstadoError == CARGADOR_FALLA_SOBRE_TEMPERATURA)

            {
                Cargador_Adc();
                if ((D_Temp > (DIODO_MAX_TEMP + 30)) && (TR_Temp
> (TRANS_MAX_TEMP + 30)))
                { Estado = CARGADOR_ENCENDIDO;
                EstadoError == CARGADOR_BIEN;
                }
            }

        else

```



```
        errorLed = 1;
        __delay_ms (250);
        errorLed = 0;
        __delay_ms (250);
    }

else if (EstadoError == CARGADOR_FALIA_SOBRE_CORRIENTE)
{
    if (PULSADOR == 0)
    {
        EstadoError == CARGADOR_BIEN;
        Estado = CARGADOR_ENCENDIDO;
    }

    else
    {
        AC =1;
        igualarLed =1;
        voltajeLed =1;
        corrienteLed =1;
        errorLed =1;
        __delay_ms (250);
        AC =0;
        igualarLed =0;
        voltajeLed =0;
        corrienteLed =0;
        errorLed =0;
        __delay_ms (250);
    }
}
}
```



6.1.2 ANEXO N°1: Cargador.h



Diseño Tarjeta de Control de un cargador de baterías de 1,5kW



Juan Antonio Martínez Borrego

Proyecto Fin de Carrera

```

/*****
*****/
#ifndef _offline_Inverter_h
#define _offline_Inverter_h

#define _XTAL_FREQ 4000000UL // necesitamos definir la frecuencia
del micro, // para usar el macro "__delay_ ms,
__delay_us", UL = Unsigned Long

/***** definicion PUERTA A
*****/

#define TempD RA0 // PIN 17 entrada
#define TempTR RA1 // PIN 18 entrada
#define Corriente RA2 // PIN 1 entrada
#define Bateria RA3 // PIN 2 entrada
#define PasoCero RA4 // PIN 3 entrada

/***** definicion PUERTA B
*****/

#define PULSADOR RB0 // PIN 6 entrada
#define RELE LATB1 // PIN 7 salida
#define CARGADOR LATB2 // PIN 8 salida
#define AC LATB3 // PIN 9 salida
#define igualarLed LATB4 // PIN 10 salida
#define voltajeLed LATB5 // PIN 11 salida
#define corrienteLed LATB6 // PIN 12 salida
#define errorLed LATB7 // PIN 13 salida

/***** macro para poner a cero, a uno o verificar
estado de un bit *****/

#define bit_uno(var, bitno) ((var) |= 1UL << (bitno))
#define bit_cero(var, bitno) ((var) &= ~(1UL << (bitno)))
#define estado_uno(data,bitno) ((data>>bitno)&0x01)
#define estado_cero(data,bitno) ((data>>bitno)&0x00)

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

/* definicion estados del sistema */

#define ERROR_SISTEMA 0
#define CARGADOR_MODO_VOLTAJE 1
#define CARGADOR_MODO_CORRIENTE 2
#define CARGADOR_SOBRE_CORRIENTE 3
#define CARGADOR_MODO_IGUALACION 4
#define CARGADOR_FALLA_SOBRE_CORRIENTE 5
#define CARGADOR_CORRIENTE_BIEN 6
#define CARGADOR_ENCENDIDO 7
#define CARGADOR_APAGADO 8
#define CARGADOR_SOBRE_TEMPERATURA 9
#define CARGADOR_FALLA_SOBRE_TEMPERATURA 10

```



```
#define CARGADOR_BIEN 11

/* definicion estdos entrada AC */

#define ENTRADA_AC_ESTADO_DESCONOCIDO 0
#define ENTRADA_AC_MALA 1
#define ENTRADA_AC_BUENA 2

/* definicion estados batería */
#define BATERIA_NO_BIEN 0
#define BATERIA_BIEN 1
#define BATERIA_VAJO_VOLTAJE 2
#define BATERIA_ALTO_VOLTAJE 3

/* definicion de los estados de error */
#define NO_FALLA 0
#define FALLA_BATERIA_VAJO_VOLTAJE 1
#define FALLA_BATERIA_ALTO_VOLTAJE 2

/* definicion de los estdsos de carga */
#define CARGADOR_BATERIA_ABSORTION 0
#define CARGADOR_BATERIA_FLOAT 1
#define CARAGDOR_BATERIA_EQUALIZE 2

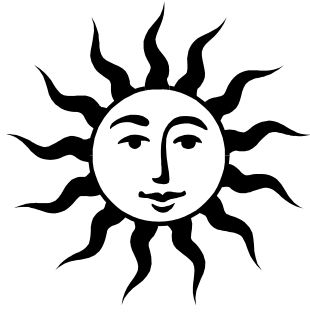
/* definicion voltajes de carga*/
#define VOLTAJE_BULK 148
#define VOLTAJE_FLOAT 136
#define CORRIENTE_REF 108

/* definicion temperatura de carga*/

#define DIODO_MAX_TEMP 59
#define TRANS_MAX_TEMP 59
#endif
```



6.2 ANEXO N°2: BATERIA PLOMO ACIDO



CAPITULO 5

LA BATERIA DE

PLOMO-ACIDO

INTRODUCCION La importancia de este componente dentro del sistema FV hace necesario el conocimiento a fondo de las limitaciones intrínsecas del mismo. Sólo así podrá lograrse la correcta instalación y uso del sistema, prolongando su vida útil y grado de fiabilidad. Es por ello que decidí incorporar dos capítulos relacionados con el tema. Este capítulo está dedicado a las baterías de plomo ácido en general; el capítulo subsiguiente proporciona detalles propios de las baterías usadas en los sistemas FVs.

DOBLE CONVERSION DE ENERGIA Comenzaremos con una pregunta básica: ¿cuál es el mecanismo que permite la utilización de una batería como una fuente portátil de energía eléctrica? La respuesta es: *una doble conversión de energía, llevada a cabo mediante el uso de un proceso electro-químico*. La primera conversión, energía eléctrica en energía química, toma lugar durante el proceso de carga. La segunda, energía química en eléctrica, ocurre cuando la batería es descargada. Para que estas conversiones puedan llevarse a cabo se necesitan dos electrodos metálicos inmersos en un medio que los vincule, llamado electrolito.

POLARIDAD Este conjunto forma una celda de acumulación, cuyo voltaje, en una batería de plomo-ácido, excede levemente los 2V, dependiendo de su estado de carga. En el proceso electrolítico cada uno de los electrodos toma una polaridad diferente. La batería tiene entonces un terminal negativo y otro positivo, los que están claramente identificados en la caja de plástico con los símbolos correspondientes (- y +).

BATERIA COMERCIAL La batería comercial, para poder ofrecer un voltaje de salida práctico, posee varias de estas celdas conectadas en serie. La Figura 5.6 muestra muestra la estructura interna y externa de una batería de Pb-ácido para automotor, donde se observa el coneccionado serie de las celdas, las que están físicamente separadas por particiones dentro de la caja que las contiene. Cada celda está compuesta de varias placas positivas y negativas, las que tienen separadores intermedios. Todas las placas de igual polaridad, dentro de una celda, están conectadas en paralelo. El uso de varias placas de igual polaridad permite aumentar la superficie activa de una celda.

PROCESO DE CARGA El voltaje proporcionado por una batería de acumulación es de CC. Para cargarla se necesita un generador de CC, el que deberá ser conectado con la polaridad correcta: positivo del generador al positivo de batería y negativo del generador al negativo de batería. Para poder forzar una corriente de carga el voltaje deberá ser algo superior al de la batería.

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

La corriente de carga provoca reacciones químicas en los electrodos, las que continúan mientras el generador sea capaz de mantener esa corriente, o el electrolito sea incapaz de mantener esas reacciones. ***El proceso es reversible.*** Si desconectamos el generador y conectamos una carga eléctrica a la batería, circulará una corriente a través de ésta, en dirección opuesta a la de carga, provocando reacciones químicas en los electrodos que vuelven el sistema a su condición inicial.

CICLO CARGA-DESCARGA

En principio el “ciclo” de carga-descarga puede ser repetido indefinidamente. En la práctica existen limitaciones para el máximo número de ellos, ya que los electrodos pierden parte del material con cada descarga. La diferencia funcional entre diferentes tipos de baterías obedece al uso de diferentes electrolitos y electrodos metálicos. Dentro de un mismo tipo de batería, la diferencia funcional es el resultado del método de fabricación.

PERDIDAS DE CONVERSION

Cuando un tipo de energía es convertido en otro la eficiencia del proceso nunca alcanza el 100%, ya que siempre existen pérdidas (calor). La doble conversión energética que toma lugar dentro de una batería obedece esta ley física. Habrá, por lo tanto, pérdidas de energía durante ***el proceso de carga y el de descarga.***

BATERIA Pb-ACIDO

El tipo de acumulador más usado en el presente, dado su bajo costo, es la batería de plomo y ácido sulfúrico con electrolito líquido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico. En este libro abreviaremos algo su nombre, llamándola batería ***Pb-ácido***, usando el símbolo químico para el plomo (Pb). Cuando la batería está cargada, el electrodo positivo tiene un depósito de dióxido de plomo y el negativo es plomo. Al descargarse, la reacción química que toma lugar hace que, tanto la placa positiva como la negativa, tengan un depósito de sulfato de plomo. La Figuras 5.1 y 5.2 ilustran estos dos estados.

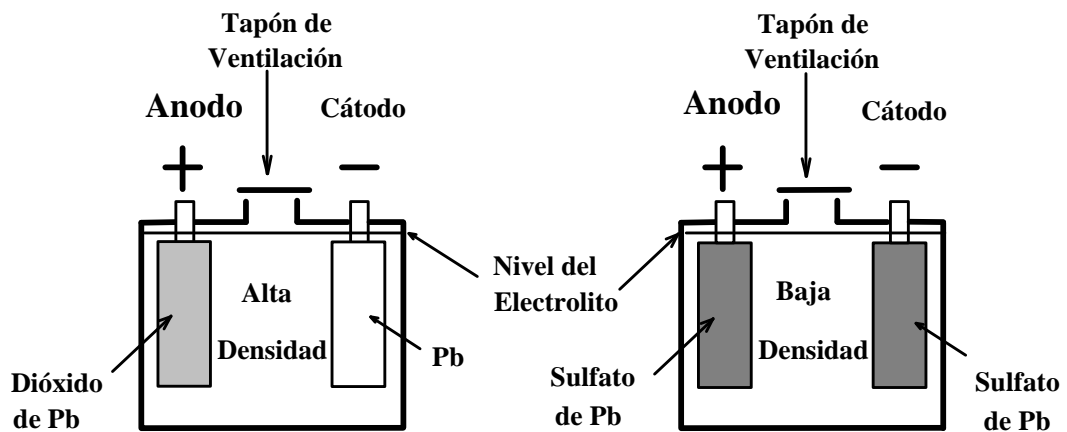


Fig. 5.1- Batería Cargada

Fig. 5.2- Batería Descargada

NOTA

Como el proceso químico libera gases (hidrógeno y oxígeno) se necesita que el conjunto tenga ventilación al exterior. El diseño de las tapas de ventilación permite la evacuación de estos gases, restringiendo al máximo la posibilidad de un derrame del electrolito.

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

DENSIDAD DEL ELECTROLITO En una batería de Pb-ácido el electrolito interviene en forma *activa* en el proceso electroquímico, variando la proporción de ácido en la solución con el estado de carga del acumulador. Cuando la batería está *descargada*, la cantidad de ácido en la solución *disminuye*. Si la batería está *cargada*, la cantidad de ácido en la solución *aumenta*. Este mecanismo tiene una derivación práctica: monitoreando la concentración del ácido se puede determinar el estado de carga de la batería. Este monitoreo se hace usando un densímetro, como veremos en detalle al hablar del mantenimiento de los sistemas FVs (Capítulo 13).

WATT.HORA AMP.HORA PROFUNDIDAD DE DESCARGA Tres características definen una batería de acumulación: la cantidad de energía que puede almacenar, la máxima corriente que puede entregar (descarga) y la profundidad de descarga que puede sostener. La cantidad de energía que puede ser acumulada por una batería está dada por el número de watt.horas (Wh) de la misma. La capacidad (C) de una batería de sostener un régimen de descarga está dada por el número de amperes.horas (Ah).

VALOR EN Wh Para una dada batería, el número de Wh puede calcularse multiplicando el valor del voltaje nominal por el número de Ah, es decir:

$$\text{Wh} = \text{Voltaje nominal} \times \text{Ah}$$

VALOR EN Ah DE UNA BATERIA El número de Ah de una batería es un valor que se deriva de un régimen de descarga especificado por el fabricante. Para un tipo especial de baterías, llamadas solares (capítulo 6), el procedimiento de prueba ha sido estandarizado por la industria. Una batería, inicialmente cargada al 100%, es descargada, a corriente constante, hasta que la energía en la misma se reduce al 20% de su valor inicial. El valor de esa corriente de descarga, multiplicado por la duración de la prueba (20 horas es un valor típico), es el valor en Ah de esa batería. Un ejemplo práctico servirá para reforzar este concepto. Si una batería solar tiene una capacidad (C) de 200 Ah para un tiempo de descarga de 20hrs, el valor de la corriente durante la prueba es de 10A.

VALOR EN Ah: SIGNIFICADO Existe la tentación de extender este concepto para corrientes de descarga *en exceso* del máximo determinado por el método de prueba (10A en nuestro ejemplo). La batería de nuestro ejemplo no puede entregar 200A durante una hora. El proceso electroquímico no puede ser acelerado sin que la batería incremente su resistencia interna en forma substancial (Apéndice I). Este incremento disminuye el voltaje de salida, autolimitando la capacidad de sostener corrientes elevadas en la carga. Si la corriente de descarga es menor que la especificada, digamos 5A, la relación Ah es válida. La batería de 200Ah de nuestro ejemplo puede sostener este valor de corriente por 40 horas.

CORRIENTE COMO VALOR FRACCIONAL Los fabricantes de baterías expresan el valor de la corriente de carga (o descarga) como un valor fraccional de su capacidad en Ah. En nuestro ejemplo, C/20 representa 10A y C/40 representa un valor de 5A. Esta forma de dar el valor de la corriente de descarga (o carga) parece arbitraria, pero no lo es si recordamos que la capacidad en Ah de una batería, por definición, requiere un número específico de horas de descarga.

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

Si la batería solar de nuestro ejemplo tiene un voltaje nominal de 6V, la cantidad de energía que puede ser acumulada es de:

$$6V \times 200 \text{ Ah} = 1.200 \text{ Wh (1,2 KWh)}$$

PROFUNDIDAD DE DESCARGA La profundidad de descarga (PD) representa la cantidad de energía que puede extraerse de una batería. Este valor está dado en forma porcentual. Si la batería del ejemplo entrega 600 Wh, la PD es del 50%. Cuando se efectúa la prueba para determinar la capacidad en Ah de una batería solar la PD alcanza el 80%.

VOLTAJE DE SALIDA El voltaje de salida de una batería de Pb-ácido no permanece constante durante la carga o descarga. Dos variables determinan su valor: el estado de carga y la temperatura del electrolito. Las curvas de la Figuras 5.3 y 5.4 muestran estas variaciones de voltaje, tanto para el proceso de carga como para el de descarga. Los valores están dados usando diferentes valores de corriente, para dos temperaturas de trabajo: 25°C y 1°C, respectivamente. Las curvas a 25°C reflejan el comportamiento de una batería trabajando en un ambiente con temperatura benigna. Las curvas a 1°C reflejan el comportamiento de la misma batería cuando la temperatura del electrolito es cercana al punto de congelación del agua. Los valores dados por las curvas corresponden a una batería de 12V nominales. Si la batería es de 6V, estos valores deberán ser divididos por dos. Si el banco de baterías tiene un valor que es un múltiplo de 12V, los valores leídos deberán multiplicarse por el valor del múltiplo. Para comprender el efecto que tiene la temperatura en el comportamiento de la batería es útil recordar que cualquier reacción química es *acelerada* cuando la temperatura se *incrementa* y es *retardada* cuando ésta *disminuye*.

CURVAS DE DESCARGA Las curvas de descarga muestran que a baja temperatura la caída de voltaje es mucho más severa que la que se observa, para la misma corriente, a 25°C. La baja temperatura retarda la reacción química, lo que se traduce en un brusco aumento de la resistencia interna (Apéndice I) de la batería, lo que provoca una mayor caída del voltaje. Estas curvas confirman la experiencia que el lector tiene con baterías para automotor durante el invierno. Se observa, asimismo, que si se mantiene constante la temperatura del electrolito, la caída de voltaje es siempre mayor (aumento de la resistencia interna) cuando la corriente de descarga aumenta. Este es el mecanismo autolimitante al que nos referimos con anterioridad.

CURVAS DE CARGA Para la carga, se observa que el voltaje correspondiente a un dado estado y corriente de carga, es siempre menor cuando la temperatura disminuye. Es conveniente cargar una batería con un nivel de corriente que no exceda el máximo dado por el fabricante (C/20 ó 10A en nuestro ejemplo). El tiempo de carga, multiplicado por la corriente de carga debe ser un 15% mayor al número de Ah de la batería, para compensar por las pérdidas durante el proceso de carga.

VARIACION EN EL VOLTAJE
DE UNA BATERIA DE Pb-ACIDO DE 12V
Temperatura del Electrolito: 25°C

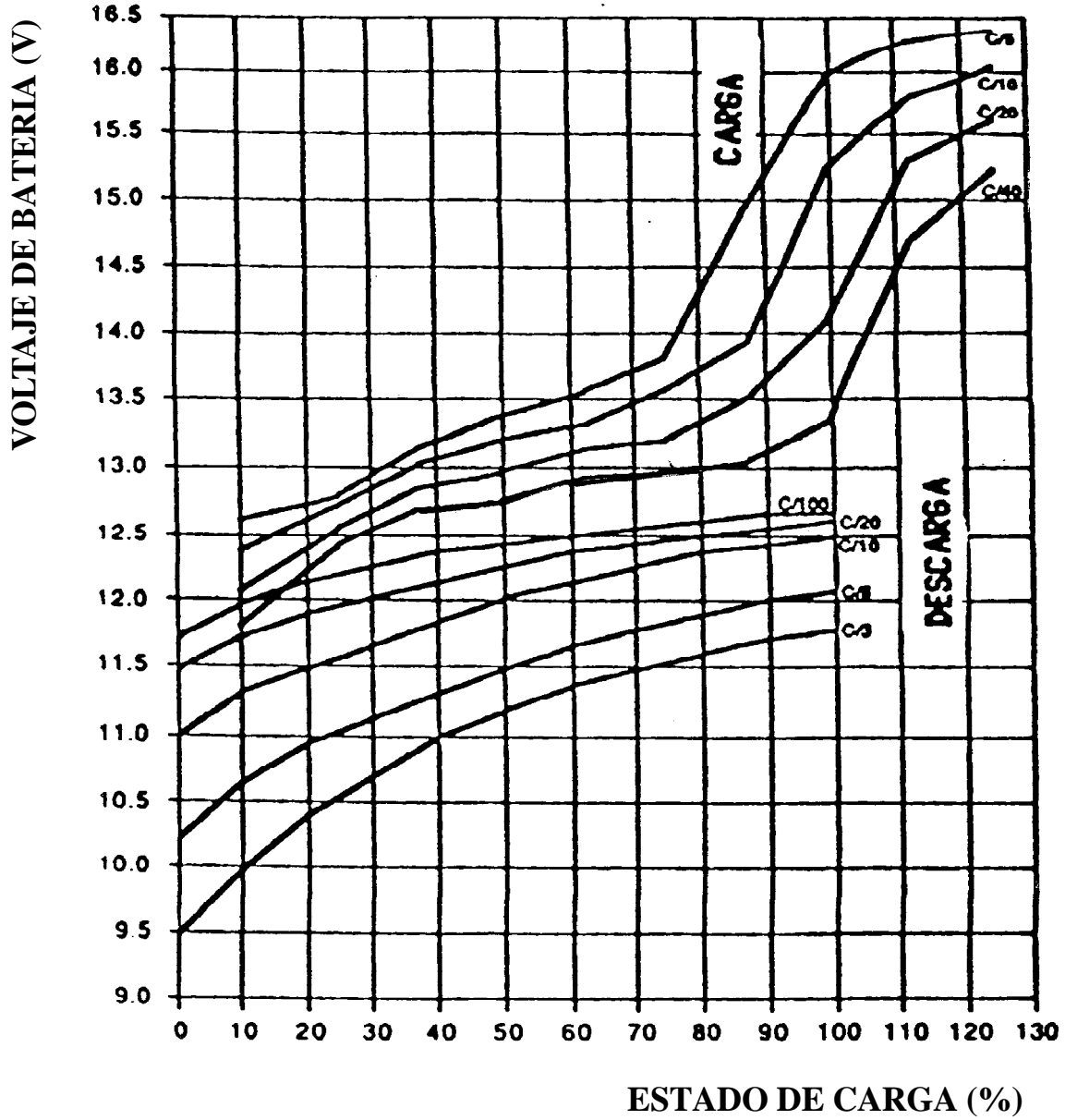


Fig. 5.3- Variaciones de Voltaje en una Batería Pb-ácido
(Cortesía de la Revista HOME POWER)

VARIACION EN EL VOLTAJE
DE UNA BATERIA DE Pb-ACIDO DE 12V
Temperatura del Electrolito: 1°C

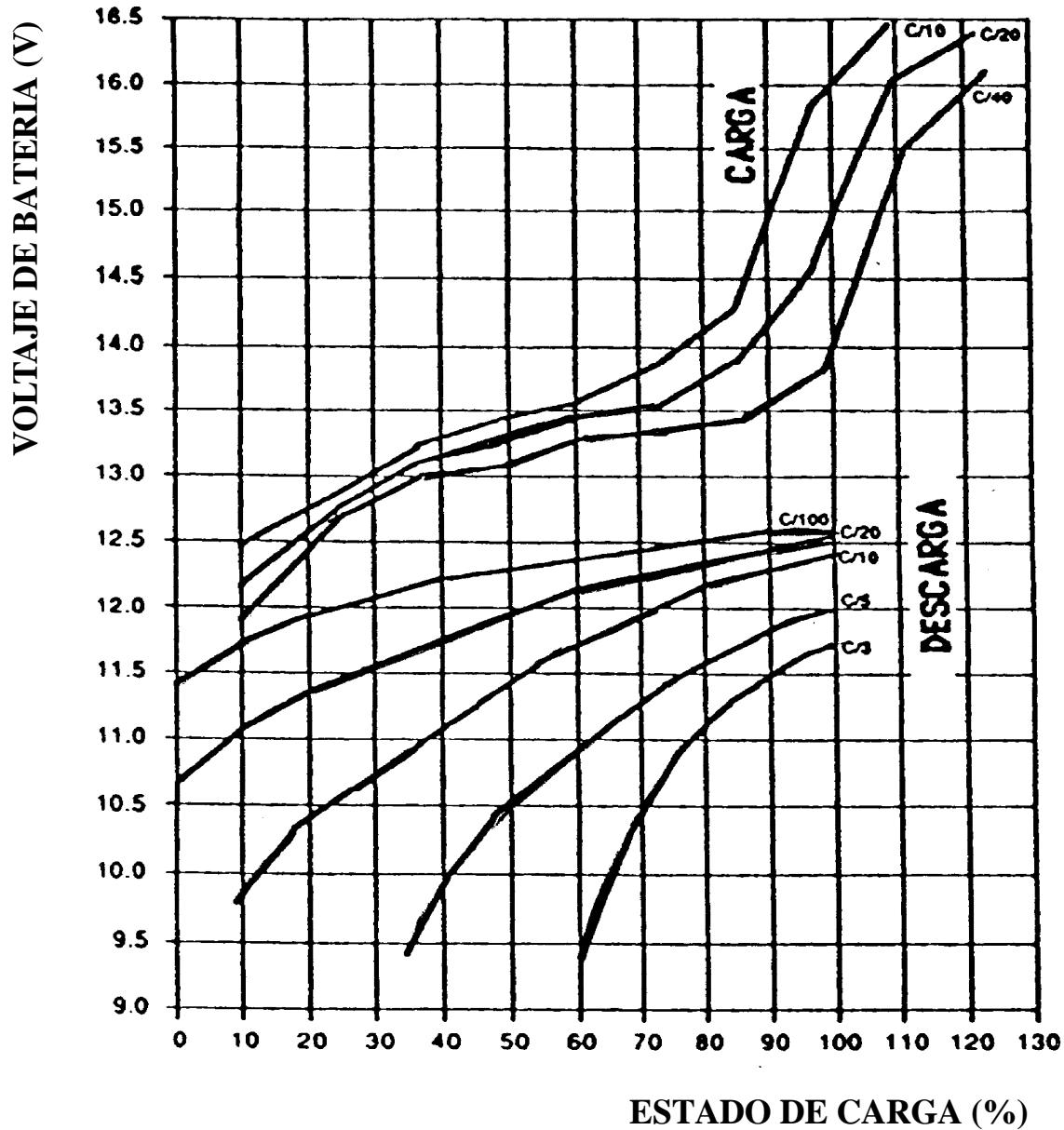


Fig. 5.4- Variaciones de Voltaje en una Batería Pb-ácido
(Cortésia de la Revista HOME POWER)

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

EVALUACION DEL ESTADO DE CARGA El valor del voltaje a circuito abierto para una batería no representa una buena indicación del estado de carga o la vida útil de la misma. Para que esta medición tenga alguna significación, la lectura debe ser precedida por la carga de la misma, seguida de un período de inactividad de varias horas. El voltímetro a usarse deberá ser capaz de leer dos decimales con precisión. La medición de la densidad del electrolito constituye una evaluación *más fiable*, pues se mide un grupo de celdas por separado. Diferencias substanciales en el valor de la densidad entre un grupo de celdas y los restantes dá una indicación clara del envejecimiento de la misma (Capítulo 13). Un voltaje que es importante es el de “final de descarga” para la batería. Este valor está dado por el fabricante, pero es siempre cercano a los 10,5V, para una batería de Pb-ácido de 12V nominales, trabajando a una temperatura cercana a los 25°C.

CONGELACION DEL ELECTROLITO Un problema que suele presentarse cuando la temperatura del electrolito alcanza los 0°C está relacionado con el estado de carga de la batería. Si ésta está prácticamente descargada, la cantidad de agua en la solución electrolítica es mayor, como indicamos anteriormente. Al bajar la temperatura del electrolito existe la posibilidad de que el agua se congele. Si esto ocurre, su volumen aumenta. La fuerza de esta expansión distorsiona los electrodos, pudiendo dañar las celdas o quebrar la caja. El ácido del electrolito actúa como anticongelante, de manera que es extremadamente importante mantener la carga de las baterías cuando la temperatura de trabajo disminuye. Una batería solar del tipo Pb-ácido, totalmente descargada, se congela alrededor de los -10°C. Si está totalmente cargada, el punto de congelación se alcanza alrededor de los -58°C (Tabla 5.7, pág. 47).

TEMPERATURA ELEVADA Si las bajas temperaturas causan tantos problemas, algún lector puede concluir que las temperaturas ambientes elevadas son las ideales. La conclusión es errónea, pues la mayor actividad química se traduce en una *reducción* en la vida útil de una batería de Pb-ácido, como lo muestra la tabla dada a continuación.

TEMPERATURA DEL ELECTROL.	REDUCCION DE LA VIDA UTIL
°C	%
25	0
30	30
35	50
40	65
45	77
50	87
55	95

GASIFICACION Cuando una batería de plomo-ácido está próxima a alcanzar el 100% de su carga, la cantidad de agua en el electrolito ha sido severamente reducida. Los iones que ésta provee se hacen más escasos, disminuyendo la posibilidad para el ión de hidrógeno (electrodo negativo) y para el ión de oxígeno (electrodo positivo) de reaccionar químicamente, formando plomo y dióxido de plomo, respectivamente. Si la corriente de carga continúa al mismo nivel, el exceso de gases escapa del electrolito produciendo un intenso burbujeo, el que se conoce como “gasificación”.

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

GASIFICACION Si el proceso de carga no es controlado, el exceso de oxígeno comienza a oxidar los sostenes de plomo de las celdas, pudiendo causar el derrumbe de los mismos. Este fenómeno es conocido como la “muerte súbita” de la batería, ya que ocurre sin dar aviso previo. Una gasificación excesiva arrastra parte del electrolito, el que es expulsado fuera de la batería, a través de los tapones de respiración. Este material contiene ácido sulfúrico, dañando los terminales de salida y disminuyendo la cantidad de ácido dentro de la batería. El proceso de carga de una batería de Pb-ácido debe minimizar la gasificación del electrolito. Algo de gasificación es útil, pues contribuye a homogeneizar la solución electrolítica. Para una batería solar de Pb-ácido de 12V nominales, trabajando alrededor de los 25°C, un voltaje de carga de 14,28V proporciona un nivel tolerable de gasificación. Un voltaje más elevado provoca un nivel de gasificación excesivo.

SULFATACION Hemos visto que la descarga de las baterías de plomo-ácido trae aparejado un depósito de sulfato de plomo en ambas placas. Normalmente este depósito está constituido por pequeños cristales, que se descomponen fácilmente durante el proceso de carga. Si, por el contrario, la batería ha sido descargada repetidas veces por debajo del mínimo especificado, es pobremente cargada, o permanece descargada por largo tiempo, el tamaño de los cristales crece, y sólo una parte de ellos interviene en el proceso de carga. Esto se traduce en una disminución de la superficie activa del electrodo, disminuyendo la capacidad de almacenaje. Este fenómeno se lo conoce con el nombre de **sulfatación** de la batería. En lugares donde los períodos nublados son de larga duración las baterías pueden permanecer en estado de baja carga, por largo tiempo, induciendo la sulfatación de las placas. Una carga a régimen de corriente elevado puede disolver esta formación cristalina (proceso de eualización).

AUTODESCARGA Una batería que está cargada y permanece inactiva, independientemente de su tipo, pierde su carga con el tiempo. Este fenómeno es conocido como autodescarga. La rapidez de la descarga depende de la temperatura ambiente y del tipo de batería. Al analizar los distintos tipos de baterías en el Capítulo 6, se dan valores específicos de autodescarga para los modelos descriptos.

NORMAS DE SEGURIDAD El proceso de carga en una batería de Pb-ácido genera dos tipos de gases: oxígeno e hidrógeno. Ambos son sumamente activos, de manera que las baterías deben estar en un lugar que tenga ventilación al exterior. En particular, una llama o chispa puede iniciar una reacción química entre el oxígeno y el hidrógeno, la que se lleva a cabo con una fuerte explosión. Por ello es importante no fumar o producir chispas eléctricas en el área donde se alojan las baterías. El electrolito de estas baterías es altamente corrosivo, atacando metales y sustancias orgánicas. Al manejar baterías de Pb-ácido se recomienda el uso de guantes, botas y ropa protectora de goma. Si accidentalmente Ud llegare a entrar en contacto con el electrolito, lávese las manos con abundante agua, para evitar el ataque a la piel. Es ***muy importante*** tener a mano bicarbonato de soda. Esta sustancia neutraliza al ácido sulfúrico y dado su bajo costo, puede usarse para neutralizar ácido derramado en el piso o en herramientas.

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

ENVEJECIMIENTO Con el tiempo, todas las baterías pierden la capacidad de acumular carga, ya que con cada descarga se pierde algo del material activo. Sin embargo, la vida útil de las mismas puede ser prolongada si se las mantiene cargadas, no se sobrecargan ni descargan en exceso, permanecen en un lugar que no sufre temperaturas extremas, no son sometidas a cortocircuitos, y se reemplaza el agua destilada que pierden.

NOTAS Nunca agregue ácido al electrolito o productos “restauradores” milagrosos. Durante la carga, iones de hidrógeno y oxígeno intervienen en el proceso químico, disminuyendo la cantidad de agua. Cuando la temperatura ambiente es elevada, esta pérdida se acentúa. Restaure el nivel del electrolito, agregando sólo agua destilada, al nivel recomendado por el fabricante. No sobrepase ese nivel, ya que el electrolito y los gases generados necesitan espacio para expandirse.

**TEMPERATURAS
DE
CONGELACION**

TABLA 5.7

Punto de Congelación de una Batería de Pb-ácido

Estado de Carga %	Temperatura de Congelamiento del Electrolito °C
100%	- 58,0
75%	- 34,4
50%	- 20,0
25%	- 15,0
Descargada	- 10,0

CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

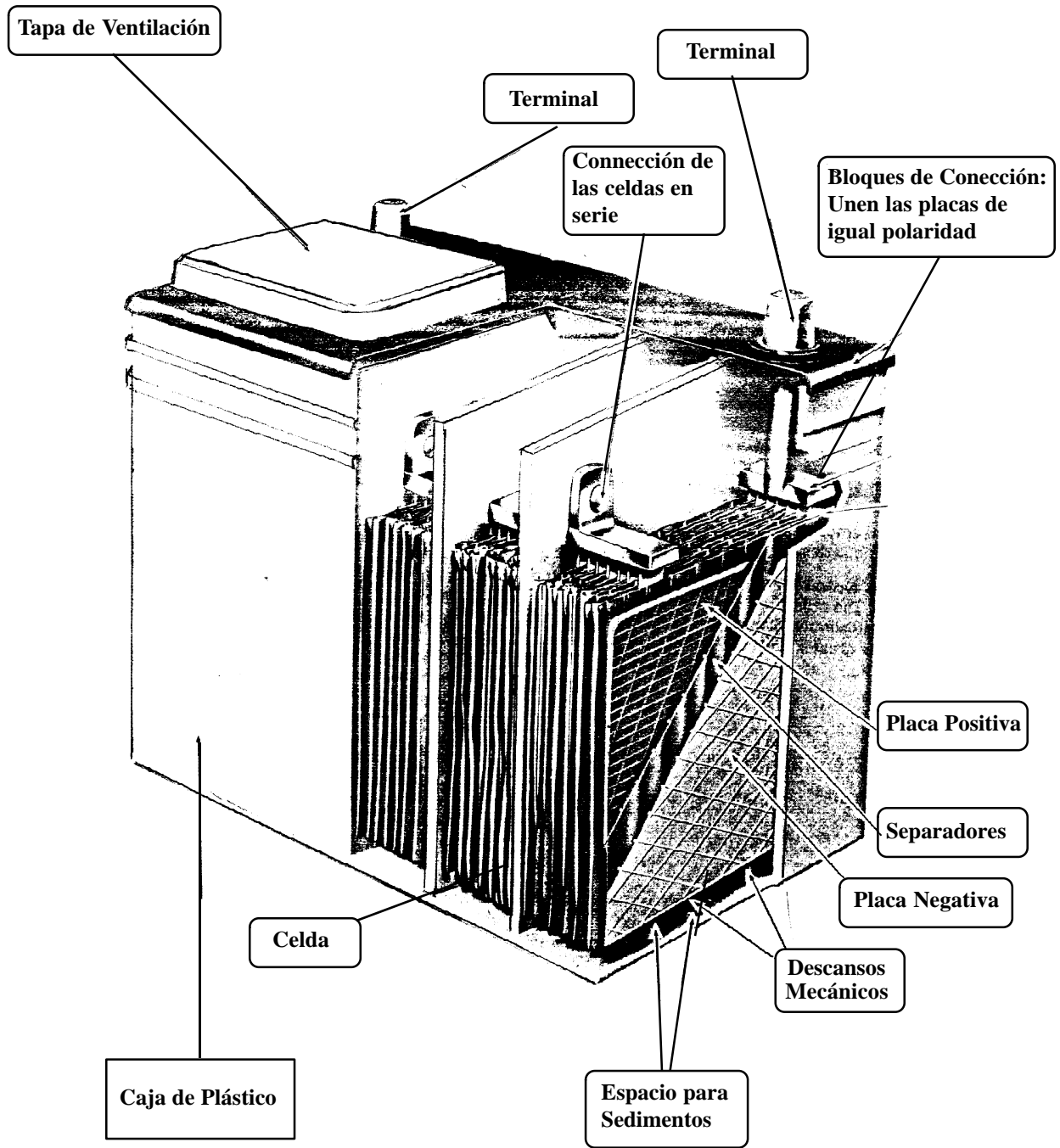


Fig. 5.6- Detalles de Construcción de una Batería para Automotor



6.3 ANEXO N°3: NORMATIVA NO-DIS-MA 5200

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-5200

CARGADOR DE BATERÍAS

FECHA DE APROBACIÓN: 03/02/09

ÍNDICE

0.-	REVISIONES.....	2
1.-	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS	2
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	2
3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES	2
3.1.1.-	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	2
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS	3
3.2.1.-	MODO DE CARGA	3
3.2.2.-	CARACTERÍSTICAS DE SALIDA DE LOS CARGADORES	4
3.2.3.-	INSTRUMENTOS Y CONTROLES	4
3.2.4.-	PROTECCIÓN DE ENTRADA Y SALIDA.....	5
3.2.5.-	PROTECCIÓN DE SEMICONDUCTORES.....	5
3.2.6.-	RELÉS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS.....	6
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES	6
4.-	IDENTIFICACIÓN.....	6
5.-	ENSAYOS	6
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO.....	7
5.2.-	ENSAYOS DE RUTINA	7
5.3.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	7
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	8
7.-	CÓDIGOS UTE.....	8
8.-	NORMAS DE REFERENCIA.....	8
9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	9
10.-	ANEXOS.....	10

0.- REVISIONES

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE LA FECHA 13/10/04	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
	Cambio al nuevo formato
	Eliminación del cargador par bancos de 220V _{cc}
4	Se quita tamaño de letra mínima en la placa de características.
3.3	Se define el grado de protección de acuerdo a su IP
3.2.7	Se define que los semiconductores serán protegidos mediante la electrónica del control del cargador de baterías.
3.2	Se redefinen los rangos de ajuste de los parámetros que definen la forma de trabajo y se prohíbe que dichos ajustes se realicen mediante potenciómetros. Se ajustan los rangos de ajuste de las alarmas.
7	Ajuste de la descripción de los códigos de UTE

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto definir las características de diseño, fabricación y ensayo de cargadores de baterías destinados a cargar bancos de baterías de plomo-ácido estacionarias de 12-23 elementos, y de 52 elementos destinadas a suministrar tensión auxiliar de tensión continua en estaciones de transformación en 24/48V_{cc} (equipo con tensión de salida múltiple para ser usado en bancos de 24V ó 48V indistintamente), y cargadores de 110V_{cc} respectivamente.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

No corresponde.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los cargadores de baterías serán del tipo de estado sólido, apropiado para operación continua con cualquier carga y voltaje dentro de sus valores nominales.

Realizarán la carga controlada de bancos de baterías y su mantenimiento en régimen de flotación, además controlarán la alimentación de las cargas del circuito de continua.

3.1.1.- CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La atmósfera tiene una salinidad particularmente agresiva y característica de zonas costeras.

El contenido de humedad es elevado y pueden existir condiciones ambientales que provoquen condensación en superficies.

Las condiciones atmosféricas serán los siguientes:

- | | |
|------------------------------------|--------|
| - temperatura máxima del aire | 40°C |
| - temperatura media diaria máxima. | 30°C |
| - temperatura mínima: interior | 5°C |
| intemperie | -10°C |
| - humedad relativa ambiente máxima | 100% |
| - altitud menor a: | 1000 m |

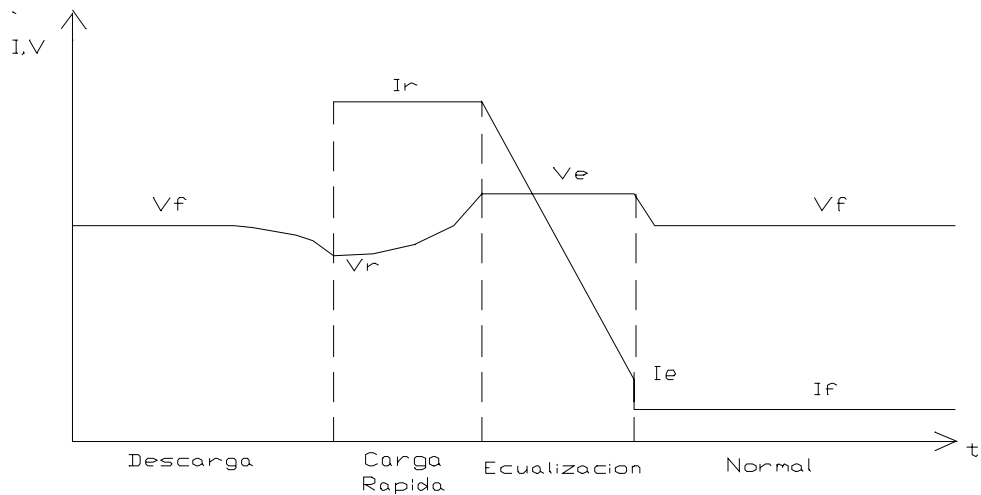
3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

Los cargadores de baterías serán alimentados mediante su conexión a una red trifásica de 230 V + 10% -15%, 50Hz, trifásica.

3.2.1.- MODO DE CARGA

Deben tener 2 regímenes de carga, uno automático y uno manual, seleccionables mediante llave o conmutador apropiado. En el régimen de carga automática los cargadores deberán ser aptos para funcionar en los modos de carga flotante, rápida y de ecualización.

El funcionamiento de los cargadores deberá estar de acuerdo con la secuencia indicada en la siguiente figura:



En donde:

- V_f es la tensión de flotación
- V_r es la tensión de descarga que hace pasar al cargador a la modalidad de ecualización
- V_e es la tensión de ecualización

- Ir es la corriente a la que se limita la corriente de carga
- Ie es la corriente que lleva al cargador al modo de flotación
- If es la corriente de carga en la modalidad de flotación.

3.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE SALIDA DE LOS CARGADORES

La regulación de los distintos parámetros que caracterizan los modos de funcionamiento se realizará en forma digital y tendrán previsto un mecanismo que dificulte la modificación por personal no especializado por error, para lo cual se admitirán mecanismos de password o botones de ratificación que no sean fácilmente accesibles para personal no idóneo. En ningún caso se admitirá que se realicen los ajustes mediante potenciómetros.

La máxima corriente que los cargadores podrán suministrar en forma permanente, contemplando el ciclo de carga rápida, y que desde ahora en más llamaremos corriente nominal, será igual a 30 A.

La corriente de salida deberán poder ajustarse en los siguientes rangos:

Ir..... 0 - 30A.
Ie..... 0- 15A.

Respecto a las tensiones, los rangos de ajuste dependan de la tensión nominal de salida y serán al menos las siguientes:

- Salida del cargador de 24/48 V:
Vf..... 24V a 56V
Vr..... 19V a 45V
Ve.....24V a 58V

- Salida del cargador de 110 V:
Vf..... 104V a 124V
Vr..... 80V a 100V
Ve.....104V a 130V

La salida de los cargadores deberá ser de voltaje constante con una tolerancia de no más de ± 1 % hasta que actúe el límite de corriente de ajuste; cuando éste actúe, la salida deberá ser de corriente constante.

Una vez ajustados los valores de tensión para flote y ecualización, los cargadores los mantendrán dentro de ± 1 % para variaciones de la carga, tensión de alimentación y temperatura dentro de los rangos especificados en cada caso.

En régimen manual los cargadores suministrarán una tensión constante, ajustable continuamente en forma manual. El rango de tensiones para la carga manual deberá alcanzar, por lo menos, hasta un valor de 2.4 V/elemento.

En todos los regímenes de funcionamiento de los cargadores, deberá existir una limitación de la corriente de carga, de forma que esta no supere la corriente nominal de los mismos.

3.2.3.- INSTRUMENTOS Y CONTROLES

Los equipos deberán tener en su panel frontal:

- Cargador de 24/48 V:

- Voltímetro en barras de continua (0 - 100V)
- Amperímetro en barras de continua 40 A.
- Alarma de bajo voltaje de DC ajustable entre:
 - 19 V y 22 V (cuando se use para bancos de 24 V)
 - 35 V y 43 V (cuando se use para bancos de 48 V)

- Alarma de alto voltaje de DC ajustable entre:
 - 25 V y 30 V (cuando se use para bancos de 24 V)
 - 50 V y 55 V (cuando se use para bancos de 48 V)

- Cargador de 110 V:
 - Voltímetro en barras de continua (0 - 150V)
 - Amperímetro en barras de continua 40A.
 - Alarma bajo voltaje de DC ajustable entre 90V y 100V.
 - Alarma de alto voltaje de DC ajustable entre 115V y 130V.

Además los tableros deberán contar con las señalizaciones y comandos del cargador constituidos por lo menos con los siguientes elementos:

- Estado de los interruptores de entrada y salida.
- Control de voltaje de salida.
- Control de límite de corriente.
- Voltímetro de salida del cargador.
- Amperímetro de salida del cargador.
- Indicaciones para:
 - Disponibilidad de fuente de energía (AC)
 - Cargador ON.
 - Cargador en falla.
 - Actuación del límite de corriente.

Los instrumentos podrán ser analógicos, o digitales múltiples con llave de conmutación electrónica. En ambos casos la clase de precisión deberá ser de 1.5. En el caso en que los instrumentos sean analógicos las dimensiones mínimas serán de 72x72mm.

En el frente de los equipos habrá señales luminosas que indiquen el estado en que se encuentra el cargador, carga manual, carga de equalización o carga de flote.

3.2.4.- PROTECCIÓN DE ENTRADA Y SALIDA

La entrada de los equipos deberá estar protegida por un interruptor de AC con ajuste de disparo por sobrecarga y cortocircuito, con poder de corte no menor de 10 KA.

Los equipos estarán protegidos contra cortocircuitos a la salida. Deberán contar además con protección termomagnética contra posibles cortocircuitos o sobrecargas internas.

3.2.5.- PROTECCIÓN DE SEMICONDUCTORES

Los semiconductores de potencia deberán ser protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas mediante la electrónica de control del cargador de baterías.

3.2.6.- RELÉS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

Los circuitos de control electrónico deben montarse en circuito impreso en fibra de vidrio tipo enchufables, además deben protegerse del calor excesivo dado por los elementos de potencia principales.

Los relés que se utilicen serán preferiblemente del tipo enchufable, de buena calidad.

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

Los cargadores con sus accesorios deberán ser ensamblados en armarios autoportantes para montaje sobre piso. Los mismos deberán tener puerta de acceso frontal y tendrán que ser construidos como mínimo en chapa N°16; se entregarán con tratamiento antióxido masillado y con dos capas de pintura al horno como mínimo.

Los instrumentos y controles deberán montarse con los tableros frontales.

La entrada de alterna y las salidas de continua a las barras de continua se harán por la parte inferior del tablero.

Los gabinetes metálicos se suministrarán con un adecuado borne para su puesta a tierra y de cáncamos postizos para permitir su elevación.

Los armarios deberán contar con protección de tipo metálico contra insectos. Con un grado de protección IP2X de acuerdo a la IEC60529.

4.- IDENTIFICACIÓN

Los equipos deberán presentar en su panel frontal una placa de características que tenga como mínimo la información que se lista a continuación, en letra de imprenta y caracteres indelebles:

- Nombre del fabricante.
- Modelo según fabricante.
- Tensión de alimentación.
- Tensión de salida.
- Corriente nominal a suministrar por el cargador.
- Las palabras "Propiedad de UTE".
- Fecha de fabricación
- Fecha de fin de la garantía.

5.- ENSAYOS

Los cargadores objeto de esta Norma deberán someterse a los ensayos que se detallan a continuación.

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

Deberán ajustarse a lo especificado en la Norma IEC 146.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA

Los cargadores serán sometidos individualmente durante su fabricación a los siguientes ensayos de rutina:

I) ensayo de rigidez dieléctrica: aplicando una tensión de 2.2KV 50Hz durante 1 segundo (según IEC 255):

1- a los bornes de alimentación contra los bornes de salida y bornes de relé de alarma conectados a tierra.

2- a los bornes de salida contra los bornes de alimentación y bornes de relé de alarma conectados a tierra.

3- a los bornes de relé de alarma contra los bornes de alimentación y bornes de salida conectados a tierra.

Nota: para este ensayo se deberá verificar que el interruptor de AC se encuentre en posición de cargador encendido, y además se deberán desconectar los filtros de radiofrecuencia los que se volverán a conectar para los ensayos siguientes.

II) ensayos de funcionamiento:

1° Verificación del pasaje a ecualización y retorno a flotación de acuerdo con la curva de carga especificada en la presente Norma.

2° Comprobación de que las tensiones de flote, ecualización y carga manual puedan ajustarse dentro del rango especificado por la Norma.

3° Contraste de las lecturas de los instrumentos del cargador contra instrumentos externos.

4° Verificación del funcionamiento del relé de señalización remota de alarmas.

5° Comprobación de que la corriente queda limitada a 30A.

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos de recepción se realizarán en fábrica con los representantes que UTE designe a los efectos.

El fabricante dispondrá de todos los equipos y personal técnico calificado para la realización de estos ensayos.

Todo el instrumental de laboratorio y de fábrica utilizado para los ensayos de recepción deberá estar calibrado por un instituto oficial o por un laboratorio independiente de reconocido prestigio. El inspector de UTE podrá requerir la presentación de los correspondientes certificados de contraste, cuya fecha de expedición no deberá ser anterior a dos años.

Como ensayo de recepción se repetirán los ensayos de rutina especificados en la presente Norma, sobre el total de las unidades que compongan el lote.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

Cada cargador de baterías deberá entregarse dentro de una estructura de madera de forma tal que el material resista sin daño alguno las solicitaciones a las que será sometido durante su transporte o movimiento. Estas estructuras deberán confeccionarse de forma tal que no se desarmen o deformen por las solicitaciones mencionadas.

Cada estructura de madera deberá tener 3 tacos de apoyo, paralelos y equidistantes, de 10cm de altura libre y de entre 10 y 14cm de ancho.

Este embalaje deberá cumplirse, aún en el caso de que la entrega del material se efectúe en contenedores.

7.- CÓDIGOS UTE

CODIGO	DESCRIPCION
051243	CARGADOR BATERIA 220 VCA 24-48 VCC 30A
051244	CARGADOR BATERIA 230 VCA 110 VCC 30 A

8.- NORMAS DE REFERENCIA

IEC 146	SEMICONDUCTOR CONVERTORS 1974
IEC 255-0-20	ELECTRICAL RELAYS. CONTACT PERFDORMANCE OF ELECTRICAL RELAYS 1974
IEC 60529	CLASSIFICATION OF DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES 1976

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Descripción	Solicitado		Garantizado
1. Ítem:	-----		
2. Fabricante:	-----		
3. Modelo:	-----		
4. Código UTE:	-----		
5. País de Origen:	-----		
6. Localidad de inspección:	-----		
7. Plazo de garantía:	2 años		
8. Normas de fabricación y ensayos:	NO-DIS-MA-5200		
9. Tensión de alimentación (V):	230 trifásica		
10. Tolerancia en la alimentación (%)	+10 -15		
11. Corriente nominal (A)	30		
12. Rango de Ir (A)	0 a 30		
13. Rango de Ie (A)	0 a 15		
14. Tensión de salida (V)	24/48	110	
15. Rango de ajuste de la tensión de flote (V)	24 a 56	104 a 124	
16. Rango de ajuste de Vr (V)	19 a 45	80 a 100	
17. Rango de ajuste de la tensión de ecualización (V)	24 a 58	104 a 130	
18. Alarma por bajo V_{dc} (V)	19 a 22/35 a 43	90 a 100	
19. Alarma por alto V_{dc} (V)	25 a 30/50 a 55	115 a 130	
20. Voltímetro en continua (V)	0 a 100	0 a 150	
21. Amperímetro en continua (A)	0 a 40		
22. Protección entrada	Mediante termo		
23. Pose alarma por mal funcionamiento	De acuerdo al punto 3.2.1		
24. Peso de la unidad completa (kg)			
25. Largo (mm)			
26. Ancho (mm)			
27. Alto (mm)			

10.- ANEXOS

No aplica.



6.4 ANEXO N°4: DATASHEET

Plastic Medium-Power Complementary Silicon Transistors

... designed for general-purpose amplifier and low-speed switching applications.

- High DC Current Gain —
 $h_{FE} = 2500$ (Typ) @ I_C
 $= 4.0$ Adc
- Collector-Emitter Sustaining Voltage — @ 100 mAdc
 $V_{CEO(sus)} = 60$ Vdc (Min) — TIP120, TIP125
 $= 80$ Vdc (Min) — TIP121, TIP126
 $= 100$ Vdc (Min) — TIP122, TIP127
- Low Collector-Emitter Saturation Voltage —
 $V_{CE(sat)} = 2.0$ Vdc (Max) @ $I_C = 3.0$ Adc
 $= 4.0$ Vdc (Max) @ $I_C = 5.0$ Adc
- Monolithic Construction with Built-In Base-Emitter Shunt Resistors
- TO-220AB Compact Package

***MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	TIP120, TIP125	TIP121, TIP126	TIP122, TIP127	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	100	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CB}	60	80	100	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EB}	5.0			Vdc
Collector Current — Continuous Peak	I_C	5.0 8.0			Adc
Base Current	I_B	120			mAdc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	65 0.52			Watts W/ $^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	2.0 0.016			Watts W/ $^\circ\text{C}$
Unclamped Inductive Load Energy (1)	E	50			mJ
Operating and Storage Junction, Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +150			$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

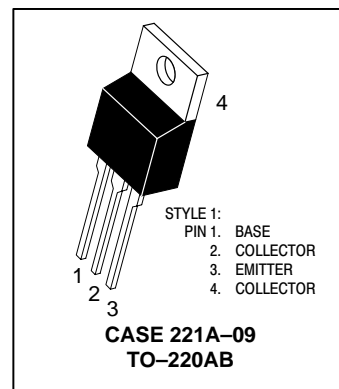
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.92	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	$^\circ\text{C/W}$

(1) $I_C = 1$ A, $L = 100$ mH, P.R.F. = 10 Hz, $V_{CC} = 20$ V, $R_{BE} = 100 \Omega$.

NPN
TIP120*
TIP121*
TIP122*
PNP
TIP125*
TIP126*
TIP127*

*ON Semiconductor Preferred Device

DARLINGTON
5 AMPERE
COMPLEMENTARY SILICON
POWER TRANSISTORS
60-80-100 VOLTS
65 WATTS



Preferred devices are ON Semiconductor recommended choices for future use and best overall value.

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

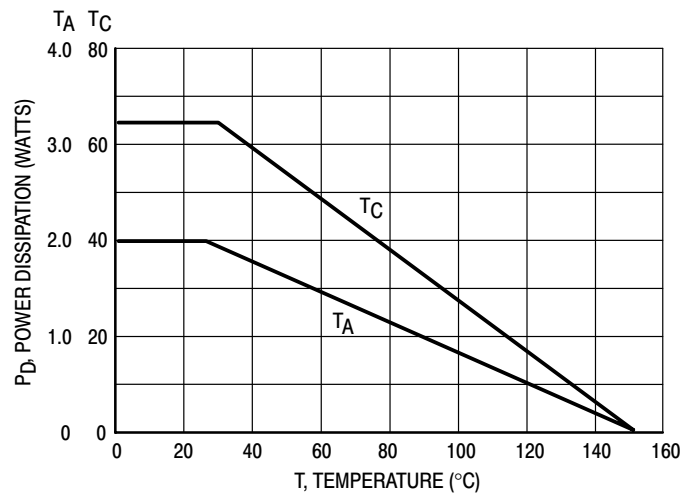


Figure 1. Power Derating

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

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

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector–Emitter Sustaining Voltage (1) ($I_C = 100\text{ mAdc}$, $I_B = 0$)	$V_{CE(sus)}$	60 80 100	—	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30\text{ Vdc}$, $I_B = 0$) ($V_{CE} = 40\text{ Vdc}$, $I_B = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ Vdc}$, $I_B = 0$)	I_{CEO}	— — —	0.5 0.5 0.5	mAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 60\text{ Vdc}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 80\text{ Vdc}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 100\text{ Vdc}$, $I_E = 0$)	I_{CBO}	— — —	0.2 0.2 0.2	mAdc
Emitter Cutoff Current ($V_{BE} = 5.0\text{ Vdc}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}	—	2.0	mAdc

ON CHARACTERISTICS (1)

DC Current Gain ($I_C = 0.5\text{ Adc}$, $V_{CE} = 3.0\text{ Vdc}$) ($I_C = 3.0\text{ Adc}$, $V_{CE} = 3.0\text{ Vdc}$)	h_{FE}	1000 1000	— —	—
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 3.0\text{ Adc}$, $I_B = 12\text{ mAdc}$) ($I_C = 5.0\text{ Adc}$, $I_B = 20\text{ mAdc}$)	$V_{CE(sat)}$	— —	2.0 4.0	Vdc
Base–Emitter On Voltage ($I_C = 3.0\text{ Adc}$, $V_{CE} = 3.0\text{ Vdc}$)	$V_{BE(on)}$	—	2.5	Vdc

DYNAMIC CHARACTERISTICS

Small–Signal Current Gain ($I_C = 3.0\text{ Adc}$, $V_{CE} = 4.0\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	h_{fe}	4.0	—	—
Output Capacitance ($V_{CB} = 10\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $f = 0.1\text{ MHz}$)	C_{ob}	— —	300 200	pF

(1) Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\ \mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2\%$.

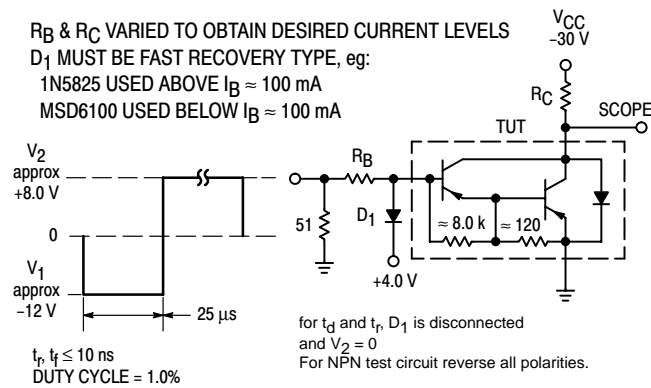


Figure 2. Switching Times Test Circuit

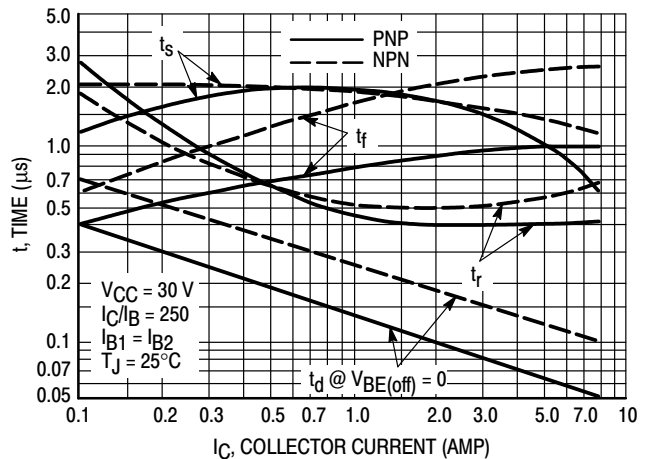


Figure 3. Switching Times

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

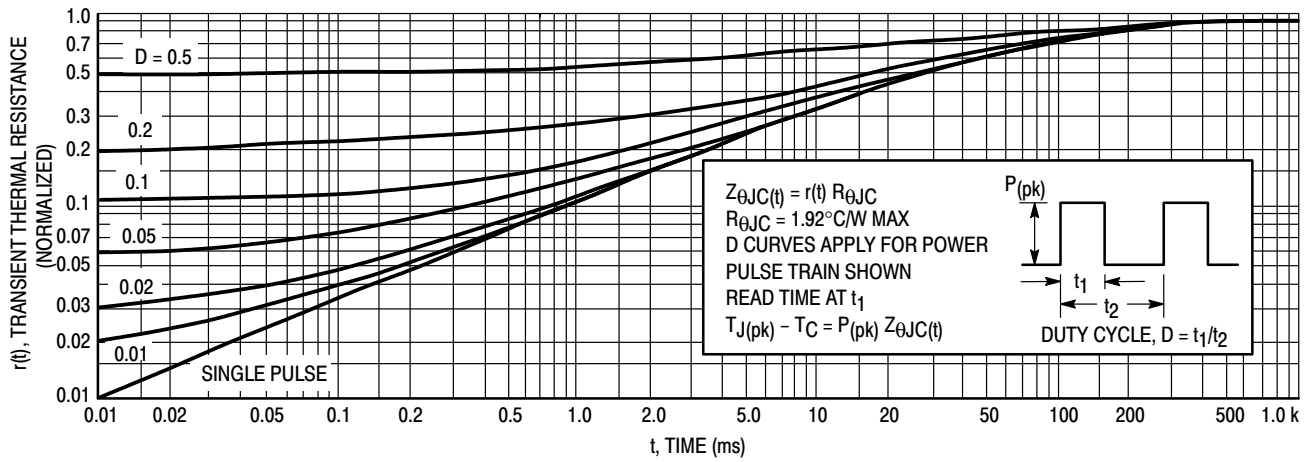


Figure 4. Thermal Response

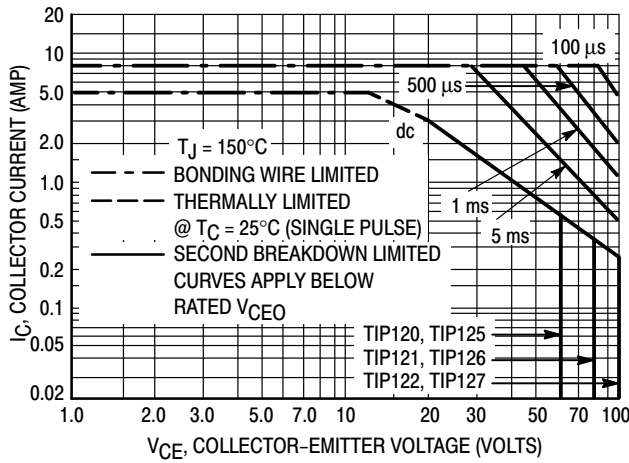


Figure 5. Active-Region Safe Operating Area

There are two limitations on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown. Safe operating area curves indicate $I_C - V_{CE}$ limits of the transistor that must be observed for reliable operation, i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than the curves indicate.

The data of Figure 5 is based on $T_J(pk) = 150^\circ\text{C}$; T_C is variable depending on conditions. Second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided $T_J(pk) < 150^\circ\text{C}$. $T_J(pk)$ may be calculated from the data in Figure 4. At high case temperatures, thermal limitations will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown

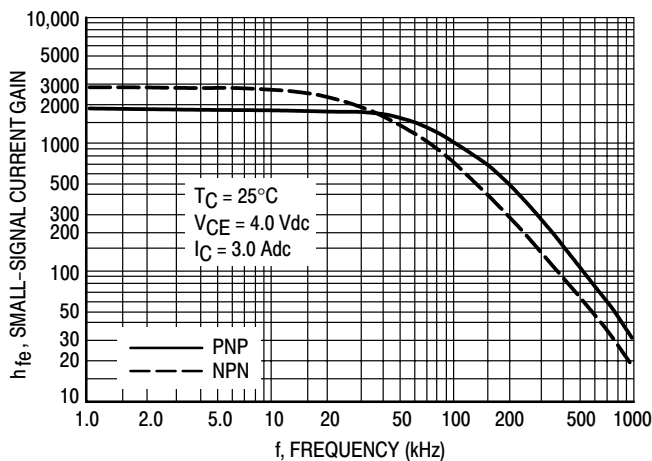


Figure 6. Small-Signal Current Gain

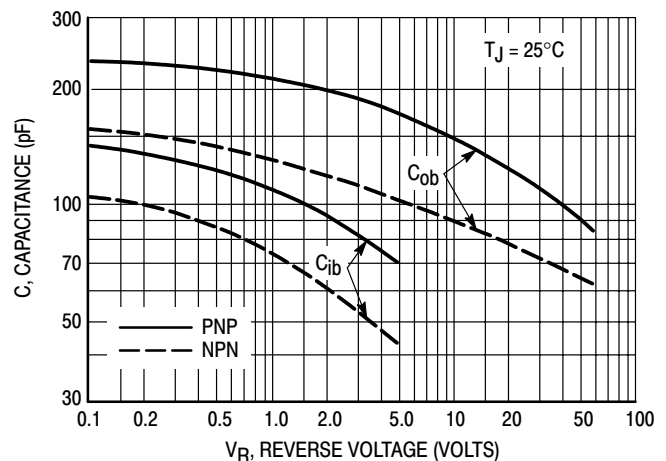
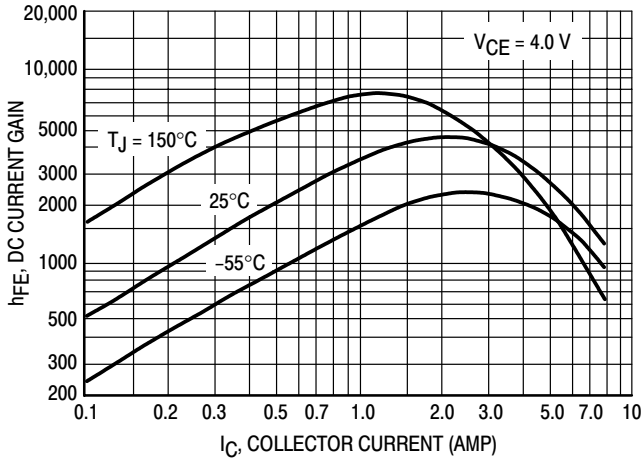


Figure 7. Capacitance

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

NPN
TIP120, TIP121, TIP122



PNP
TIP125, TIP126, TIP127

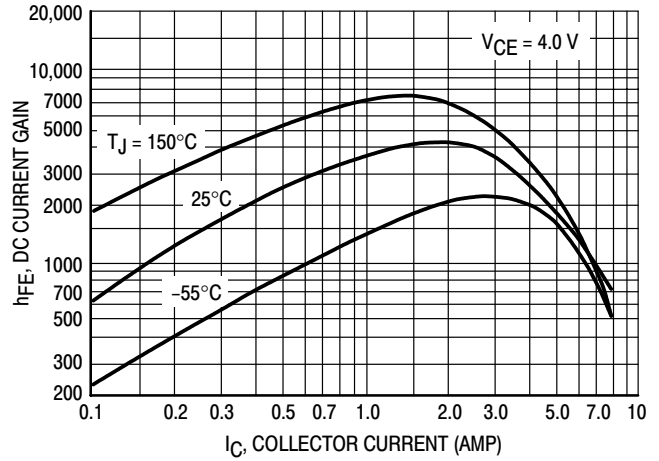


Figure 8. DC Current Gain

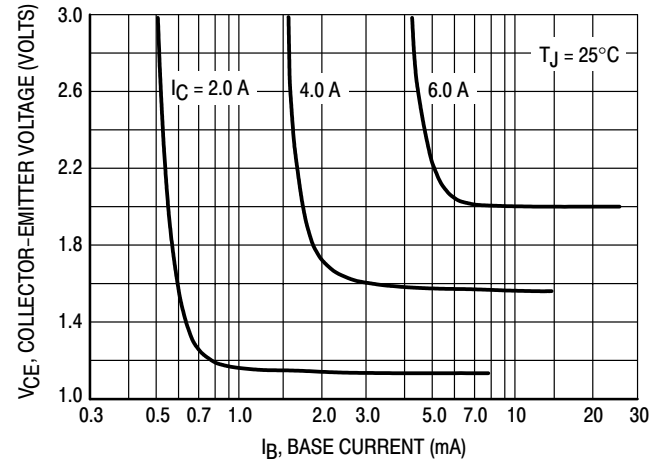
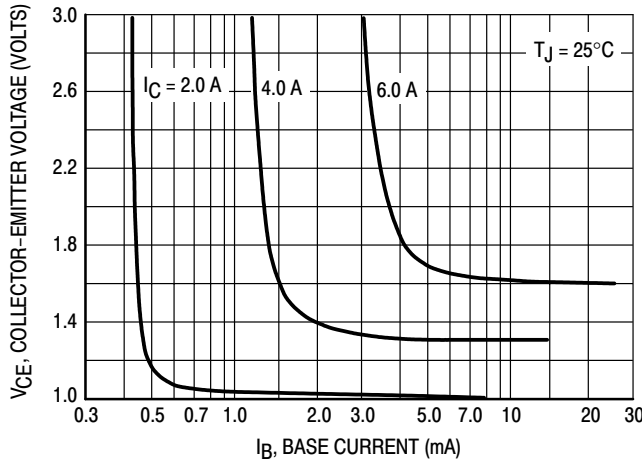


Figure 9. Collector Saturation Region

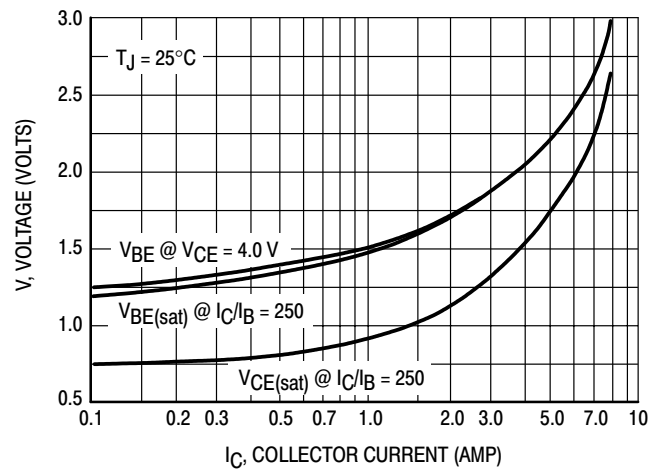
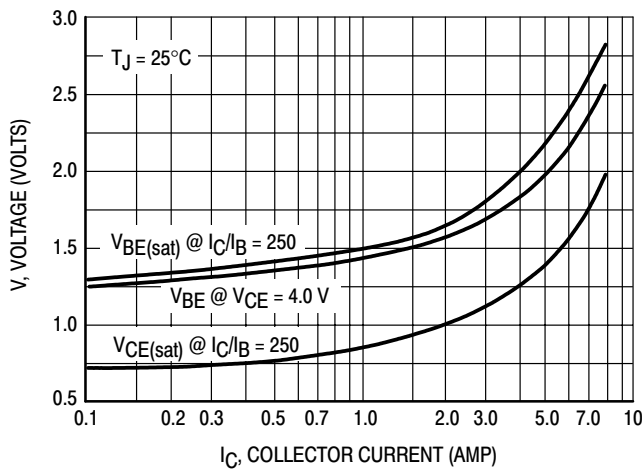
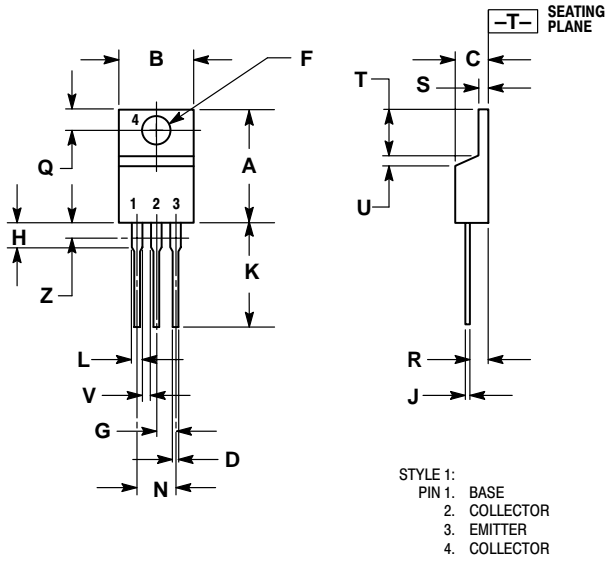


Figure 10. "On" Voltages

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

PACKAGE DIMENSIONS

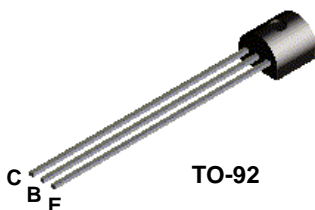
TO-220AB
CASE 221A-09
ISSUE AA



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION Z DEFINES A ZONE WHERE ALL BODY AND LEAD IRREGULARITIES ARE ALLOWED.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.570	0.620	14.48	15.75
B	0.380	0.405	9.66	10.28
C	0.160	0.190	4.07	4.82
D	0.025	0.035	0.64	0.88
F	0.142	0.147	3.61	3.73
G	0.095	0.105	2.42	2.66
H	0.110	0.155	2.80	3.93
J	0.018	0.025	0.46	0.64
K	0.500	0.562	12.70	14.27
L	0.045	0.060	1.15	1.52
N	0.190	0.210	4.83	5.33
Q	0.100	0.120	2.54	3.04
R	0.080	0.110	2.04	2.79
S	0.045	0.055	1.15	1.39
T	0.235	0.255	5.97	6.47
U	0.000	0.050	0.00	1.27
V	0.045	---	1.15	---
Z	---	0.080	---	2.04

2N6426



NPN Darlington Transistor

This device is designed for applications requiring extremely high current gain at currents to 1.0 A. Sourced from Process 05. See MPSA14 for characteristics.

Absolute Maximum Ratings*

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V _{CEO}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V _{CB0}	Collector-Base Voltage	40	V
V _{EBO}	Emitter-Base Voltage	12	V
I _C	Collector Current - Continuous	1.2	A
T _J , T _{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

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

NOTES:

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

Thermal Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max	Units
		2N6426	
P _D	Total Device Dissipation Derate above 25°C	625	mW
		5.0	mW/°C
R _{θJC}	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3	°C/W
R _{θJA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	°C/W

NPN Darlington Transistor

(continued)

2N6426

Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

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

OFF CHARACTERISTICS

$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage*	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 100 \mu\text{A}, I_E = 0$	40		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$	12		V
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	$V_{CB} = 30 \text{ V}, I_E = 0$		50	nA
I_{CEO}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 25 \text{ V}, I_B = 0$		1.0	μA
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current	$V_{EB} = 10 \text{ V}, I_C = 0$		50	nA

ON CHARACTERISTICS*

h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE} = 5.0 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5.0 \text{ V}, I_C = 100 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5.0 \text{ V}, I_C = 500 \text{ mA}$	20,000 30,000 20,000	200,000 300,000 200,000	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 0.5 \text{ mA}$ $I_C = 500 \text{ mA}, I_B = 0.5 \text{ mA}$		1.2 1.5	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 500 \text{ mA}, I_B = 0.5 \text{ mA}$		2.0	V
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V}$		1.75	V

SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10 \text{ V}, I_E = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$		7.0	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB} = 1.0 \text{ V}, I_C = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$		15	pF
h_{fe}	Small-Signal Current Gain	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$ $f = 1.0 \text{ kHz}$	20,000		
h_{ie}	Input Impedance	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$	100	2,000	k Ω
h_{oe}	Output Admittance	$f = 1.0 \text{ kHz}$		1,000	μmho
NF	Noise Figure	$I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$ $R_S = 100 \text{ k}\Omega,$ $f = 10 \text{ kHz to } 15.7 \text{ kHz}$		10	dB

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

TO-92 Tape and Reel Data



TO-92 Packaging Configuration: Figure 1.0

FSCINT Label sample



F63TNR Label sample



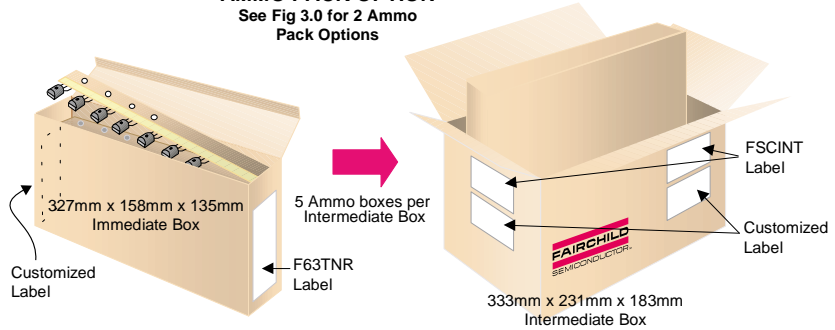
TO-92 TNR/AMMO PACKING INFORMATION

Packing	Style	Quantity	EOL code
Reel	A	2,000	D26Z
	E	2,000	D27Z
Ammo	M	2,000	D74Z
	P	2,000	D75Z

Unit weight = 0.22 gm
 Reel weight with components = 1.04 kg
 Ammo weight with components = 1.02 kg
 Max quantity per intermediate box = 10,000 units

AMMO PACK OPTION

See Fig 3.0 for 2 Ammo Pack Options

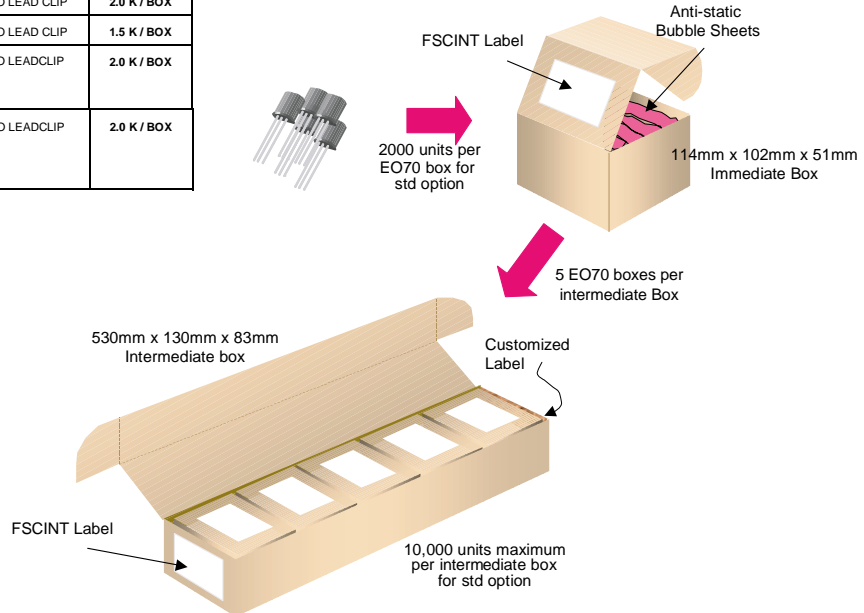


(TO-92) BULK PACKING INFORMATION

EOL CODE	DESCRIPTION	LEADCLIP DIMENSION	QUANTITY
J18Z	TO-18 OPTION STD	NO LEAD CLIP	2.0 K / BOX
J05Z	TO-5 OPTION STD	NO LEAD CLIP	1.5 K / BOX
NO EOL CODE	TO-92 STANDARD STRAIGHT FOR: PKG 92, 94 (NON PROELECTRON SERIES), 96	NO LEADCLIP	2.0 K / BOX
L34Z	TO-92 STANDARD STRAIGHT FOR: PKG 94 (PROELECTRON SERIES BCXXX, BFXXX, BSRXXX), 97, 98	NO LEADCLIP	2.0 K / BOX

BULK OPTION

See Bulk Packing Information table

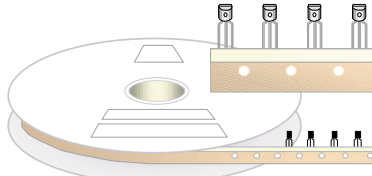


TO-92 Tape and Reel Data, continued

TO-92 Reeling Style

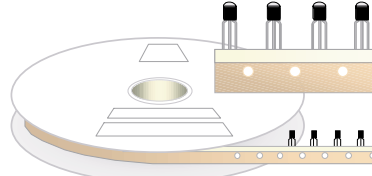
Configuration: Figure 2.0

Machine Option "A" (H)



Style "A", D26Z, D70Z (s/h)

Machine Option "E" (J)

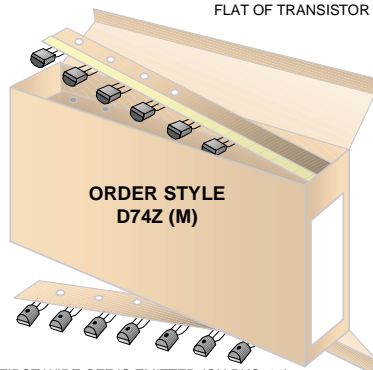


Style "E", D27Z, D71Z (s/h)

TO-92 Radial Ammo Packaging

Configuration: Figure 3.0

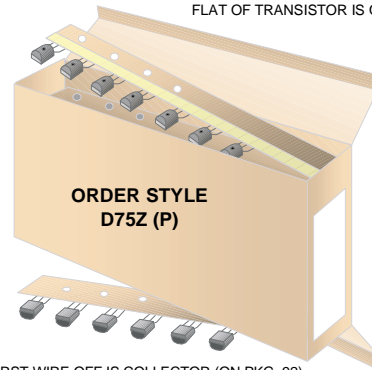
FIRST WIRE OFF IS COLLECTOR
ADHESIVE TAPE IS ON THE TOP SIDE
FLAT OF TRANSISTOR IS ON TOP



ORDER STYLE
D74Z (M)

FIRST WIRE OFF IS EMITTER (ON PKG. 92)
ADHESIVE TAPE IS ON BOTTOM SIDE
FLAT OF TRANSISTOR IS ON BOTTOM

FIRST WIRE OFF IS EMITTER
ADHESIVE TAPE IS ON THE TOP SIDE
FLAT OF TRANSISTOR IS ON BOTTOM

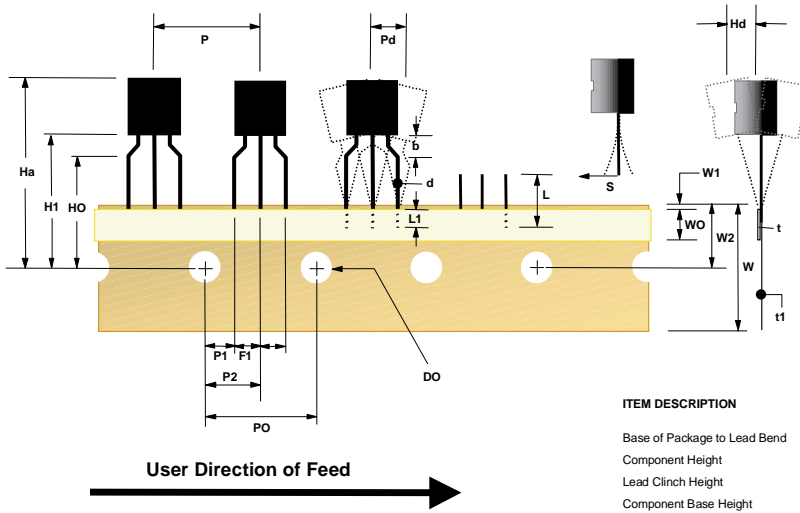


ORDER STYLE
D75Z (P)

FIRST WIRE OFF IS COLLECTOR (ON PKG. 92)
ADHESIVE TAPE IS ON BOTTOM SIDE
FLAT OF TRANSISTOR IS ON TOP

TO-92 Tape and Reel Data, continued

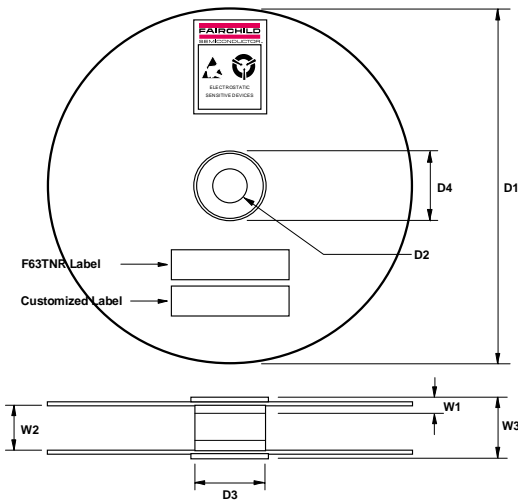
**TO-92 Tape and Reel Taping
Dimension Configuration: Figure 4.0**



ITEM DESCRIPTION	SYMBOL	DIMENSION
Base of Package to Lead Bend	b	0.098 (max)
Component Height	Ha	0.928 (+/- 0.025)
Lead Clinch Height	HO	0.630 (+/- 0.020)
Component Base Height	H1	0.748 (+/- 0.020)
Component Alignment (side/side)	Pd	0.040 (max)
Component Alignment (front/back)	Hd	0.031 (max)
Component Pitch	P	0.500 (+/- 0.020)
Feed Hole Pitch	PO	0.500 (+/- 0.008)
Hole Center to First Lead	P1	0.150 (+0.009, -0.010)
Hole Center to Component Center	P2	0.247 (+/- 0.007)
Lead Spread	F1/F2	0.104 (+/- 0.010)
Lead Thickness	d	0.018 (+0.002, -0.003)
Cut Lead Length	L	0.429 (max)
Taped Lead Length	L1	0.209 (+0.051, -0.052)
Taped Lead Thickness	t	0.032 (+/- 0.006)
Carrier Tape Thickness	t1	0.021 (+/- 0.006)
Carrier Tape Width	W	0.708 (+0.020, -0.019)
Hold - down Tape Width	WO	0.236 (+/- 0.012)
Hold - down Tape position	W1	0.035 (max)
Feed Hole Position	W2	0.360 (+/- 0.025)
Sprocket Hole Diameter	DO	0.157 (+0.008, -0.007)
Lead Spring Out	S	0.004 (max)

Note : All dimensions are in inches.

**TO-92 Reel
Configuration: Figure 5.0**



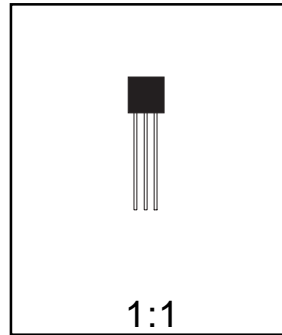
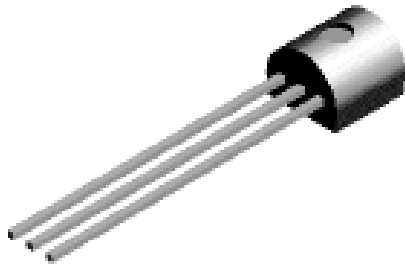
ITEM DESCRIPTION	SYMBOL	MINIMUM	MAXIMUM
Reel Diameter	D1	13.975	14.025
Arbor Hole Diameter (Standard)	D2	1.160	1.200
(Small Hole)	D2	0.650	0.700
Core Diameter	D3	3.100	3.300
Hub Recess Inner Diameter	D4	2.700	3.100
Hub Recess Depth	W1	0.370	0.570
Flange to Flange Inner Width	W2	1.630	1.690
Hub to Hub Center Width	W3		2.090

Note: All dimensions are in inches

TO-92 Package Dimensions



TO-92 (FS PKG Code 92, 94, 96)



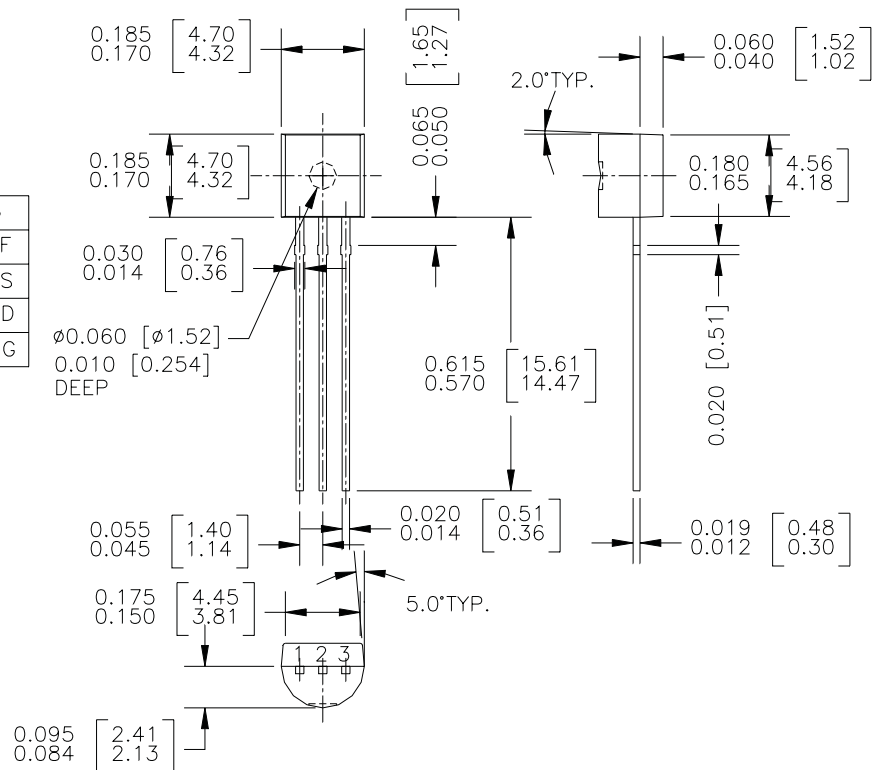
Scale 1:1 on letter size paper

Dimensions shown below are in:
inches [millimeters]

Part Weight per unit (gram): 0.1977

TO-92 (92,94,96)

PIN	92		94		96	
	B	F	B	F	B	F
1	E	D	E	D	B	S
2	B	S	C	G	E	D
3	C	G	B	S	C	G



TRADEMARKS

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

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

DISCLAIMER

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

LIFE SUPPORT POLICY

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

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

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

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

AM15X Series

1.5A Single Phase Bridge Rectifiers

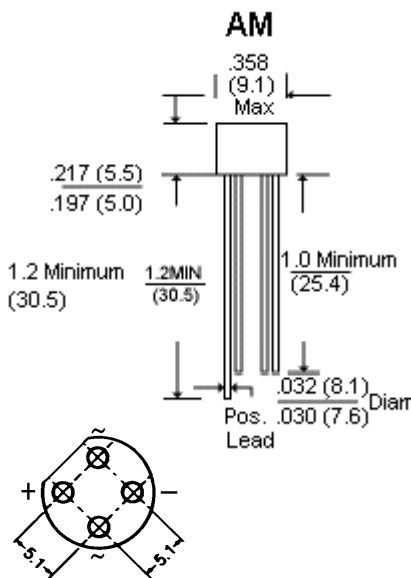


Features:

- Ratings to 1000V PRV.
- Surge overload rating - 30/50 amperes peak.
- Ideal for printed circuit board.
- Reliable construction utilizing moulded plastic.
- Mounting position : Any.

Mechanical Data:

- Case : Reliable low cost construction utilizing moulded plastic technique results in inexpensive product.
- Terminals : Lead solderable per MIL-STD-202, Method 208.
- Polarity : Polarity symbols marking on body.



Dimensions : Inches (Millimetres)

Maximum Ratings and Electrical Characteristics:

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase, half wave, 60Hz, Resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%.		AM150	AM151	AM152	AM154	AM156	AM158	AM1510	Units
Maximum recurrent peak reverse voltage		50	100	200	400	600	800	1000	
Maximum RMS bridge input voltage		35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage		50	100	200	400	600	800	1000	
Maximum average forward rectified current at $T_A = 50^\circ\text{C}$	AM150	1.5							A
Peak forward surge current, 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	AM150	50.0							
Maximum forward voltage drop per bridge element at 1.0A dc		1.0							V
Maximum reverse current at rated $T_A = 25^\circ\text{C}$		10.0							μA
DC blocking voltage per element $T_A = 100^\circ\text{C}$		1.0							mA
I^2t rating for fusing ($t < 8.35\text{ms}$)		10							A ² S



AM15X Series

1.5A Single Phase Bridge Rectifiers



Maximum Ratings and Electrical Characteristics:

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60Hz, Resistive or inductive load.

Typical junction capacitance per leg (Note 1) C _J	24	pF
Typical thermal resistance per leg (Note 2) R _{θJA}	36	°C/W
Typical thermal resistance per leg (Note 2) R _{θJL}	13	
Operating temperature range T _J	-55 to +125	°C
Storage temperature range T _A	-55 to +150	

Notes:

- 1 Measured at 1MHz and applied reverse voltage of 4.0 volts
- 2 Thermal resistance from junction to ambient and from junction to lead mounted on PCB with 0.47 x 0.47" (12 x 12mm) copper pads.

Rating and Characteristic Curves

FIGURE 1 - MAXIMUM NON-REPETITIVE SURGE CURRENT

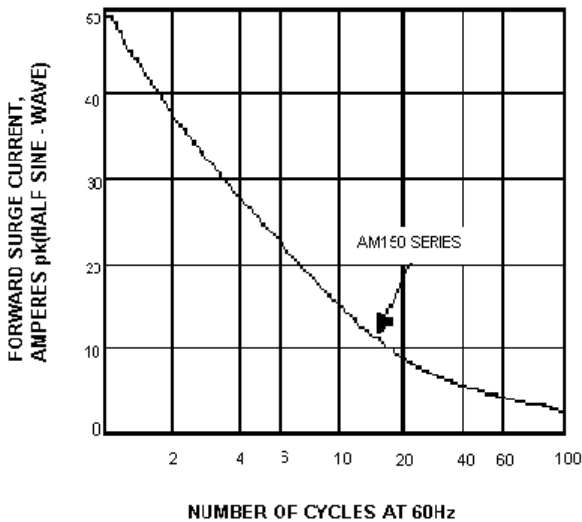
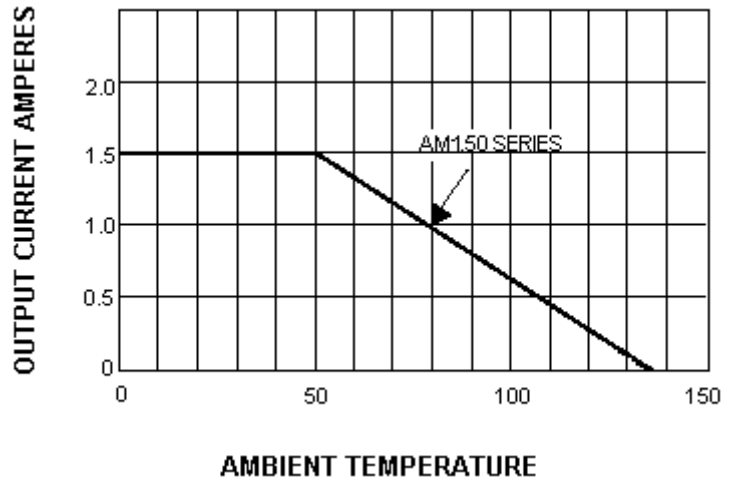


FIGURE 2 - DERATING CURVE FOR OUTPUT RECTIFIED CURRENT



AM15X Series

1.5A Single Phase Bridge Rectifiers



FIGURE 3 - TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS (25°C)

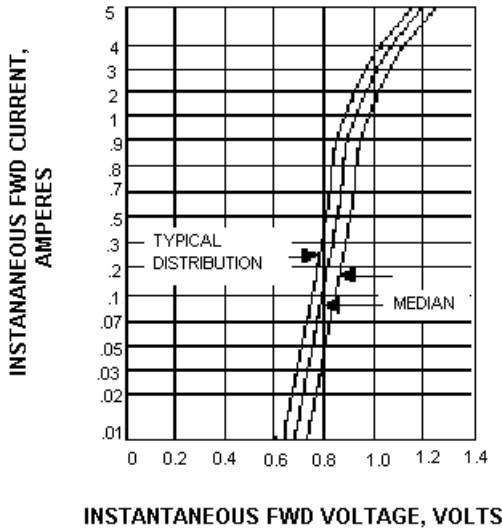
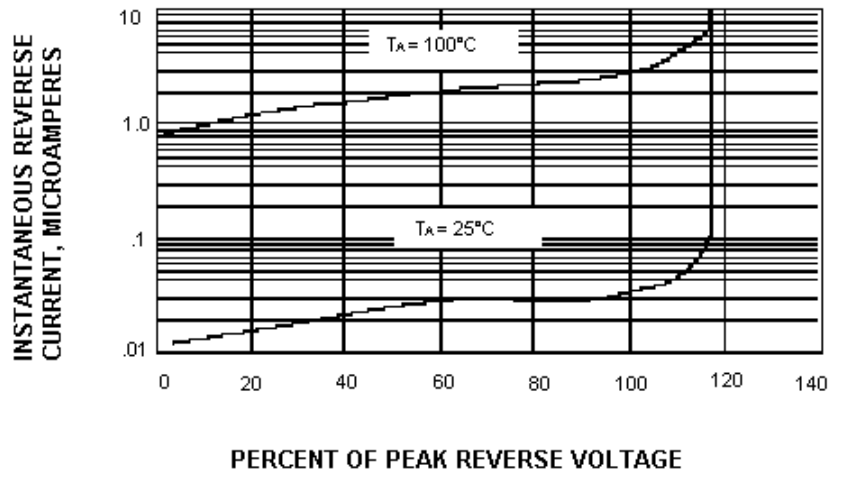


FIGURE 4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS



Specifications

V _{RRM} (V)	Maximum AC Input Voltage (V)	Current Rating (A)	I _{FSM} (A)	Body		Pin Spacing	Part Number
				Height	Diameter		
50	35	1.5	30	5.5	9.1	5.6	AM150
100	70						AM151
200	140						AM152
400	280						AM154
600	420						AM156
800	560						AM158
1000	700						AM1510

Order Multiple = 5

Dimensions : Millimetres





Zeners

BZX84C 3V3 - BZX84C 33

Zeners (BZX84C 3V3 - BZX84C 33)

Tolerance: C = 5%

Absolute Maximum Ratings*

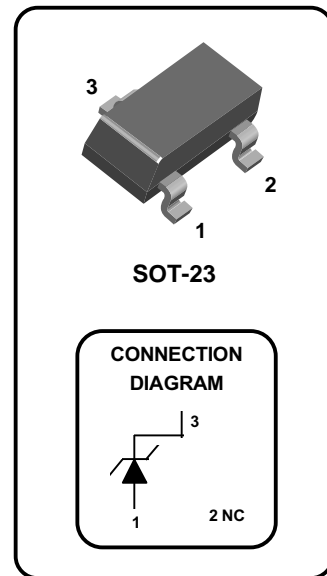
$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
I_{FRM}	Repetitive Peak Forward Current (I_{FRM})	250	mA
I_{ZRM}	Repetitive Peak Working Current (I_{ZRM})	250	mA
P_D	Power Dissipation	350	mW
T_{STG}	Storage Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

NOTES:

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



Electrical Characteristics

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

Device	Mark	$I_Z = 5.0 \text{ mA}$			$I_Z = 1.0 \text{ mA}$			$I_Z = 20 \text{ mA}$		
		$V_Z(\text{V})$		$Z_Z(\Omega)$	$V_Z(\text{V})$		$Z_Z(\Omega)$	$V_Z(\text{V})$		$Z_Z(\Omega)$
		MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX	
BZX84C 3V3	Z14	3.1	3.5	95	2.3	2.9	600	3.6	4.2	40
BZX84C 3V6	Z15	3.4	3.8	90	2.7	3.3	600	3.9	4.5	40
BZX84C 3V9	Z16	3.7	4.1	90	2.9	3.5	600	4.1	4.7	30
BZX84C 4V3	Z17	4.0	4.6	90	3.3	4.0	600	4.4	5.1	30
BZX84C 4V7	Z1	4.4	5.0	80	3.7	4.7	500	4.5	5.4	15
BZX84C 5V1	Z2	4.8	5.4	60	4.2	5.3	480	5.0	5.9	15
BZX84C 5V6	Z3	5.2	6.0	40	4.8	6.0	400	5.2	6.3	10
BZX84C 6V2	Z4	5.8	6.6	10	5.6	6.6	150	5.8	6.8	6
BZX84C 6V8	Z5	6.4	7.2	15	6.3	7.2	80	6.4	7.4	6
BZX84C 7V5	Z6	7.0	7.9	15	6.9	7.9	80	7.0	8.0	6
BZX84C 8V2	Z7	7.7	8.7	15	7.6	8.7	80	7.7	8.8	6
BZX84C 9V1	Z8	8.5	9.6	15	8.4	9.6	100	8.5	9.7	8
BZX84C 10	Z9	9.4	10.6	20	9.3	10.6	150	9.4	10.7	10
BZX84C 11	Y1	10.4	11.6	20	10.2	11.6	150	10.4	11.8	10
BZX84C 12	Y2	11.4	12.7	25	11.2	12.7	150	11.4	12.9	10
BZX84C 13	Y3	12.4	14.1	30	12.3	14.0	170	12.5	14.2	15
BZX84C 15	Y4	13.8	15.6	30	13.7	15.5	200	13.9	15.7	20
BZX84C 16	Y5	15.3	17.1	40	15.2	17	200	15.4	17.2	20
BZX84C 18	Y6	16.8	19.1	45	16.7	19	225	16.9	19.2	20
BZX84C 20	Y7	18.8	21.2	55	18.7	21.1	225	18.9	21.4	20
BZX84C 22	Y8	20.8	23.3	55	20.7	23.2	250	20.9	23.4	25
BZX84C 24	Y9	22.8	25.6	70	22.7	25.5	250	22.9	25.7	25

Zeners (BZX84C 3V3 - BZX84C 33)

(continued)

Electrical Characteristics (continued) TA = 25°C unless otherwise noted

Device	Mark	I _Z = 2.0 mA			I _Z = 100 μA			I _Z = 10 mA		
		V _Z (V)		Z _Z (Ω)	V _Z (V)		Z _Z (Ω)	V _Z (V)		Z _Z (Ω)
		MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX	
BZX84C 27	Y10	25.1	28.9	80	25	28.9	300	25.2	29.3	45
BZX84C 30	Y11	28	32	80	27.8	32	300	28.1	32.4	50
BZX84C 33	Y12	31	35	80	30.8	35	325	31.1	35.4	55

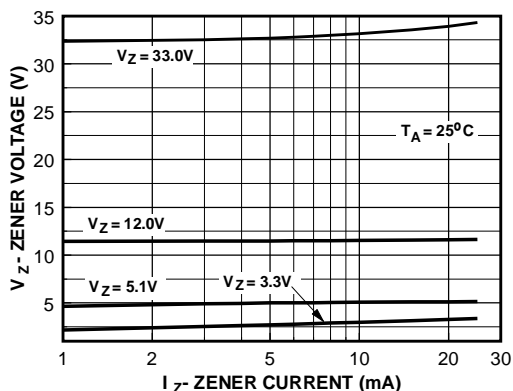
V_F Forward Voltage = 0.9 V Maximum @ I_F = 10 mA for all BZX 84 series

Device	V _R (V)	I _R (μA)	CAP* (pF)	D _{VZ} / D _t @ 5.0 mA(mV/k)	
				MIN	MAX
BZX84C 3V3	1.0	5.0	450	- 3.5	0.0
BZX84C 3V6	1.0	5.0	450	- 3.5	0.0
BZX84C 3V9	1.0	5.0	450	- 3.5	0.0
BZX84C 4V3	1.0	5.0	450	- 3.5	0.0
BZX84C 4V7	2.0	3	260	- 3.5	+ 0.2
BZX84C 5V1	2.0	2	225	- 2.7	+ 1.2
BZX84C 5V6	2.0	1	200	- 2.0	+ 2.5
BZX84C 6V2	4.0	3	185	+ 0.4	+ 3.7
BZX84C 6V8	4.0	2	155	+ 1.2	+ 4.5
BZX84C 7V5	5.0	1	140	+ 2.5	+ 5.3
BZX84C 8V2	5.0	0.7	135	+ 3.2	+ 6.2
BZX84C 9V1	6.0	0.5	130	+ 3.8	+ 7.0
BZX84C 10	7.0	0.2	130	+ 4.5	+ 8.0
BZX84C 11	8.0	0.1	130	+ 5.4	+ 9.0
BZX84C 12	8.0	0.1	130	+ 6.0	+ 10
BZX84C 13	8.0	0.1	120	+ 7.0	+ 11
BZX84C 15	10.5	0.05	110	+ 9.2	+ 13
BZX84C 16	11.2	0.05	105	+ 10.4	+ 14
BZX84C 18	12.6	0.05	100	+ 12.4	+ 16
BZX84C 20	14	0.05	85	+ 14.4	+ 18
BZX84C 22	15.4	0.05	85	+ 16.4	+ 20
BZX84C 24	16.8	0.05	80	+ 18.4	+ 22
BZX84C 27	18.9	0.05	70	+ 21.4	+ 25.3
BZX84C 30	21	0.05	70	+ 24.4	+ 29.4
BZX84C 33	23.1	0.05	70	+ 27.4	+ 33.4

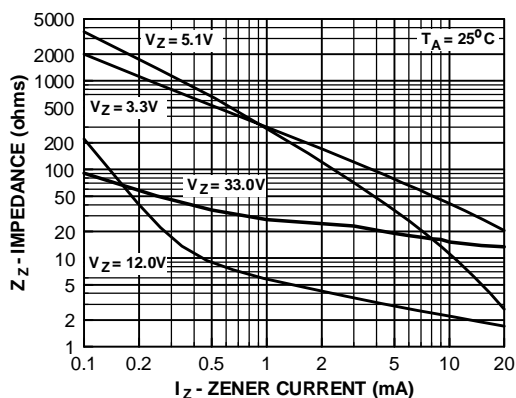
*Capacitance @ V_R = 0.0 volts; Frequency = 1.0 megahertz.

Zeners (BZX84C 3V3 - BZX84C 33)

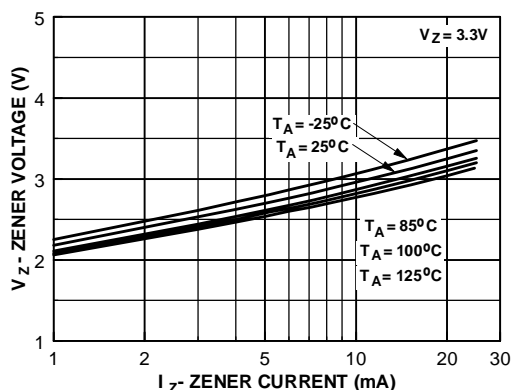
Typical Characteristics



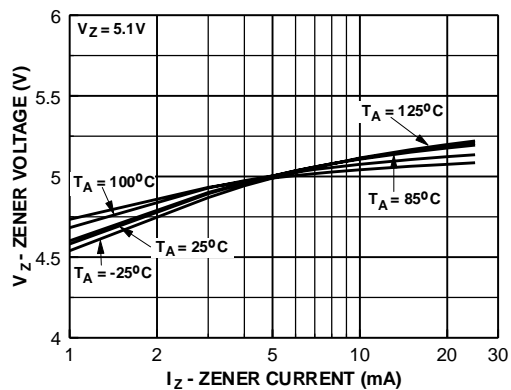
Zener Current vs. Zener Voltage



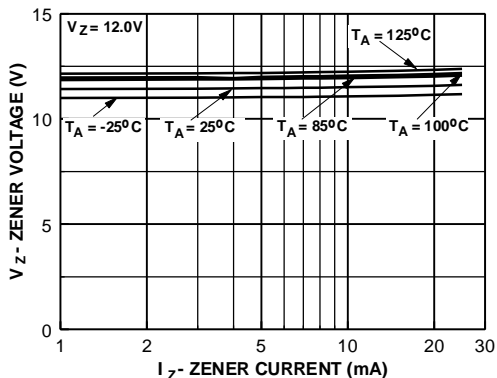
Zener Current vs. Zener Impedance



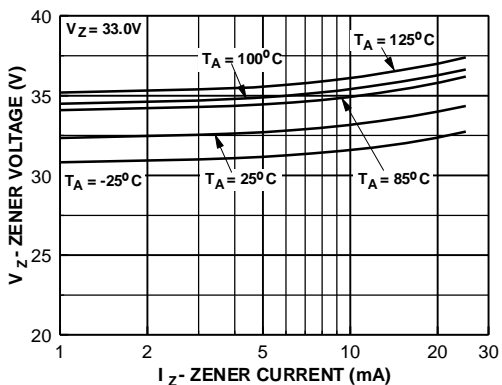
3.3 Zener Voltage vs. Temperature



5.1 Zener Voltage vs. Temperature



12 Zener Voltage vs. Zener Temperature



33 Zener Voltage vs. Zener Temperature

TRADEMARKS

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

ACE _x TM	FAST [®]	OPTOLOGIC TM	SMART START TM	VCX TM
Bottomless TM	FAST _r TM	OPTOPLANAR TM	STAR*POWER TM	
CoolFET TM	FRFET TM	PACMAN TM	Stealth TM	
CROSSVOLT TM	GlobalOptoisolator TM	POP TM	SuperSOT TM -3	
DenseTrench TM	GTO TM	Power247 TM	SuperSOT TM -6	
DOMET TM	HiSeC TM	PowerTrench [®]	SuperSOT TM -8	
EcoSPARK TM	ISOPLANAR TM	QFET TM	SyncFET TM	
E ² CMOS TM	LittleFET TM	QS TM	TinyLogic TM	
EnSigna TM	MicroFET TM	QT Optoelectronics TM	TruTranslation TM	
FACT TM	MicroPak TM	Quiet Series TM	UHC TM	
FACT Quiet Series TM	MICROWIRE TM	SILENT SWITCHER [®]	UltraFET [®]	

STAR*POWER is used under license

DISCLAIMER

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

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

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

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

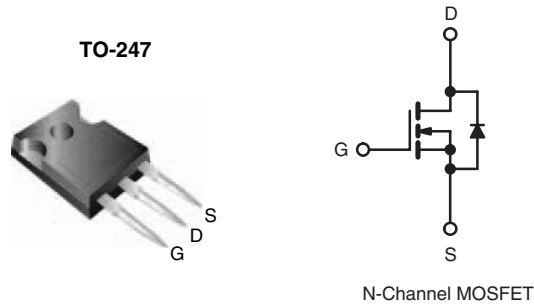
Definition of Terms

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

Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY

V_{DS} (V)	200	
$R_{DS(on)}$ (Ω)	$V_{GS} = 10\text{ V}$	0.055
Q_g (Max.) (nC)	230	
Q_{gs} (nC)	42	
Q_{gd} (nC)	110	
Configuration	Single	



FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- Repetitive Avalanche Rated
- Isolated Central Mounting Hole
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Lead (Pb)-free Available



Available

RoHS*
 COMPLIANT

DESCRIPTION

Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-247 package is preferred for commercial-industrial applications where higher power levels preclude the use of TO-220 devices. The TO-247 is similar but superior to the earlier TO-218 package because of its isolated mounting hole. It also provides greater creepage distance between pins to meet the requirements of most safety specifications.

ORDERING INFORMATION

Package	TO-247
Lead (Pb)-free	IRFP260PbF
	SiHFP260-E3
SnPb	IRFP260
	SiHFP260

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

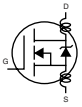

PARAMETER	SYMBOL	LIMIT	UNIT	
Drain-Source Voltage	V_{DS}	200	V	
Gate-Source Voltage	V_{GS}	± 20		
Continuous Drain Current	V_{GS} at 10 V	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	46	A
		$T_C = 100\text{ }^\circ\text{C}$	29	
Pulsed Drain Current ^a	I_{DM}	180		
Linear Derating Factor		2.2	W/ $^\circ\text{C}$	
Single Pulse Avalanche Energy ^b	E_{AS}	1000	mJ	
Repetitive Avalanche Current ^a	I_{AR}	46	A	
Repetitive Avalanche Energy ^a	E_{AR}	28	mJ	
Maximum Power Dissipation	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	P_D	280	W
Peak Diode Recovery dV/dt^c	dV/dt	5.0	V/ns	
Operating Junction and Storage Temperature Range	T_J, T_{stg}	- 55 to + 150	$^\circ\text{C}$	
Soldering Recommendations (Peak Temperature)	for 10 s	300 ^d		
Mounting Torque	6-32 or M3 screw		10	lbf · in
			1.1	N · m

Notes

- Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- $V_{DD} = 50\text{ V}$, starting $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $L = 708\text{ }\mu\text{H}$, $R_G = 25\text{ }\Omega$, $I_{AS} = 46\text{ A}$ (see fig. 12).
- $I_{SD} \leq 46\text{ A}$, $dI/dt \leq 230\text{ A}/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{DS}$, $T_J \leq 150\text{ }^\circ\text{C}$.
- 1.6 mm from case.

* Pb containing terminations are not RoHS compliant, exemptions may apply

THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R_{thJA}	-	40	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R_{thCS}	0.24	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R_{thJC}	-	0.45	

SPECIFICATIONS $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise noted						
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Static						
Drain-Source Breakdown Voltage	V_{DS}	$V_{GS} = 0\text{ V}$, $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	200	-	-	V
V_{DS} Temperature Coefficient	$\Delta V_{DS}/T_J$	Reference to $25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_D = 1\text{ mA}$	-	0.24	-	V/°C
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS} = V_{GS}$, $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	2.0	-	4.0	V
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	± 100	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = 200\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	25	μA
		$V_{DS} = 160\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$, $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	250	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS} = 10\text{ V}$ $I_D = 28\text{ A}^b$	-	-	0.055	Ω
Forward Transconductance	g_{fs}	$V_{DS} = 50\text{ V}$, $I_D = 28\text{ A}^b$	24	-	-	S
Dynamic						
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{GS} = 0\text{ V}$, $V_{DS} = 25\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$, see fig. 5	-	5200	-	pF
Output Capacitance	C_{oss}		-	1200	-	
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		-	310	-	
Total Gate Charge	Q_g	$V_{GS} = 10\text{ V}$ $I_D = 46\text{ A}$, $V_{DS} = 160\text{ V}$, see fig. 6 and 13 ^b	-	-	230	nC
Gate-Source Charge	Q_{gs}		-	-	42	
Gate-Drain Charge	Q_{gd}		-	-	110	
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD} = 100\text{ V}$, $I_D = 46\text{ A}$, $R_G = 4.3\text{ }\Omega$, $R_D = 2.1\text{ }\Omega$, see fig. 10 ^b	-	23	-	ns
Rise Time	t_r		-	120	-	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		-	100	-	
Fall Time	t_f		-	94	-	
Internal Drain Inductance	L_D	Between lead, 6 mm (0.25") from package and center of die contact	-	5.0	-	nH
Internal Source Inductance	L_S		-	13	-	
Drain-Source Body Diode Characteristics						
Continuous Source-Drain Diode Current	I_S	MOSFET symbol showing the integral reverse p - n junction diode	-	-	46	A
Pulsed Diode Forward Current ^a	I_{SM}		-	-	180	
Body Diode Voltage	V_{SD}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_S = 46\text{ A}$, $V_{GS} = 0\text{ V}^b$	-	-	1.8	V
Body Diode Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $I_F = 46\text{ A}$, $di/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}^b$	-	390	590	ns
Body Diode Reverse Recovery Charge	Q_{rr}		-	4.8	7.2	μC
Forward Turn-On Time	t_{on}	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_S and L_D)				

Notes

- a. Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- b. Pulse width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

TYPICAL CHARACTERISTICS 25 °C, unless otherwise noted

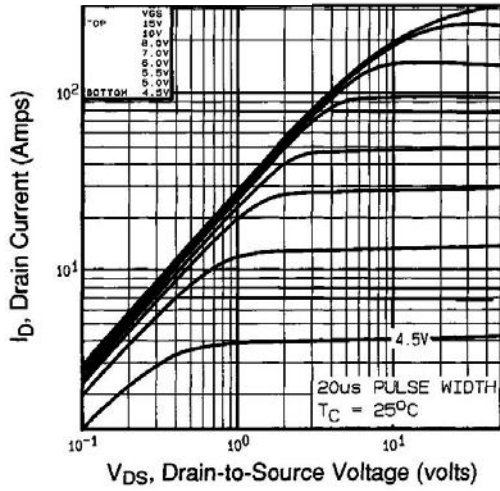


Fig. 1 - Typical Output Characteristics, $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$

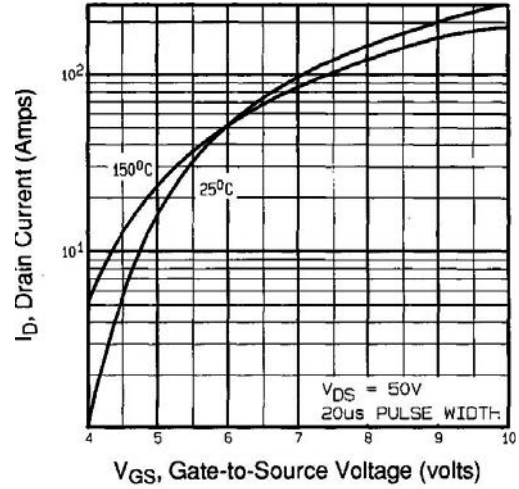


Fig. 3 - Typical Transfer Characteristics

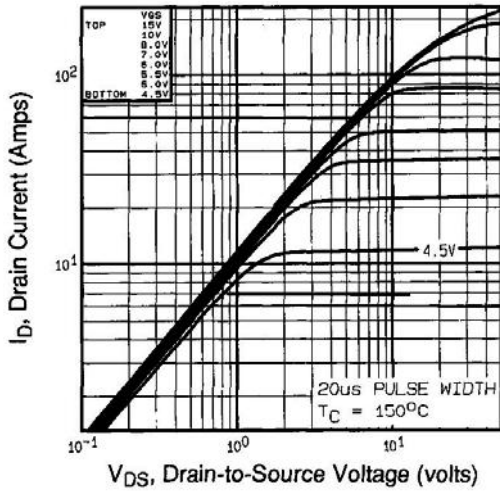


Fig. 2 - Typical Output Characteristics, $T_C = 150\text{ }^\circ\text{C}$

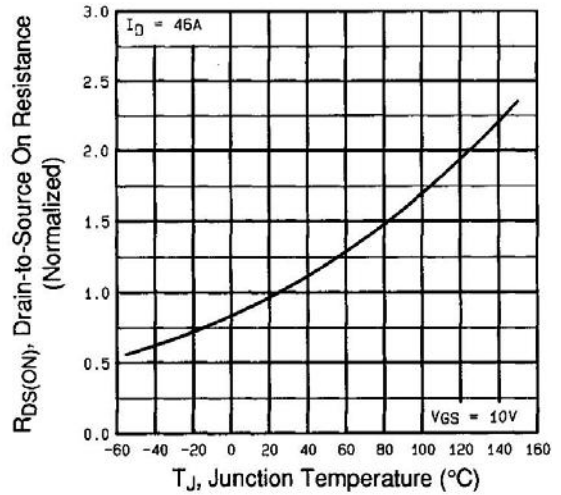


Fig. 4 - Normalized On-Resistance vs. Temperature

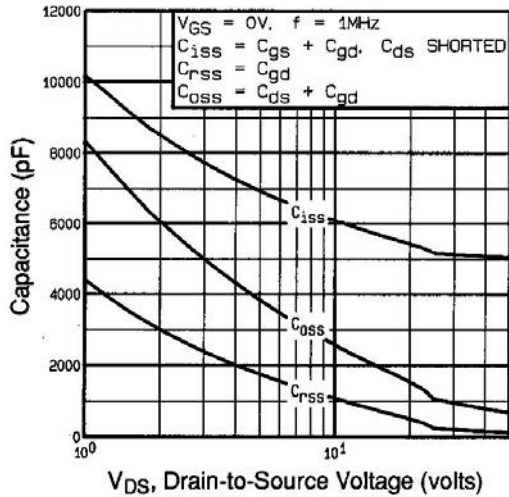


Fig. 5 - Typical Capacitance vs. Drain-to-Source Voltage

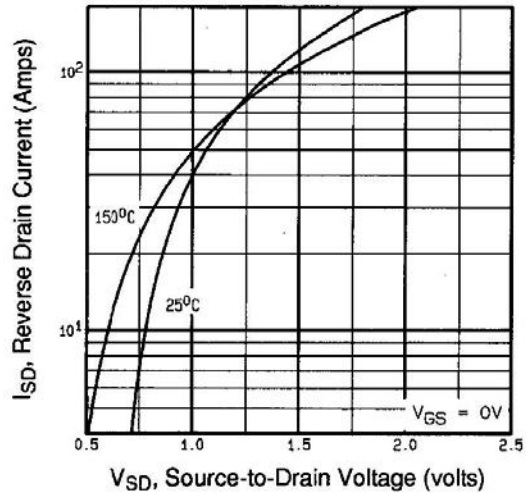


Fig. 7 - Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

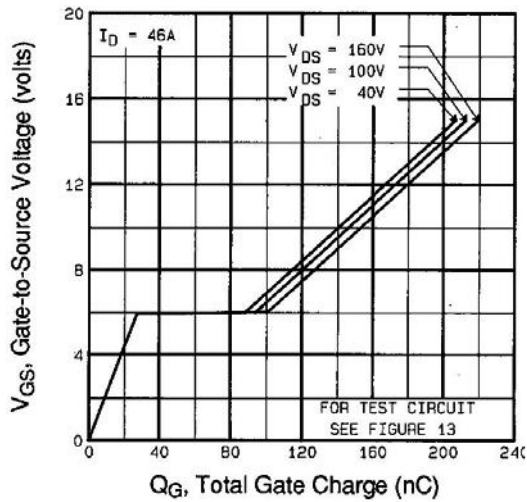


Fig. 6 - Typical Gate Charge vs. Gate-to-Source Voltage

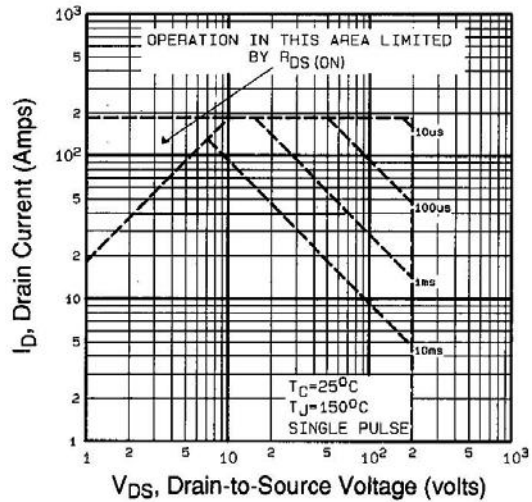


Fig. 8 - Maximum Safe Operating Area

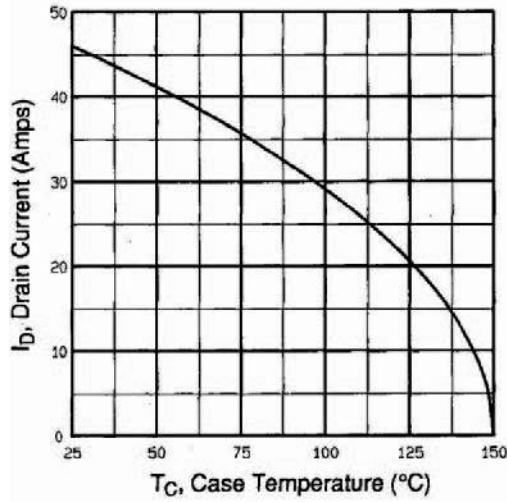


Fig. 9 - Maximum Drain Current vs. Case Temperature

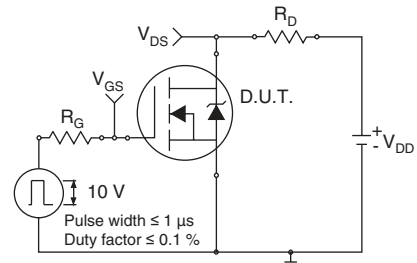


Fig. 10a - Switching Time Test Circuit

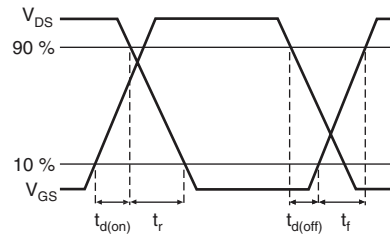


Fig. 10b - Switching Time Waveforms

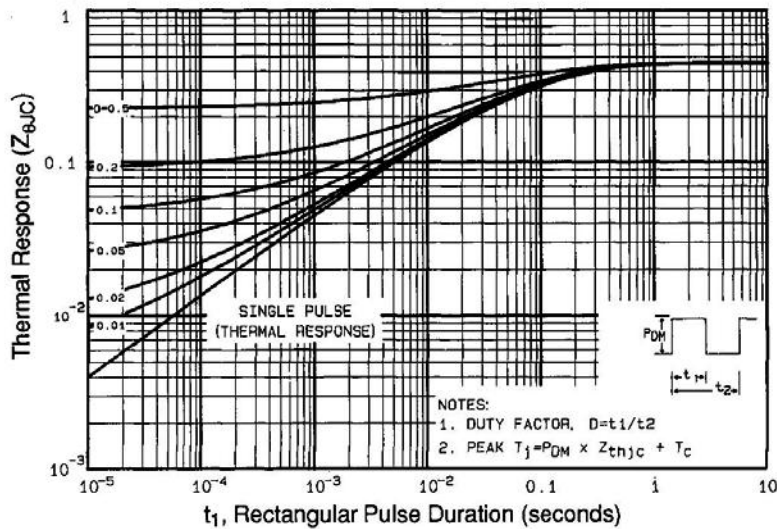


Fig. 11 - Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

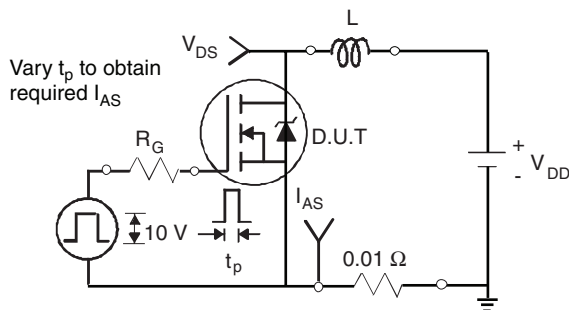


Fig. 12a - Unclamped Inductive Test Circuit

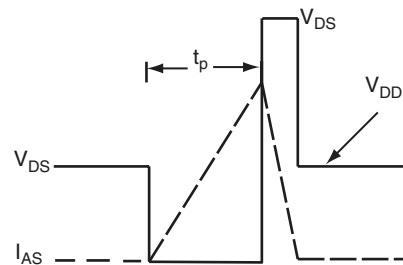


Fig. 12b - Unclamped Inductive Waveforms

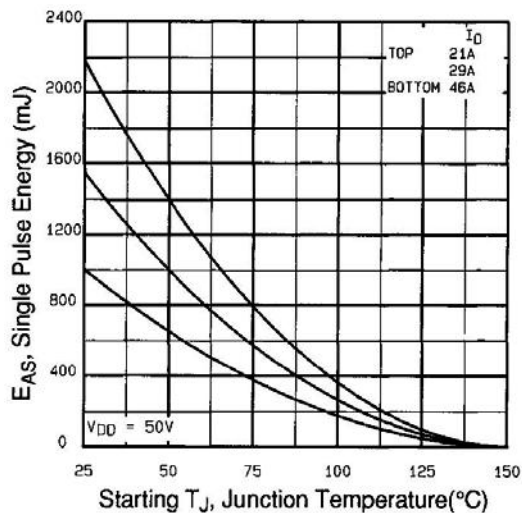


Fig. 12c - Maximum Avalanche Energy vs. Drain Current

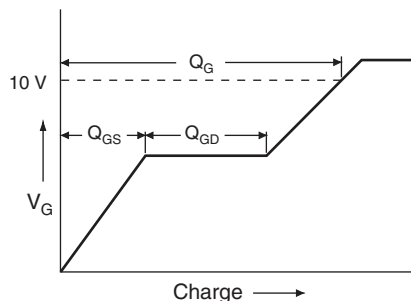


Fig. 13a - Basic Gate Charge Waveform

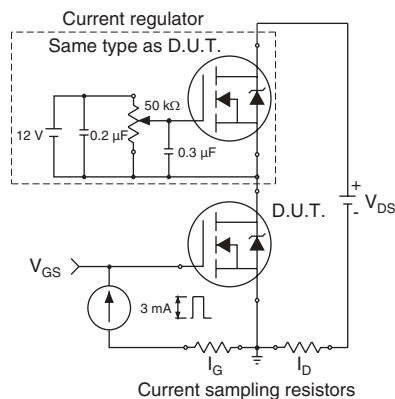
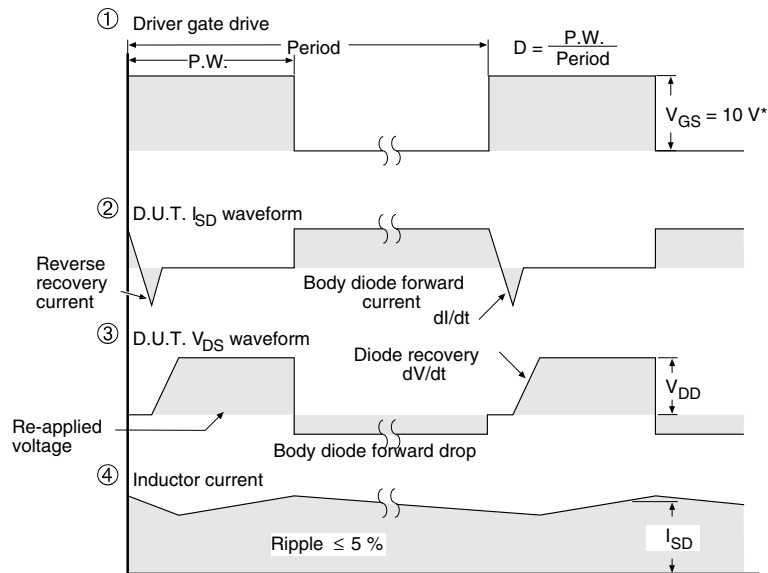
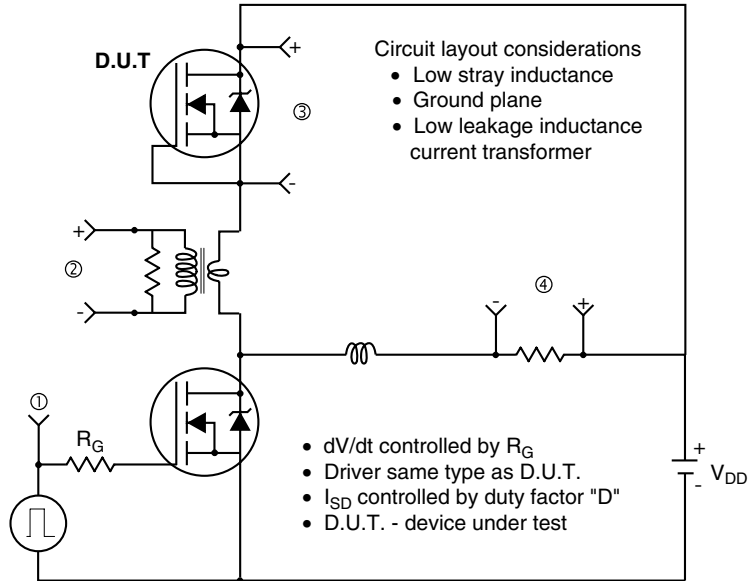


Fig. 13b - Gate Charge Test Circuit

Peak Diode Recovery dV/dt Test Circuit



* $V_{GS} = 5 V$ for logic level devices

Fig. 14 - For N-Channel

Vishay Siliconix maintains worldwide manufacturing capability. Products may be manufactured at one of several qualified locations. Reliability data for Silicon Technology and Package Reliability represent a composite of all qualified locations. For related documents such as package/tape drawings, part marking, and reliability data, see <http://www.vishay.com/ppg?91215>.



Disclaimer

All product specifications and data are subject to change without notice.

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 herein or in any other disclosure relating to any product.

Vishay disclaims any and all liability arising out of the use or application of any product described herein or of any information provided herein to the maximum extent permitted by law. The product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein, which apply to these products.

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.

The products shown herein are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications unless otherwise expressly indicated. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so entirely at their own risk and agree to fully indemnify Vishay for any damages arising or resulting from such use or sale. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

LM193/LM293/LM393/LM2903

Low Power Low Offset Voltage Dual Comparators

General Description

The LM193 series consists of two independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2.0 mV max for two comparators which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

Application areas include limit comparators, simple analog to digital converters; pulse, squarewave and time delay generators; wide range VCO; MOS clock timers; multivibrators and high voltage digital logic gates. The LM193 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, the LM193 series will directly interface with MOS logic where their low power drain is a distinct advantage over standard comparators.

Advantages

- High precision comparators
- Reduced V_{OS} drift over temperature

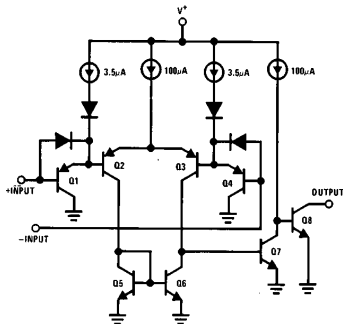
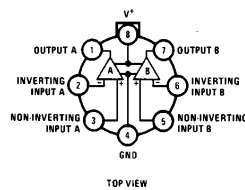
- Eliminates need for dual supplies
- Allows sensing near ground
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

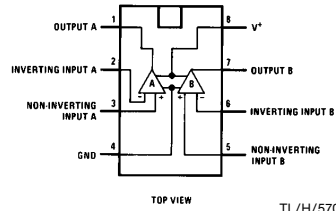
- Wide supply
 - Voltage range 2.0V to 36V
 - single or dual supplies $\pm 1.0V$ to $\pm 18V$
- Very low supply current drain (0.4 mA) — independent of supply voltage
- Low input biasing current 25 nA
- Low input offset current ± 5 nA
- and maximum offset voltage ± 3 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output saturation voltage, 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

LM193/LM293/LM393/LM2903
Low Power Low Offset Voltage Dual Comparators

Schematic and Connection Diagrams


Metal Can Package


Order Number LM193H,
 LH193H/883*,
 LM193AH, LM193AH/883,
 LM293H, LM293AH, LM393H
 or LM393AH
 See NS Package Number H08C

Dual-In-Line Package


Order Number LM193J/883*,
 LM193AJ/883,
 LM393J, LM393AJ,
 LM393M, LM2903M, LM393N,
 LM2903J or LM2903N
 See NS Package Number J08A,
 M08A or N08E

*Also available per JM38510/11202

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 10)

Supply Voltage, V^+ 36V
 Differential Input Voltage (Note 8) 36V
 Input Voltage -0.3V to +36V
 Input Current ($V_{IN} < -0.3V$) (Note 3) 50 mA
 Power Dissipation (Note 1) 780 mW
 Molded DIP 660 mW
 Small Outline Package 510 mW
 Output Short-Circuit to Ground (Note 2) Continuous

Operating Temperature Range
 LM393/LM293A 0°C to +70°C
 LM293/LM293A -25°C to +85°C
 LM193/LM193A -55°C to +125°C
 LM2903 -40°C to +85°C
 Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) +260°C
 Soldering Information
 Dual-In-Line Package Soldering (10 seconds) 260°C
 Small Outline Package Vapor Phase (60 seconds) 215°C
 Infrared (15 seconds) 220°C
 See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.
 ESD rating (1.5 k Ω in series with 100 pF) 1300V

Electrical Characteristics ($V^+ = 5V$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise stated)

Parameter	Conditions	LM193A			LM293A, LM393A			LM193			LM293, LM393			LM2903			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	1.0	2.0		1.0	2.0		1.0	5.0		1.0	5.0		2.0	7.0		mV
Input Bias Current	$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$ with Output in Linear Range, $V_{CM} = 0V$ (Note 5)	25	100		25	250		25	100		25	250		25	250		nA
Input Offset Current	$I_{IN}(+) - I_{IN}(-)$, $V_{CM} = 0V$	3.0	25		5.0	50		3.0	25		5.0	50		5.0	50		nA
Input Common Mode Voltage Range	$V^+ = 30V$ (Note 6)	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		V
Supply Current	$R_L = \infty$ $V^+ = 5V$ $V^+ = 36V$	0.4	1		0.4	1		0.4	1		0.4	1		0.4	1.0		mA
Voltage Gain	$R_L \geq 15 k\Omega$, $V^+ = 15V$ $V_O = 1V$ to $11V$	1	2.5		1	2.5		1	2.5		1	2.5		1	2.5		mA
		50	200		50	200		50	200		50	200		25	100		V/mV
Large Signal Response Time	$V_{IN} = TTL$ Logic Swing, $V_{REF} = 1.4V$ $V_{RL} = 5V$, $R_L = 5.1 k\Omega$	300			300			300			300			300			ns
Response Time	$V_{RL} = 5V$, $R_L = 5.1 k\Omega$ (Note 7)	1.3			1.3			1.3			1.3			1.5			μs
Output Sink Current	$V_{IN}(-) = 1V$, $V_{IN}(+) = 0$, $V_O \leq 1.5V$	6.0	16		6.0	16		6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA
Saturation Voltage	$V_{IN}(-) = 1V$, $V_{IN}(+) = 0$, $I_{SINK} \leq 4 mA$	250	400		250	400		250	400		250	400		250	400		mV
Output Leakage Current	$V_{IN}(-) = 0$, $V_{IN}(+) = 1V$, $V_O = 5V$	0.1			0.1			0.1			0.1			0.1			nA

Electrical Characteristics ($V^+ = 5V$) (Note 4)

Parameter	Conditions	LM193A		LM293A, LM393A		LM193		LM293, LM393		LM2903		Units
		Min Typ	Max	Min Typ	Max	Min Typ	Max	Min Typ	Max	Min Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	4.0		4.0		9		9		9	15	mV
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$	100		150		100		150		50	200	nA
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, $V_{CM} = 0V$ (Note 5)	300		400		300		400		200	500	nA
Input Common Mode Voltage Range	$V^+ = 30V$ (Note 6)	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	V
Saturation Voltage	$V_{IN(-)} = 1V$, $V_{IN(+)} = 0$, $I_{SINK} \leq 4$ mA	700		700		700		700		400	700	mV
Output Leakage Current	$V_{IN(-)} = 0$, $V_{IN(+)} = 1V$, $V_O = 30V$	1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	1.0	μA
Differential Input Voltage	Keep All V_{IN} 's $\geq 0V$ (or V^- , if Used), (Note 8)	36		36		36		36		36	36	V

Note 1: For operating at high temperatures, the LM393/LM393A and LM2903 must be derated based on a 125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 170°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM193/LM193A/LM293/LM293A must be derated based on a 150°C maximum junction temperature. The low bias dissipation and the 'ON-OFF' characteristic of the outputs keeps the chip dissipation very small ($P_D \leq 100$ mW), provided the output transistors are allowed to saturate.

Note 2: Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 20 mA independent of the magnitude of V^+ .

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the comparators to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than $-0.3V$.

Note 4: These specifications are limited to $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$, for the LM193/LM193A, with the LM293/LM293A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$ and the LM393/LM393A temperature specifications are limited to $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$. The LM2903 is limited to $-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$.

Note 5: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.

Note 6: The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ at 25°C, but either or both inputs can go to 36V without damage, independent of the magnitude of V^+ .

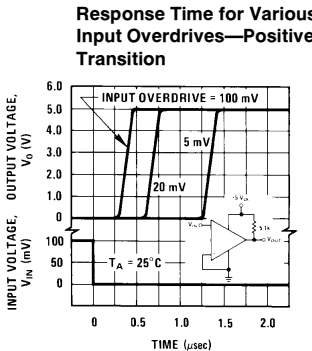
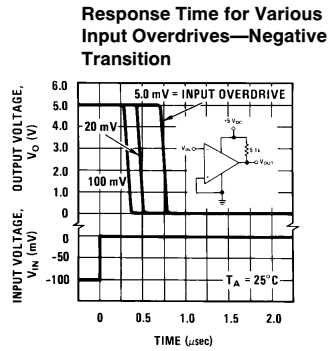
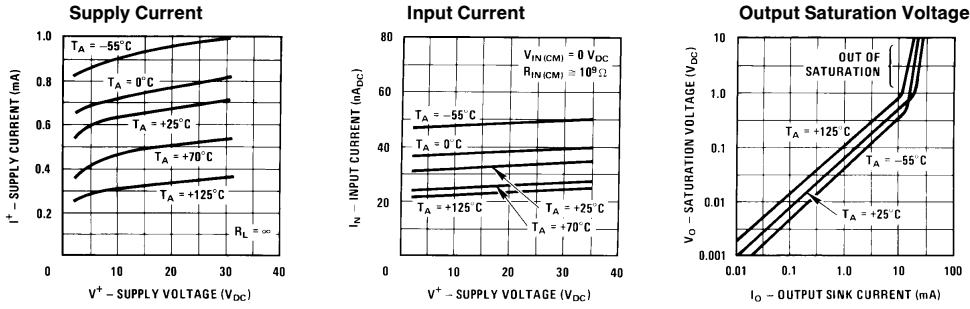
Note 7: The response time specified is for a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signals 300 ns can be obtained, see typical performance characteristics section.

Note 8: Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than $-0.3V$ (or 0.3V below the magnitude of the negative power supply, if used).

Note 9: At output switch point, $V_O = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$), at 25°C.

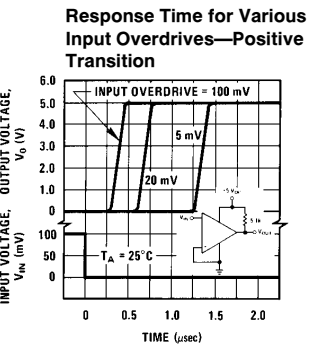
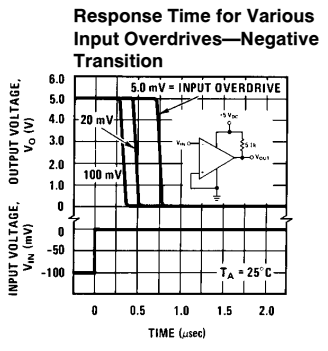
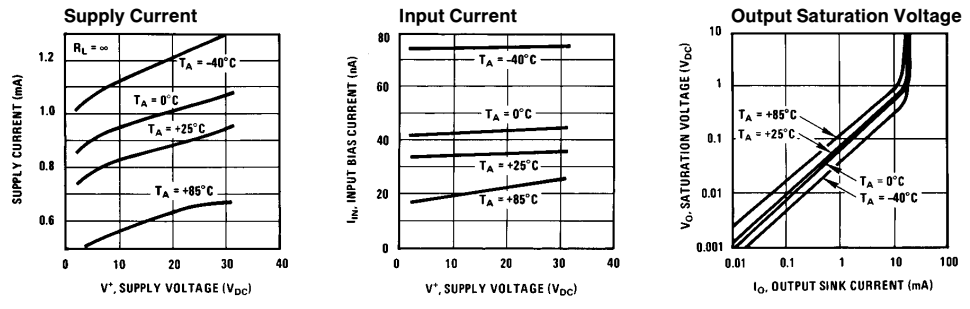
Note 10: Refer to RETS193AX for LM193AH military specifications and to RETS193X for LM193H military specifications.

Typical Performance Characteristics LM193/LM293/LM393, LM193A/LM293A/LM393A



TL/H/5709-3

Typical Performance Characteristics LM2903



TL/H/5709-4

Application Hints

The LM193 series are high gain, wide bandwidth devices which, like most comparators, can easily oscillate if the output lead is inadvertently allowed to capacitively couple to the inputs via stray capacitance. This shows up only during the output voltage transition intervals as the comparator change states. Power supply bypassing is not required to solve this problem. Standard PC board layout is helpful as it reduces stray input-output coupling. Reducing the input resistors to $< 10\text{ k}\Omega$ reduces the feedback signal levels and finally, adding even a small amount (1.0 to 10 mV) of positive feedback (hysteresis) causes such a rapid transition that oscillations due to stray feedback are not possible. Simply socketing the IC and attaching resistors to the pins will cause input-output oscillations during the small transition intervals unless hysteresis is used. If the input signal is a pulse waveform, with relatively fast rise and fall times, hysteresis is not required.

All pins of any unused comparators should be grounded.

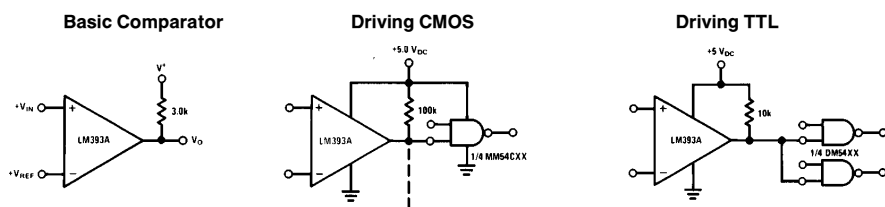
The bias network of the LM193 series establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from 2.0 V_{DC} to 30 V_{DC} .

It is usually unnecessary to use a bypass capacitor across the power supply line.

The differential input voltage may be larger than V^+ without damaging the device (see Note 8). Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than $-0.3\text{ V}_{\text{DC}}$ (at 25°C). An input clamp diode can be used as shown in the applications section.

The output of the LM193 series is the uncommitted collector of a grounded-emitter NPN output transistor. Many collectors can be tied together to provide an output OR'ing function. An output pull-up resistor can be connected to any available power supply voltage within the permitted supply voltage range and there is no restriction on this voltage due to the magnitude of the voltage which is applied to the V^+ terminal of the LM193 package. The output can also be used as a simple SPST switch to ground (when a pull-up resistor is not used). The amount of current which the output device can sink is limited by the drive available (which is independent of V^+) and the β of this device. When the maximum current limit is reached (approximately 16 mA), the output transistor will come out of saturation and the output voltage will rise very rapidly. The output saturation voltage is limited by the approximately $60\Omega\text{ r}_{\text{SAT}}$ of the output transistor. The low offset voltage of the output transistor (1.0 mV) allows the output to clamp essentially to ground level for small load currents.

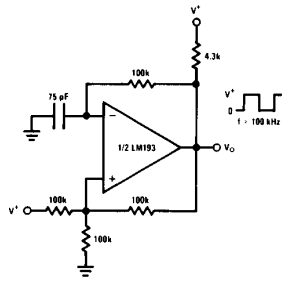
Typical Applications ($V^+ = 5.0\text{ V}_{\text{DC}}$)



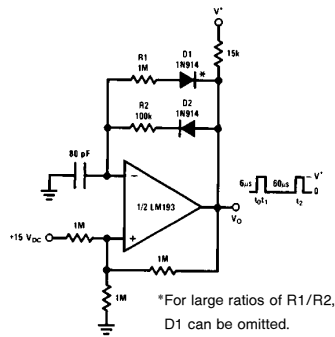
TL/H/5709-2

Typical Applications (Continued)

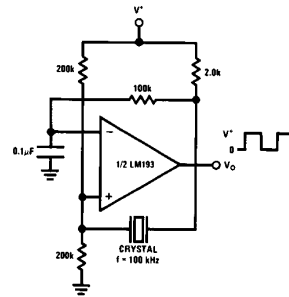
Squarewave Oscillator



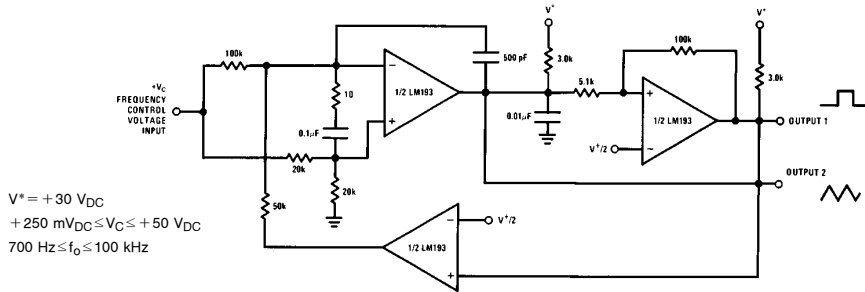
Pulse Generator



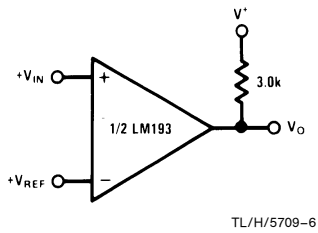
Crystal Controlled Oscillator



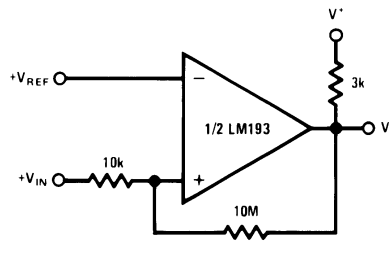
Two-Decade High-Frequency VCO



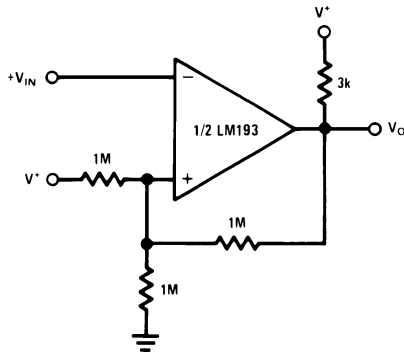
Basic Comparator



Non-Inverting Comparator with Hysteresis

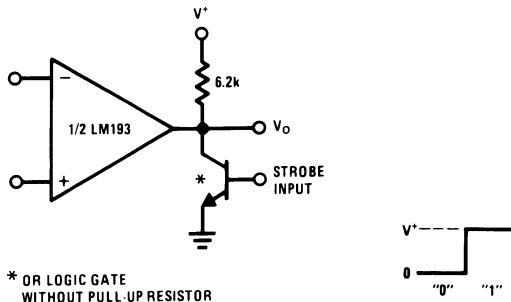


Inverting Comparator with Hysteresis



Typical Applications (Continued)

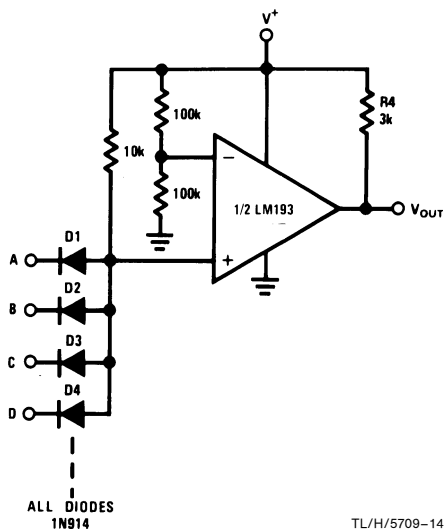
Output Strobing



* OR LOGIC GATE WITHOUT PULL-UP RESISTOR

TL/H/5709-11

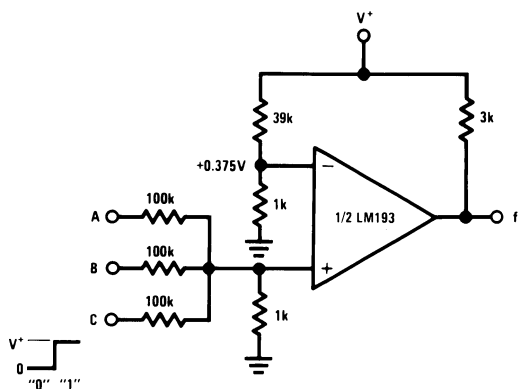
Large Fan-in AND Gate



ALL DIODES 1N914

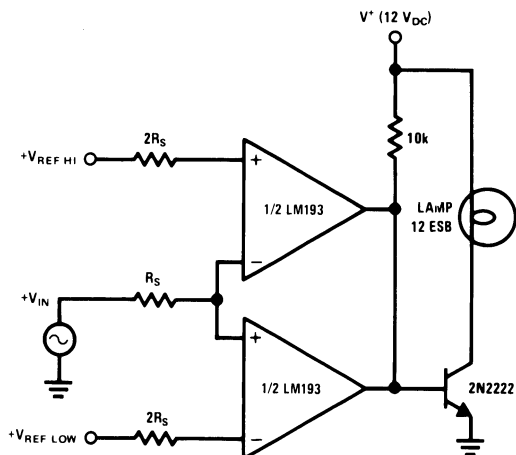
TL/H/5709-14

AND Gate



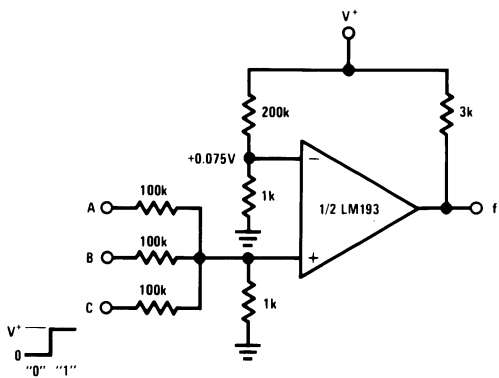
TL/H/5709-12

Limit Comparator



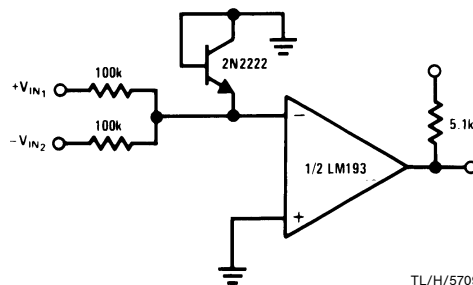
TL/H/5709-15

OR Gate



TL/H/5709-13

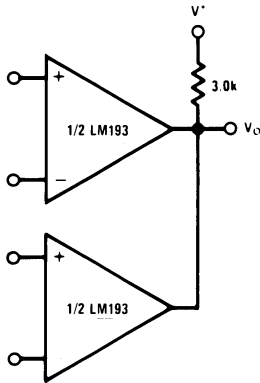
Comparing Input Voltages of Opposite Polarity



TL/H/5709-16

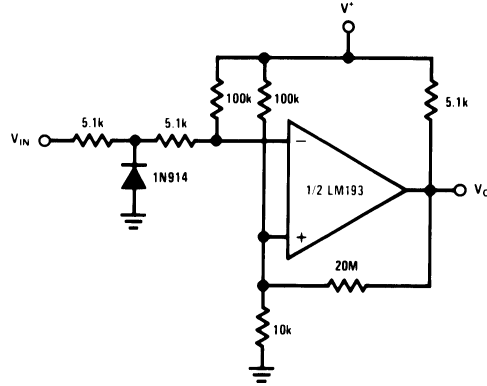
Typical Applications (Continued)

ORing the Outputs



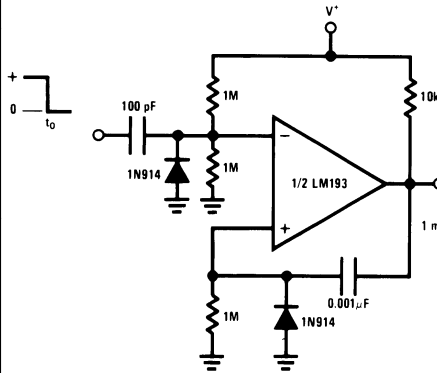
TL/H/5709-17

Zero Crossing Detector (Single Power Supply)



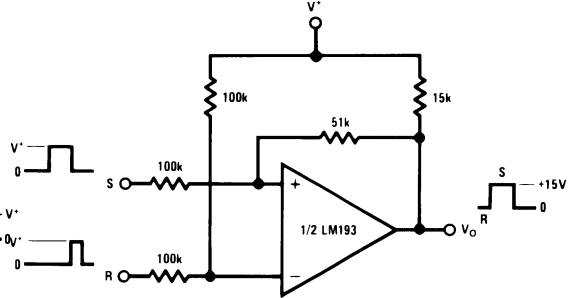
TL/H/5709-21

One-Shot Multivibrator



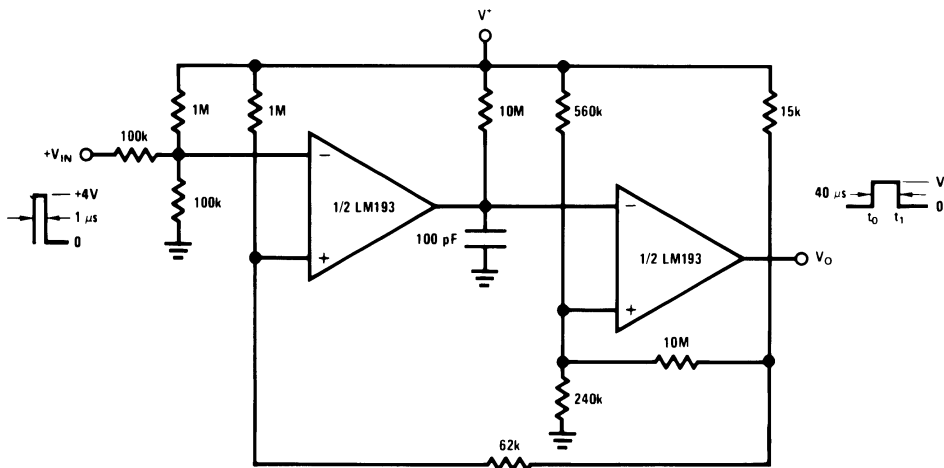
TL/H/5709-22

Bi-Stable Multivibrator



TL/H/5709-24

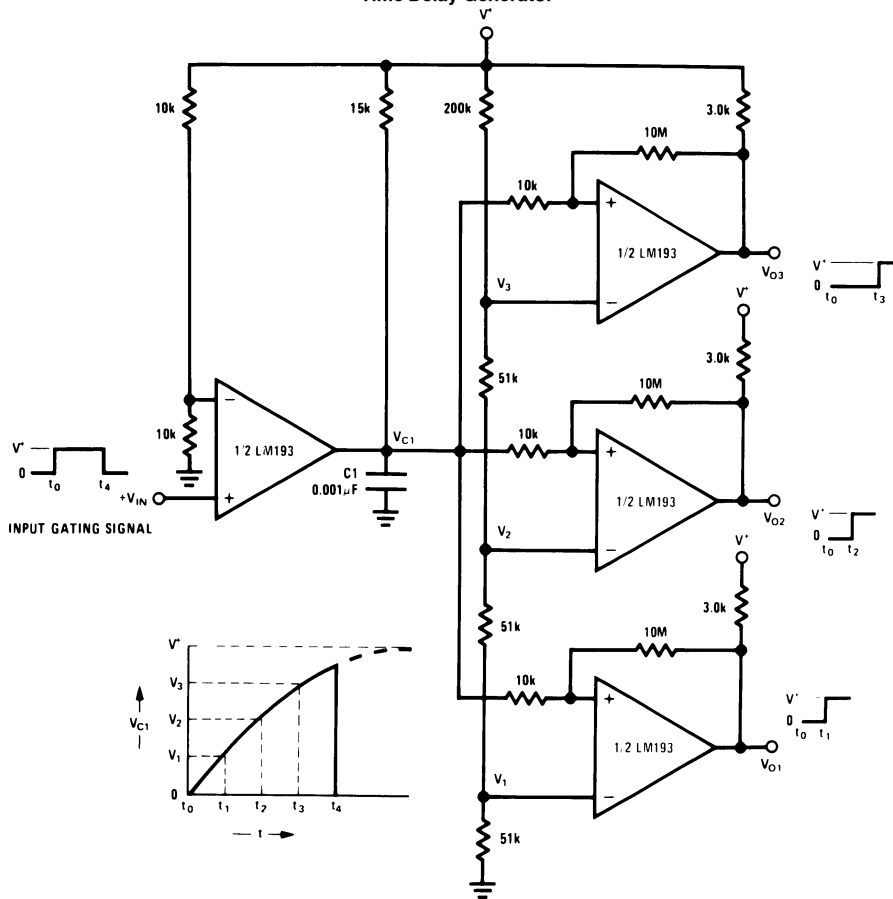
One-Shot Multivibrator with Input Lock Out



TL/H/5709-23

Typical Applications (Continued) ($V^+ = V_{DC}$)

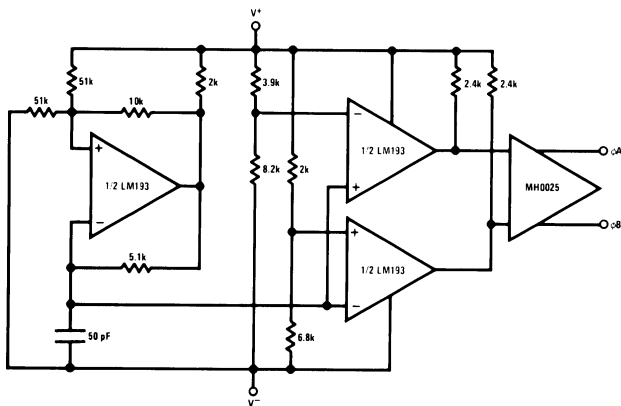
Time Delay Generator



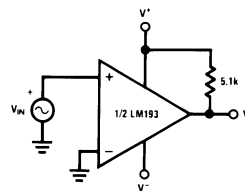
TL/H/5709-7

Split-Supply Applications ($V^+ = +15 V_{DC}$ and $V^- = -15 V_{DC}$)

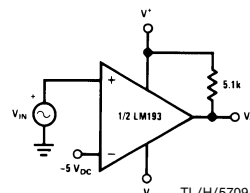
MOS Clock Driver



Zero Crossing Detector

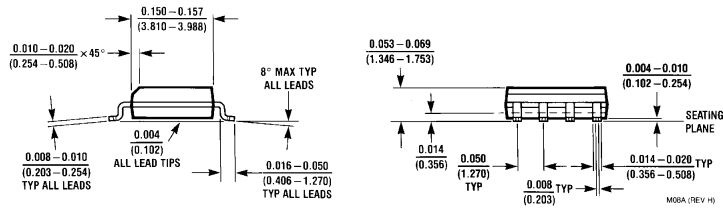
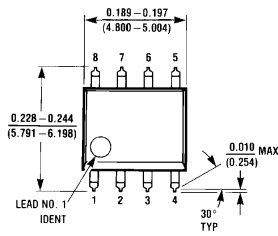


Comparator With a Negative Reference



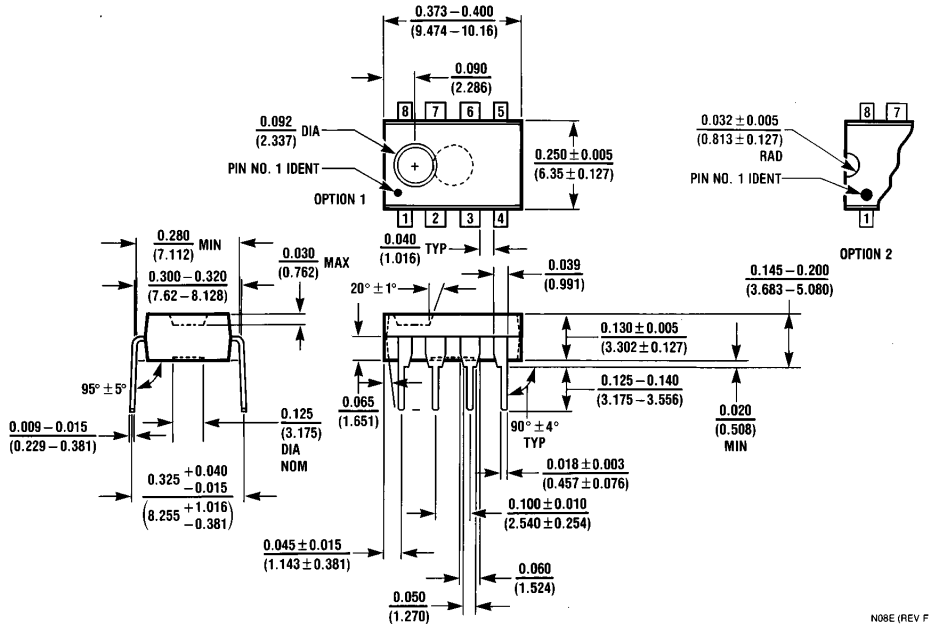
TL/H/5709-8

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Order Number LM393M or LM2903M
NS Package Number M08A

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Numbers LM393N or LM2903N
NS Package N08E

N08E (REV F)

LIFE SUPPORT POLICY

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

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



National Semiconductor Corporation
 1111 West Bardin Road
 Arlington, TX 76017
 Tel: 1(800) 272-9959
 Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86
 Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
 Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 19th Floor, Straight Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1600
 Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-043-299-2309
 Fax: 81-043-299-2408

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

Triacs

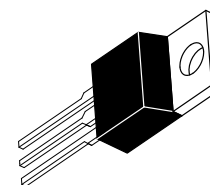
Silicon Bidirectional 40 Amperes RMS Triode Thyristors

... designed primarily for full-wave ac control applications such as lighting systems, heater controls, motor controls and power supplies.

- Blocking Voltage to 800 Volts
- All Diffused and Glass-Passivated Junctions for Parameter Uniformity and Stability
- Gate Triggering Guaranteed in Three Modes (MAC224 Series) or Four Modes (MAC224A Series)

MAC224 Series MAC224A Series

TRIACs
40 AMPERES RMS
200 thru 800 VOLTS



CASE 221A-04
(TO-220AB)
STYLE 4

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

Rating	Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Off-State Voltage ⁽¹⁾ ($T_J = -40$ to 125°C , 1/2 Sine Wave 50 to 60 Hz, Gate Open) MAC224-4, MAC224A4 MAC224-6, MAC224A6 MAC224-8, MAC224A8 MAC224-10, MAC224A10	V_{DRM}	200 400 600 800	Volts
On-State RMS Current ($T_C = 75^\circ\text{C}$) ⁽²⁾ (Full Cycle Sine Wave 50 to 60 Hz)	$I_{\text{T(RMS)}}$	40	Amps
Peak Non-repetitive Surge Current (One Full Cycle, 60 Hz, $T_J = 125^\circ\text{C}$)	I_{TSM}	350	Amps
Circuit Fusing ($t = 8.3$ ms)	I^2t	500	A^2s
Peak Gate Current ($t \leq 2$ μs)	I_{GM}	± 2	Amps
Peak Gate Voltage ($t \leq 2$ μs)	V_{GM}	± 10	Volts
Peak Gate Power ($t \leq 2$ μs)	P_{GM}	20	Watts
Average Gate Power ($T_C = 75^\circ\text{C}$, $t \leq 8.3$ ms)	$P_{\text{G(AV)}}$	0.5	Watts
Operating Junction Temperature Range	T_J	-40 to 125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to 150	$^\circ\text{C}$
Mounting Torque	—	8	in. lb.

1. V_{DRM} for all types can be applied on a continuous basis. Blocking voltages shall not be tested with a constant current source (cont.) such that the voltage ratings of the devices are exceeded.

2. This device is rated for use in applications subject to high surge conditions. Care must be taken to insure proper heat sinking when the device is to be used at high sustained currents. (See Figure 1 for maximum case temperatures.)

MAC224 Series MAC224A Series

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	60	$^{\circ}C/W$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_C = 25^{\circ}C$ and either polarity of MT2 to MT1 voltage unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Blocking Current (Rated V_{DRM} , Gate Open) $T_J = 25^{\circ}C$ $T_J = 125^{\circ}C$	I_{DRM}	— —	— —	10 2	μA mA
Peak On-State Voltage ($I_{TM} = 56$ A Peak, Pulse Width ≤ 2 ms, Duty Cycle $\leq 2\%$)	V_{TM}	—	1.4	1.85	Volts
Gate Trigger Current (Continuous dc) ($V_D = 12$ V, $R_L = 100 \Omega$) MT2(+), G(+); MT2(+), G(-); MT2(+), G(-) MT2(-), G(+) "A" SUFFIX ONLY	I_{GT}	— —	25 40	50 75	mA
Gate Trigger Voltage (Continuous dc) ($V_D = 12$ V, $R_L = 100 \Omega$) MT2(+), G(+); MT2(-), G(-); MT(+), G(-) MT2(-), G(+) "A" SUFFIX ONLY	V_{GT}	— —	1.1 1.3	2 2.5	Volts
Gate Non-Trigger Voltage ($V_D = \text{Rated } V_{DRM}$, $T_J = 125^{\circ}C$, $R_L = 10$ k) MT2(+), G(+); MT2(-), G(-); MT(+), G(-) MT2(-), G(+)	V_{GD}	0.2 0.2	— —	— —	Volts
Holding Current ($V_D = 12$ Vdc, Gate Open)	I_H	—	30	75	mA
Gate Controlled Turn-On Time ($V_D = \text{Rated } V_{DRM}$, $I_{TM} = 56$ A Peak, $I_G = 200$ mA)	t_{gt}	—	1.5	—	μs
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage ($V_D = \text{Rated } V_{DRM}$, Exponential Waveform, $T_C = 125^{\circ}C$)	dv/dt	—	50	—	V/ μs
Critical Rate of Rise of Commutation Voltage ($V_D = \text{Rated } V_{DRM}$, $I_{TM} = 56$ A Peak, Commutating di/dt = 20.2 A/ms, Gate Unenergized, $T_C = 75^{\circ}C$)	dv/dt(c)	—	5	—	V/ μs

FIGURE 1 – RMS CURRENT DERATING

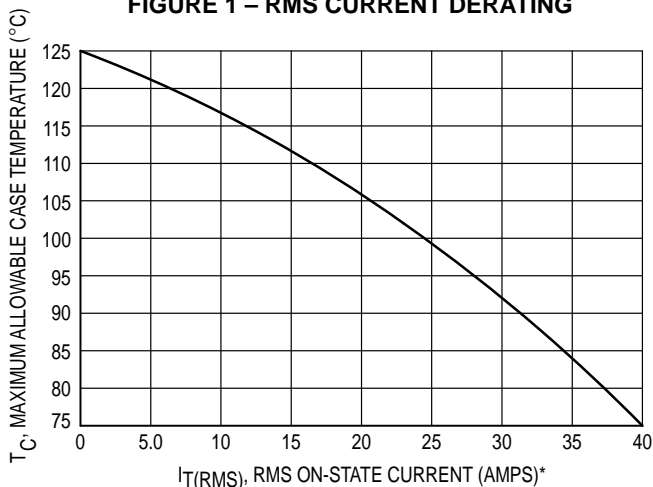
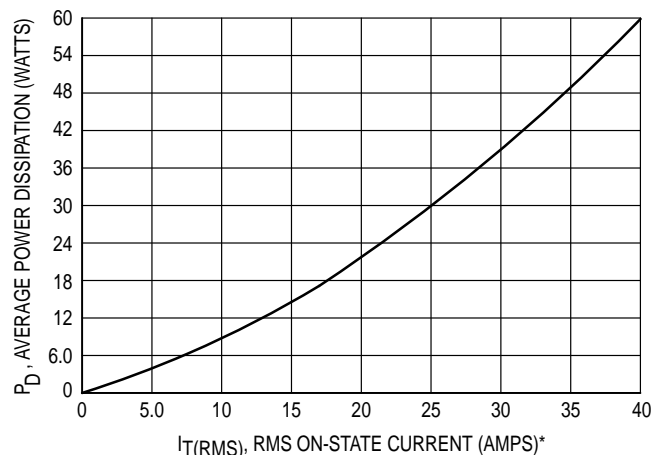


FIGURE 2 – ON-STATE POWER DISSIPATION



*This device is rated for use in applications subject to high surge conditions. Care must be taken to insure proper heat sinking when the device is to be used at high sustained currents.

FIGURE 3 – GATE TRIGGER CURRENT

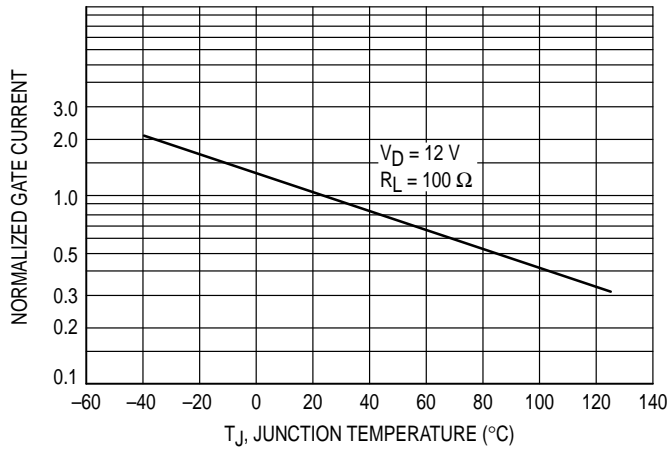


FIGURE 4 – GATE TRIGGER VOLTAGE

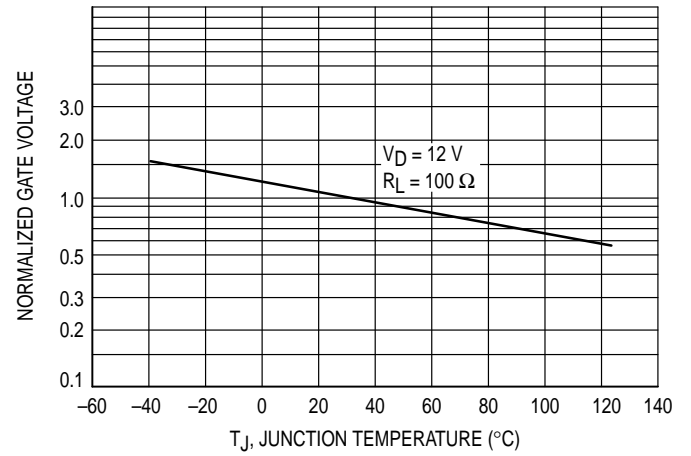


FIGURE 5 – HOLDING CURRENT

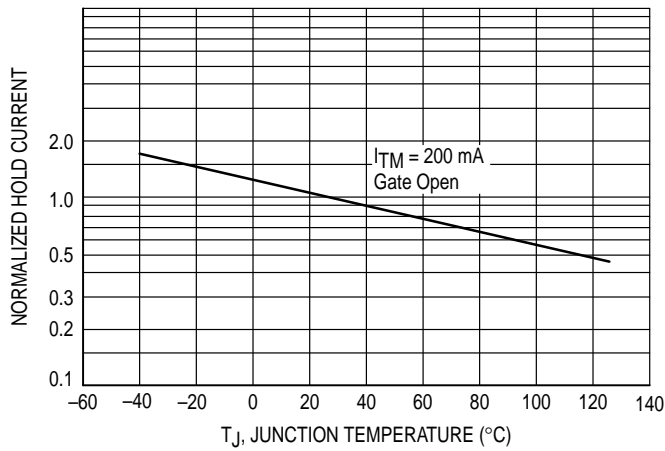


FIGURE 6 – TYPICAL ON-STATE CHARACTERISTICS

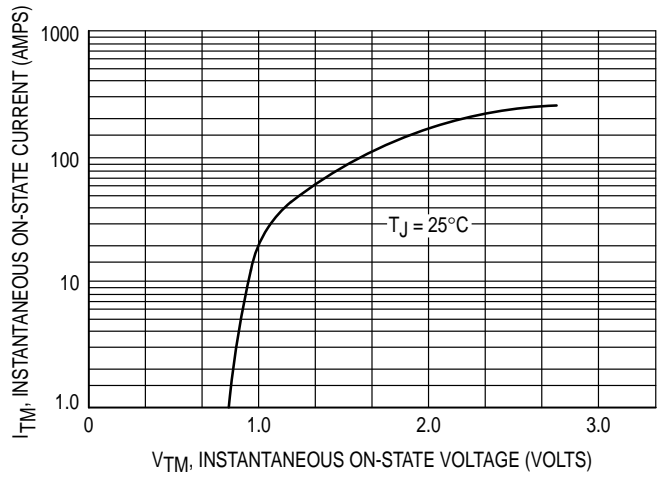
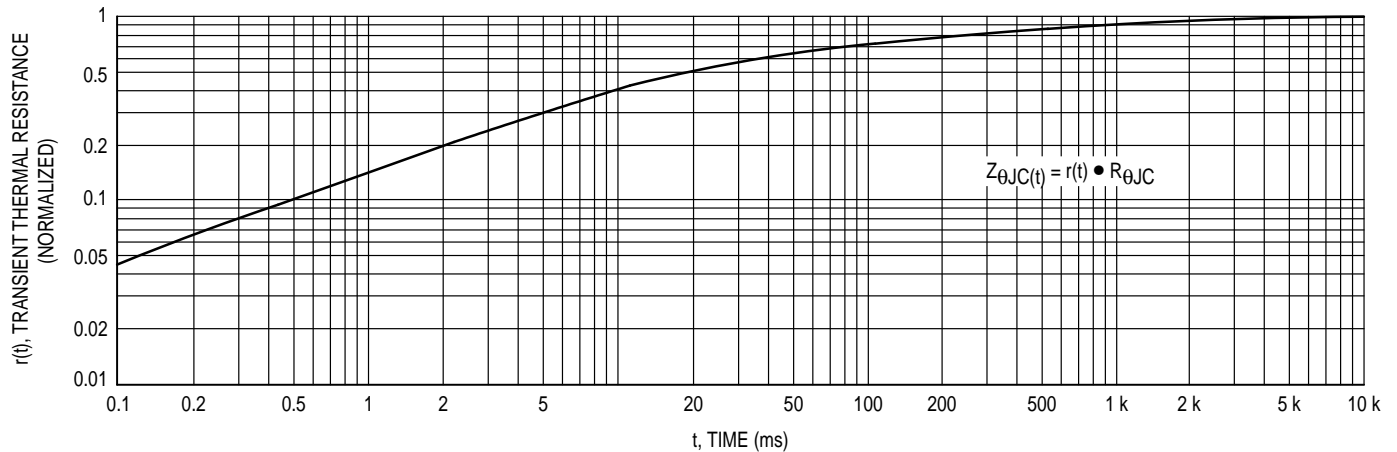
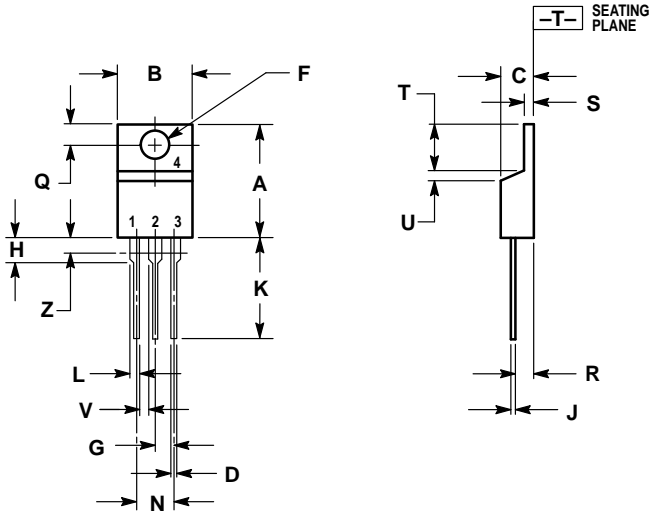


FIGURE 7 – THERMAL RESPONSE



PACKAGE DIMENSIONS



STYLE 4:
 PIN 1. MAIN TERMINAL 1
 2. MAIN TERMINAL 2
 3. GATE
 4. MAIN TERMINAL 2

- NOTES:
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION Z DEFINES A ZONE WHERE ALL BODY AND LEAD IRREGULARITIES ARE ALLOWED.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.570	0.620	14.48	15.75
B	0.380	0.405	9.66	10.28
C	0.160	0.190	4.07	4.82
D	0.025	0.035	0.64	0.88
F	0.142	0.147	3.61	3.73
G	0.095	0.105	2.42	2.66
H	0.110	0.155	2.80	3.93
J	0.014	0.022	0.36	0.55
K	0.500	0.562	12.70	14.27
L	0.045	0.055	1.15	1.39
N	0.190	0.210	4.83	5.33
Q	0.100	0.120	2.54	3.04
R	0.080	0.110	2.04	2.79
S	0.045	0.055	1.15	1.39
T	0.235	0.255	5.97	6.47
U	0.000	0.050	0.00	1.27
V	0.045	—	1.15	—
Z	—	0.080	—	2.04

CASE 221A-04
 (TO-220AB)

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.

Literature Distribution Centers:

USA: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036.
 EUROPE: Motorola Ltd.; European Literature Centre; 88 Tanners Drive, Blakelands, Milton Keynes, MK14 5BP, England.
 JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; 4-32-1, Nishi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141, Japan.
 ASIA PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; Silicon Harbour Center, No. 2 Dai King Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, N.T., Hong Kong.



MOC3020 THRU MOC3023 OPTOCOUPLED/OPTOISOLATORS

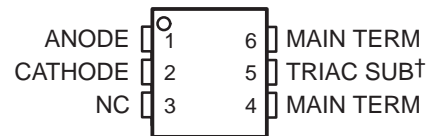
SOES025A – OCTOBER 1986 – REVISED APRIL 1998

- 400 V Phototriac Driver Output
- Gallium-Arsenide-Diode Infrared Source and Optically-Coupled Silicon Triac Driver (Bilateral Switch)
- UL Recognized . . . File Number E65085
- High Isolation . . . 7500 V Peak
- Output Driver Designed for 220 Vac
- Standard 6-Terminal Plastic DIP
- Directly Interchangeable with Motorola MOC3020, MOC3021, MOC3022, and MOC3023

typical 115/240 Vac(rms) applications

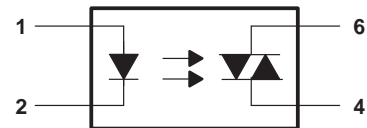
- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115/240 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Incandescent Lamp Dimmers

MOC3020 – MOC3023 . . . PACKAGE (TOP VIEW)



† Do not connect this terminal
NC – No internal connection

logic diagram



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)†

Input-to-output peak voltage, 5 s maximum duration, 60 Hz (see Note 1)	7.5 kV
Input diode reverse voltage	3 V
Input diode forward current, continuous	50 mA
Output repetitive peak off-state voltage	400 V
Output on-state current, total rms value (50-60 Hz, full sine wave): $T_A = 25^\circ\text{C}$	100 mA
$T_A = 70^\circ\text{C}$	50 mA
Output driver nonrepetitive peak on-state current ($t_w = 10$ ms, duty cycle = 10%, see Figure 7)	1.2 A
Continuous power dissipation at (or below) 25°C free-air temperature:	
Infrared-emitting diode (see Note 2)	100 mW
Phototriac (see Note 3)	300 mW
Total device (see Note 4)	330 mW
Operating junction temperature range, T_J	-40°C to 100°C
Storage temperature range, T_{stg}	-40°C to 150°C
Lead temperature 1,6 (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. Input-to-output peak voltage is the internal device dielectric breakdown rating.
 2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
 3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4 mW/°C.
 4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4.4 mW/°C.

MOC3020 THRU MOC3023 OPTOCOUPLEDERS/OPTOISOLATORS

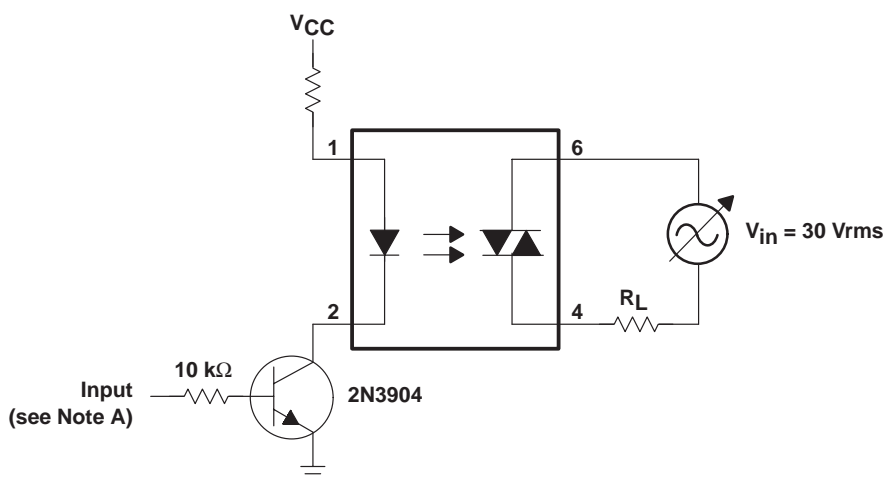
SOES025A – OCTOBER 1986 – REVISED APRIL 1998

electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_R	Static reverse current	$V_R = 3\text{ V}$		0.05	100	μA
V_F	Static forward voltage	$I_F = 10\text{ mA}$		1.2	1.5	V
$I_{(DRM)}$	Repetitive off-state current, either direction	$V_{(DRM)} = 400\text{ V}$, See Note 5		10	100	nA
dv/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	See Figure 1		100		$\text{V}/\mu\text{s}$
$dv/dt(c)$	Critical rate of rise of commutating voltage	$I_O = 15\text{ mA}$, See Figure 1		0.15		$\text{V}/\mu\text{s}$
I_{FT}	Input trigger current, either direction	Output supply voltage = 3 V	MOC3020	15	30	mA
			MOC3021	8	15	
			MOC3022	5	10	
			MOC3023	3	5	
V_{TM}	Peak on-state voltage, either direction	$I_{TM} = 100\text{ mA}$		1.4	3	V
I_H	Holding current, either direction			100		μA

NOTE 5: Test voltage must be applied at a rate no higher than 12 V/ μs .

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTE A. The critical rate of rise of off-state voltage, dv/dt , is measured with the input at 0 V. The frequency of V_{in} is increased until the phototriac turns on. This frequency is then used to calculate the dv/dt according to the formula:

$$dv/dt = 2\sqrt{2}\pi fV_{in}$$

The critical rate of rise of commutating voltage, $dv/dt(c)$, is measured by applying occasional 5-V pulses to the input and increasing the frequency of V_{in} until the phototriac stays on (latches) after the input pulse has ceased. With no further input pulses, the frequency of V_{in} is then gradually decreased until the phototriac turns off. The frequency at which turn-off occurs may then be used to calculate the $dv/dt(c)$ according to the formula shown above.

Figure 1. Critical Rate of Rise Test Circuit

TYPICAL CHARACTERISTICS

EMITTING-DIODE TRIGGER CURRENT (NORMALIZED)
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

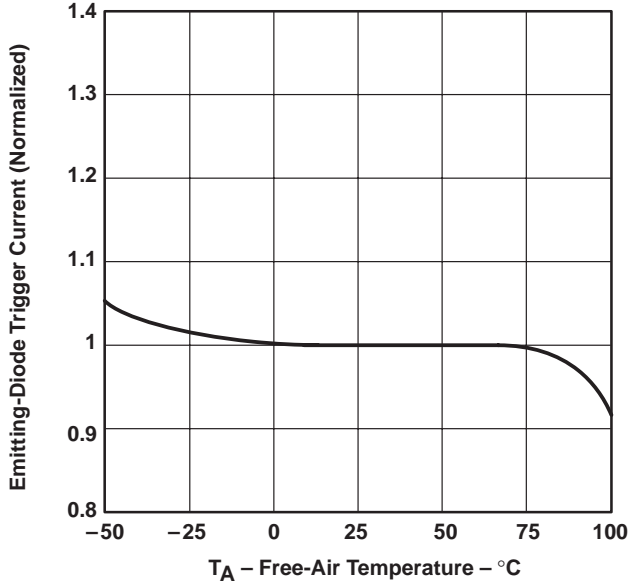


Figure 2

ON-STATE CHARACTERISTICS

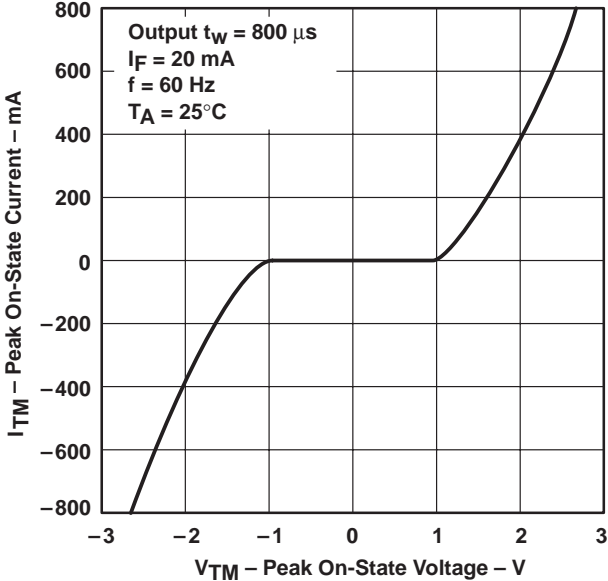


Figure 3

NONREPETITIVE PEAK ON-STATE CURRENT
vs
PULSE DURATION

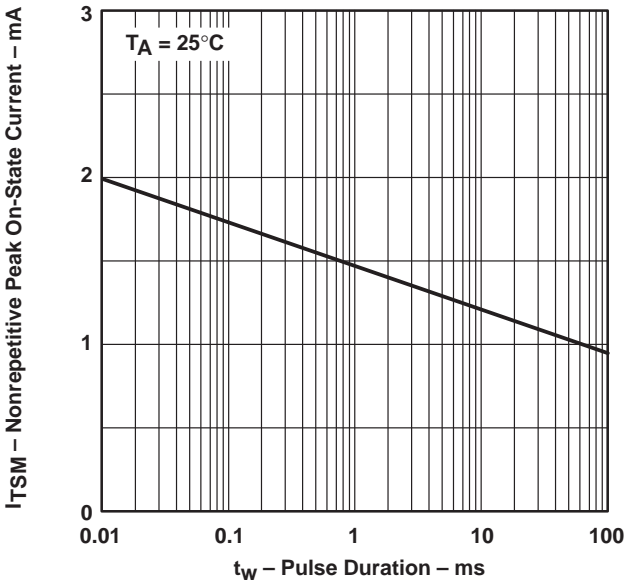


Figure 4

APPLICATIONS INFORMATION

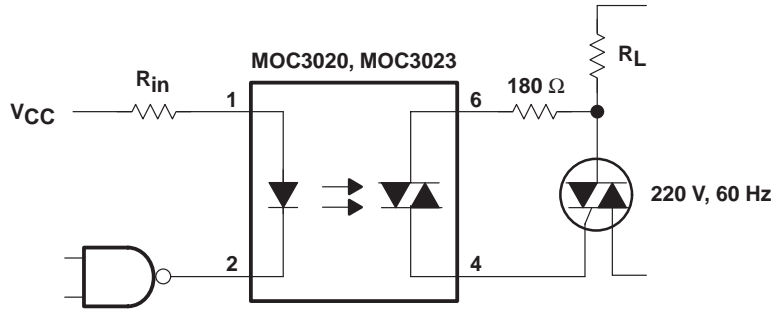


Figure 5. Resistive Load

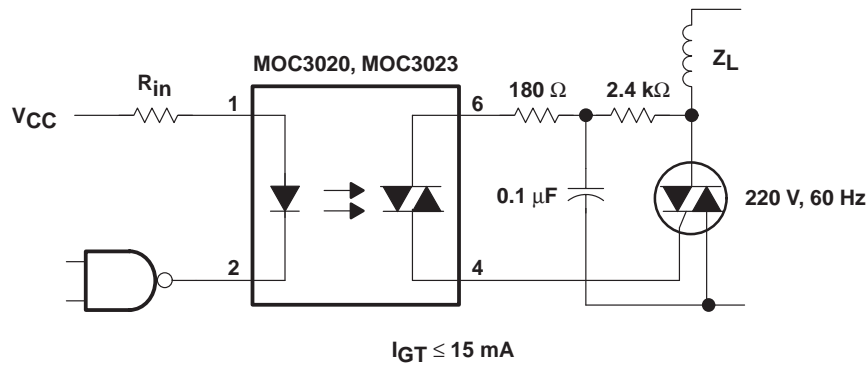


Figure 6. Inductive Load With Sensitive-Gate Triac

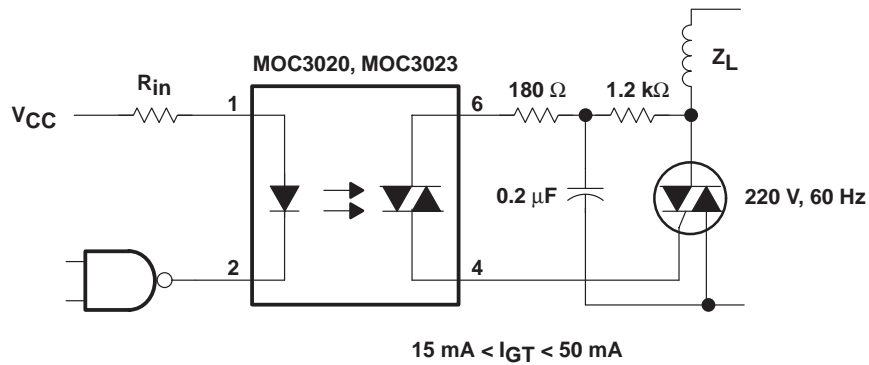
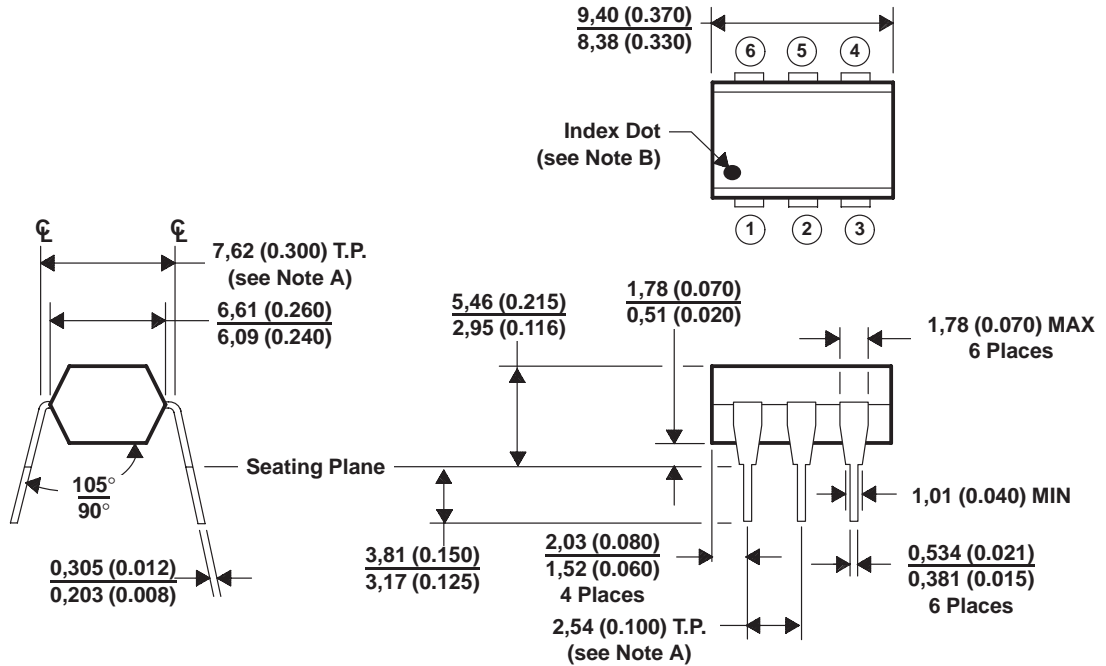


Figure 7. Inductive Load With Nonsensitive-Gate Triac

MECHANICAL INFORMATION

Each device consists of a gallium-arsenide infrared-emitting diode optically coupled to a silicon phototriac mounted on a 6-terminal lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case can withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions.



- NOTES: A. Leads are within 0,13 (0.005) radius of true position (T.P.) with maximum material condition and unit installed.
 B. Pin 1 identified by index dot.
 C. The dimensions given fall within JEDEC MO-001 AM dimensions.
 D. All linear dimensions are given in millimeters and parenthetically given in inches.

Figure 8. Packaging Specifications

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.



PIC16F/LF1826/27

Data Sheet

18/20/28-Pin Flash Microcontrollers
with nanoWatt XLP Technology

Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break Microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is provided only for your convenience and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. MICROCHIP MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES OF ANY KIND WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, WRITTEN OR ORAL, STATUTORY OR OTHERWISE, RELATED TO THE INFORMATION, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ITS CONDITION, QUALITY, PERFORMANCE, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR PURPOSE. Microchip disclaims all liability arising from this information and its use. Use of Microchip devices in life support and/or safety applications is entirely at the buyer's risk, and the buyer agrees to defend, indemnify and hold harmless Microchip from any and all damages, claims, suits, or expenses resulting from such use. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any Microchip intellectual property rights.

Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, dsPIC, KEELOQ, KEELOQ logo, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, rPIC and UNI/O are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.


FilterLab, Hampshire, HI-TECH C, Linear Active Thermistor, MXDEV, MXLAB, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, dsSPEAK, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, HI-TIDE, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Mindi, MiWi, MPASM, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, mTouch, Octopus, Omniscient Code Generation, PICC, PICC-18, PICDEM, PICDEM.net, PICKit, PICTail, PIC³² logo, REAL ICE, rLAB, Select Mode, Total Endurance, TSHARC, UniWinDriver, WiperLock and ZENA are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2009, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip received ISO/TS-16949:2002 certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona; Gresham, Oregon and design centers in California and India. The Company's quality system processes and procedures are for its PIC[®] MCUs and dsPIC[®] DSCs, KEELOQ[®] code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified.

18/20/28-Pin Flash Microcontrollers with nanoWatt XLP Technology

High-Performance RISC CPU:

- C Compiler Optimized Architecture
- 256 bytes Data EEPROM
- Up to 4 Kbytes Linear Program Memory Addressing
- Up to 384 bytes Linear Data Memory Addressing
- Interrupt Capability with Automatic Context Saving
- 16-Level Deep Hardware Stack with Optional Overflow/Underflow Reset
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes:
 - Two full 16-bit File Select Registers (FSRs)
 - FSRs can read program and data memory

Flexible Oscillator Structure:

- Precision 32 MHz Internal Oscillator Block:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$, typical
 - Software selectable frequencies range of 31 kHz to 32 MHz
- 31 kHz Low-Power Internal Oscillator
- Four Crystal modes up to 32 MHz
- Three External Clock modes up to 32 MHz
- 4X Phase Lock Loop (PLL)
- Fail-Safe Clock Monitor:
 - Allows for safe shutdown if peripheral clock stops
- Two-Speed Oscillator Start-up
- Reference Clock Module:
 - Programmable clock output frequency and duty-cycle

Special Microcontroller Features:

- Full 5.5V Operation – PIC16F1826/27
- 1.8V-3.6V Operation – PIC16LF1826/27
- Self-reprogrammable under Software Control
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Programmable Brown-out Reset (BOR)
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 1ms to 268s
- Programmable Code Protection
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins
- Enhance Low-Voltage Programming
- Power-Saving Sleep mode

Extreme Low-Power Management PIC16LF1826/27 with nanoWatt XLP:

- Sleep mode: 30 nA
- Watchdog Timer: 500 nA
- Timer1 Oscillator: 600 nA @ 32 kHz

Analog Features:

- Analog-to-Digital Converter (ADC) Module:
 - 10-bit resolution, 12 channels
 - Auto acquisition capability
 - Conversion available during Sleep
- Analog Comparator Module:
 - Two rail-to-rail analog comparators
 - Power mode control
 - Software controllable hysteresis
- Voltage Reference Module:
 - Fixed Voltage Reference (FVR) with 1.024V, 2.048V and 4.096V output levels
 - 5-bit rail-to-rail resistive DAC with positive and negative reference selection

Peripheral Highlights:

- 15 I/O Pins and 1 Input Only Pin:
 - High current sink/source 25 mA/25 mA
 - Programmable weak pull-ups
 - Programmable interrupt-on-change pins
- Timer0: 8-Bit Timer/Counter with 8-Bit Prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Gate Input mode
 - Dedicated, low-power 32 kHz oscillator driver
- Up to three Timer2-types: 8-Bit Timer/Counter with 8-Bit Period Register, Prescaler and Postscaler
- Up to two Capture, Compare, PWM (CCP) Modules
- Up to two Enhanced CCP (ECCP) Modules:
 - Software selectable time bases
 - Auto-shutdown and auto-restart
 - PWM steering
- Up to two Master Synchronous Serial Port (MSSP) with SPI and I²C™ with:
 - 7-bit address masking
 - SMBus/PMBus™ compatibility
- Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART) Module
- mTouch™ Sensing Oscillator Module:
 - Up to 12 input channels
- Data Signal Modulator Module:
 - Selectable modulator and carrier sources
- SR Latch:
 - Multiple Set/Reset input options
 - Emulates 555 Timer applications

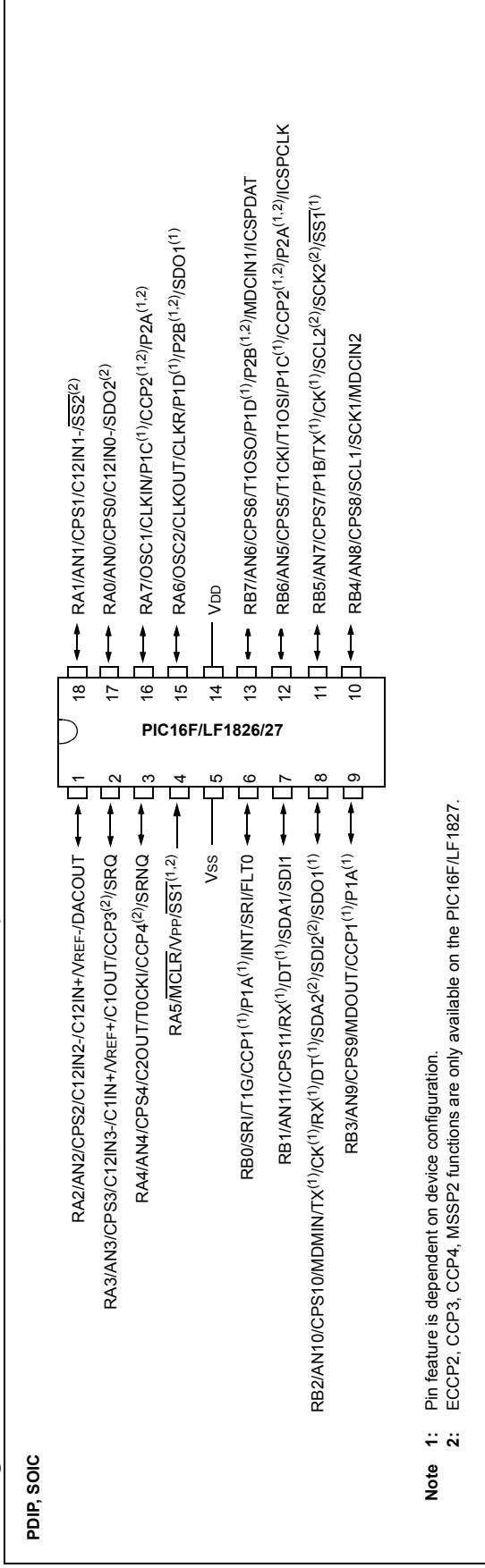
PIC16F/LF1826/27

PIC16F/LF1826/27 Family Types

Device	Program Memory	Data Memory		I/O's ⁽¹⁾	10-bit ADC (ch)	CapSense (ch)	Comparators	Timers (8/16-bit)	EUSART	MSSP	ECCP (Full-Bridge)	ECCP (Half-Bridge)	CCP	SR Latch
	Words	SRAM (bytes)	Data EEPROM (bytes)											
PIC16LF1826	2K	256	256	16	12	12	2	2/1	1	1	1	—	—	Yes
PIC16F1826	2K	256	256	16	12	12	2	2/1	1	1	1	—	—	Yes
PIC16LF1827	4K	384	256	16	12	12	2	4/1	1	2	1	1	2	Yes
PIC16F1827	4K	384	256	16	12	12	2	4/1	1	2	1	1	2	Yes

Note 1: One pin is input only.

Pin Diagram – 18-Pin PDIP, SOIC (PIC16F/LF1826/27)



Pin Diagram – 20-Pin SSOP (PIC16F/LF1826/27)

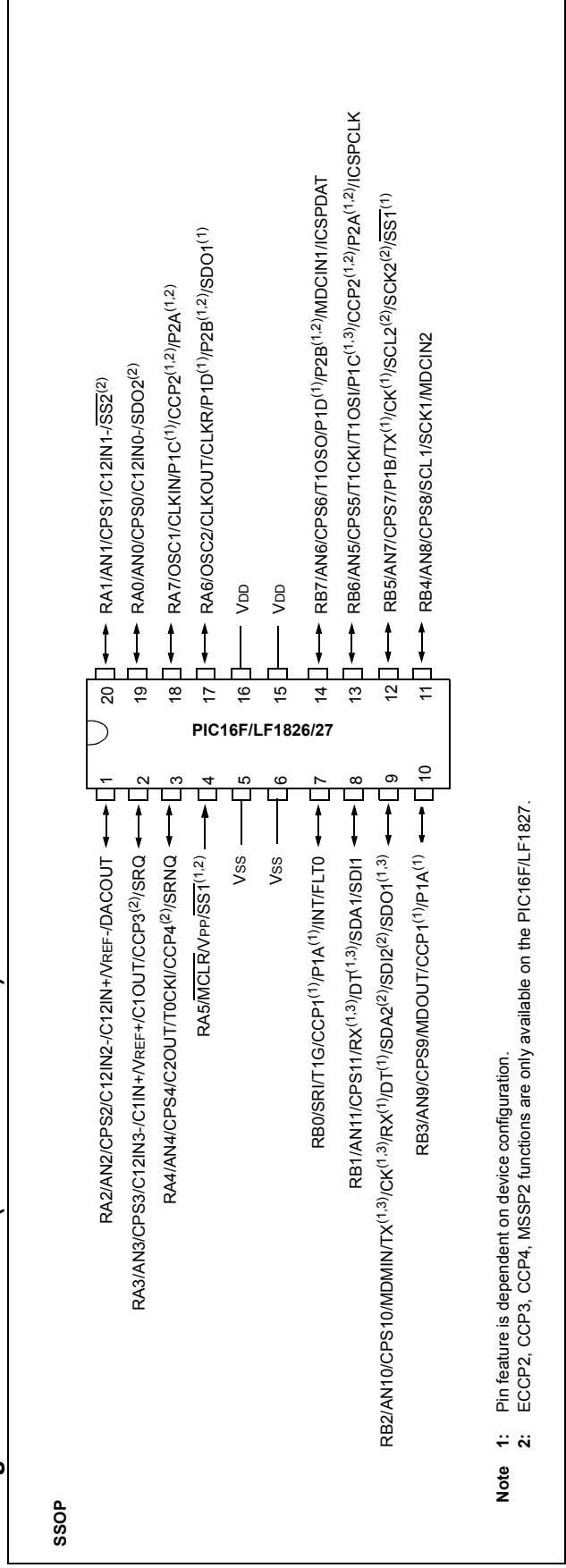


TABLE 1: 18/20/28-PIN SUMMARY (PIC16F/LF1826/27)

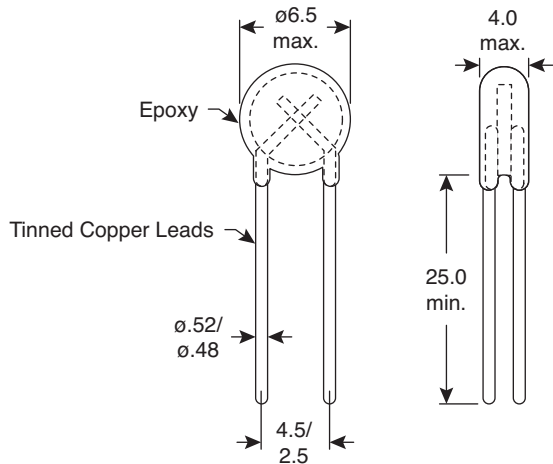
I/O	18-Pin PDIP/SOIC	20-Pin SSOP	28-Pin QFN/UQFN	ANSEL	A/D	Reference	Cap Sense	Comparator	SR Latch	Timers	CCP	EUSART	MSSP	Interrupt	Modulator	Pull-up	Basic	
RA0	17	19	23	Y	AN0	—	CPS0	C12IN0- C12IN1-	—	—	—	—	SDO2 ⁽²⁾	—	—	N	—	
RA1	18	20	24	Y	AN1	—	CPS1	C12IN1- C12IN2- C12IN+	—	—	—	—	SS2 ⁽²⁾	—	—	N	—	
RA2	1	1	26	Y	AN2	VREF- DACOUT	CPS2	—	—	—	—	—	—	—	—	N	—	
RA3	2	2	27	Y	AN3	VREF+	CPS3	C12IN3- C1IN+ C1OUT	SRQ	—	CCP3 ⁽²⁾	—	—	—	—	N	—	
RA4	3	3	28	Y	AN4	—	CPS4	C2OUT	SRNQ	T0CK1	CCP4 ⁽²⁾	—	—	—	—	N	MCLR, VPP	
RA5	4	4	1	N	—	—	—	—	—	—	P1D ⁽¹⁾ P2B ^(1,2)	—	SDO1 ⁽¹⁾	—	Y ⁽³⁾	—	OSC2 CLKOUT CLKR	
RA6	15	17	20	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	—	
RA7	16	18	21	N	—	—	—	—	—	—	P1C ⁽¹⁾ CCP2 ^(1,2) P2A ^(1,2)	—	—	—	—	N	OSC1 CLKIN	
RB0	6	7	7	N	—	—	—	—	SRI	T1G	CCP1 ⁽¹⁾ P1A ⁽¹⁾ FLT0	—	—	INT IOC	—	Y	—	
RB1	7	8	8	Y	AN11	—	CPS11	—	—	—	—	RX ^(1,4) DT ^(1,4)	SDA1 SDI1	IOC	—	Y	—	
RB2	8	9	9	Y	AN10	—	CPS10	—	—	—	—	RX ⁽¹⁾ DT ⁽¹⁾ TX ^(1,4) CK ^(1,4)	SDA2 ⁽²⁾ SDI2 ⁽²⁾ SDO1 ^(1,4)	IOC	MDMIN	Y	—	
RB3	9	10	10	Y	AN9	—	CPS9	—	—	—	CCP1 ^(1,4) P1A ^(1,4)	—	—	IOC	MDOU	Y	—	
RB4	10	11	12	Y	AN8	—	CPS8	—	—	—	—	—	SCL1 SCK1	IOC	MDCIN2	Y	—	
RB5	11	12	13	Y	AN7	—	CPS7	—	—	—	P1B	TX ⁽¹⁾ CK ⁽¹⁾	SCL2 ⁽²⁾ SCK2 ⁽²⁾ SS1 ^(1,4)	IOC	—	Y	—	
RB6	12	13	15	Y	AN5	—	CPS5	—	—	T1CK1 T1OSI	P1C ^(1,4) CCP2 ^(1,2,4) P2A ^(1,2,4)	—	—	IOC	—	Y	ICSPCLK/ ICDCLK	
RB7	13	14	16	Y	AN6	—	CPS6	—	—	T1OSO	P1D ^(1,4) P2B ^(1,2,4)	—	—	IOC	MDCIN1	Y	ICSPDAT/ ICDDAT	
VDD	14	15,16	17,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VDD
VSS	5	5,6	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VSS

Note 1: Pin functions can be moved using the APFCON register(s).

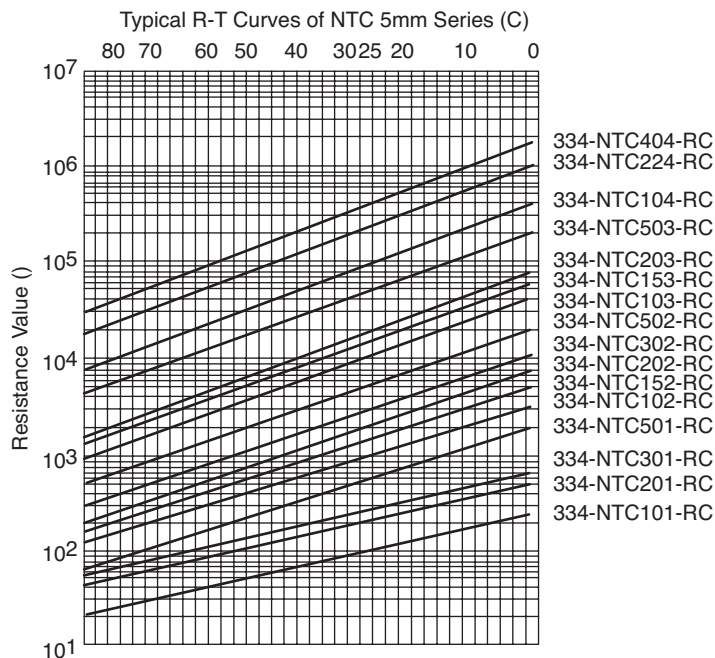
2: Functions are only available on the PIC16F/LF1827.

3: Weak pull-up always enabled when MCLR is enabled, otherwise the pull-up is under user control.

4: Default function location.



Dimensions (mm)
(min./max.)



■ **Specifications:**

- Type: 5mm epoxy coated disc
- Operating temperature: -20°~+125°C
- RoHS Compliant
- Maximum power rating: 500mW
- Resistance tolerance: ±15%
- Thermal dissipation constant: 6mW/°C

Mouser Stock No.	Nominal Resistance @25°C(Ω)	Beta Value ±7%(°K)	Maximum Operating Current @25°C(mA)	Thermal Time Constant (Sec.)	Part Marking
334-NTC101-RC	100	3100	200	19	110
334-NTC201-RC	200	3000	200	14	120
334-NTC301-RC	300	3000	150	15	130
334-NTC501-RC	500	3800	100	16	150
334-NTC102-RC	1000	3700	80	17	210
334-NTC152-RC	1500	3700	60	14	215
334-NTC202-RC	2000	4000	60	14	220
334-NTC302-RC	3000	4000	50	14	230
334-NTC502-RC	5000	4100	45	15	250
334-NTC103-RC	10000	4100	30	15	310
334-NTC153-RC	15000	4200	25	18	315
334-NTC203-RC	20000	4200	25	18	320
334-NTC503-RC	50000	4400	20	18	350
334-NTC104-RC	100000	4400	15	16	410
334-NTC224-RC	220000	4500	6	20	422
334-NTC404 -RC	400000	4500	5	18	440