

# Diseño de la tarjeta de control de un cargador de baterías de 1.5kW, basado en un rectificador controlado monofásico

**Titulación:** I.T.I Electrónica Industrial

**Alumno/a:** Daniel Lorenzo Zamora

**Director/a/s:** Pedro Díaz Hernández

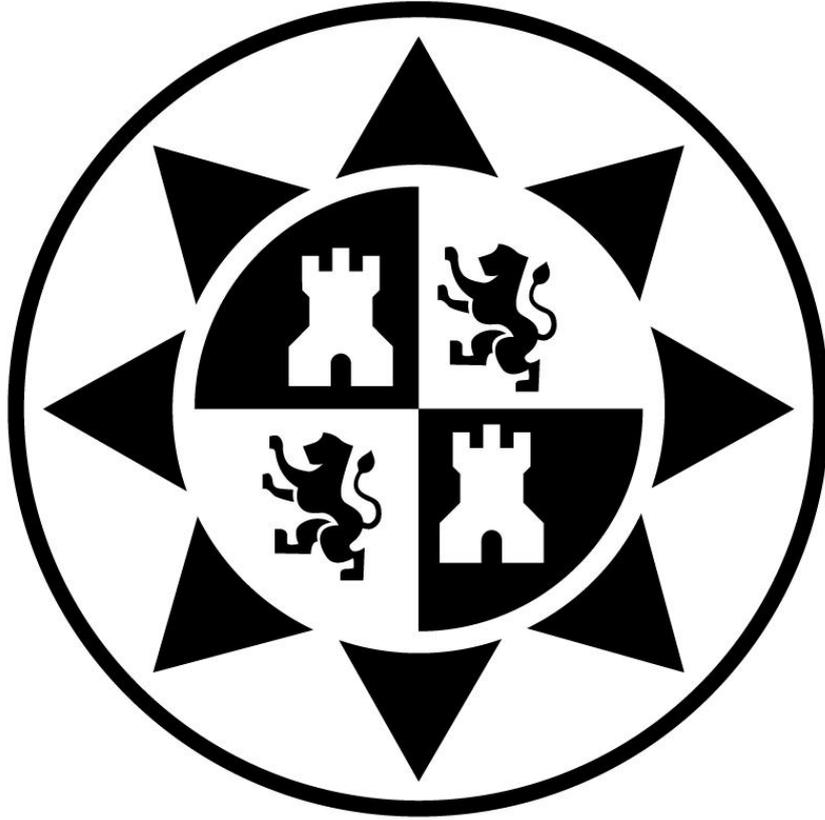
Cartagena, 1 de Febrero de 2012





# INDICE

<b>1 MEMORIA</b>	Pág. 4
1.1 Introducción	Pág. 5
1.1.1 Objetivos	Pág. 6
1.1.2 Normativa	Pág. 6
1.2 Explicación general	Pág. 7
1.3 Explicación por bloques	Pág. 9
1.4 Simulaciones	Pág. 15
1.5 Bibliografía	Pág. 23
<b>2 PLANOS</b>	Pág. 25
<b>3 PRESUPUESTO</b>	Pág. 37
<b>4 PLIEGO DE CONDICIONES</b>	Pág. 40
<b>5 ANEXOS</b>	Pág. 53
Programa PIC	Pág. 54
Normativa	Pág. 66
Data sheets	Pág. 78
La batería de plomo-acido	Pág. 127



# MEMORIA



# 1- MEMORIA

## 1.1- INTRODUCCION

Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente eléctrica o tensión eléctrica que almacenará una -o varias simultáneamente- pila recargable o una batería.

La carga de corriente depende de la tecnología y de la capacidad de la batería a cargar. Por ejemplo, la corriente y 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.

Existen distintos tipos de cargadores de baterías, en función de la forma en que lo hacen, en nuestro caso utilizaremos el denominado inteligente.

La corriente de salida depende del estado de la batería. Este cargador controla el voltaje de la batería, su temperatura y el tiempo que lleva cargándose, proporcionando una corriente de carga adecuada en cada momento. El proceso de carga finaliza cuando se obtiene la relación adecuada entre voltaje, temperatura y/o tiempo de carga.

Un cargador inteligente típico carga la batería hasta un 85% de su capacidad máxima en menos de una hora, entonces cambia a carga de mantenimiento, lo que requiere varias horas hasta conseguir la carga completa.

Existen muchos tipos de baterías, según su composición. 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. Cuya carga se realizará a 24 voltios.

En el Anexo II se adjunta toda la información relacionada con las baterías de Plomo-Ácido.



### 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.

El diseño se ha dividido en diferentes bloques, donde se explicara con mejor detalle cada uno de ellos.

Los bloques están relacionados con el funcionamiento del cargador así como su composición en desglose, planos y simulaciones.

Además será realizado un presupuesto que refleje todos los gastos asociados al proyecto.

### 1.1.2- NORMATIVA

La normativa que vamos a aplicar en este proyecto es la UNE-EN 60335-2-29 2006 que controla los requisitos de la seguridad para cargadores de baterías. Esta normativa complementa a la EN 60335-1 “Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte I: requisitos generales”, y por tanto la aplicación a sido conjunta de ambas normativas.

La primera 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 o 48V indistintamente), y cargadores de 110Vcc respectivamente.

También se atiene a toda la normativa relacionada a simbología en los esquemas eléctricos y electrónicos dispuesta por Aenor.



## 1.2- EXPLICACION GENERAL

En este apartado se va a comentar el funcionamiento de todo el circuito completo, en posteriores apartados será analizado con más detalle por bloques.

A continuación se enumeran y comentan los distintos estados de funcionamiento del cargador:

### I. *ESTADO 1 – ETAPA DE CARGA*

En esta fase el cargador mantiene una corriente constante para la carga, cada 100Hz el circuito mide la tensión de la batería para compararlo con el voltaje de “carga”, que depende del fabricante pero generalmente su valor se aproxima a 14.5V para las baterías de 12V, y una vez alcanzada dicha tensión cambia al segundo estado.

Si corriente ↓, aumentamos el ángulo de conducción del Triac.

Si corriente ↑, disminuimos el ángulo de conducción.

Si corriente →, no hacemos cambio en el ángulo de conducción.

### II. *ESTADO 2 – ETAPA DE CONTROL DE TENSION EN BORNES DE LA BATERIA*

Durante este estado el circuito controla la tensión de la batería.

Si la tensión es menor a 14.5V, aumentamos el ángulo de conducción del Triac.

Si el voltaje está por encima de 14.5V, disminuimos el ángulo de conducción.

Si se mantiene no cambiamos el ángulo de conducción.

En esta fase, se comprueba cada 100Hz la corriente de carga, ya que si esta es superior en un 35% a la corriente máxima del cargador, este volverá al estado 1 para controlar la corriente, si por el contrario esta disminuye un 10% del máximo, se suponen las baterías cargadas al 95% aproximadamente, el cargador pasará al tercer y último estado.

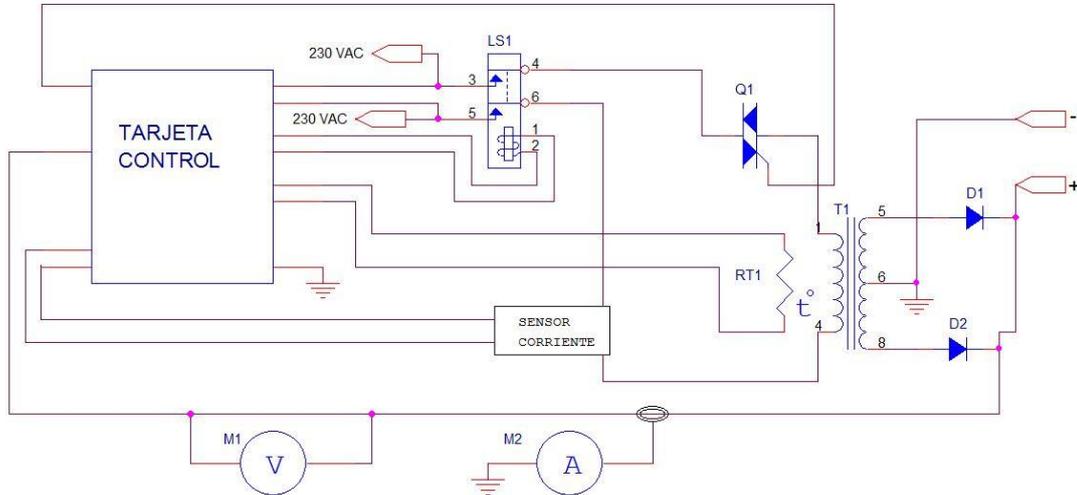
### III. *ESTADO 3 – MANTENIMIENTO*

En esta fase el cargador únicamente mantiene la carga de las baterías al máximo, rondando el 100%, pero con una tensión de alrededor de 13.3V.

La corriente se controla de la misma manera que en el estado 1.

Una vez concluida la explicación de los estados del cargador nos centramos en el circuito y sus componentes de manera general ya que en el apartado planos se podrá analizar con todo detalle el circuito.

De la figura 1.1 gracias al croquis del circuito podemos conocer los componentes básicos que componen el sistema del cargador de baterías.



Utilizamos el control tanto de la corriente como del voltaje en el primario del transformador, tiene ventajas respecto a hacerlo en el secundario.

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. Usar SCR es caro y además el sensor de corriente debe tener un rango de 0 a 150A, es demasiada corriente. Si calculamos nuestro rango, 1500 entre 230 Vac es igual a 6.5A, nuestro control es solo de 0 a 10A, 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 de la alimentación de la red e indicar un código de error por sobre-corriente.

El software empieza controlando la corriente de carga desde una mínima corriente, progresivamente empieza a subir hasta que sucede una de dos cosas:

- Se alcanza la máxima corriente permitida.
- Se alcanza la máxima demanda de corriente de la batería.

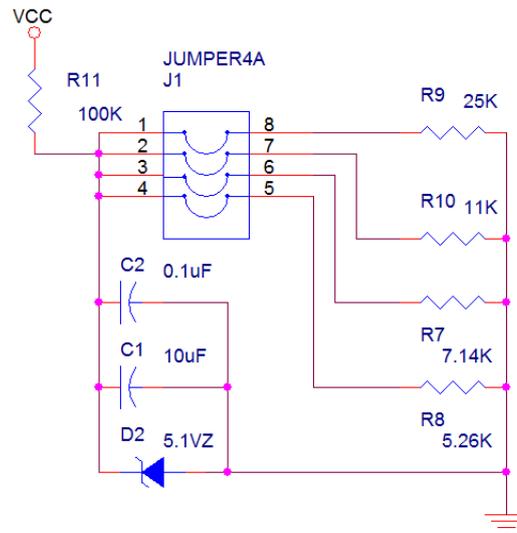
Una vez en este punto la corriente se controla con un PWM de 100 Hz, esta frecuencia es la mitad del ciclo de la onda senoidal, en el driver del Triac.

Hasta aquí llega la explicación general, los siguientes apartados analizan con más detalle los distintos bloques de los que se compone el cargador de baterías.

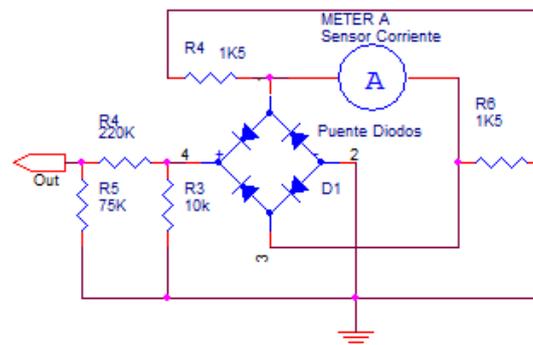
## 1.3- EXPLICACION POR BLOQUES

### I. BLOQUE – SENSORES

- Sensor de tensión en bornes de la batería**  
 Formado por un divisor de tensión filtrado para evitar el ruido y un diodo Zener a modo de protección para no dañar el PIC.



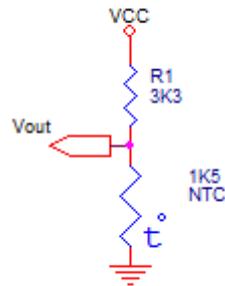
- Sensor de corriente**  
 Para medir la corriente hemos utilizado un transformador de corriente o (Current Transformer, "CT").  
 Este sensor de corriente utiliza un transformador fabricado, con una sola bobina y haciendo pasar por en medio el alambre conductor de la corriente, de esta forma el campo 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.



- **Sensor de temperatura**

Para el diseño hemos elegido un termistor NTC montado en un divisor de tensión.

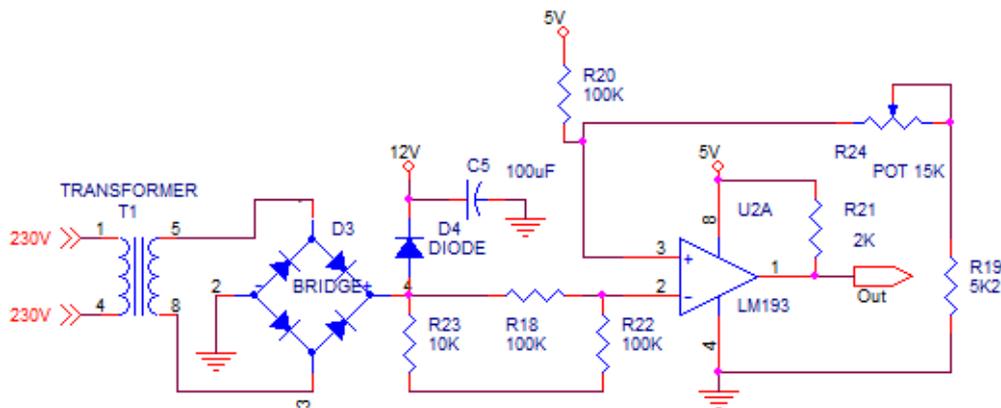
Este termistor tiene un bajo coste y menos peligroso que otros modelos ya que solo tiene dos patas, la entrada de tensión y la salida a tierra, y conectado en serie a una resistencia no ocasionara problemas de cortocircuitos.



## II. BLOQUE – SINCRONIZACION A LA RED

Este es un circuito indispensable cuando se utiliza un triac para el control de la potencia, porque cuando la compuerta se activa por un pulso de signo positivo y con baja corriente de enganche, el triac pasa a conducción, haciendo un corto entre MT1 y MT2, y la conducción permanece debido a que la corriente de enganche la aporta MT1. La conducción se detendrá si las tensiones de MT1 y MT2 son nulas o bien si la corriente que pasa de MT1 a MT2 es inferior a la de enganche de la compuerta, forma en la que controlamos el triac, ya que cuando la onda senoidal pasa por cero la corriente se hace cero.

Debido a lo anteriormente comentado hemos de añadir un circuito detector de paso por cero, como el siguiente:





La entrada del circuito es directamente la red, que funciona a 230V a 50Hz, seguidamente encontramos un pequeño transformador y un puente de diodos completo para así obtener a la salida de este una onda de continua pulsante. Esta tensión continua pulsante es utilizada para alimentar a la tarjeta de control con 12Vcc, añadiendo un diodo y un condensador cuyos valores se especifican en el circuito para así filtrar la onda y que la señal que llega a la tarjeta sea continua, y también para alimentar el detector de paso por cero.

El LM193 es un comparador de tensión, comparará la CC Pulsante con un valor de referencia en el pin 3. Los valores de las resistencias que forman la división de tensión son:

Si  $R_{22}=0$  → Pin 3=250mVcc  
Si  $R_{22}=15k\Omega$  → Pin 3=850mVcc  
Si  $R_{22}=7.5k\Omega$  → Pin 3=560mVcc

Tomando que la resistencia este en su valor medio, y tomando que al pin 3 en un paso por cero le llegan 0V y en el otro tenemos 560mVcc la salida del comparador nos dará 5Vcc. Esta salida se ira manteniendo hasta que la tensión que entra al pin 2 del comparador sea superior de 560mVcc con lo cual la salida del comparador será nula.

### III. BLOQUE – CIRCUITO DE CONTROL DE CARGA

El control se realiza por medio de un microcontrolador, con lo cual es puramente digital, mediante un código de programación que se adjunta en los anexos.

La manera de controlar la tensión y la corriente por medio del PIC16F84 es la siguiente:

Arranque con triac apagado y se define la variable que se utiliza para la anchura de pulso máximo, con esto se configura el retardo del triac apagado después del paso por 0. Al inicio el retardo es de 2ms (su valor máximo).

Una vez finalizado el retardo se activa el triac hasta un nuevo paso por 0 donde se vuelve a apagar.

La variable que define el retardo va modificando su valor según el estado en el que se encuentre el cargador.

El cargador está diseñado para cargar baterías de 24V pero pueden conectarse de 12 y 6 voltios respectivamente siempre y cuando se conecten en serie y el total sea de 24V.

Las baterías están formadas por celdas con lo que la forma de carga está orientada a cada celda y es independiente el número de baterías conectadas en serie.



Para que el cargador cargue de manera óptima el voltaje por celda para la etapa de carga es definir el voltaje por celda a 2.41V con corriente constante. En la segunda etapa (control de tensión) se mantiene el voltaje durante unas 3 horas aproximadamente. Finalmente para la última etapa de mantenimiento la tensión por celda se establece a 2.21V.

A continuación se explica con más detalle el funcionamiento en cada estado:

➤ **ETAPA DE CARGA**

En esta fase primeramente se comienza a cargar las baterías con una corriente pequeña, ya que en un principio se desconoce el estado de carga de estas.

Si las baterías están muy descargadas la corriente seguirá siendo muy pequeña hasta que la demanda de Ah sea mayor que la corriente máxima del cargador, en este momento se irá incrementando la corriente de carga hasta alcanzar el máximo valor permitido para no dañar las baterías, en caso de que esto ocurriera el sistema de seguridad del PIC cortaría la alimentación de la red e indicaría el error mediante un indicador.

Si la corriente baja, se aumenta el ángulo de conducción del triac, en el caso opuesto se disminuye dicho ángulo, en otro caso no se efectúa cambio.

Dicho ángulo de conducción se controla mediante el retardo.

➤ **ETAPA DE CONTROL DE TENSION**

Como ya se ha explicado anteriormente en esta etapa se mide el voltaje para mantenerlo constante, aumentando o disminuyendo el retardo en función de cómo queramos modificar el ángulo de conducción del triac.

Si la intensidad aumenta por encima del 35% de la corriente máxima del cargador, este volverá al estado 1 para poder controlar dicha corriente, una vez pasadas 3 horas aproximadamente se presuponen las baterías cargadas prácticamente al máximo, con lo cual se pasa a la etapa final (nº 3) de mantenimiento.

➤ **ETAPA DE MANTENIMIENTO**

Durante esta fase el cargador simplemente mantiene la carga de las baterías lo más próximo posible al 100%, y para ello se controla la tensión como en la primera etapa pero a 13.3V.

• Software del controlador:

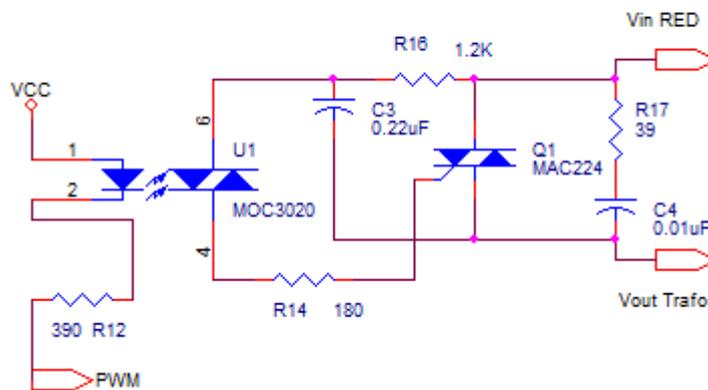
El código de programación del PIC y un diagrama de flujo explicativo de dicho programa están adjuntos en el Anexo I.

#### IV. BLOQUE – DRIVER DE DISPARO DEL TRIAC

En este apartado se busca el aislamiento de la etapa de corriente alterna y la etapa de control, todo ello con un driver optoacoplado MOC3020.

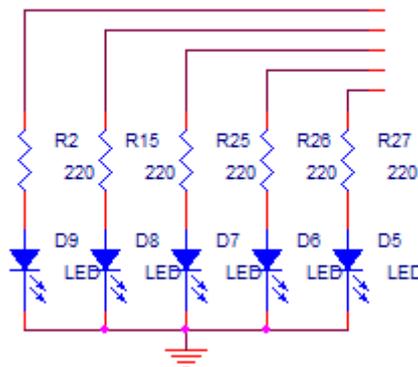
Este driver funciona mediante un diodo led con intensidad controlada por PWM.

Este circuito tiene una carga inductiva, se pueden producir picos de tensión que dañarían el circuito, así que se debe colocar unas protecciones de atenuación de picos. Estos filtros se componen de resistencia y condensador y claramente pueden verse en el circuito de la figura que sigue.



#### V. BLOQUE – ALARMAS, AVISOS Y MEDIDAS

El cargador tiene diferentes alarmas, todas ellas son visuales, ya que una alarma sonora sería molesta e innecesaria debido a que el circuito de control se encarga de todo, incluso de corregir los errores que puedan aparecer durante el funcionamiento del cargador.





Las alarmas son simplemente diodos led que nos indican los diferentes estados de carga del siguiente modo:

Si una fase de carga esta activa el led correspondiente parpadeara hasta que esta este finalizada, entonces el diodo pasara a permanecer encendido de manera constante.

Si un estado de carga aun no ha sido alcanzado el led no se encenderá.

Además de indicar los estados de carga también indica dos errores, uno por sobrecorriente y otro por exceso de temperatura.

El primero lo indica un led parpadeando que será el de error mientras que el resto estarán apagados, incluyendo el de alimentación a la red.

En el segundo caso todos los leds estarán en estado intermitente.

En ambos casos se soluciona reiniciando el sistema, de manera automática, aunque en el caso de la sobrecorriente puede que caiga en bucle ya que al reiniciar el problema persista y sea necesario la actuación de un operario para un reinicio manual del sistema.

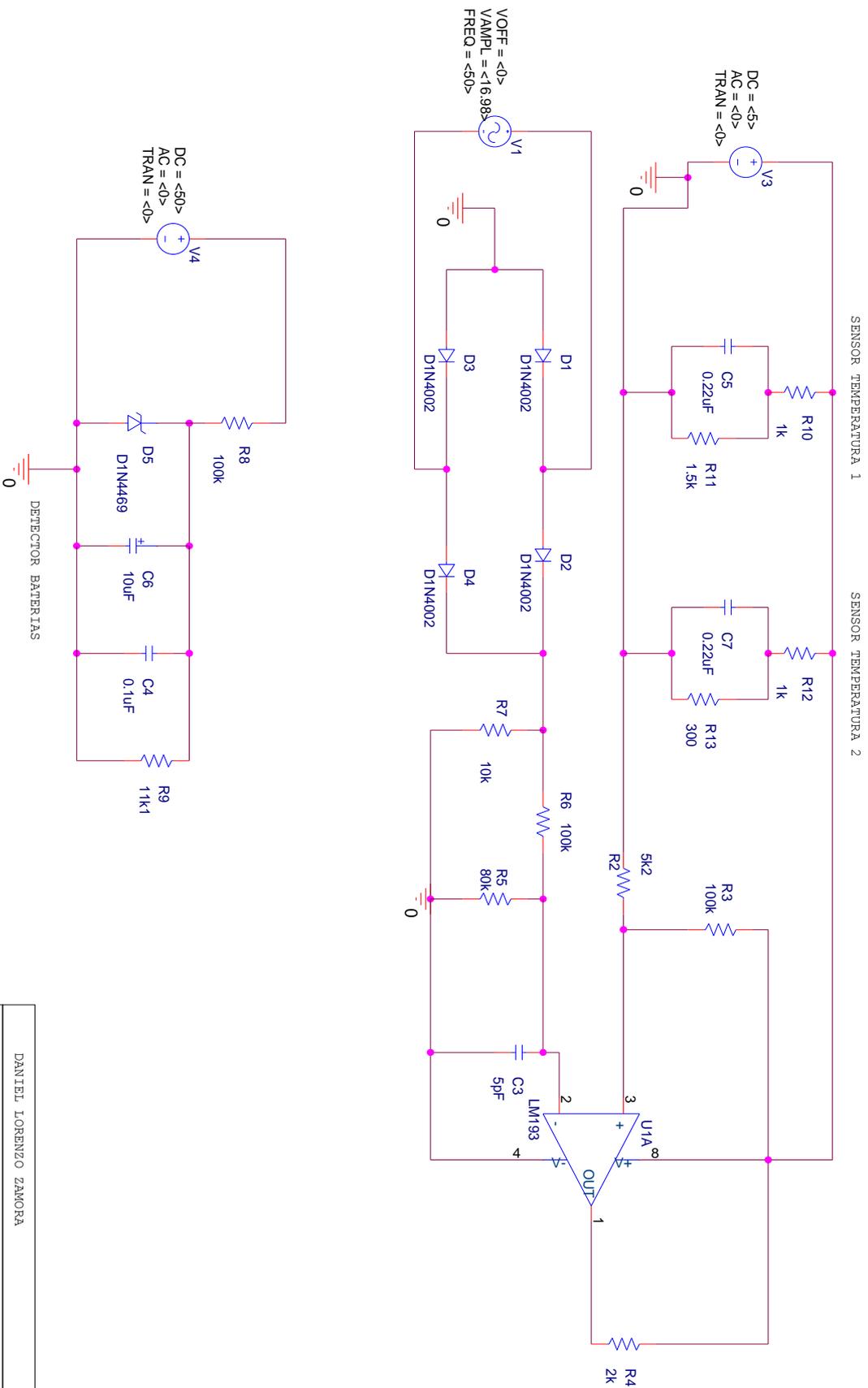
Las medidas del circuito son tomadas por un voltímetro y un amperímetro como ya se vio en el croquis simple del circuito.



## 1.4.- SIMULACIONES

Para realizar las simulaciones correspondientes que determinan el funcionamiento general del circuito del cargador he diseñado un circuito equivalente, con funcionamiento estándar, sin errores, ya que simular el pic16f84 en PSpice es muy engorroso, para ello se puede utilizar un programa dedicado que simulara el código C.

En este apartado se muestra el esquema utilizado para las simulaciones y a continuación las simulaciones de manera detallada.



DANIEL LORENZO ZAMORA

ESQUEMA SIMULACION

Document Number

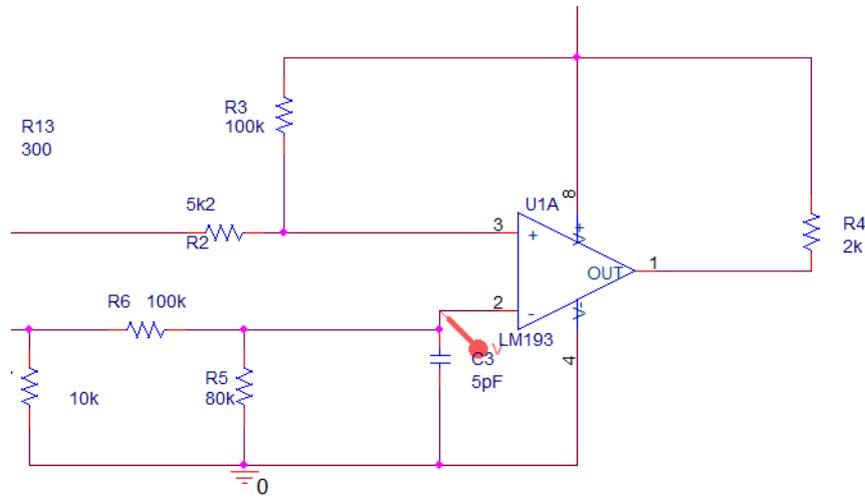
Size A4

1

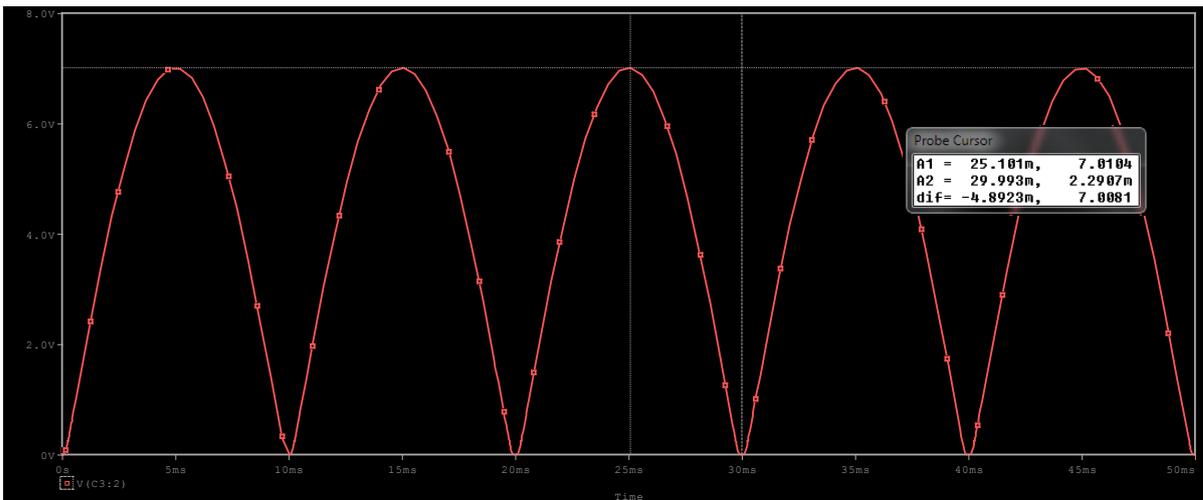
Rev

Date: Thursday, February 02, 2012 Sheet 1 of 1

Primeramente medimos la tensión a la entrada del PIN2 del lm193:



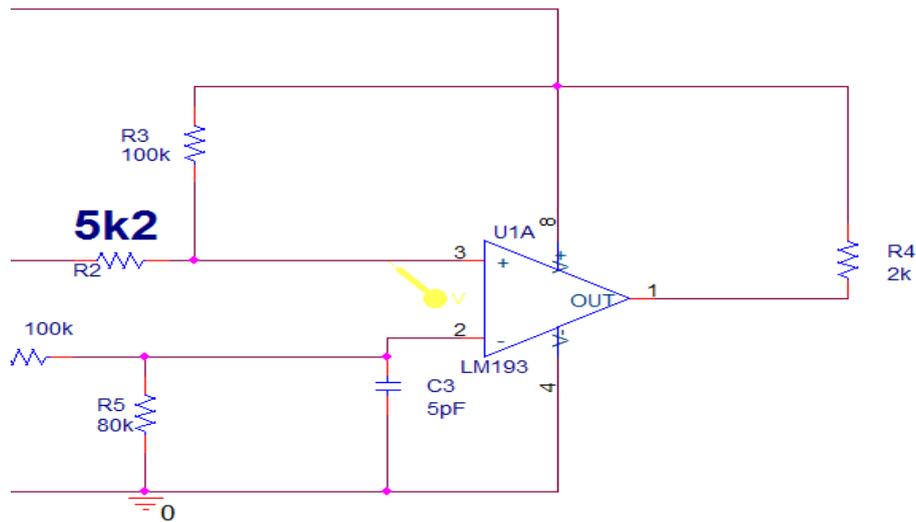
La grafica que se obtiene es la siguiente:



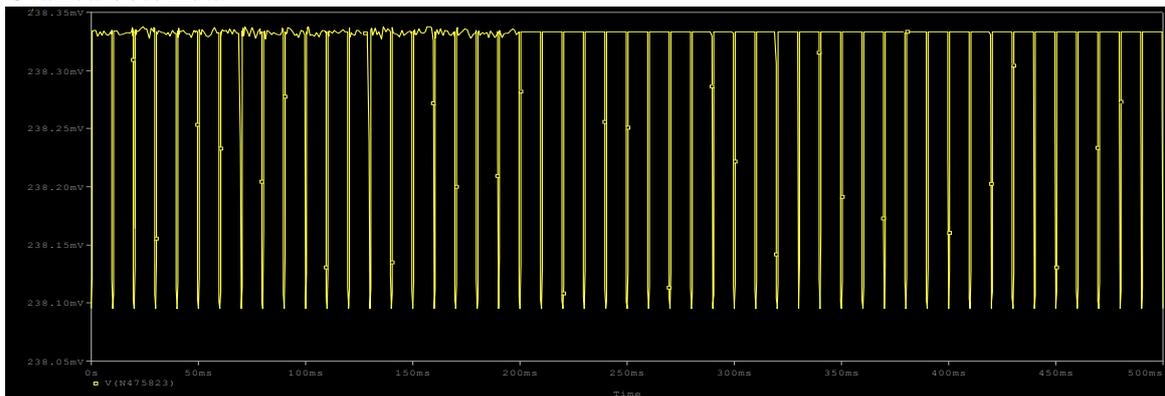
Como se puede observar la tensión de salida tiene un valor de pico de 7V, lo que se traduce en 5Vrms.

Esta tensión que llega al lm193 es comparada con la que llega a la patilla 3 de dicho amplificador.

Tensión en el PIN3 del lm193:



Gráfica obtenida:

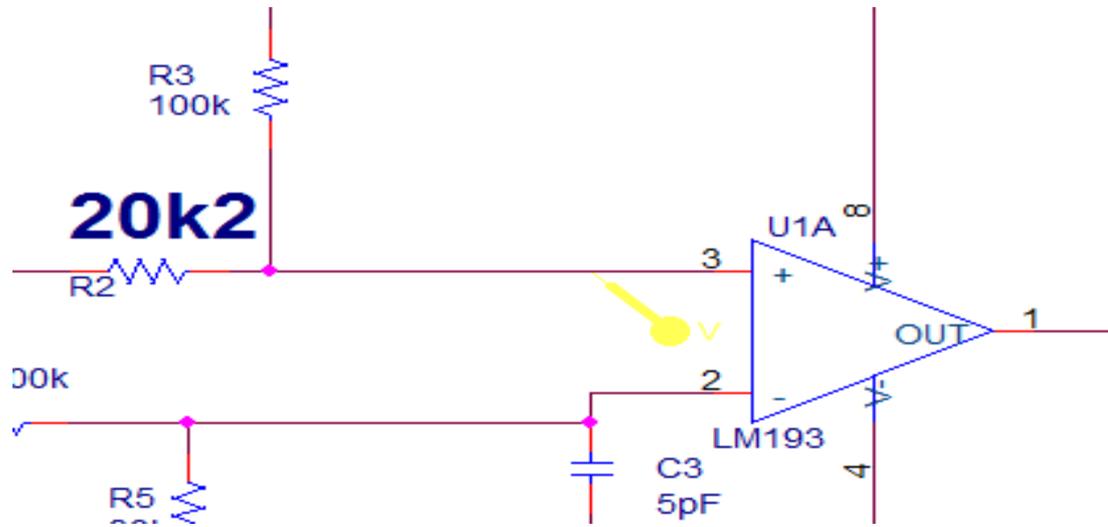


Se puede apreciar que la gráfica es más estable a partir de los 200ms, por tanto:

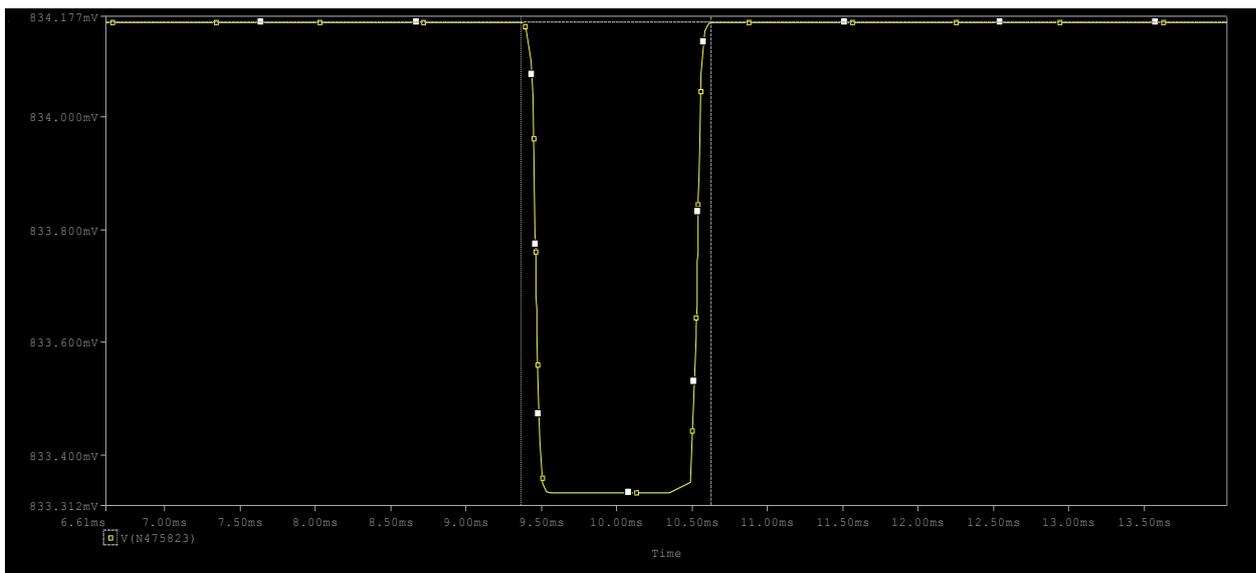


Vemos que para una resistencia de 5K2 en el potenciómetro tenemos una anchura de pulso de paso por cero de 0.7ms.

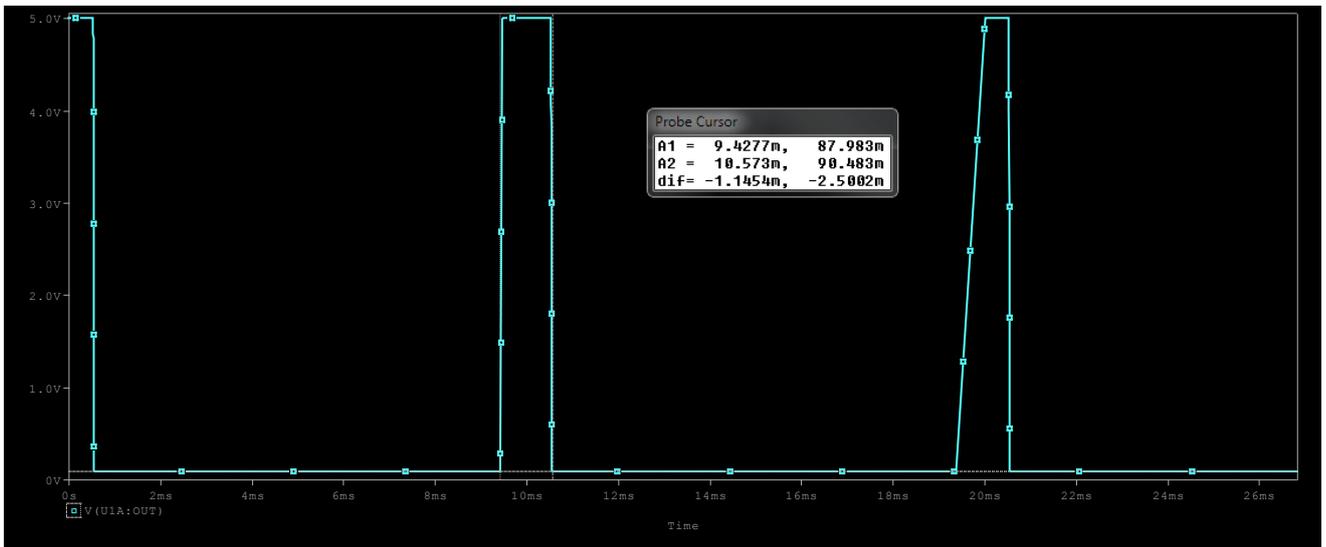
Ahora cambiando el valor del potenciómetro a 20k2 ohmios:



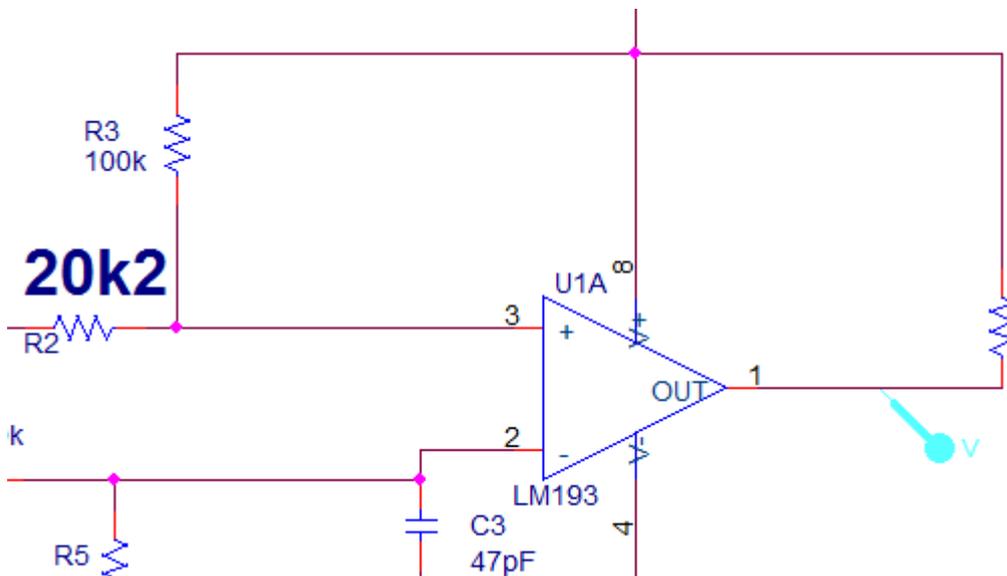
El ancho de pulso ha cambiado y ahora, como se observa en la gráfica, es de 1.3ms:



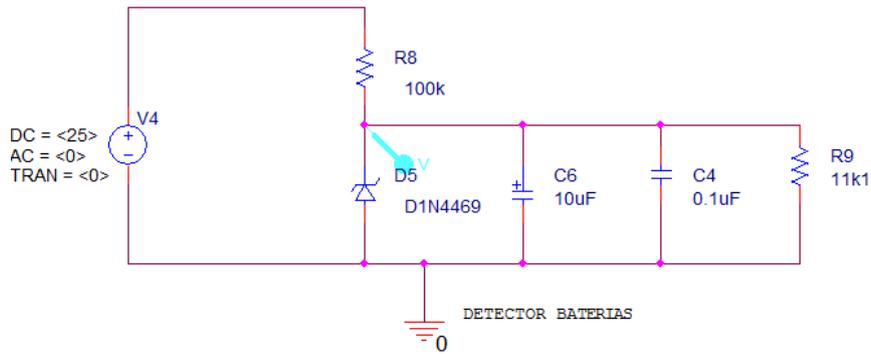
Esta grafica representa la salida del lm193, ésta es la señal de paso por cero. Si nos fijamos, está sincronizada con la llegada a cero de la tensión que regula el potenciómetro, justo cuando está llegando a cero, la salida del lm193 se pone a 1, y dura en 1 hasta que la señal continua pulsante empieza a subir. El tiempo que dura encendida esta señal depende del tiempo que la señal dura próxima a cero, y del ajuste del potenciómetro.



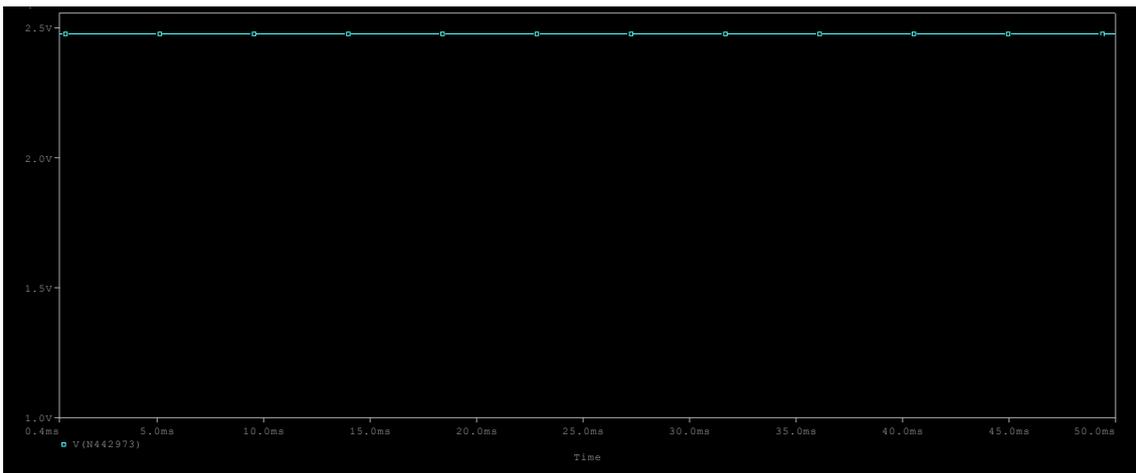
Como podemos apreciar en la imagen, el potenciómetro esta ajustado para esta simulación a 20k2 ohmios:



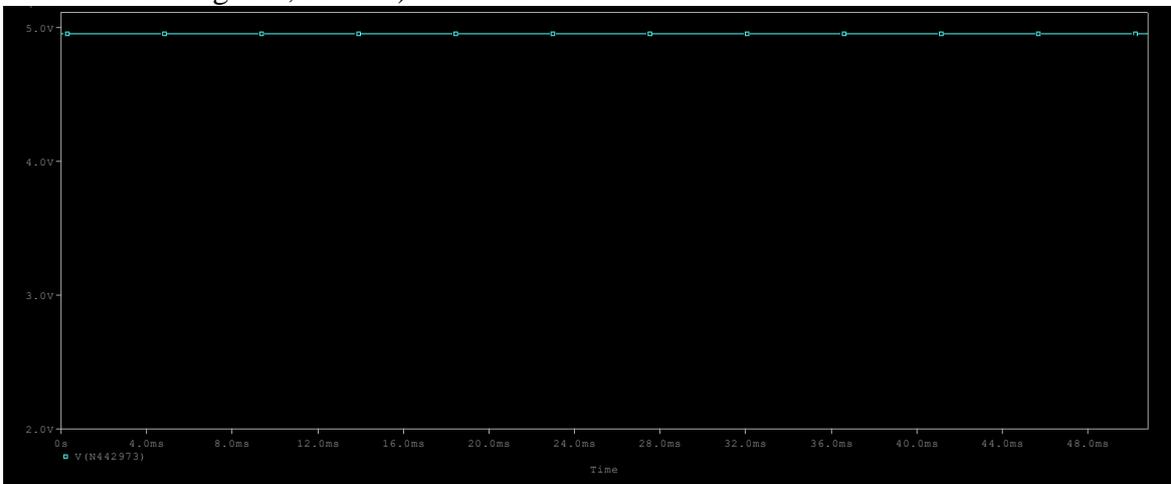
En el caso del sensor de baterías, nosotros simulamos la batería con la fuente V4. Al cambiar el valor la división de tensión, generará el voltaje que estará midiendo y comparando el microcontrolador, si se le colocara una batería con un voltaje demasiado alto, entonces el diodo zener entra en funcionamiento, no permitiendo que el voltaje exceda de los 5 voltios máximos que permita el microcontrolador.



Tomando V4 con un valor de 25Vcc la salida es de 2.5V.

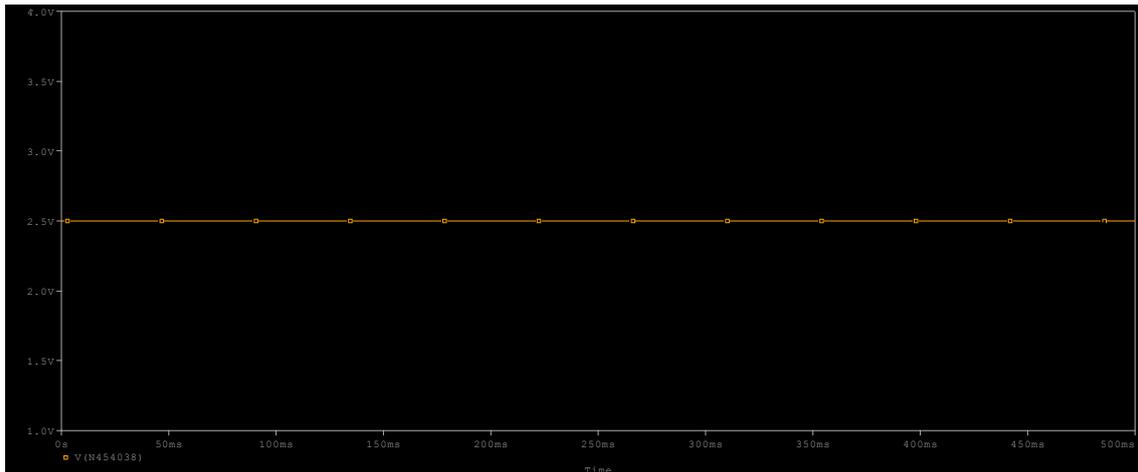


Si ahora ponemos el valor de la fuente V4 a 50Vcc (simulando la batería máxima que se conectaría al cargador, de 48V) la salida es de 4.95V.

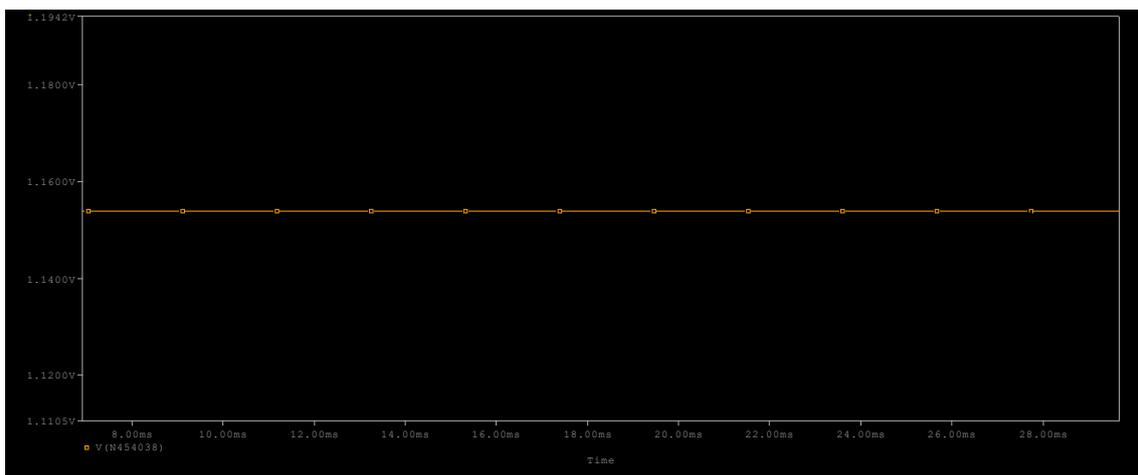




Ahora vamos con el sensor de temperatura que está en los diodos de potencia. Su grafica representa la tensión de salida del sensor de temperatura, en la medida que esta aumenta, disminuye la resistencia del NTC y por tanto el voltaje en continua de la salida de este sensor también baja. Esto podemos simularlo cambiando el valor de R11 en la simulación: si aumentamos el valor de R11 entonces la tensión subirá indicando que la temperatura bajó. Por el contrario se disminuimos el valor de R11, entonces bajará el voltaje 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 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 módulo 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.

NOTA: Para el otro sensor de temperatura se hace lo mismo.



## 1.5- BIBLIOGRAFIA

### Libros de texto:

- Electrónica de potencia. Daniel W. Hart. Ed. Pentice Hall.
- Electrónica Industrial. Técnicas de potencia. S.A. Gualda, S.Martínez, P.M. Martínez. Ed. Marcombo, 1992.
- Electrónica de potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones. M.H. Rashid. Ed. Prentice-Hall, 1995
- Power electronics.: converters, applications and design (2<sup>nd</sup> Ed.). N. Mohan, T.M. Undeland, W.P.Robbins. Ed. John Wiley & Sons, 1995

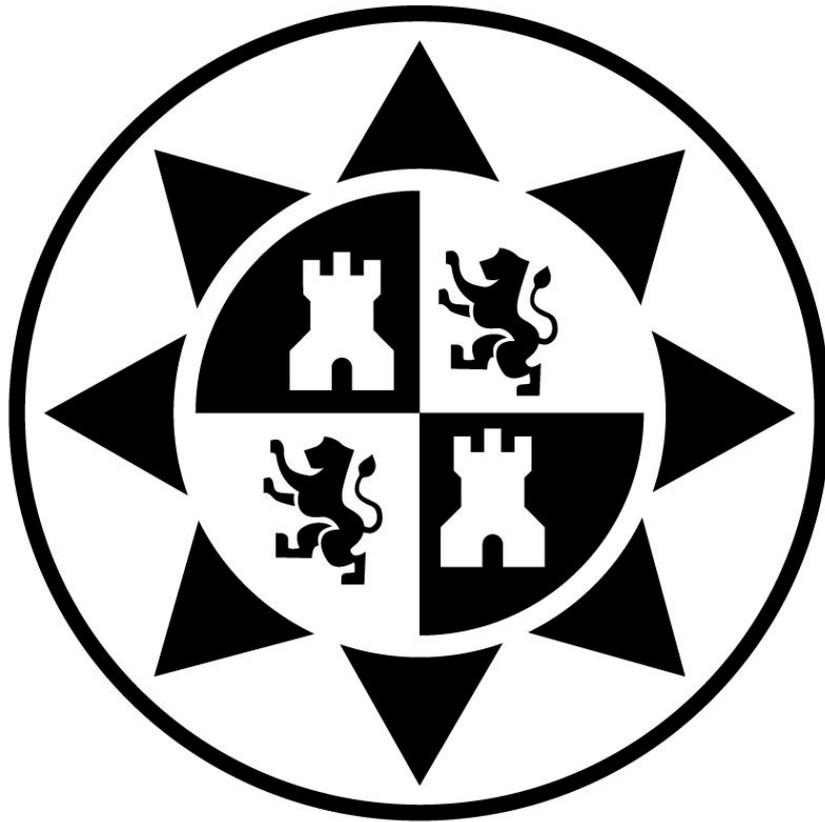
### Relación de páginas web:

- <http://www.ucontrol.com.ar>
- <http://www.datasheetcatalog.com>
- <http://www.soloingenieria.net>
- <http://robustdesignconcepts.com/files/pspice/pmindex.htm>
- <http://www.tecnocem.com/cargadores-baterias-mantenimiento.htm>

### Programas utilizados:

- Orcad Family Release 9.2
- Notepad ++
- Sim84
- Pdfsam
- RFFlow





# PLANOS



# **INDICE**

**1- PLANO COMPLETO**

**2- DETECTOR DE PASO POR CERO**

**3- CIRCUITO DISPARO TRIAC**

**4- SENSOR DE CORRIENTE**

**5- SENSOR TEMPERATURA**

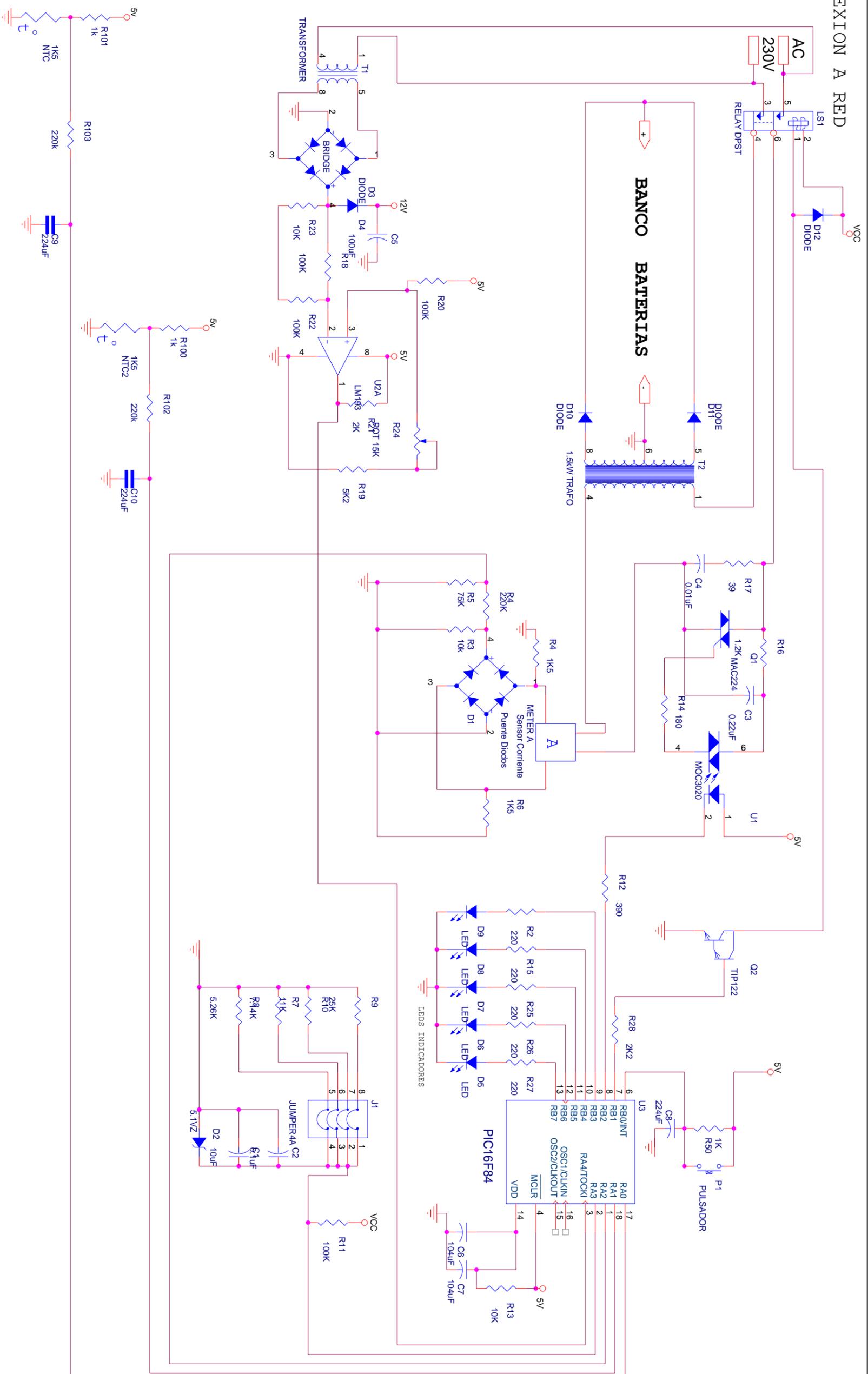
**6- SENSOR BATERIAS**

**7- PCB CAPA ASYTOP**

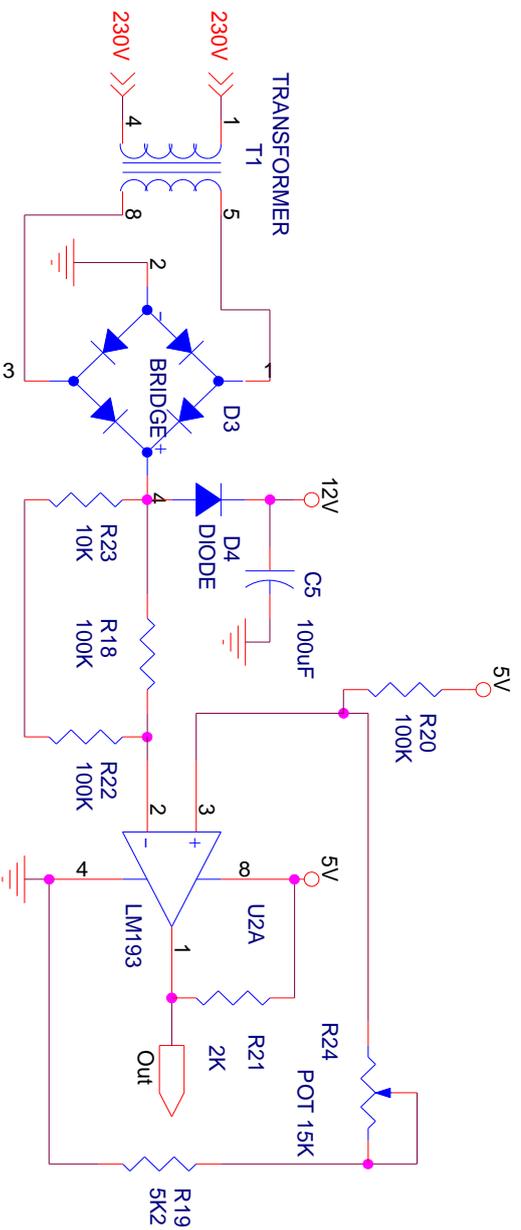
**8- PCB CAPA BOTTOM**

**9- PCB CAPA TOP**

# CONEXION A RED

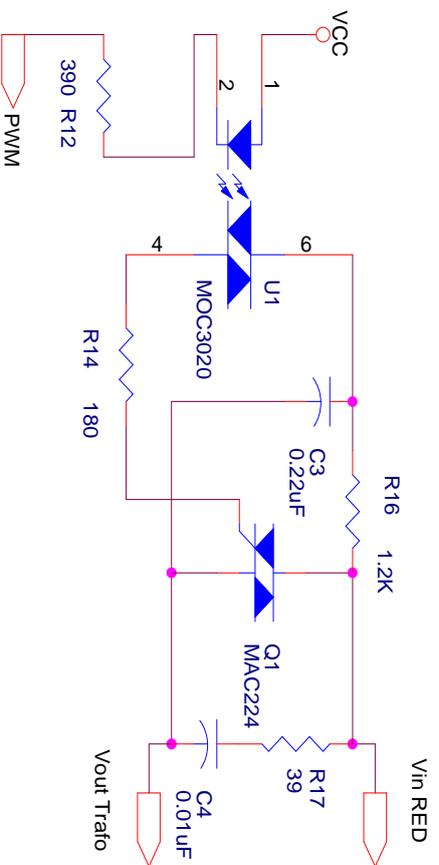


DANIEL LORENZO ZAMORA	
CIRCUITO COMPLETO	
Size A3	Document Number 1
Date: 1 de Febrero de 2012	Sheet 1 of 8
Rev	



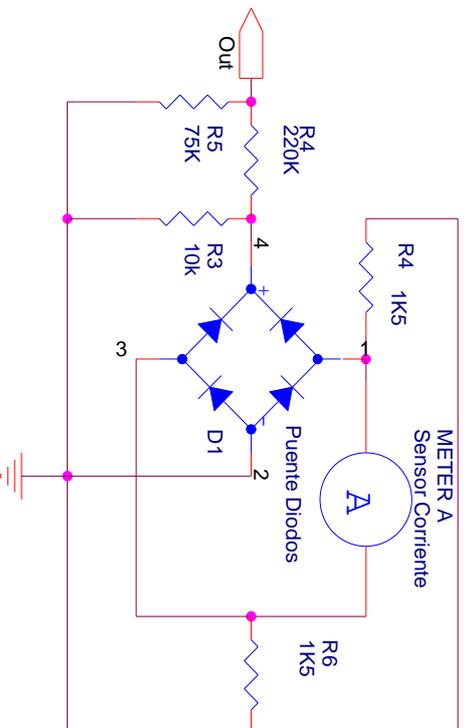
## DETECTOR DE PASO POR CERO

DANIEL LORENZO ZAMORA	
Title	
DETECTOR DE PASO POR CERO	
Size	Document Number
A4	2
Date: 1 de Febrero de 2012	
Sheet	2 of 8
Rev	



## CIRCUITO DISPARO TRIAC

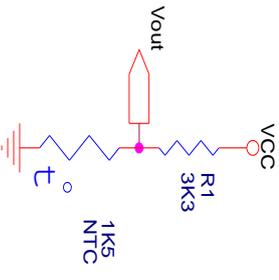
DANIEL LORENZO ZAMORA	
Title	
DISPARO TRIAC	
Size	Document Number
A4	3
Date:	1 de Febrero de 2012
Sheet	3 of 8
Rev	



## SENSOR DE CORRIENTE

DANIEL LORENZO ZAMORA	
Title	
SENSOR DE CORRIENTE	
Size	Document Number
A4	5
Date:	1 de Febrero de 2012
Sheet	4 of 8
Rev	

# SENSOR TEMPERATURA TIPO



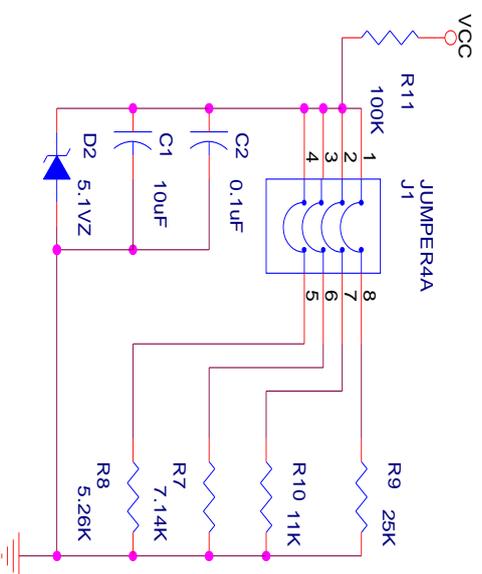
DANTELL LORENZO ZAMORA

Title SENSOR DE TEMPERATURA

Size A4 Document Number 5

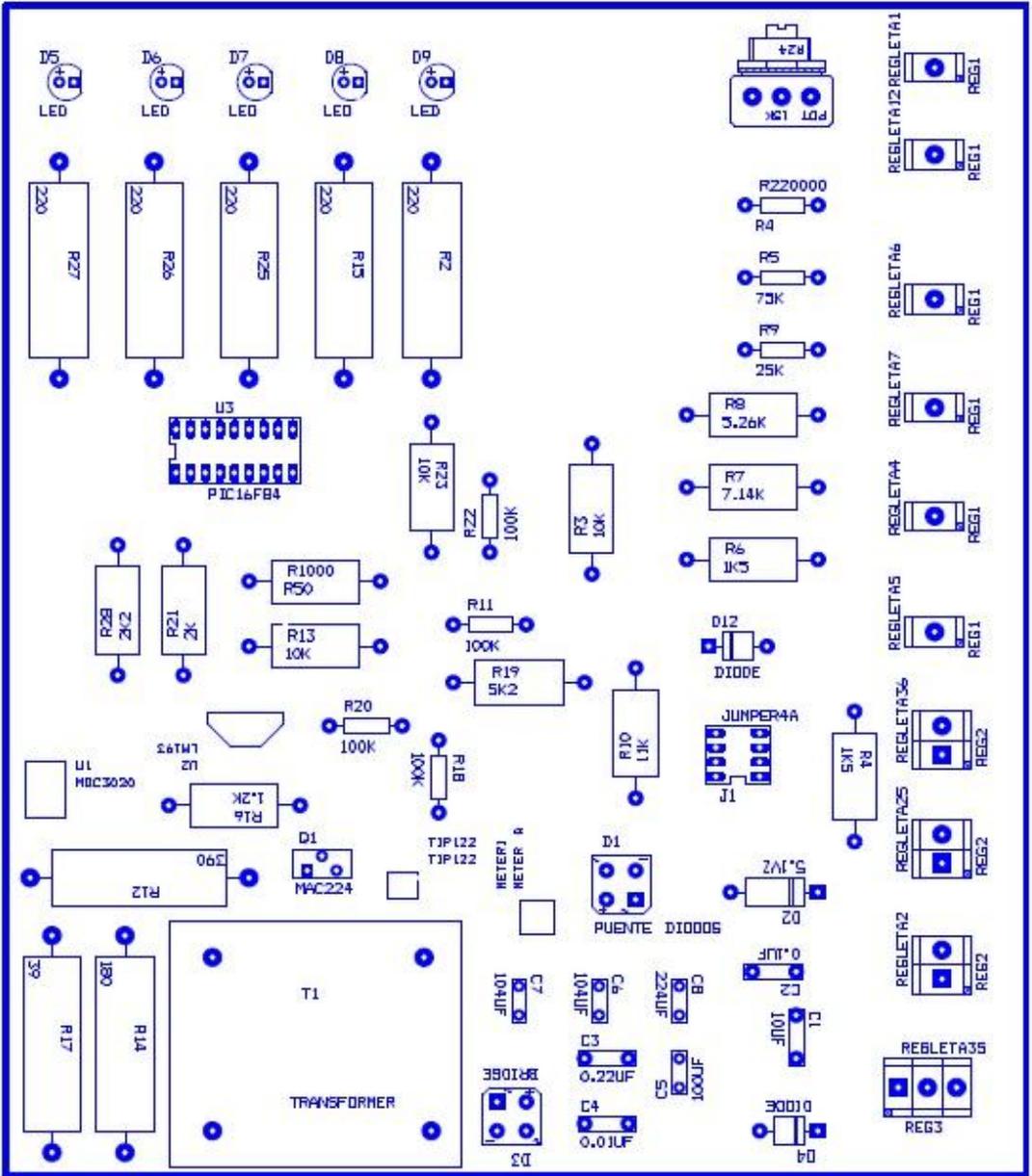
Date: 1 de Febrero de 2012 Sheet 5 of 8

Rev

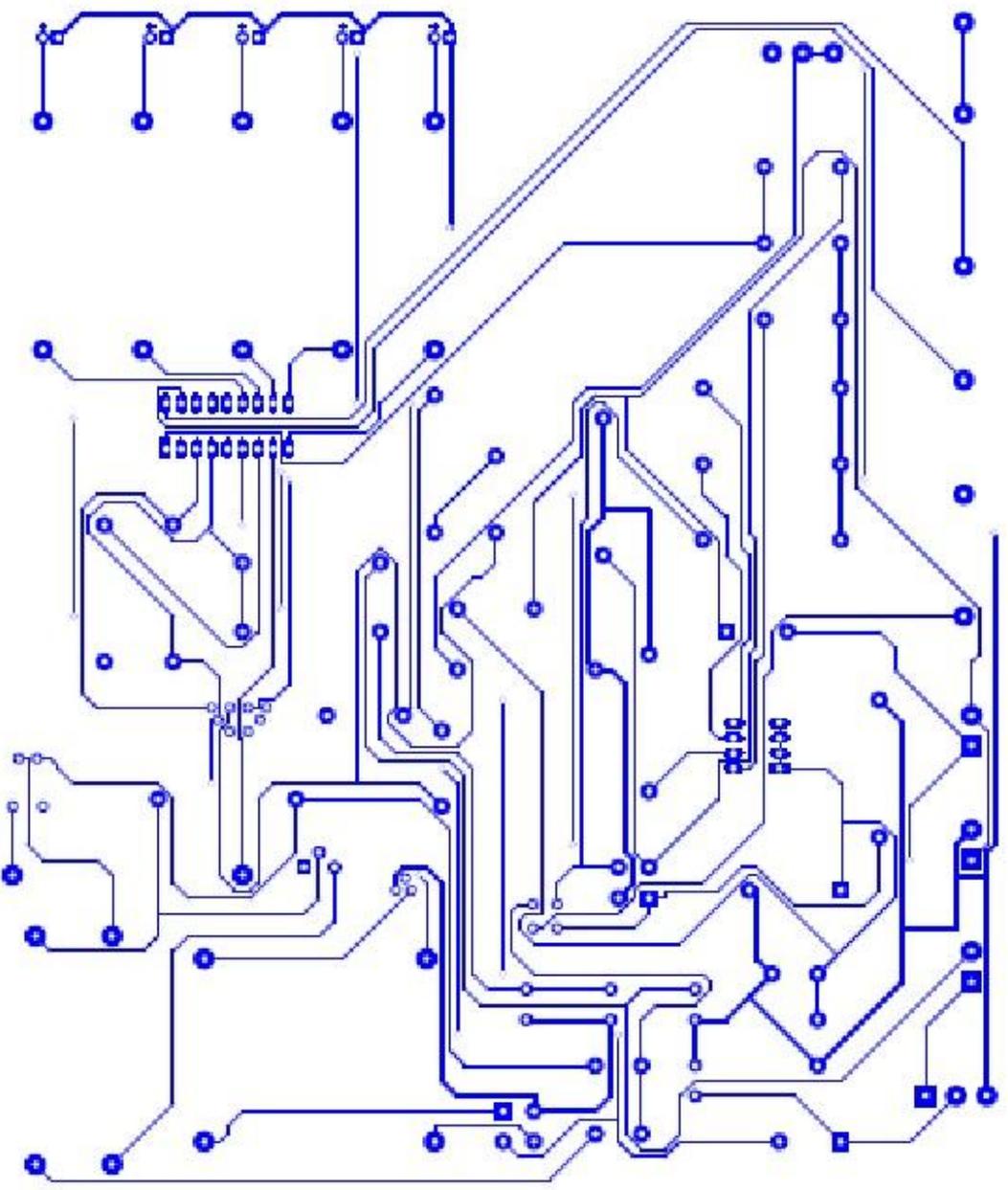


## SELECTOR CARGA BATERIAS

DANIEL LORENZO ZAMORA	
Title	
SELECTOR TENSION BATERIAS	
Size	Document Number
A4	6
Date:	1 de Febrero de 2012
Sheet	6 of 8
Rev	



DANTELL LORRENZO ZAMORA	
Title	
PCB ASSEMBLY TOP	
Size	Document Number
A4	
Date	Rev
1 de Febrero de 2012	Sheet of



DAMIEN LORENZO ZAMORA

Title

PCB PLACA BOTTOM

Size

A4

DocumentNumber

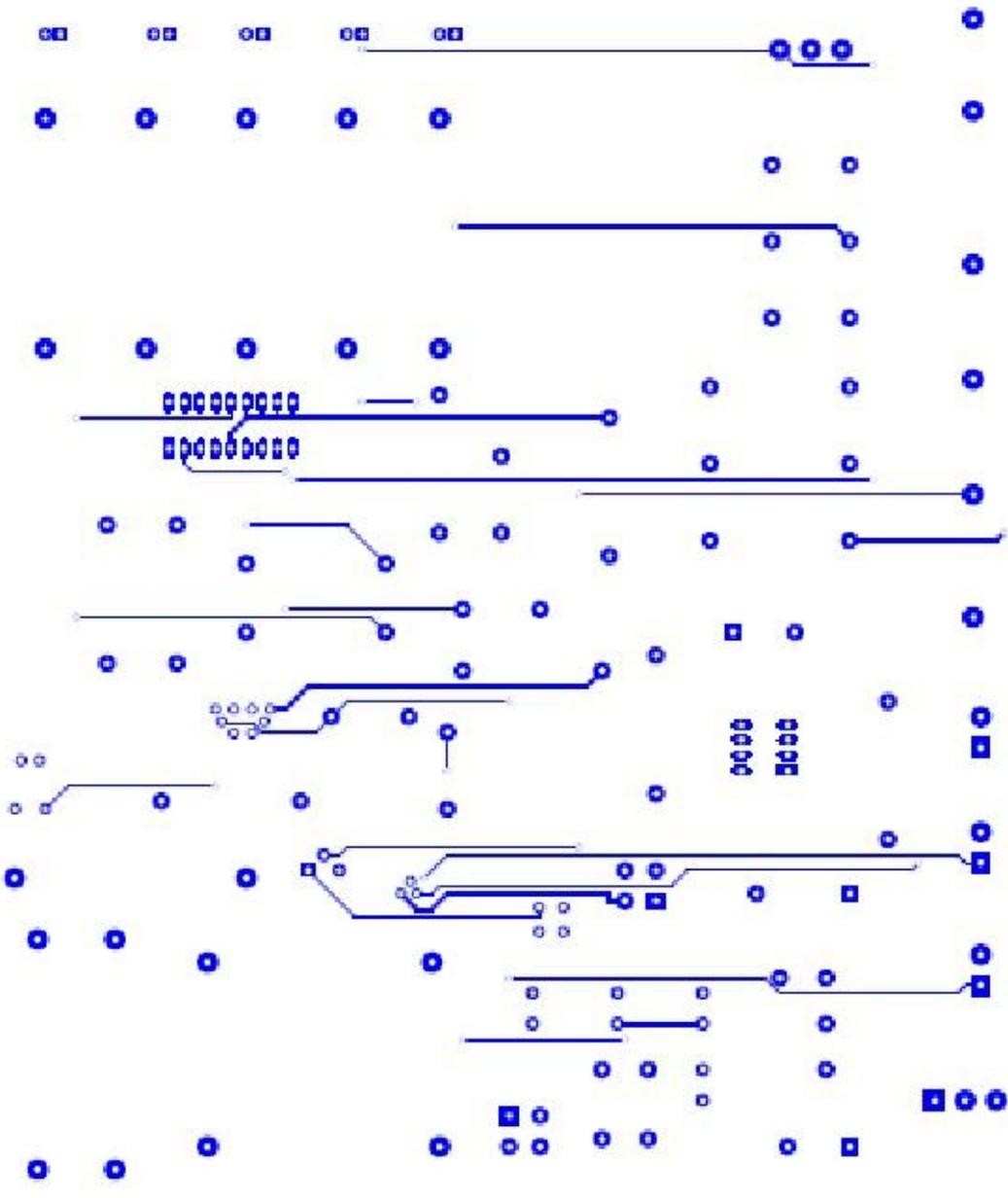
Date

1 de Febrero de 2012

Sheet

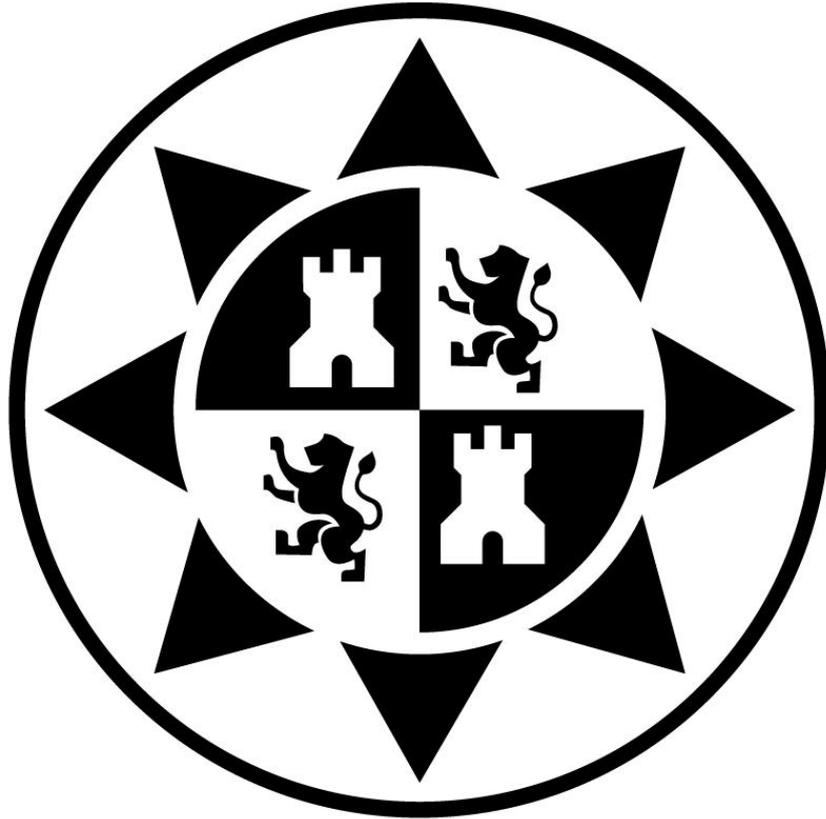
of

Rev



DANIEL LORENZO ZAMORA	
Title	
PCB CAPA TOP	
Size	Document Number
A4	
Date	1 de Febrero de 2012
	Sheet
	of
	Rev





# PRESUPUESTO



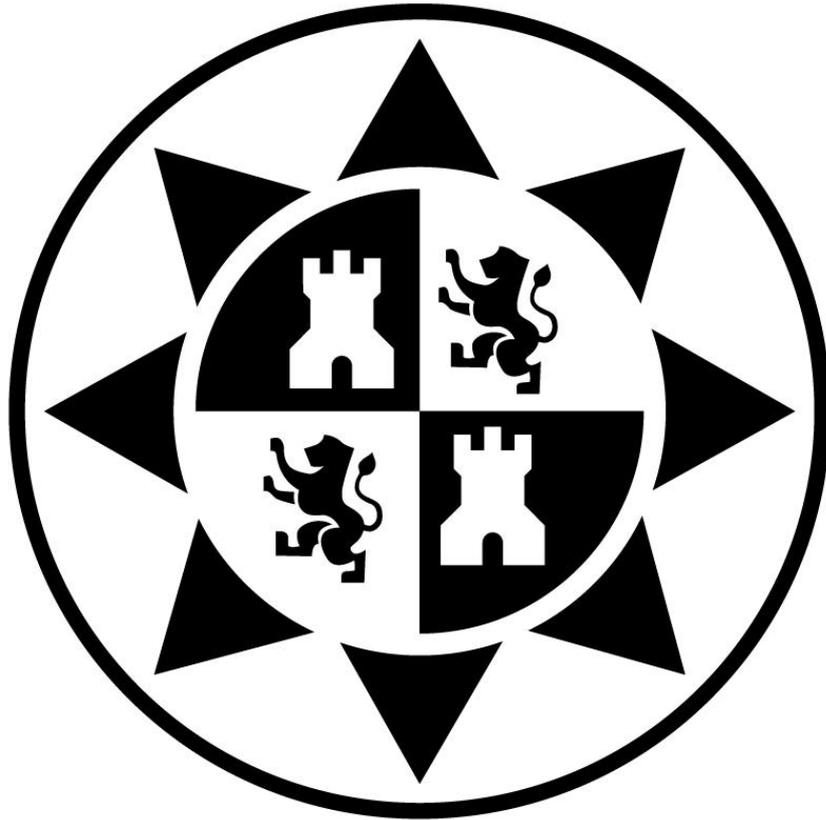
Daniel Lorenzo Zamora

ARTICULO	UNIDADES	VALOR (€)	TOTAL (€)
<b>RESISTENCIAS 1/4 W</b>			
100 K	3	0,5	1,5
10 K	3	0,5	1,5
1K	3	0,5	1,5
2K	2	0,5	1
5,2 K	1	0,5	0,5
1,5 K	2	0,5	1
5,26 K	1	0,5	0,5
75 K	1	0,9	0,9
3K	1	0,9	0,9
25 K	1	0,5	0,5
7,14 K	1	0,5	0,5
390	1	0,5	0,5
220 K	3	0,9	2,7
220	5	0,5	2,5
11,1 K	1	0,9	0,9
<b>RESISTENCIAS 1/2 W</b>			
39	1	1	1
180	1	1	1
1,2 K	1	1,2	1,2
<b>DIODOS</b>			
1N4007	2	0,7	1,4
Bridge 1A	2	7,25	14,5
Led	5	2,5	12,5
<b>CONDENSADORES 600V</b>			
0,22uF	1	7,5	7,5
0,01uF	1	7,5	7,5
<b>CONDENSADORES 50V</b>			
0,22uF	4	1,8	7,2
0,1uF	5	1,8	9
10uF	1	1,35	1,35
100uF	3	2,45	7,35
<b>OTROS COMPONENTES</b>			
MOC3020	1	14,5	14,5
REG 5V	1	8,9	8,9
LM193	1	10	10
PIC16F1826	1	62	62
TIP122	1	6,9	6,9
TRIAC 25A	1	36	36
NTC152-RC	2	31	62
RELE 20A	1	86	86
POTENCIOMETRO 15K	1	26	26
BASE PIC	1	2,5	2,5
IDC10	1	6,3	6,3
SW	1	23,6	23,6
PLACA BASE	1	120	120
5,1 Vz	1	7,5	7,5
IRF260P	8	68	544



TRANSFORMADORES			
Trafo 230-12	1	25	25
Trafo current	1	38	38
Trafo 1,5KW - 160-42Vac	1	60	60
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>1.227,6 €</b>

RESUMEN PRESUPUESTO	
MATERIALES	1.227,60 €
MANO DE OBRA	100 €
OTROS	140 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.467,60 €</b>



# PLIEGO DE CONDICIONES



## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1 CONDICIONES GENERALES

#### 4.1.1 Objetivos del pliego de condiciones

El presente pliego de condiciones, tiene como objetivo principal el de regular las condiciones entre las partes contractuales, considerando los aspectos técnicos, facultativos, económicos y legales.

El pliego de condiciones contiene entre otros los siguientes aspectos:

- Obras que componen el proyecto.
- Características exigibles de los materiales.
- Programas para las obras.
- Formas para medir y evaluar las diferentes certificaciones necesarias para realizar las obras.

Dada la amplitud del presente pliego de condiciones, es normal que pueda surgir, en el proceso de obra, algún suceso de poca importancia. Si esto sucediera, se pide al director de la obra, que lo consulte con el proyectista.

#### 4.1.2 Descripción general del montaje

Hace falta nombrar de forma breve y concisa, las diferentes partes que conforman la obra que realizara el instalador. Debemos tener precaución en realizar las siguientes operaciones en el orden establecido, en caso contrario no se puede garantizar el buen funcionamiento del equipo.

- Compra de todo el material y componentes necesarios (transformadores, cables, componentes electrónicos, placas, cajas...).
- Fabricación de las placas de circuito impreso.
- Montaje de los componentes en las placas correspondientes.
- Ajuste y comprobación de las placas y su funcionamiento.
- Puesta en marcha del conjunto.
- Control de calidad del conjunto.



- Mantenimiento necesario para el buen funcionamiento del sistema.  
Debemos advertir e informar a las personas que realizaran el mantenimiento del funcionamiento de las diferentes partes del equipo y del mantenimiento a realizar.

Todas las partes que forman el proyecto, deben estar montadas y ejecutadas por un instalador, sometiéndose a las normativas de las comunidades autónomas, países y sobre todo a comunidades internacionales, en función del lugar donde tenga que funcionar el equipo.

El proyectista no se hace responsable del incumplimiento de las normativas por parte del instalador o personal que utilice el conjunto.

## 4.2 CONDICIONES ECONOMICAS

### 4.2.1- Abono de la obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en los cuales se abonaran las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

### 4.2.2- Precios

El contratista presentara, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicaran a las posibles variaciones que puedan haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aun los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.



#### 4.2.3- Revisión de precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios u la formula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicara a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

#### 4.2.4- Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijaran en el contrato.

#### 4.2.5- Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

#### 4.2.6- Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa que el Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.



#### 4.2.7- Rescisión del contrato

Causas de rescisión:

- Primera: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades del montaje en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación del montaje en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones de Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Decima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Directo y la Propiedad.

#### 4.2.8- Liquidación en caso de rescisión del contrato

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonara al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevara implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.



## 4.3 CONDICIONES TECNICAS

### 4.3.1 Condiciones de los materiales y equipos

*Especificaciones eléctricas:*

- **Conductores eléctricos**

Todos los conductores eléctricos utilizados serán del tamaño y características legales según sea su definición.

Los cables principales (230V) de la fuente de alimentación, serán tres cables de sección mínima  $1.5\text{mm}^2$  con funda.

Los cables de alimentación de la tarjeta de control, pueden ser de  $0.5\text{mm}^2$ , con cables de colores trenzados y con funda.

Los cables conectados a diodos de potencia, transformadores y relé de potencia serán de una sección mínima de  $1.5\text{mm}^2$  con cables independientes.

- **Resistencias**

Dado que es muy difícil de obtener un valor exacto para todas las resistencias, están deben ser medidas por su valor y tolerancia. Entonces, es necesario establecer unos mínimos y máximos de esta tolerancia.

En el mercado actual las empresas han establecido una escala de gamas de resistencias en función de la tolerancia permitida. El conjunto de las tolerancias más extendidas en la actualidad son las de 20%, 10%, 5%, aunque también se han llegado a tener tolerancias más comerciales del 1 o del 0.5%, estas tolerancias ya exceden en su coste.

Las tolerancias del 5% están muy extendidas, estas son las que utilizaremos en el conjunto de nuestro proyecto.

En todas estas resistencias, se realizaran las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de los valores y de las tolerancias.
- Verificación de la disipación y el voltaje.
- Potencia nominal.

Las resistencias comprobadas, tendrán que estar dentro de los límites que antes hemos comentado.

Las medidas de potencia se realizaran sometiendo a las resistencias a la tensión adecuada para que su disipación sea la que se indican en las características de los fabricantes. Las pruebas se realizaran durante un periodo de 6 horas, permitiéndonos ver con suficiente claridad la variación de su resistencia en



función del tiempo y de la temperatura. Si después de la prueba, las resistencias no superan las especificaciones antes comentadas, tendrán que ser sustituidas.

- **Condensadores**

La capacidad de los condensadores se mide en Faradios, pero debido a que esta unidad es muy grande, en la práctica se utilizan unidades derivadas, como son:

- Microfaradio  $\rightarrow 1\mu\text{F} = 0.000001\text{F}$
- Nanofaradio  $\rightarrow 1\text{nF} = 0.000000001\text{F}$
- Picofaradio  $\rightarrow 1\text{pF} = 0.000000000001\text{F}$

En el caso de los nanofaradios, muchas veces nos encontramos que los fabricantes utilizan las letras K (K=1000) para designarlos.

$$100 \text{ nF} = 100\text{K pF}$$

Es por eso, que siempre que observamos el valor de K en un condensador es que sus unidades se han dado en picofaradios. Por ejemplo:

$$103\text{K} = 103\text{K pF} = 103000\text{pF}$$

Un factor importante en los condensadores es su tolerancia. Las tolerancias más típicas son del 5%, 10% y 20% en la mayoría de condensadores, excepto en los electrolíticos en que la tolerancia puede llegar al 50%.

Para el presente proyecto debemos tener en cuenta y comprobar las tolerancias especificadas por los fabricantes.

#### 4.3.2- Condiciones en la ejecución

Todos los materiales escogidos deben ser de calidad, especificados según sea su función característica. Las principales características de cada componente pueden ser consultadas en las hojas de características incluidas en el Anexo III. En el caso que no se encuentre en el mercado alguno de los componentes (porque están agotados o no los fabrican), el instalador encargado del montaje ha de estar totalmente calificado para sustituirlo por uno de similar o equivalente, sin que esto implique una modificación del sistema o funcionamiento, en caso contrario, se debería consultar con el proyectista sobre la viabilidad o no del nuevo sistema.

Las placas de circuito impreso se realizarán con placas de fibra de vidrio. Se recomienda la utilización de zócalos de bajo perfil, para la inserción de circuitos integrados, como el PIC16f84, en los circuitos impresos. De esta manera, se tiene una mejor reparación, es decir, se reduce el tiempo de reparación y evitamos un



calentamiento excesivo de los circuitos integrados, ya que podría producir un mal funcionamiento de estos.

Descripción del proceso:

✓ **Compra y preparación de los materiales**

La compra de los materiales, componentes y aparatos necesarios, deben realizarse con la antelación correspondiente para que puedan estar disponibles en el momento de comenzar la instalación de los elementos en sus respectivos lugares.

✓ **Fabricación de los circuitos impresos**

La fabricación de los circuitos impresos seguirá los procedimientos habituales de insolar, revelar, atacar y montar.

Los materiales recomendados a la hora de seguir el proceso son:

- Insoladora o lámpara de luz actínica.
- Revelador.
- Atacador.
- Placas de circuito impreso de material fotosensible positivo de fibra de vidrio.

La placa de circuito impreso ha de cumplir que realizada con material de fibra de vidrio epóxico, con una capa de conductor de cobre y con grosor de 70 $\mu$ m.

El material base de la fibra de vidrio ha de cumplir las siguientes especificaciones:

- Resistencia superficial mínima de  $1e^9 - 5e^{10} \Omega$ .
- Resistencia de paso específica mínima de  $1e^{11} \Omega m$ .
- Constante dieléctrica (a 1 MHz) máxima de 5.5.
- Factor de pérdidas del dieléctrico (a 1 MHz) máximo de  $3.5e^{-3}$ .
- La adherencia del cobre referida a una pista de 1mm de anchura mínima, tiene que ser de 14N.
- El tiempo de exposición al baño de la soldadura a 260°C, sin que se perjudique las características del material, es de 20 segundos.

En el diseño de las placas se seguirán los realizados en la parte de los planos o se realizaran de nuevo siguiendo los esquemas de cada circuito. En el caso de



realizar modificaciones en el diseño del circuito impreso, se tendrán que tener en cuenta las siguientes normas:

- Las placas se realizarán a cara simple, pero si se realizasen a doble cara, se recomienda poner plano de masa. En las placas de alimentación de la etapa de control y de potencia, las pistas tendrán una anchura mínima de 1mm.
- Todas las pistas se estañarán antes de realizar la inserción de todos los componentes.

### ✓ **Soldadura de los componentes a la placa**

Existen muchos métodos para poner en contacto permanente dos conductores eléctricos. Pero el más destacado debido a su facilidad, seguridad y rapidez, es el de la soldadura realizada con una aportación de una aleación metálica.

En la soldadura, la aleación metálica utilizada tiene una gran importancia. Esta aleación está compuesta por la unión de dos metales, estaño y plomo es una proporción del 60% y 40% respectivamente. En el mercado, lo encontramos en carretes de hilo de diámetro variable en función del fabricante. El tamaño del carrete también se encuentra en función de las necesidades y del fabricante. Este hilo de soldar se conoce habitualmente con el nombre de estaño.

Una soldadura con estaño garantiza una conexión eléctrica, no metálica.

Debemos tener en cuenta el hecho de no sobrepasar el tiempo de soldadura en ciertos componentes (semiconductores), ya que esto puede afectar al funcionamiento, y llegar a provocar daños en el componente.

En consecuencia, el proyectista no se haría responsable de la mala utilización de los sistemas de soldadura.

### ✓ **Instrucciones de ajuste y puesta en marcha**

Una vez tenemos el sistema montado, con todos los componentes en su sitio, hará falta realizar un ajuste del sistema.

Antes de conectar semiconductores e integrados a las fuentes, primero es necesario verificar estas.

También es necesario programar el PIC16f84 antes de montarlo en su zócalo, para ello se utilizara un hardware específico dedicado para esto.

Una vez realizado esto, se realiza la puesta en marcha del equipo, comprobando todos los ciclos de carga y midiendo manualmente las temperaturas, voltajes y corrientes, de baterías, triac y entradas al PIC para así, si existe algún fallo en el diseño o montaje, poder realizar las reparaciones pertinentes y no echar a perder



todo el sistema.

Para las mediciones serán necesarios voltímetros, amperímetros, osciloscopios y sensores de temperatura.

El proyectista no se hace responsable del uso inadecuado de estos elementos por parte del operario encargado de dicha tarea.



#### 4.4 CONDICIONES FACULTATIVAS

1º- Los permisos de carácter obligatorio deben conseguirse por la parte contractual, quedando la empresa contratante al margen de todas las consecuencias derivadas de las mismas.

2º- Cualquier retraso producido por el proceso de fabricación por causas debidamente justificadas, las cuales no sean causa de la empresa contratante, serán aceptadas por el contratante, no teniendo este último ningún derecho de reclamación por daños y perjuicios.

3º- Cualquier retraso no justificado supondrá el pago de una multa por valor del 6% del impuesto total de fabricación, por cada fracción de retraso temporal (según se acuerde en el contrato).

4º- La empresa contratante se compromete a proporcionar todas las facilidades al contratista para que la fabricación se realice de manera rápida y perfecta.

5º- El apartado cumplirá los requisitos mínimos encargados en el proyecto. Cualquier variación o mejora tendrá que ser consultada con el técnico diseñador.

6º- Durante el tiempo que se ha estimado la instalación, el técnico proyectista podrá anunciar la paralización momentánea del proceso si así lo cree oportuno.

7º- Las características de los elementos y componentes serán las especificadas en las hojas de características, adjuntas en el Anexo III.

8º- La contratación de este proyecto se considera válido cuando las dos partes implicadas, propiedad y contratista, se comprometen a cumplir las cláusulas del contrato, por lo tanto, se tendrán que firmar los documentos necesarios, en una reunión conjunta una vez se haya llegado a un acuerdo.

9º- Los servicios ofrecidos por la empresa contratante se consideran acabados, a partir de la puesta en marcha del aparato (una vez se hayan realizado las comprobaciones oportunas para el buen funcionamiento del sistema).

10º- El presupuesto no incluye los costes de tipo energético, ocasionados por el proceso de instalación, ni las obras en caso que fueran necesarias, que irán a cargo de la empresa contratante.

11º- El cumplimiento de las comprobaciones elementales por parte de la empresa instaladora no es competencia del proyectista. Estas quedan fuera de toda responsabilidad derivada del mal funcionamiento del equipo, en caso de que no se realicen las pruebas necesarias para el buen funcionamiento del sistema.



12°- 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.

13°- 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.

14°- 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.

15°- En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.

16°- En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.

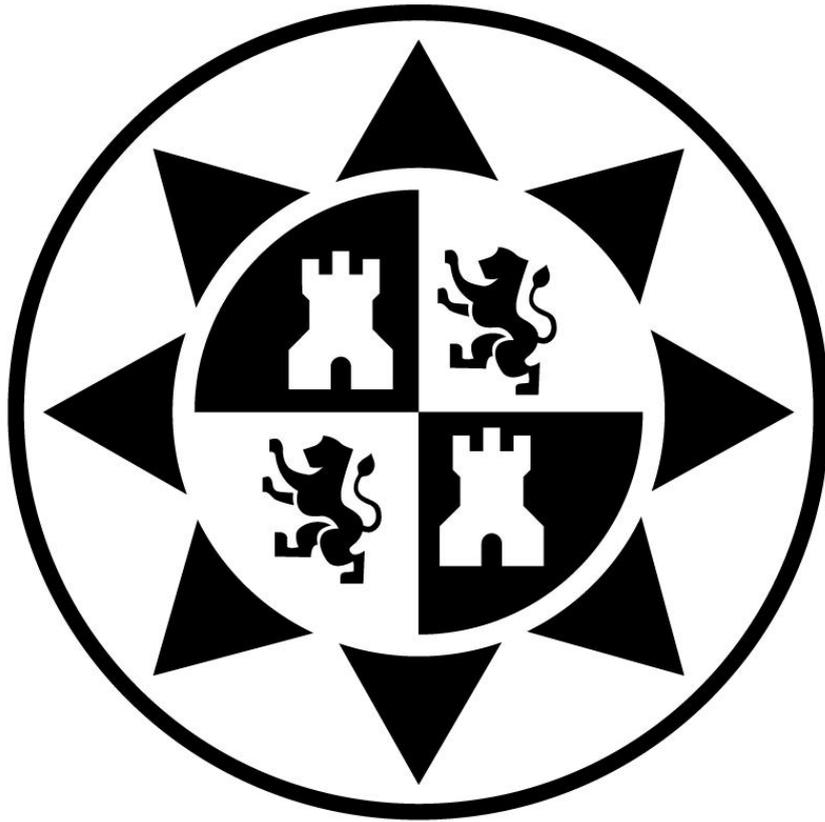
17°- Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.

18°- 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.

19°- 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.

20°- 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.





# ANEXOS



# ANEXO I – PROGRAMA PIC



```

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

#define _XTAL_FREQ 4000000UL // frecuencia microcontrolador PIC

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

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

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

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

/***** 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 estdos 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
```



```
#include <htc.h>
#include "Cargador.h"

__CONFIG (FOSC_INTOSC & WDTE_OFF & PWRTE_OFF & MCLRE_OFF & CP_ON & CPD_ON &
CLKOUTEN_OFF);
__CONFIG (PLLEN_OFF & LVP_OFF);

//variables

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

//programa

void init(void)
{

OSCCON = 0x68;
OPTION_REG = 0b00000110;

TRISB = 0b00000001;
PORTB = 0b00000000;

    __delay_ms (25);    //retardo del PIC

TRISA = 0b00011111;    //puerta A entrada de sensores
PORTA = 0;            // inicializamos la puerta A con Cero.
CARGADOR = 1;

    ANSELB = 0;
    ANSELA = 0b00001111;
    ADCON1 = 0b01000000;
}

unsigned char Conversion_AD(void)
{
    ADON=1;            // enciende el modulo ADC
    __delay_us (8);    // retardo de 8 ms
    ADGO=1;
    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)
```

```
        {TMROIF = 0;}
```

```
        TMRO = 245;
```

```
    while ((PasoCero == 1) && (TMROIF == 0))
```

```
        {}
```

```
    if (TMROIF == 1)
```

```
        { TMROIF = 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);
}

void Apagar_Cargador (void)

{
  while (PULSADOR == 0)

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

  }

  while (PULSADOR == 0)
  {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; //apaga el cargador
    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;
  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;

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

}

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);
}

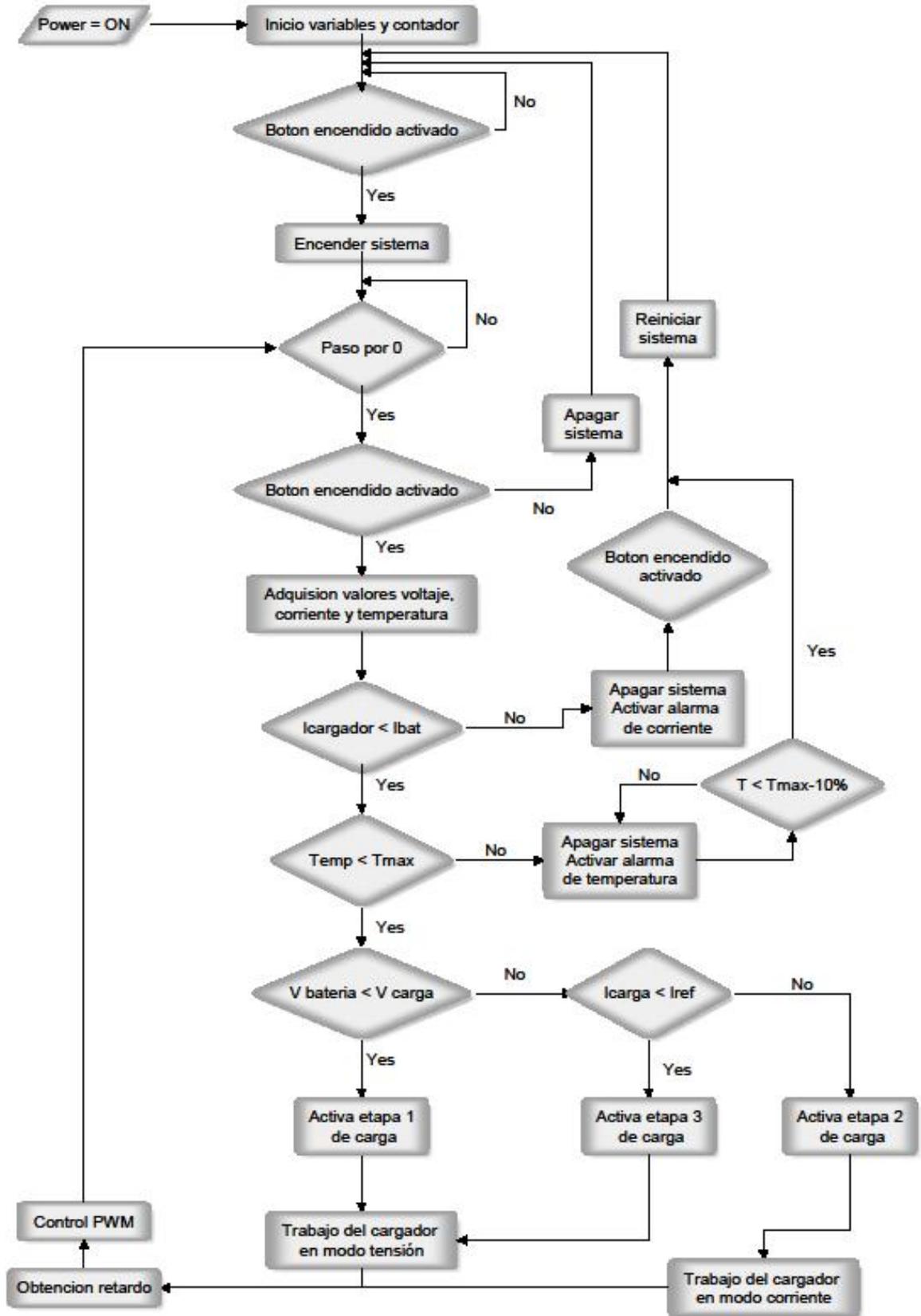
else if (EstadoError == CARGADOR_FALLA_SOBRE_CORRIENTE)
{
  if (PULSADOR == 0)
  { EstadoError == CARGADOR_BIEN;
    Estado = CARGADOR_ENCENDIDO;
  }

  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);
  }
}
}
}
```

//fin del programa



A continuación se adjunta un flujograma para explicar de manera más sencilla el funcionamiento del código de programación.





# ANEXO II - NORMATIVA



**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 <sub>ac</sub>
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<sub>cc</sub> (equipo con tensión de salida múltiple para ser usado en bancos de 24V ó 48V indistintamente), y cargadores de 110V<sub>cc</sub> 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 las 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

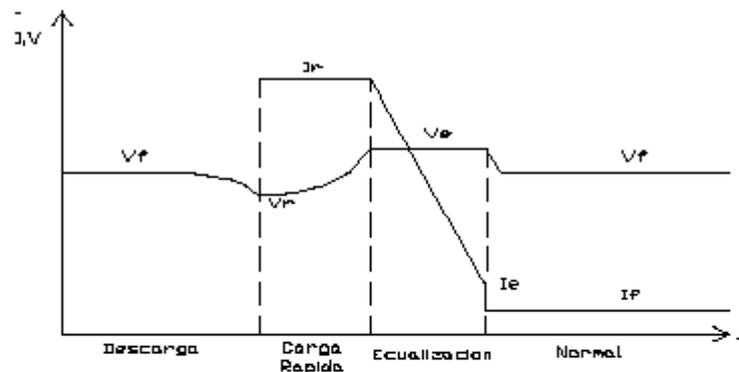
### 3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

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 equalización.

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



En donde:

- Vf es la tensión de flotación
- Vr es la tensión de descarga que hace pasar al cargador a la modalidad de equalización
- Ve es la tensión de equalización



NO-DIS-MA-5200

CARGADOR DE BATERÍAS

- 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  $\pm 1\%$  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 equalización, los cargadores los mantendrán dentro de  $\pm 1\%$  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:



NO-DIS-MA-5200

CARGADOR DE BATERÍAS

- 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 cargado 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 IEC80529.

## 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 equalización y retorno a flotación de acuerdo con la curva de carga especificada en la presente Norma.

2° Comprobación de que las tensiones de flote, equalización 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 sollicitaciones 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 sollicitaciones 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 148	SEMICONDUCTOR CONVERTORS 1974
IEC 255-0-20	ELECTRICAL RELAYS. CONTACT PERFORMANCE OF ELECTRICAL RELAYS 1974
IEC 60529	CLASSIFICATION OF DEGREES OF PROTECTION PROVIDED BY ENCLOSURES 1976



NO-DIS-MA-5200  
CARGADOR DE BATERÍAS

## 9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Descripción	Solicitado		Garantizado
1. Item:	-----		
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 equalización (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)			



**NO-DIS-MA-5200**  
**CARGADOR DE BATERÍAS**

## 10.- ANEXOS

No aplica.



# ANEXO III – DATA SHEETS



**Discrete POWER & Signal Technologies**

# 2N6426

TO-92

## 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 <sub>CEO</sub>	Collector-Emitter Voltage	40	V
V <sub>CBO</sub>	Collector-Base Voltage	40	V
V <sub>EB0</sub>	Emitter-Base Voltage	12	V
I <sub>C</sub>	Collector Current - Continuous	1.2	A
T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	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 <sub>D</sub>	Total Device Dissipation Derate above 25°C	625 5.0	mW mW/°C
R <sub>θJC</sub>	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3	°C/W
R <sub>θJA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	°C/W

© 1997 Fairchild Semiconductor Corporation

2N6426



2N6426

<b>NPN Darlington Transistor</b> (continued)					
<b>Electrical Characteristics</b> <small>TA = 25°C unless otherwise noted</small>					
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
$V_{BR(CEO)}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage <sup>1</sup>	$I_C = 10 \text{ mA}, I_E = 0$	40		V
$V_{BR(CBO)}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 100 \text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	40		V
$V_{BR(EBV)}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	12		V
$I_{CBO}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30 \text{ V}, I_E = 0$		50	nA
$I_{CBO}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 25 \text{ V}, I_E = 0$		1.0	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	Emitter Cutoff Current	$V_{EB} = 10 \text{ V}, I_C = 0$		50	nA
<b>ON CHARACTERISTICS*</b>					
$\beta_{DC}$	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
$V_{BE(sat)}$	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
<b>SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS</b>					
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$		7.0	pF
$C_{ib}$	Input Capacitance	$V_{EB} = 1.0 \text{ V}, I_C = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$		15	pF
$\beta_{ac}$	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	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V}, f = 1.0 \text{ kHz}$	100	2,000	k $\Omega$
$h_{oe}$	Output Admittance	$f = 1.0 \text{ kHz}$		1,000	$\mu\text{mho}$
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

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

### TO-92 Tape and Reel Data

**TO-92 Packaging Configuration: Figure 1.0**

**FSCINT Label sample**

**F83TNR Label sample**

**TAPE and REEL OPTION**  
See Fig 2.0 for various Reeling Styles

375mm x 287mm x 375mm Intermediate Box

**TO-92 TRAY/AMMO PACKING INFORMATION**

Packing Style	Quantity	BOL code
Reel A	2,000	098Z
E	2,000	027Z
Ammo M	2,000	074Z
P	2,000	078Z

Unit weight = 0.30 gm  
 Reel weight with components = 1.04 kg  
 Ammo weight with components = 1.02 kg  
 Min. quantity per intermediate box = 10,000 units

**AMMO PACK OPTION**  
See Fig 3.0 for 2 Ammo Pack Options

327mm x 158mm x 135mm Intermediate Box

333mm x 231mm x 183mm Intermediate Box

**(TO-92) BULK PACKING INFORMATION**

BOL CODE	DESCRIPTION	LEADCLIP / DIMENSIONAL	QUANTITY
J98Z	TO-18 OPTION STD	NO LEAD CLIP	2.0 K/ BOX
J99Z	TO-18 OPTION STD	NO LEAD CLIP	1.0 K/ BOX
NO BOL CODE	TO-18 STANDARD STRAIGHT FOR PRO 80, 84 (NON PROJECTION SERIES) 88	NO LEADCLIP	2.0 K/ BOX
L34Z	TO-18 STANDARD STRAIGHT FOR PRO 84 (PROJECTION SERIES) 8000, 8002, 8003, 8004, 8005, 8006, 8007, 8008	NO LEADCLIP	2.0 K/ BOX

**BULK OPTION**  
See Bulk Packing Information table

154mm x 102mm x 51mm Intermediate Box

5 EO70 boxes per Intermediate Box

530mm x 130mm x 83mm Intermediate box

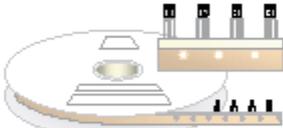
10,000 units maximum per intermediate box for std option

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation March 2001, Rev. B1

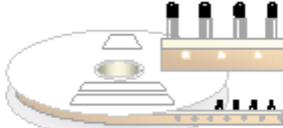
### TO-92 Tape and Reel Data, continued

**TO-92 Reeling Style**  
Configuration: Figure 2.0

**Machine Option "A" (H)**  
style "A", D28Z, D76Z (e/h)

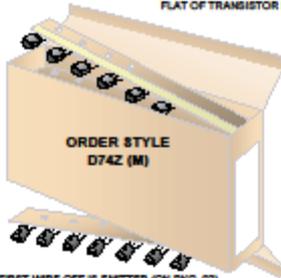


**Machine Option "E" (J)**  
style "E", D27Z, D71Z (e/h)

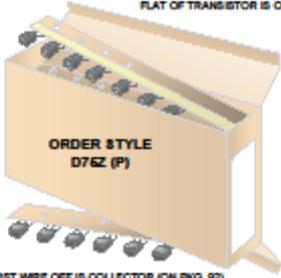


**TO-92 Radial Ammo Packaging**  
Configuration: Figure 3.0

**ORDER STYLE D74Z (M)**  
FIRST WIRE OFF IS COLLECTOR  
ADHESIVE TAPE IS ON THE TOP SIDE  
FLAT OF TRANSISTOR IS ON TOP



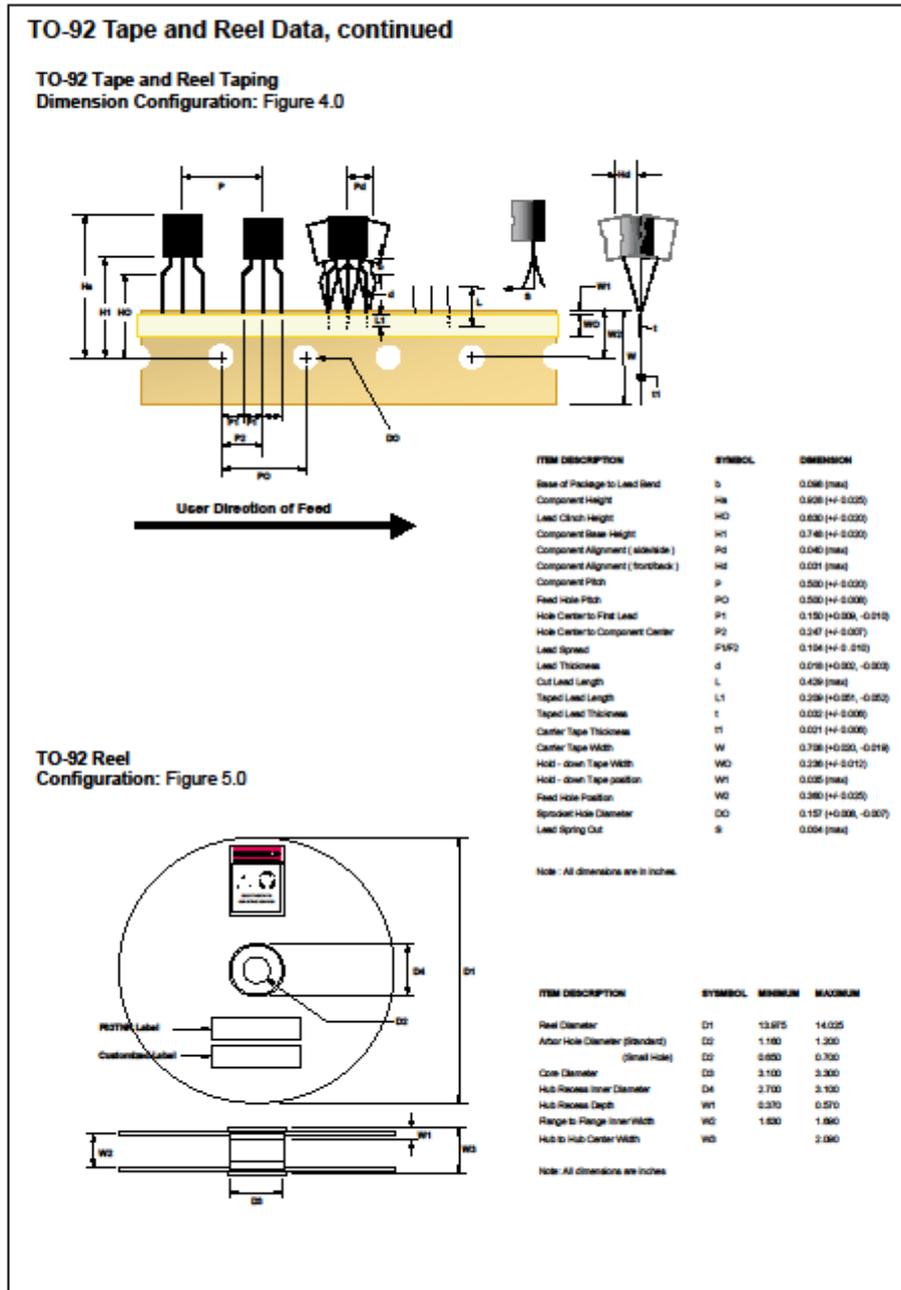
**ORDER STYLE D76Z (P)**  
FIRST WIRE OFF IS EMITTER  
ADHESIVE TAPE IS ON THE TOP SIDE  
FLAT OF TRANSISTOR IS ON BOTTOM



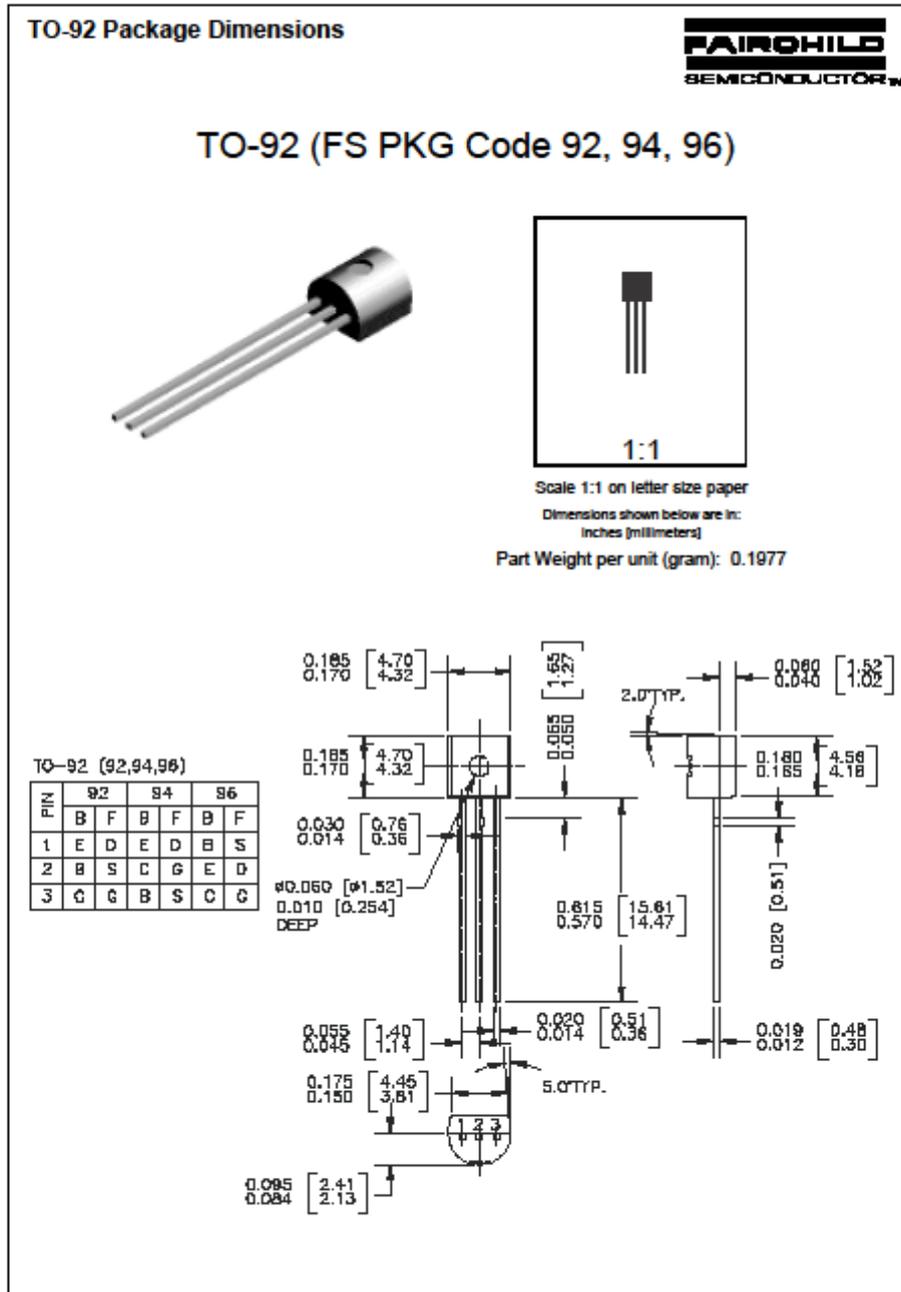
**ORDER STYLE D74Z (M)**  
FIRST WIRE OFF IS EMITTER (ON Pkg. 92)  
ADHESIVE TAPE IS ON BOTTOM SIDE  
FLAT OF TRANSISTOR IS ON BOTTOM

**ORDER STYLE D76Z (P)**  
FIRST WIRE OFF IS COLLECTOR (ON Pkg. 92)  
ADHESIVE TAPE IS ON BOTTOM SIDE  
FLAT OF TRANSISTOR IS ON TOP

September 1999, Rev. B



July 1999, Rev. A





<b>TRADEMARKS</b>			
The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.			
ACEx™	FASTr™	PowerTrench®	SyncFET™
Bottomless™	GlobalOptoisolator™	QFET™	TinyLogic™
CoolFET™	GTO™	QS™	UHC™
CROSSVOLT™	HiSeC™	QT Optoelectronics™	VCX™
DOME™	ISOPLANAR™	Quiet Series™	
E <sup>2</sup> CMOS™	MICROWIRE™	SILENT SWITCHER®	
EnSigna™	OPTOLOGIC™	SMART START™	
FACT™	OPTOPLANAR™	SuperSOT™-3	
FACT Quiet Series™	PACMAN™	SuperSOT™-6	
FAST®	POP™	SuperSOT™-8	
<b>DISCLAIMER</b>			
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.			
<b>LIFE SUPPORT POLICY</b>			
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.	
<b>PRODUCT STATUS DEFINITIONS</b>			
<b>Definition of Terms</b>			
Datasheet Identification	Product Status	Definition	
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.	
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.	
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.	
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.	

Rev. G



ON Semiconductor®



## 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  
 $V_{CE(sus)} = 60$  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 $25^\circ\text{C}$	$P_D$	65 0.52			Watts $\text{W}/^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	2.0 0.016			Watts $\text{W}/^\circ\text{C}$
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

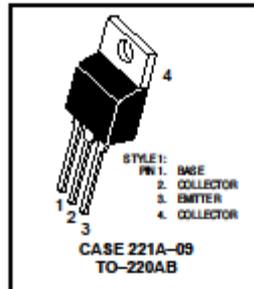
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.92	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	$^\circ\text{C}/\text{W}$

(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

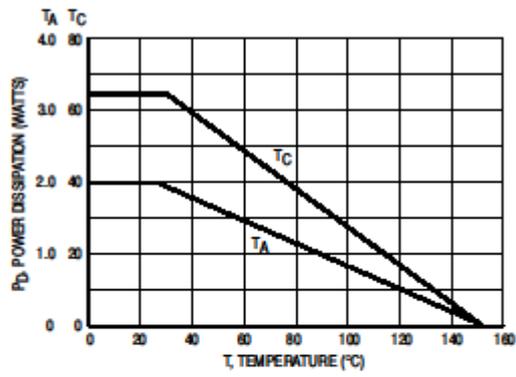


Figure 1. Power Derating



TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>C</sub> = 25° C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>				
Collector-Emitter Sustaining Voltage (1) (I <sub>C</sub> = 100 mA, I <sub>B</sub> = 0)	V <sub>CEO(sus)</sub>	60 80 100	— — —	Vdc
Collector Cutoff Current (V <sub>CE</sub> = 30 Vdc, I <sub>B</sub> = 0) (V <sub>CE</sub> = 40 Vdc, I <sub>B</sub> = 0) (V <sub>CE</sub> = 50 Vdc, I <sub>B</sub> = 0)	I <sub>CEO</sub>	— — —	0.5 0.5 0.5	mA
Collector Cutoff Current (V <sub>CB</sub> = 60 Vdc, I <sub>E</sub> = 0) (V <sub>CB</sub> = 80 Vdc, I <sub>E</sub> = 0) (V <sub>CB</sub> = 100 Vdc, I <sub>E</sub> = 0)	I <sub>CBO</sub>	— — —	0.2 0.2 0.2	mA
Emitter Cutoff Current (V <sub>BE</sub> = 5.0 Vdc, I <sub>C</sub> = 0)	I <sub>EBO</sub>	—	2.0	mA
<b>ON CHARACTERISTICS (1)</b>				
DC Current Gain (I <sub>C</sub> = 0.5 A, V <sub>CE</sub> = 3.0 Vdc) (I <sub>C</sub> = 3.0 A, V <sub>CE</sub> = 3.0 Vdc)	h <sub>FE</sub>	1000 1000	— —	—
Collector-Emitter Saturation Voltage (I <sub>C</sub> = 3.0 A, I <sub>B</sub> = 12 mA) (I <sub>C</sub> = 5.0 A, I <sub>B</sub> = 20 mA)	V <sub>CE(sat)</sub>	— —	2.0 4.0	Vdc
Base-Emitter On Voltage (I <sub>C</sub> = 3.0 A, V <sub>CE</sub> = 3.0 Vdc)	V <sub>BE(on)</sub>	—	2.5	Vdc
<b>DYNAMIC CHARACTERISTICS</b>				
Small-Signal Current Gain (I <sub>C</sub> = 3.0 A, V <sub>CE</sub> = 4.0 Vdc, f = 1.0 MHz)	h <sub>fe</sub>	4.0	—	—
Output Capacitance (V <sub>CB</sub> = 10 Vdc, I <sub>E</sub> = 0, f = 0.1 MHz)	C <sub>ob</sub>	— —	300 200	pF

(1) Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2%.

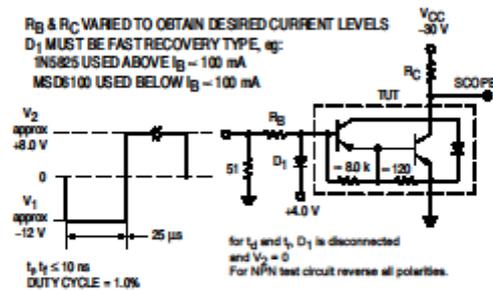


Figure 2. Switching Times Test Circuit

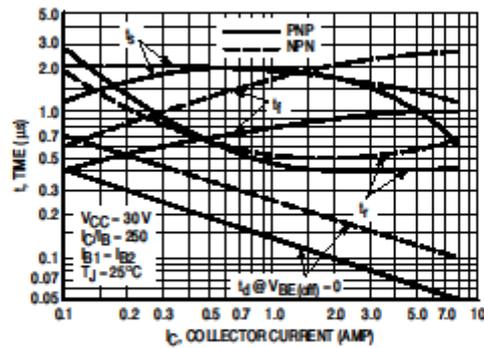


Figure 3. Switching Times

TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

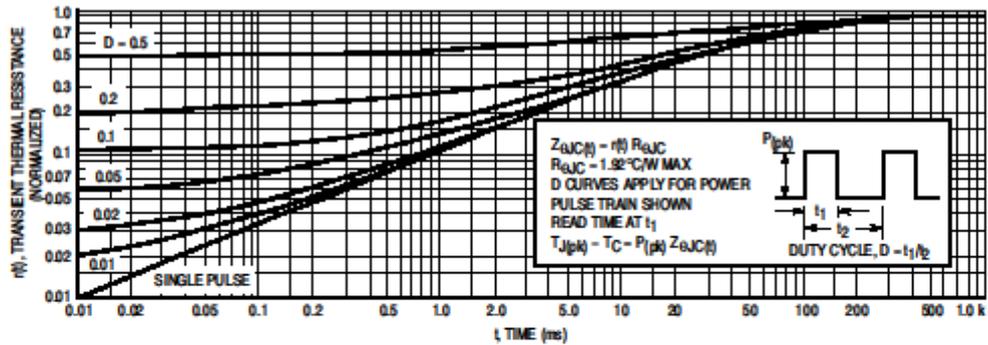


Figure 4. Thermal Response

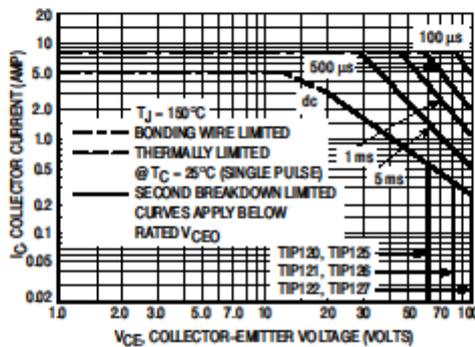


Figure 5. Active-Region Safe Operating Area

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

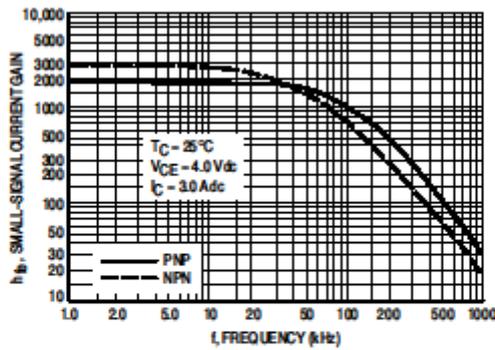


Figure 6. Small-Signal Current Gain

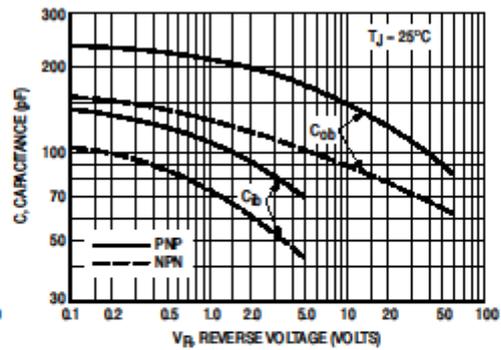


Figure 7. Capacitance



TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

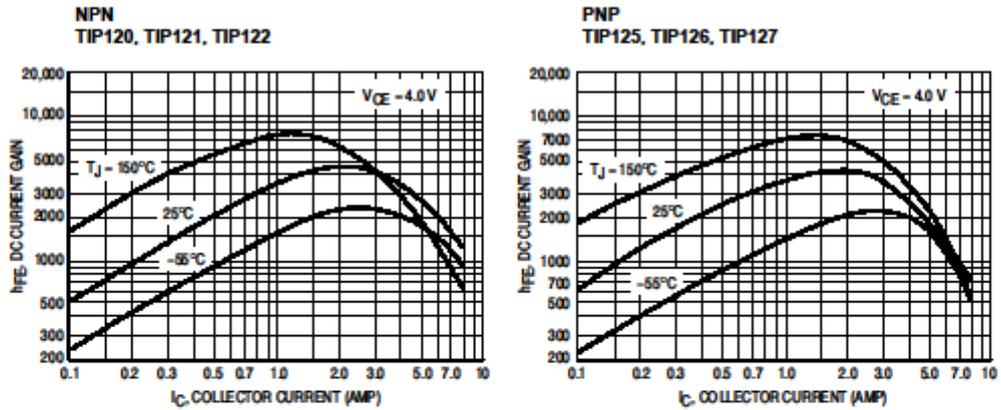


Figure 8. DC Current Gain

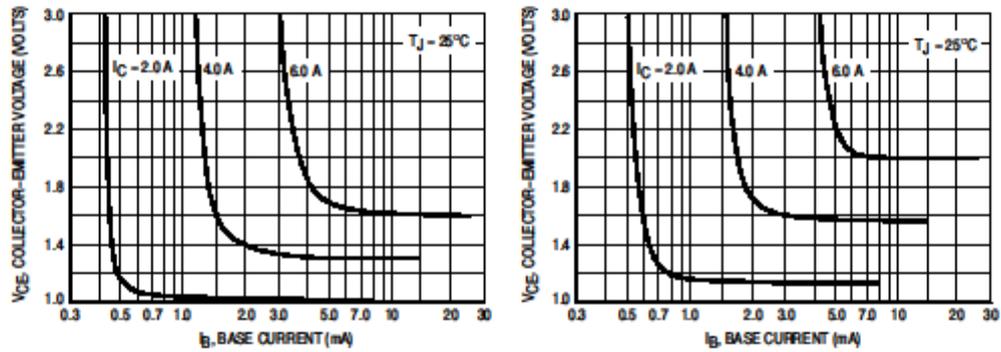


Figure 9. Collector Saturation Region

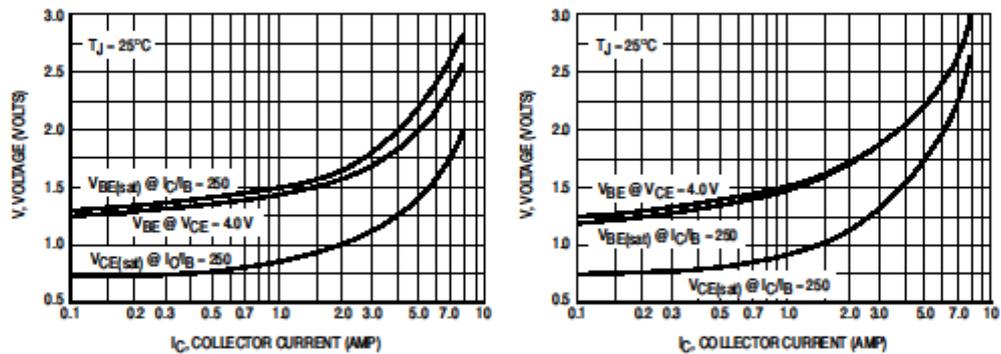


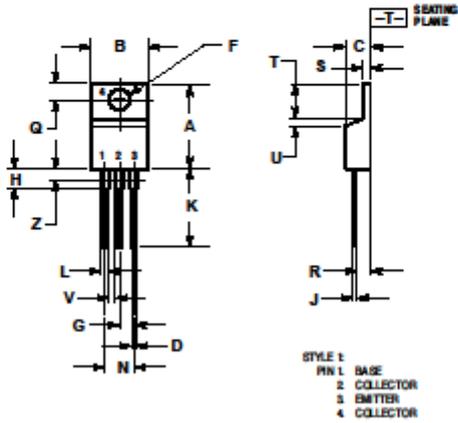
Figure 10. "On" Voltages



TIP120 TIP121 TIP122 TIP125 TIP126 TIP127

PACKAGE DIMENSIONS

TO-220AB  
CASE 221A-09  
ISSUE AA



- NOTES:  
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1986.  
2. CONTROLLING DIMENSION INCH.  
3. DIMENSION Z DEFINES A ZONE WHERE ALL BODY AND LEAD BIREGULARITIES ARE ALLOWED.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.270	0.630	14.48	15.75
B	0.380	0.405	9.65	10.28
C	0.180	0.190	4.67	4.82
D	0.025	0.030	0.64	0.76
F	0.140	0.145	3.55	3.70
G	0.050	0.100	1.27	2.54
H	0.110	0.120	2.80	3.05
J	0.015	0.020	0.40	0.50
K	0.600	0.650	15.24	16.51
L	0.045	0.050	1.15	1.27
N	0.190	0.210	4.83	5.33
Q	0.100	0.120	2.54	3.05
R	0.080	0.110	2.04	2.79
S	0.045	0.050	1.15	1.27
T	0.225	0.255	5.71	6.47
U	0.050	0.050	1.27	1.27
V	0.045	---	1.15	---
Z	---	0.050	---	1.27



Daniel Lorenzo Zamora

**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by MOC3020/D



**6-Pin DIP Random-Phase  
Optoisolators Triac Driver Output  
(400 Volts Peak)**

The MOC3020 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.

- To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option. They are designed for applications requiring isolated triac triggering.

Recommended for 115/240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Incandescent Lamp Dimmers

**MAXIMUM RATINGS** (T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

**INFRARED EMITTING DIODE**

Reverse Voltage	V <sub>R</sub>	3	Volts
Forward Current — Continuous	I <sub>F</sub>	60	mA
Total Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	100	mW
		1.33	mW/°C

**OUTPUT DRIVER**

Off-State Output Terminal Voltage	V <sub>ORM</sub>	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I <sub>TSM</sub>	1	A
Total Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	300	mW
		4	mW/°C

**TOTAL DEVICE**

Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V <sub>ISO</sub>	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>	330	mW
		4.4	mW/°C
Junction Temperature Range	T <sub>J</sub>	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range <sup>(2)</sup>	T <sub>A</sub>	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range <sup>(2)</sup>	T <sub>stg</sub>	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	T <sub>L</sub>	260	°C

1. Isolation surge voltage, V<sub>ISO</sub>, is an Internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value. GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

REV 1

© Motorola, Inc. 1995

**MOC3021**  
[IFT = 16 mA Max]  
**MOC3022**  
[IFT = 10 mA Max]  
**MOC3023\***  
[IFT = 6 mA Max]  
\*Motorola Preferred Device

STYLE 6 PLASTIC

STANDARD THRU HOLE  
CASE 730A-04

SCHEMATIC

1. ANODE  
2. CATHODE  
3. NC  
4. MAIN TERMINAL  
5. SUBSTRATE  
DO NOT CONNECT  
6. MAIN TERMINAL





**MOC3021 MOC3022 MOC3023**

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>INPUT LED</b>					
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	0.05	100	$\mu\text{A}$
Forward Voltage ( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$	—	1.15	1.5	Volts
<b>OUTPUT DETECTOR</b> ( $I_F = 0$ unless otherwise noted)					
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated $V_{DRM}^{(1)}$ )	$I_{DRM}$	—	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction ( $I_{TM} = 100\text{ mA Peak}$ )	$V_{TM}$	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	$dv/dt$	—	10	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
<b>COUPLED</b>					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = $3\text{ V}^{(3)}$ )	$I_{FT}$	—	8	15	mA
	MOC3021	—	—	10	
	MOC3022	—	—	5	
	MOC3023	—	—	—	
Holding Current, Either Direction	$I_H$	—	100	—	$\mu\text{A}$

1. Test voltage must be applied within  $dv/dt$  rating.
2. This is static  $dv/dt$ . See Figure 7 for test circuit. Commutating  $dv/dt$  is a function of the load-driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an  $I_F$  value less than or equal to max  $I_{FT}$ . Therefore, recommended operating  $I_F$  lies between max  $I_{FT}$  (15 mA for MOC3021, 10 mA for MOC3022, 5 mA for MOC3023) and absolute max  $I_F$  (60 mA).

**TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

$T_A = 25^\circ\text{C}$

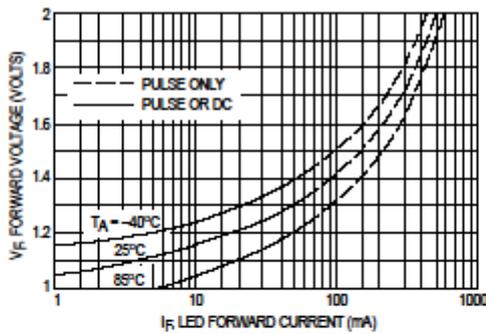


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

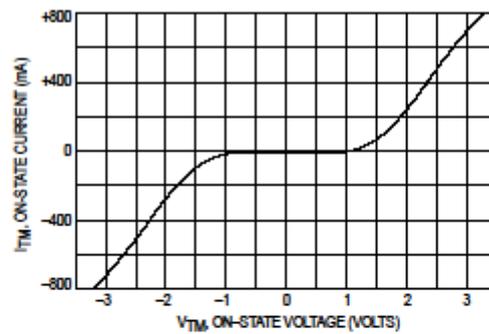


Figure 2. On-State Characteristics

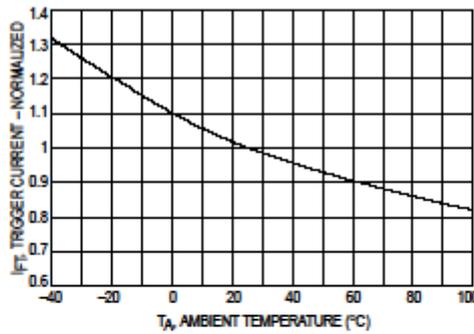


Figure 3. Trigger Current versus Temperature

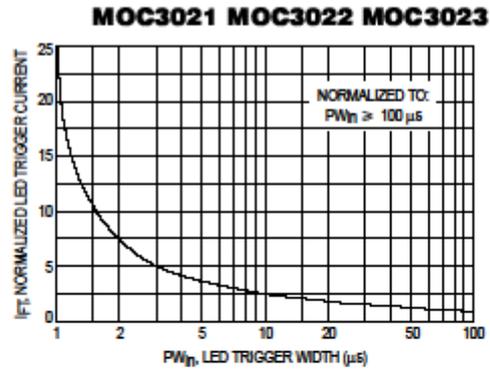


Figure 4. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

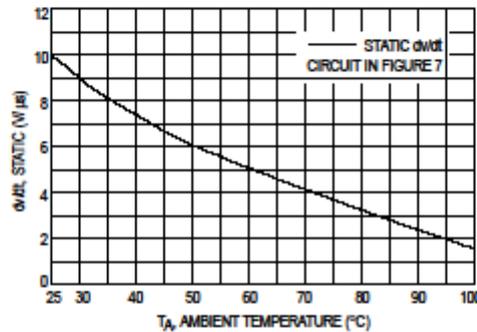


Figure 5. dv/dt versus Temperature

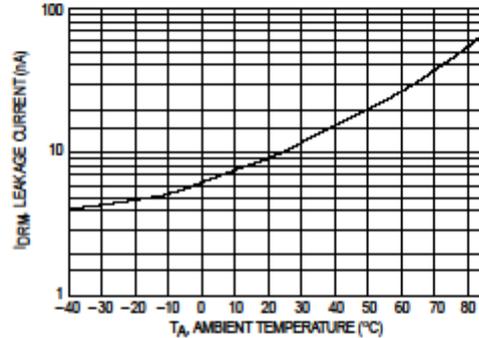
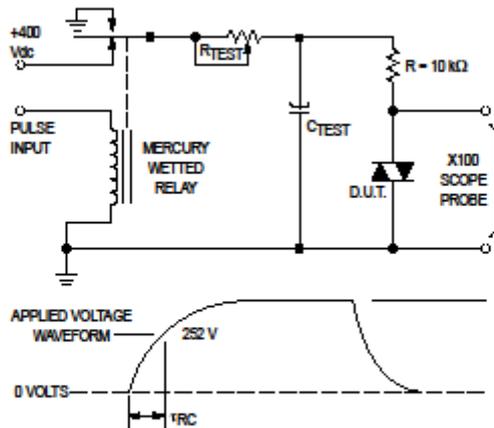


Figure 6. Leakage Current, IDRM versus Temperature

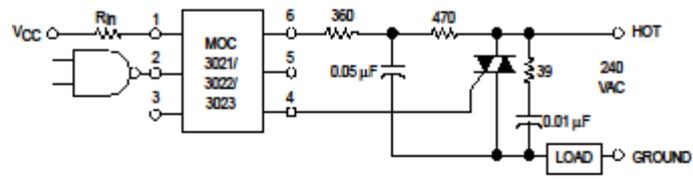


1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable  $R_{TEST}$  allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering.  $\tau_{RC}$  is measured at this point and recorded.

Figure 7. Static dv/dt Test Circuit



**MOC3021 MOC3022 MOC3023**



\* This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

Additional information on the use of optically coupled triac drivers is available in Application Note AN-780A.

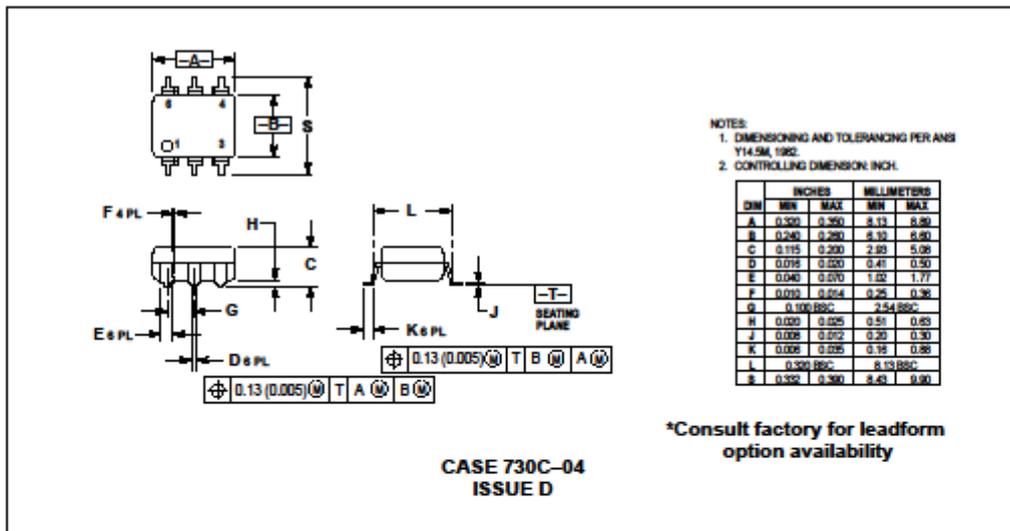
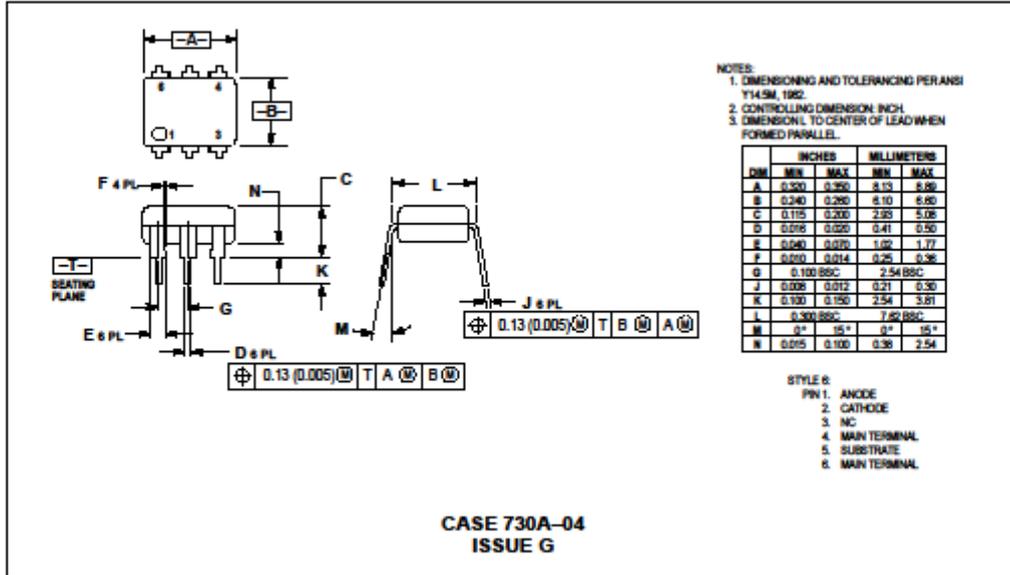
In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01  $\mu$ F capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05  $\mu$ F capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Typical Application Circuit

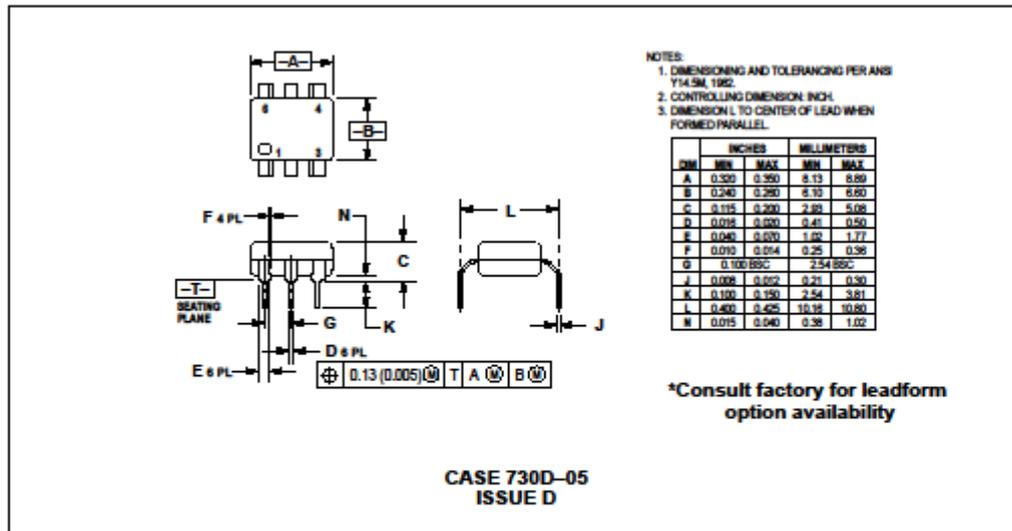
**MOC3021 MOC3022 MOC3023**

**PACKAGE DIMENSIONS**





**MOC3021 MOC3022 MOC3023**



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

How to reach us:  
 USA / EUROPE: Motorola Literature Distribution,  
 P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tsburni-SFD-JLDC, Tsbhikatsu Otsuki,  
 6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tsburni Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

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

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
 51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26625298





Daniel Lorenzo Zamora

**MOTOROLA**  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by MAC224/D

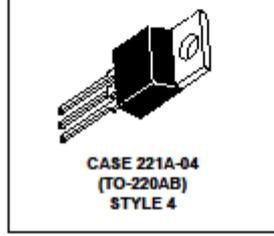
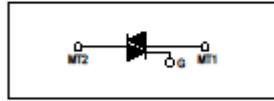
**Triacs**  
**Silicon Bidirectional 40 Amperes RMS**  
**Triode Thyristors**

... 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**



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

Rating	Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Off-State Voltage <sup>(1)</sup> ( $T_J = -40$ to $125^\circ\text{C}$ , 1/2 Sine Wave 50 to 60 Hz, Gate Open)	$V_{DRM}$	200 400 600 800	Volts
On-State RMS Current ( $T_C = 75^\circ\text{C}$ ) <sup>(2)</sup> (Full Cycle Sine Wave 50 to 60 Hz)	$I_T(\text{RMS})$	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	$\text{A}^2\text{s}$
Peak Gate Current ( $t \leq 2 \mu\text{s}$ )	$I_{GM}$	$\pm 2$	Amps
Peak Gate Voltage ( $t \leq 2 \mu\text{s}$ )	$V_{GM}$	$\pm 10$	Volts
Peak Gate Power ( $t \leq 2 \mu\text{s}$ )	$P_{GM}$	20	Watts
Average Gate Power ( $T_C = 75^\circ\text{C}$ , $t \leq 8.3$ ms)	$P_{G(AV)}$	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**

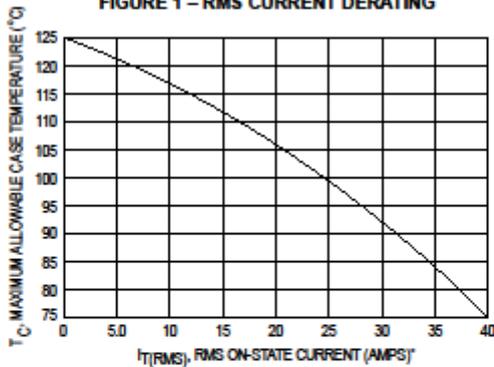
**THERMAL CHARACTERISTICS**

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	$^{\circ}C/W$

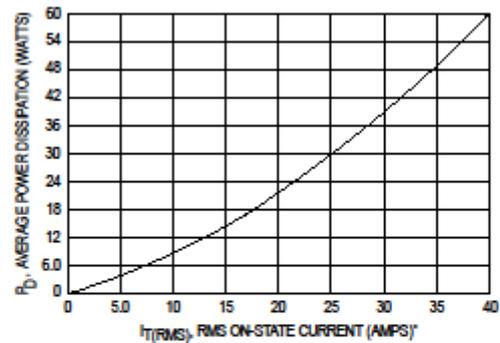
**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_C = 25^{\circ}C$  and either polarity of MT2 to MT1 voltage unless otherwise noted.)

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	$\mu A$ mA
Peak On-State Voltage ( $I_{TM} = 56$ A Peak, Pulse Width $\leq 2$ 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 ( $V_D =$ 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 ( $V_D =$ Rated $V_{DRM}$ , $I_{TM} = 56$ A Peak, $I_G = 200$ mA)	$t_{gt}$	—	1.5	—	$\mu s$
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage ( $V_D =$ Rated $V_{DRM}$ , Exponential Waveform, $T_C = 125^{\circ}C$ )	$dv/dt$	—	50	—	V/ $\mu s$
Critical Rate of Rise of Commutation Voltage ( $V_D =$ 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/ $\mu s$

**FIGURE 1 – RMS CURRENT DERATING**



**FIGURE 2 – ON-STATE POWER DISSIPATION**

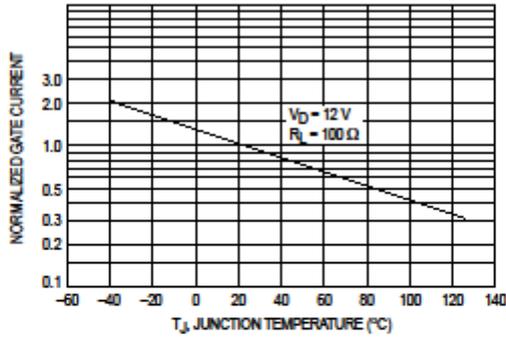


\*This device is rated for use in applications subject to high surge conditions. Care must be taken to insure proper heat sinking when the device is to be used at high sustained currents.

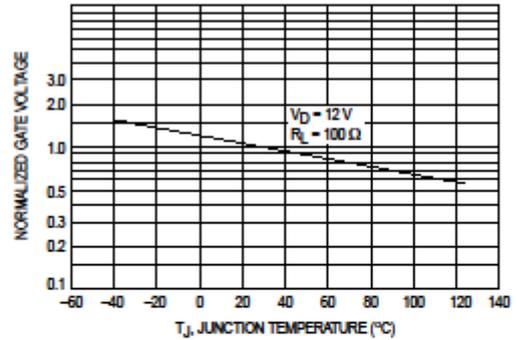


**MAC224 Series MAC224A Series**

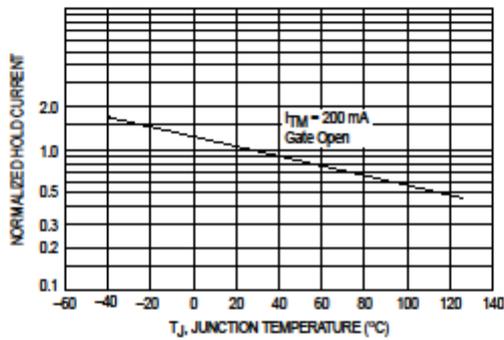
**FIGURE 3 – GATE TRIGGER CURRENT**



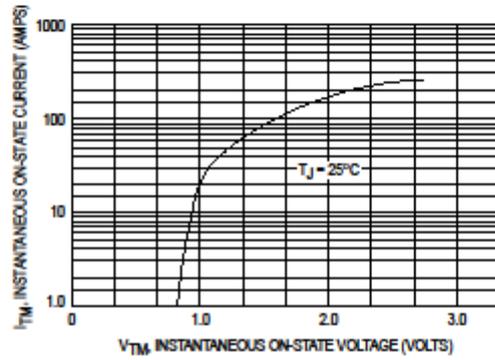
**FIGURE 4 – GATE TRIGGER VOLTAGE**



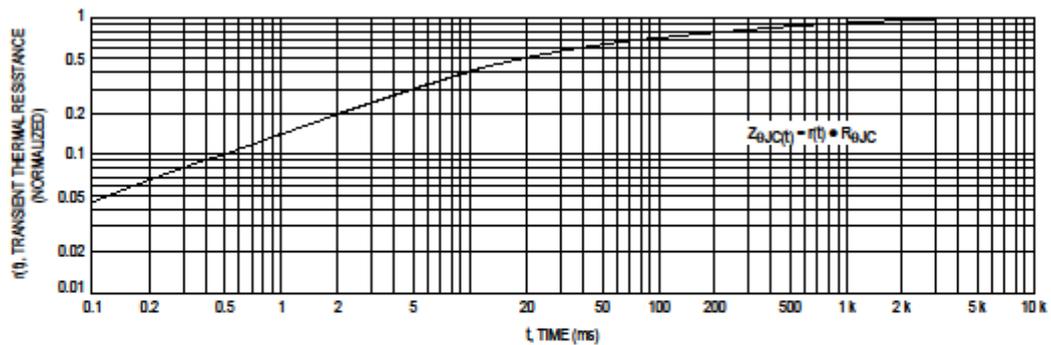
**FIGURE 5 – HOLDING CURRENT**



**FIGURE 6 – TYPICAL ON-STATE CHARACTERISTICS**



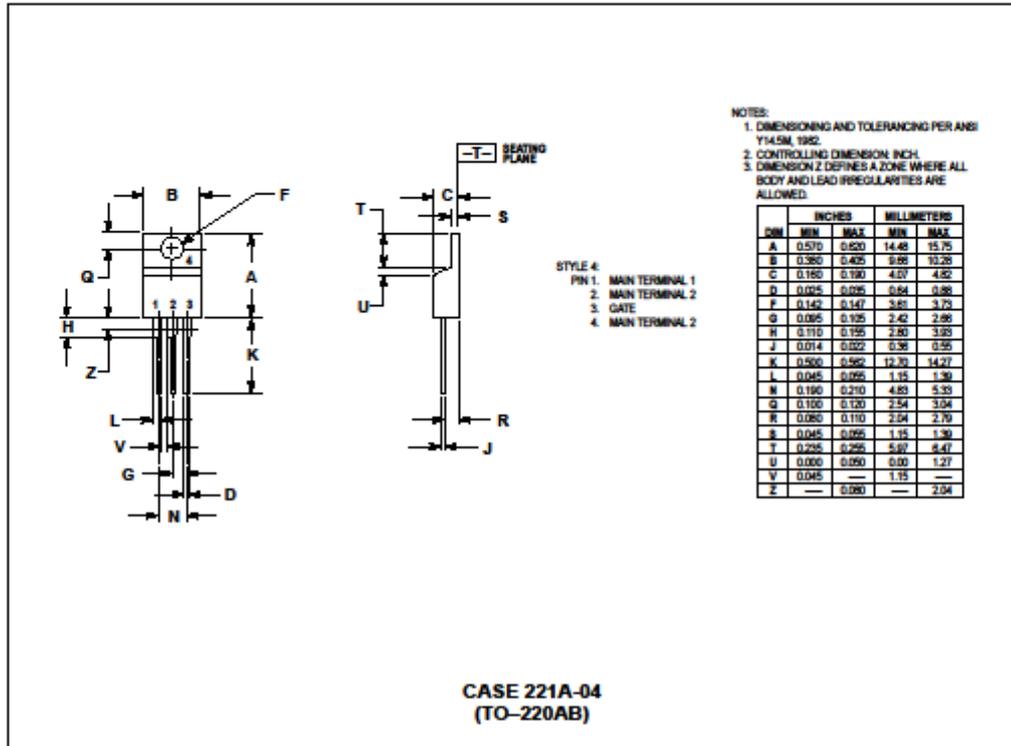
**FIGURE 7 – THERMAL RESPONSE**





**MAC224 Series MAC224A Series**

**PACKAGE DIMENSIONS**



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  $\mu$  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.

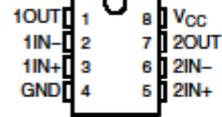




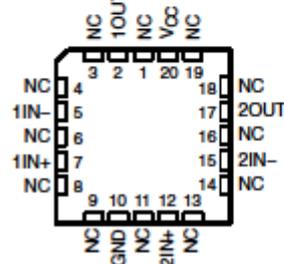
**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS005W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

- **Single Supply or Dual Supplies**
- **Wide Range of Supply Voltage**
  - Max Rating . . . 2 V to 36 V
  - Tested to 30 V . . . Non-V Devices
  - Tested to 32 V . . . V-Suffix Devices
- **Low Supply-Current Drain Independent of Supply Voltage . . . 0.4 mA Typ Per Comparator**
- **Low Input Bias Current . . . 25 nA Typ**
- **Low Input Offset Current . . . 3 nA Typ (LM193)**
- **Low Input Offset Voltage . . . 2 mV Typ**
- **Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground**
- **Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage . . . ±36 V**
- **Low Output Saturation Voltage**
- **Output Compatible With TTL, MOS, and CMOS**

LM193 . . . D OR JG PACKAGE  
LM293 . . . D, DGK, OR P PACKAGE  
LM293A . . . D OR DGK PACKAGE  
LM393, LM393A . . . D, DGK, P, PS, OR PW PACKAGE  
LM2903 . . . D, DGK, P, PS, OR PW PACKAGE  
(TOP VIEW)



LM193 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



NC – No Internal Connection

**description/ordering information**

These devices consist of two independent voltage comparators that are designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from dual supplies also is possible as long as the difference between the two supplies is 2 V to 36 V, and  $V_{CC}$  is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. Current drain is independent of the supply voltage. The outputs can be connected to other open-collector outputs to achieve wired-AND relationships.

The LM193 is characterized for operation from  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ . The LM293 and LM293A are characterized for operation from  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $85^{\circ}\text{C}$ . The LM393 and LM393A are characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ . The LM2903 is characterized for operation from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ .



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2010, Texas Instruments Incorporated. On products compliant to MIL-PRF-38534, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.



**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS006W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

**ORDERING INFORMATION<sup>†</sup>**

TA	V <sub>IOmax</sub> AT 25°C	MAX V <sub>CC</sub>	PACKAGE‡	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING	
0°C to 70°C	5 mV	30 V	PDIP (P)	Tube of 50	LM393P	LM393P
			SOIC (D)	Tube of 75	LM393D	LM393
				Reel of 2500	LM393DR	
				Reel of 2500	LM393DRG3	
			SOP (PS)	Reel of 2000	LM393PSR	L393
			TSSOP (PW)	Tube of 150	LM393PW	L393
	Reel of 2000	LM393PWR				
	Reel of 2000	LM393PWRG3				
	MSOP/WSSOP (DGK)	Reel of 2500	LM393DGKR	M9_§		
	2 mV	30 V	PDIP (P)	Tube of 50	LM393AP	LM393AP
			SOIC (D)	Tube of 75	LM393AD	LM393A
				Reel of 2500	LM393ADR	
SOP (PS)			Reel of 2000	LM393APSR	L393A	
TSSOP (PW)			Reel of 2000	LM393APWR	L393A	
MSOP/WSSOP (DGK)			Reel of 2500	LM393ADGKR	M8_§	
-25°C to 85°C	5 mV	30 V	PDIP (P)	Tube of 50	LM293P	LM293P
			SOIC (D)	Tube of 75	LM293D	LM293
				Reel of 2500	LM293DR	
				Reel of 2500	LM293DRG3	
	MSOP/WSSOP (DGK)	Reel of 2500	LM293DGKR	MC_§		
	2 mV	30 V	SOIC (D)	Tube of 75	LM293AD	LM293A
			Reel of 2500	LM293ADR		
			MSOP/WSSOP (DGK)	Reel of 2500	LM293ADGKR	MD_§
-40°C to 125°C			7 mV	30 V	PDIP (P)	Tube of 50
	SOIC (D)	Tube of 75			LM2903D	LM2903
		Reel of 2500			LM2903DR	
		Reel of 2500			LM2903DRG3	
	SOP (PS)	Reel of 2000			LM2903PSR	L2903
	TSSOP (PW)	Reel of 2000			LM2903PWR	L2903
		Reel of 2000	LM2903PWRG3			
	MSOP/WSSOP (DGK)	Reel of 2500	LM2903DGKR	MA_§		
	7 mV	32 V	SOIC (D)	Reel of 2500	LM2903VQDR	L2903V
			TSSOP (PW)	Reel of 2000	LM2903VQPWR	L2903V
2 mV		32 V	SOIC (D)	Reel of 2500	LM2903AVQDR	L2903AV
			TSSOP (PW)	Reel of 2000	LM2903AVQPWR	L2903AV
-55°C to 125°C	5 mV	30 V	CDIP (JG)	Tube of 50	LM193JG	LM193JG
			LCSS (FK)	Tube of 55	LM193FK	LM193FK
			SOIC (D)	Reel of 2500	LM193DR	LM193

<sup>†</sup> For the most current package and ordering information, see the Package Option Addendum at the end of this document, or see the TI web site at [www.ti.com](http://www.ti.com).

<sup>‡</sup> Package drawings, thermal data, and symbolization are available at [www.ti.com/packaging](http://www.ti.com/packaging).

<sup>§</sup> The actual top-side marking has one additional character that designates the wafer fab/assembly site.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

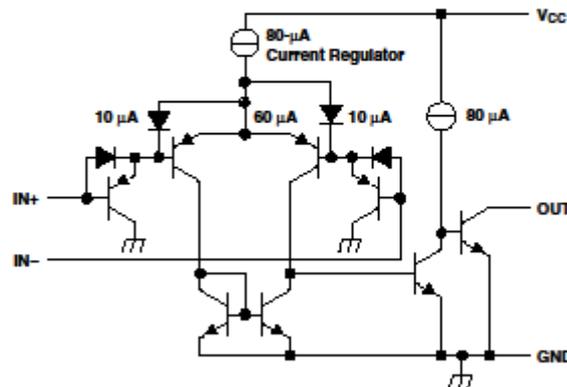


**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS005W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

**symbol (each comparator)**



**schematic (each comparator)**



COMPONENT COUNT	
Epi-FET	1
Diodes	2
Resistors	2
Transistors	30

Current values shown are nominal.

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†**

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	36 V
Differential input voltage, $V_{ID}$ (see Note 2)	$\pm 36$ V
Input voltage range, $V_I$ (either input)	-0.3 V to 36 V
Output voltage, $V_O$	36 V
Output current, $I_O$	20 mA
Duration of output short-circuit to ground (see Note 3)	Unlimited
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Notes 4 and 5):	
D package	97°C/W
DGK package	172°C/W
P package	85°C/W
PS package	95°C/W
PW package	149°C/W
Package thermal impedance, $\theta_{JC}$ (see Notes 6 and 7):	
FK package	5.61°C/W
JG package	14.5°C/W
Operating virtual junction temperature, $T_J$	150°C
Case temperature for 60 seconds: FK package	260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds: JG package	300°C
Storage temperature range, $T_{stg}$	-65°C to 150°C

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

- NOTES:
- All voltage values, except differential voltages, are with respect to GND.
  - Differential voltages are at  $IN+$ , with respect to  $IN-$ .
  - Short circuits from outputs to  $V_{CC}$  can cause excessive heating and eventual destruction.
  - Maximum power dissipation is a function of  $T_J(\max)$ ,  $\theta_{JA}$ , and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_J(\max) - T_A)/\theta_{JA}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of 150°C can affect reliability.
  - The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.
  - Maximum power dissipation is a function of  $T_J(\max)$ ,  $\theta_{JC}$ , and  $T_C$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable case temperature is  $P_D = (T_J(\max) - T_C)/\theta_{JC}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of 150°C can affect reliability.
  - The package thermal impedance is calculated in accordance with MIL-STD-883.



**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS006W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

**electrical characteristics at specified free-air temperature,  $V_{CC} = 5\text{ V}$  (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_A$ <sup>†</sup>	LM193			LM293 LM393			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{IO}$ Input offset voltage	$V_{CC} = 5\text{ V to }30\text{ V},$ $V_O = 1.4\text{ V},$ $V_{IC} = V_{IC(min)}$	25°C		2	5		2	5	mV
		Full range			9		9		
$I_{IO}$ Input offset current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		3	25		5	50	nA
		Full range			100		250		
$I_{IB}$ Input bias current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		-25	-100		-25	-250	nA
		Full range			-300		-400		
$V_{ICR}$ Common-mode input voltage range <sup>‡</sup>		25°C	0 to $V_{CC} - 1.5$		0 to $V_{CC} - 1.5$				V
		Full range	0 to $V_{CC} - 2$		0 to $V_{CC} - 2$				
$A_{VD}$ Large-signal differential-voltage amplification	$V_{CC} = 15\text{ V},$ $V_O = 1.4\text{ V to }11.4\text{ V},$ $R_L \geq 15\text{ k}\Omega\text{ to }V_{CC}$	25°C	50	200		50	200	V/mV	
$I_{OH}$ High-level output current	$V_{OH} = 5\text{ V}, V_{ID} = 1\text{ V}$ $V_{OH} = 30\text{ V}, V_{ID} = 1\text{ V}$	25°C	0.1		0.1		50	nA	
		Full range	1		1		1	$\mu\text{A}$	
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$I_{OL} = 4\text{ mA}, V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C	150		150		400	mV	
		Full range	700		700		700		
$I_{OL}$ Low-level output current	$V_{OL} = 1.5\text{ V}, V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C	6		6			mA	
$I_{CC}$ Supply current	$R_L = \infty$	$V_{CC} = 5\text{ V}$	25°C		0.8		1	mA	
		$V_{CC} = 30\text{ V}$	Full range		2.5		2.5		

<sup>†</sup> Full range (MIN or MAX) for LM193 is -55°C to 125°C, for LM293 is 25°C to 85°C, and for LM393 is 0°C to 70°C. All characteristics are measured with zero common-mode input voltage, unless otherwise specified.

<sup>‡</sup> The voltage at either input or common-mode should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common-mode voltage range is  $V_{CC} + 1.5\text{ V}$  for the inverting input (-), and the non-inverting input (+) can exceed the  $V_{CC}$  level; the comparator provides a proper output state. Either or both inputs can go to 30 V without damage.



**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS005W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

electrical characteristics at specified free-air temperature,  $V_{CC} = 5\text{ V}$  (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_A$ <sup>†</sup>	LM293A LM393A			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
$V_{IO}$ Input offset voltage	$V_{CC} = 5\text{ V to } 30\text{ V}$ , $V_O = 1.4\text{ V}$ , $V_{IC} = V_{IC(min)}$	25°C		1	2	mV
		Full range			4	
$I_{IO}$ Input offset current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		5	50	nA
		Full range			150	
$I_{IB}$ Input bias current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		-25	-250	nA
		Full range			-400	
$V_{ICR}$ Common-mode input voltage range <sup>‡</sup>		25°C	0 to $V_{CC} - 1.5$			V
		Full range	0 to $V_{CC} - 2$			
$A_{VD}$ Large-signal differential-voltage amplification	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $V_O = 1.4\text{ V to } 11.4\text{ V}$ , $R_L \geq 15\text{ k}\Omega$ to $V_{CC}$	25°C	50	200		V/mV
$I_{OH}$ High-level output current	$V_{OH} = 5\text{ V}$ , $V_{ID} = 1\text{ V}$ $V_{OH} = 30\text{ V}$ , $V_{ID} = 1\text{ V}$	25°C		0.1	50	nA
		Full range			1	
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$I_{OL} = 4\text{ mA}$ , $V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C		150	400	mV
		Full range			700	
$I_{OL}$ Low-level output current	$V_{OL} = 1.5\text{ V}$ , $V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C	6			mA
$I_{CC}$ Supply current	$R_L = \infty$	$V_{CC} = 5\text{ V}$	25°C	0.8	1	mA
		$V_{CC} = 30\text{ V}$	Full range		2.5	

<sup>†</sup> Full range (MIN or MAX) for LM293A is 25°C to 85°C, and for LM393A is 0°C to 70°C. All characteristics are measured with zero common-mode input voltage, unless otherwise specified.

<sup>‡</sup> The voltage at either input or common-mode should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common-mode voltage range is  $V_{CC} - 1.5\text{ V}$ , but either or both inputs can go to 30 V without damage.



**LM193, LM293, LM293A  
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V  
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**  
SLCS006W – JUNE 1976 – REVISED JULY 2010

electrical characteristics at specified free-air temperature,  $V_{CC} = 5\text{ V}$  (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_A^{\dagger}$	LM2903			LM2903A			UNIT	
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
$V_{IO}$ Input offset voltage	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}^{\ddagger}$ , $V_O = 1.4\text{ V}$ , $V_{IC} = V_{IC(\min)}$	25°C		2	7		1	2	mV	
		Full range			15			4		
$I_{IO}$ Input offset current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		5	50		5	50	nA	
		Full range			200			200		
$I_{IB}$ Input bias current	$V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		-25	-250		-25	-250	nA	
		Full range			-500			-500		
$V_{ICR}$ Common-mode input voltage range <sup>§</sup>		25°C	0 to $V_{CC} - 1.5$			0 to $V_{CC} - 1.5$			V	
		Full range	0 to $V_{CC} - 2$			0 to $V_{CC} - 2$				
$A_{VD}$ Large-signal differential-voltage amplification	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $V_O = 1.4\text{ V to }11.4\text{ V}$ , $R_L \geq 15\text{ k}\Omega\text{ to }V_{CC}$	25°C	25	100		25	100		V/mV	
$I_{OH}$ High-level output current	$V_{OH} = 5\text{ V}$ , $V_{ID} = 1\text{ V}$	25°C		0.1	50		0.1	50	nA	
	$V_{OH} = V_{CC}\text{ MAX}$ , $V_{ID} = 1\text{ V}$	Full range			1			1	$\mu\text{A}$	
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$I_{OL} = 4\text{ mA}$ , $V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C		150	400		150	400	mV	
		Full range			700			700		
$I_{OL}$ Low-level output current	$V_{OL} = 1.5\text{ V}$ , $V_{ID} = -1\text{ V}$	25°C		6			6		mA	
$I_{CC}$ Supply current	$R_L = \infty$	$V_{CC} = 5\text{ V}$	25°C		0.8	1		0.8	1	mA
		$V_{CC} = \text{MAX}$	Full range			2.5			2.5	

<sup>†</sup> Full range (MIN or MAX) for LM2903 is -40°C to 125°C. All characteristics are measured with zero common-mode input voltage, unless otherwise specified.

<sup>‡</sup>  $V_{CC}\text{ MAX} = 30\text{ V}$  for non-V devices and 32 V for V-suffix devices.

<sup>§</sup> The voltage at either input or common-mode should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common-mode voltage range is  $V_{CC+} - 1.5\text{ V}$ , but either or both inputs can go to 30 V (32 V for V-suffix devices) without damage.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193 LM293, LM293A LM393, LM393A LM2903	UNIT	
		TYP		
Response time	$R_L$ connected to 5 V through 5.1 k $\Omega$ , $C_L = 15\text{ pF}$ , See Note 8	100-mV input step with 5-mV overdrive	1.3	$\mu\text{s}$
		TTL-level input step	0.3	

<sup>†</sup>  $C_L$  includes probe and jig capacitance.

NOTE 8: The response time specified is the interval between the input step function and the instant when the output crosses 1.4 V.





## B40C1500 – B500C1500

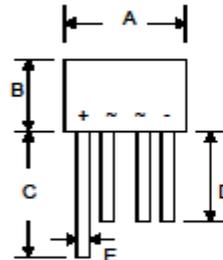
### 1.5A BRIDGE RECTIFIER

#### Features

- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability
- Ideal for Printed Circuit Boards

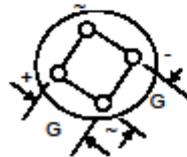
#### Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: As Marked on Body
- Weight: 1.1 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number



WOB		
Dim	Min	Max
A	8.60	9.10
B	5.0	5.50
C	27.9	—
D	25.4	—
E	0.71	0.81
G	4.60	5.60

All Dimensions in mm



#### Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	B40C 1500	B80C 1500	B125C 1500	B250C 1500	B380C 1500	B500C 1500	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V <sub>RRM</sub>	100	200	300	600	900	1200	V
Working Peak Reverse Voltage	V <sub>RRM</sub>							
DC Blocking Voltage	V <sub>R</sub>							
Input Voltage Recommended	V <sub>R(RMS)</sub>	40	80	125	250	380	500	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @T <sub>A</sub> = 50°C	I <sub>O</sub>	1.5						A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I <sub>FSM</sub>	50						A
Forward Voltage (per element) @I <sub>F</sub> = 1.5A	V <sub>FM</sub>	1.0						V
Peak Reverse Current @T <sub>A</sub> = 25°C At Rated DC Blocking Voltage @T <sub>A</sub> = 100°C	I <sub>RM</sub>	10 500						μA
Operating Temperature Range	T <sub>J</sub>	-55 to +125						°C
Storage Temperature Range	T <sub>STG</sub>	-55 to +150						°C

Note: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.

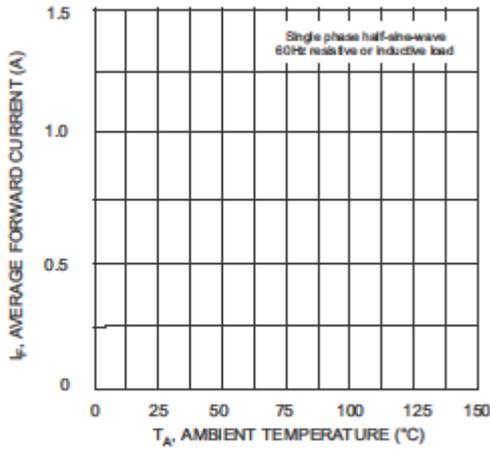


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

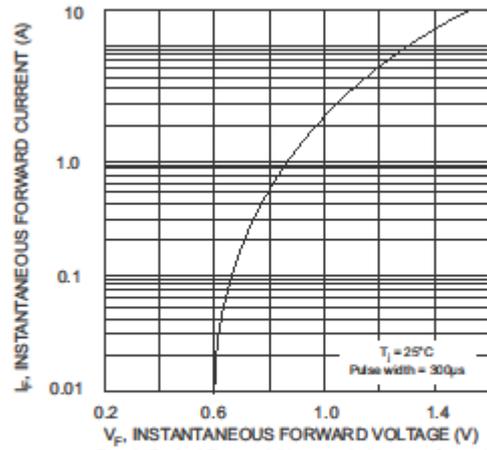


Fig. 2 Typical Forward Characteristics, per element

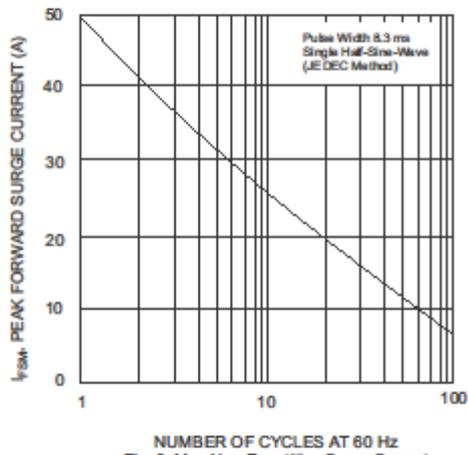


Fig. 3 Max Non-Repetitive Surge Current

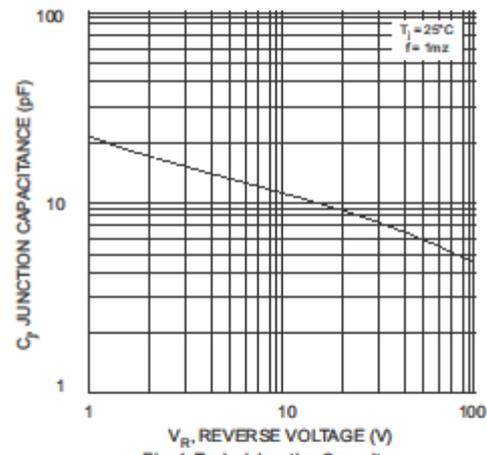


Fig. 4 Typical Junction Capacitance



**ORDERING INFORMATION**

Product No.	Package Type	Shipping Quantity
B40C1500	Round Bridge	1000 Units/Box
B80C1500	Round Bridge	1000 Units/Box
B125C1500	Round Bridge	1000 Units/Box
B250C1500	Round Bridge	1000 Units/Box
B380C1500	Round Bridge	1000 Units/Box
B500C1500	Round Bridge	1000 Units/Box

Shipping quantity given is for minimum packing quantity only. For minimum order quantity, please consult the Sales Department.

Won-Top Electronics Co., Ltd (WTE) has checked all information carefully and believes it to be correct and accurate. However, WTE cannot assume any responsibility for inaccuracies. Furthermore, this information does not give the purchaser of semiconductor devices any license under patent rights to manufacturer. WTE reserves the right to change any or all information herein without further notice.

**WARNING: DO NOT USE IN LIFE SUPPORT EQUIPMENT.** WTE power semiconductor products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without the express written approval.

Won-Top Electronics Co., Ltd.  
No. 44 Yu Kang North 3rd Road, Chine Chen Dist., Kaohsiung, Taiwan  
Phone: 886-7-822-5408 or 886-7-822-5410  
Fax: 886-7-822-5417  
Email: [sales@wontop.com](mailto:sales@wontop.com)  
Internet: <http://www.wontop.com>

*We power your everyday.*





## BZX84C 3V3 - BZX84C 33 Series Zeners

Tolerance: C = 5%

### Absolute Maximum Ratings\*

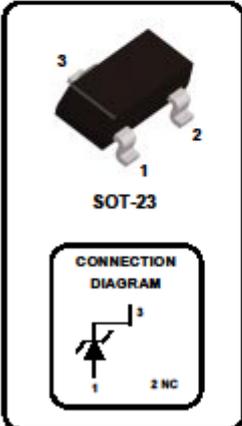
TA = 25°C unless otherwise noted

Parameter	Value	Units
Storage Temperature Range	-55 to +150	°C
Maximum Junction Operating Temperature	+ 150	°C
Total Device Dissipation	350	mW
Derate above 25°C	1.8	mW/°C
Repetitive Peak Forward Current (I <sub>FM</sub> )	250	mA
Repetitive Peak Working Current (I <sub>RM</sub> )	250	mA

\*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.



CONNECTION DIAGRAM

### Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

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

NOTE: National preferred devices in BOLD

BZX84C 4V7 - BZX84C 33 Series



**BZX84C Series Zeners**  
(continued)

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

Device	Mark	$I_{ZT} = 2.0 \text{ mA}$		$I_{ZT} = 100 \mu\text{A}^*$		$I_{ZT} = 10 \text{ mA}$				
		$V_Z$ (V)		$V_Z$ (V)		$V_Z$ (V)				
		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

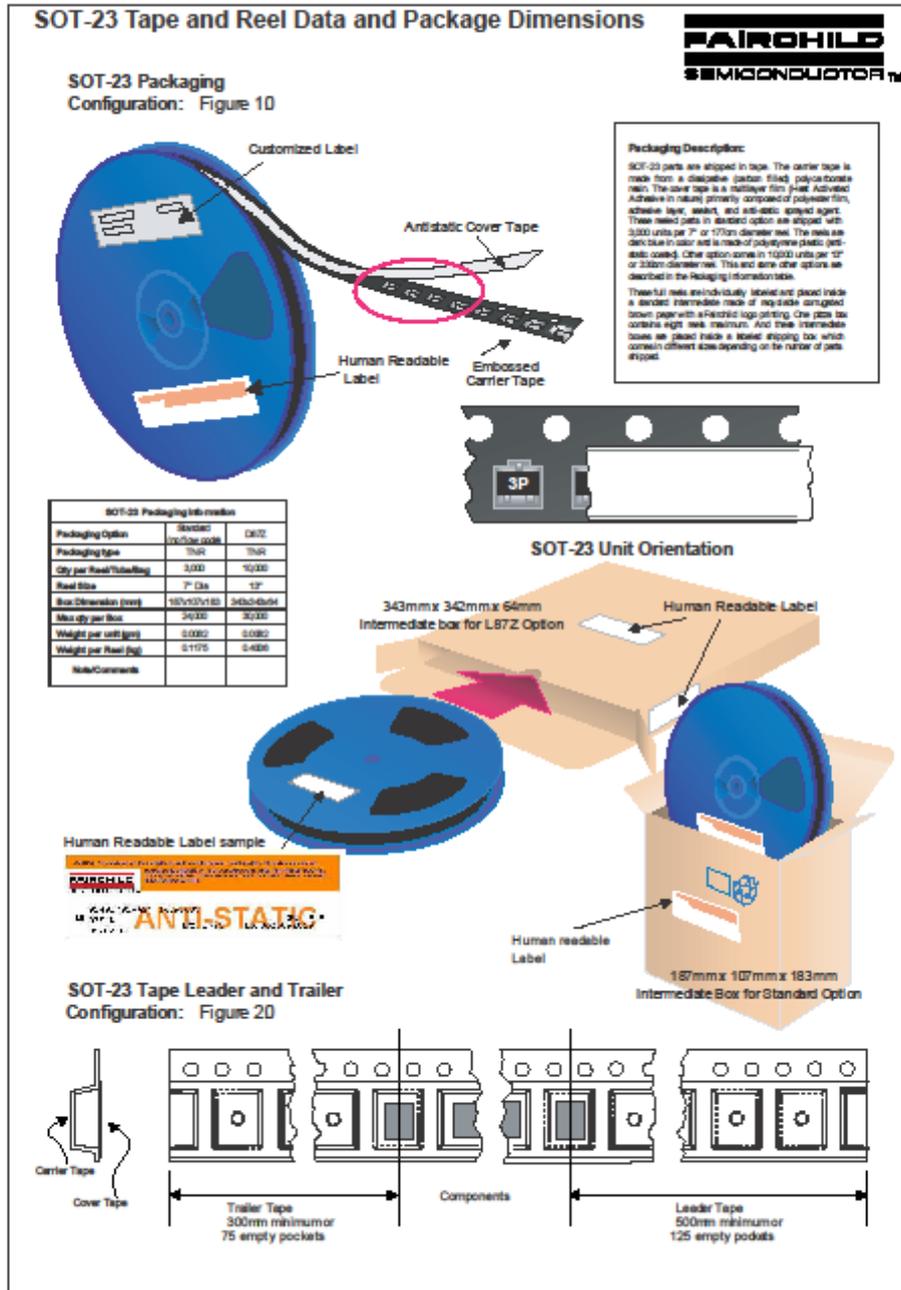
$V_F$  Forward Voltage = 0.9 V Maximum @  $I_F = 10 \text{ mA}$  for all BZX 84 series

\*Capacitance @  $V_R = 0.0 \text{ volts}$ ; Frequency = 1.0 megahertz.

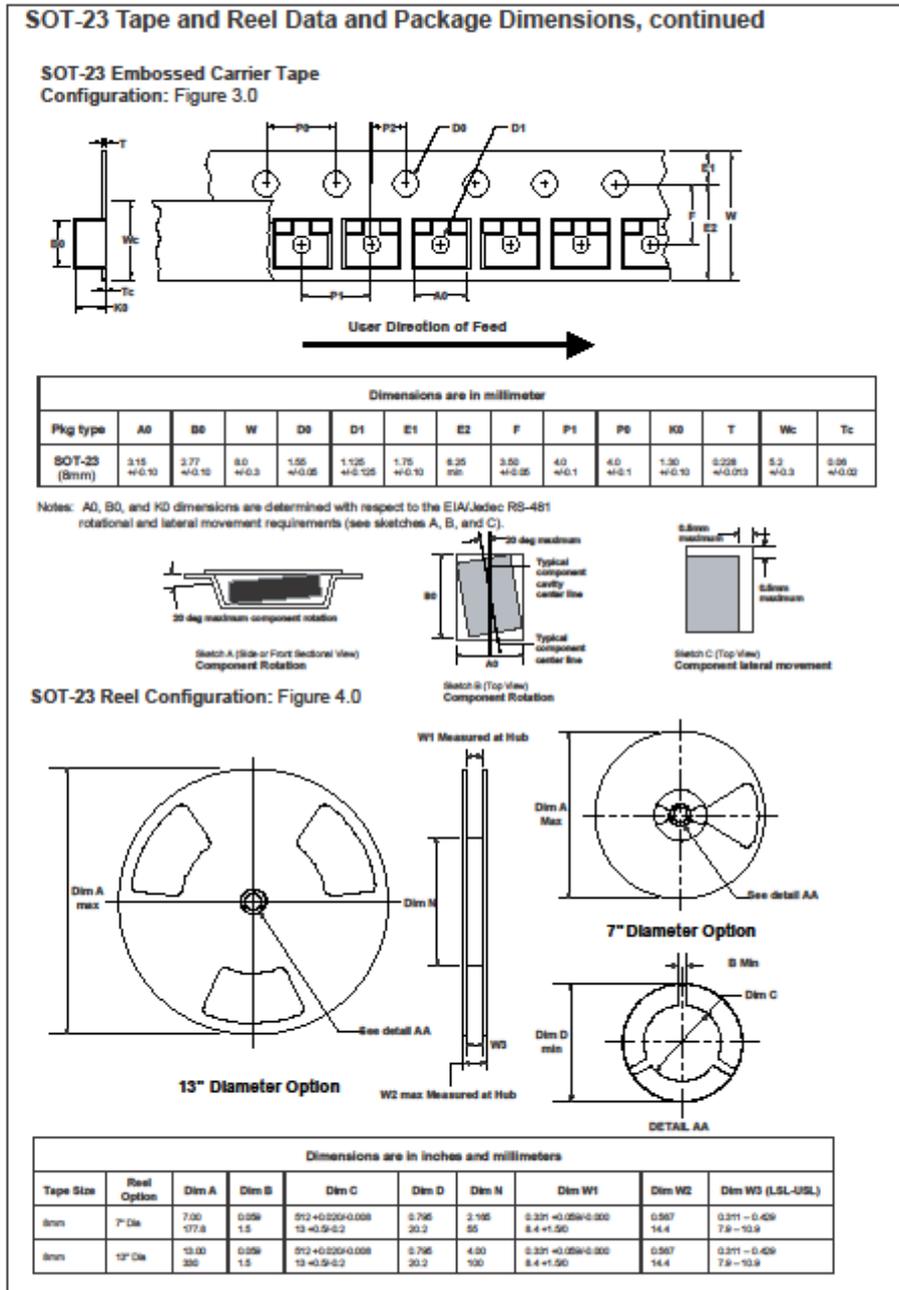
Device	$V_R$ (V)	$I_R$ ( $\mu\text{A}$ )	CAP* (pF)	$D_{VZ} / D_t$ @ 5.0 mA (mV/K)	
				MIN	MAX
BZX84C 3V3	1.0	5.0	450	-3.5	0.0
BZX84C 3V6	1.0	5.0	450	-3.5	0.0
BZX84C 3V9	1.0	5.0	450	-3.5	0.0
BZX84C 4V3	1.0	5.0	450	-3.5	0.0
BZX84C 4V7	2.0	3	260	-3.5	+0.2
BZX84C 5V1	2.0	2	225	-2.7	+1.2
BZX84C 5V6	2.0	1	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

Device	$V_R$ (V)	$I_R$ ( $\mu\text{A}$ )	CAP* (pF)	$D_{VZ} / D_t$ @ 2.0 mA (mV/K)	
				MIN	MAX
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

BZX84C 4V7 - BZX84C 33 Series



September 1999, Rev. C



September 1999, Rev. C





<b>TRADEMARKS</b>		
The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.		
ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E <sup>2</sup> C MOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	
<b>DISCLAIMER</b>		
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.		
<b>LIFE SUPPORT POLICY</b>		
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.	
<b>PRODUCT STATUS DEFINITIONS</b>		
<b>Definition of Terms</b>		
Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or in Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not in Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Rev. C



## IRFP260, SiHFP260

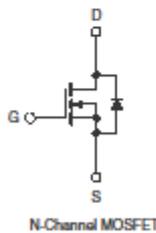
Vishay Siliconix

### Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY	
$V_{DS}$ (V)	200
$R_{DS(on)}$ ( $\Omega$ )	$V_{GS} = 10\text{ V}$ 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
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC



#### 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-247AC package is preferred for commercial-industrial applications where higher power levels preclude the use of TO-220AB devices. The TO-247AC 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-247AC
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	$V_{GS}$	$\pm 20$	
Continuous Drain Current	$V_{GS}$ at 10 V	$T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	46
		$T_C = 100\text{ }^\circ\text{C}$	29
Pulsed Drain Current <sup>a</sup>	$I_{DM}$	180	A
Linear Derating Factor		2.2	W/ $^\circ\text{C}$
Single Pulse Avalanche Energy <sup>b</sup>	$E_{AS}$	1000	mJ
Repetitive Avalanche Current <sup>a</sup>	$I_{AR}$	46	A
Repetitive Avalanche Energy <sup>a</sup>	$E_{AR}$	28	mJ
Maximum Power Dissipation	$P_D$	280	W
Peak Diode Recovery $dV/dt$ <sup>c</sup>	$dV/dt$	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 <sup>d</sup>	
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  $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $L = 708\text{ }\mu\text{H}$ ,  $R_{\theta} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_{AS} = 46\text{ A}$  (see fig. 12).
- $I_{SD} \leq 46\text{ A}$ ,  $dV/dt \leq 230\text{ A}/\mu\text{s}$ ,  $V_{DD} \leq V_{DS}$ ,  $T_J \leq 150\text{ }^\circ\text{C}$ .
- 1.8 mm from case.

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

Document Number: 91215  
S11-0487-Rev. B, 21-Mar-11

www.vishay.com

1

This datasheet is subject to change without notice.  
THE PRODUCT DESCRIBED HEREIN AND THIS DATASHEET ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT [www.vishay.com/doc291000](http://www.vishay.com/doc291000)



## IRFP260, SiHFP260

Vishay Siliconix



THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	-	40	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	$R_{\theta CS}$	0.24	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	$R_{\theta JC}$	-	0.45	

SPECIFICATIONS ( $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted)						
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
<b>Static</b>						
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	$I_{GSS}$	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	$\pm 100$	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	$I_{DSS}$	$V_{DS} = 200\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	25	$\mu\text{A}$
		$V_{DS} = 160\text{ V}, V_{GS} = 0\text{ V}, T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	250	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS} = 10\text{ V}, I_D = 28\text{ A}^b$	-	-	0.055	$\Omega$
Forward Transconductance	$g_{fs}$	$V_{DS} = 50\text{ V}, I_D = 28\text{ A}^b$	24	-	-	S
<b>Dynamic</b>						
Input Capacitance	$C_{iss}$	$V_{GS} = 0\text{ V}, V_{DS} = 25\text{ V}, f = 1.0\text{ MHz}, \text{ see fig. 5}$	-	5200	-	pF
Output Capacitance	$C_{oss}$		-	1200	-	
Reverse Transfer Capacitance	$C_{rss}$		-	310	-	
Total Gate Charge	$Q_g$	$V_{GS} = 10\text{ V}, I_D = 46\text{ A}, V_{DS} = 160\text{ V}, \text{ see fig. 6 and 13}^b$	-	-	230	nC
Gate-Source Charge	$Q_{gs}$		-	-	42	
Gate-Drain Charge	$Q_{gd}$		-	-	110	
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD} = 100\text{ V}, I_D = 46\text{ A}, R_g = 4.3\text{ }\Omega, R_D = 2.1\text{ }\Omega, \text{ see fig. 10}^b$	-	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	-	
<b>Drain-Source Body Diode Characteristics</b>						
Continuous Source-Drain Diode Current	$I_S$	MOSFET symbol showing the integral reverse p - n junction diode 	-	-	46	A
Pulsed Diode Forward Current <sup>a</sup>	$I_{SM}$		-	-	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	
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  $\leq 2\%$ .



**IRFP260, SiHFP260**  
Vishay Siliconix

**TYPICAL CHARACTERISTICS** (25 °C, unless otherwise noted)

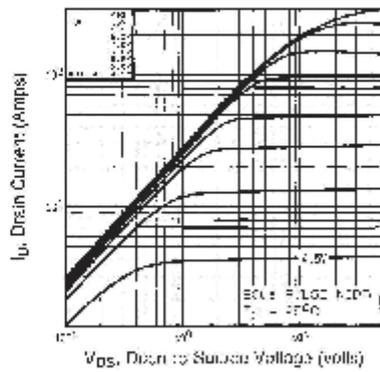


Fig. 1 - Typical Output Characteristics,  $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$

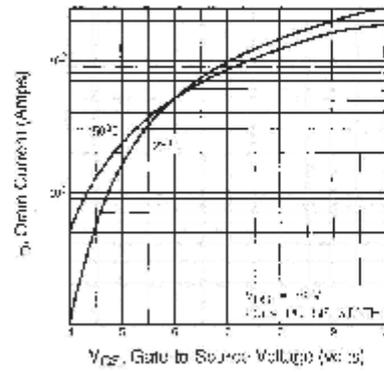


Fig. 3 - Typical Transfer Characteristics

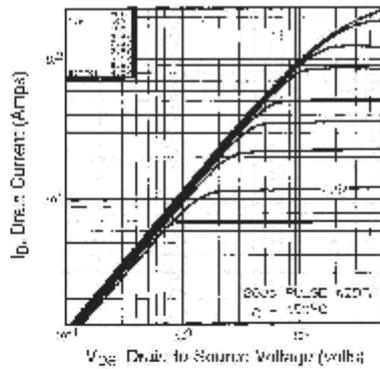


Fig. 2 - Typical Output Characteristics,  $T_C = 150\text{ }^\circ\text{C}$

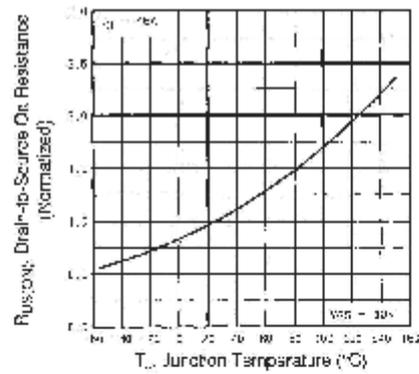


Fig. 4 - Normalized On-Resistance vs. Temperature

# IRFP260, SiHFP260

Vishay Siliconix

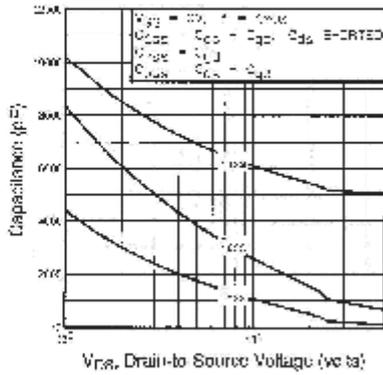


Fig. 5 - Typical Capacitance vs. Drain-to-Source Voltage

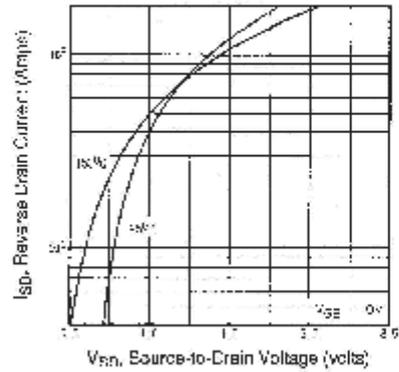


Fig. 7 - Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

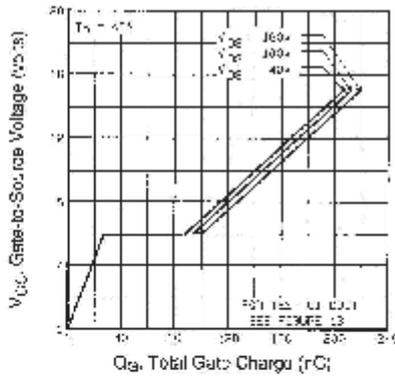


Fig. 6 - Typical Gate Charge vs. Gate-to-Source Voltage

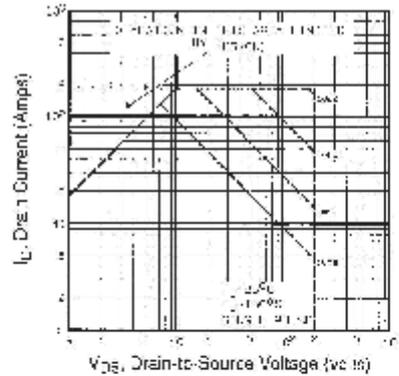


Fig. 8 - Maximum Safe Operating Area



**IRFP260, SiHFP260**

Vishay Siliconix

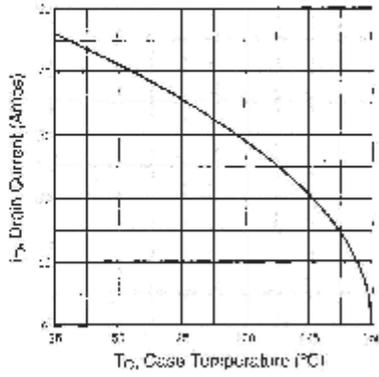


Fig. 9 - Maximum Drain Current vs. Case Temperature

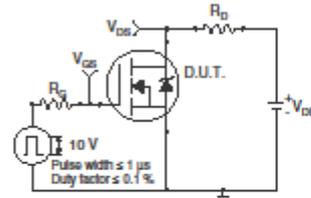


Fig. 10a - Switching Time Test Circuit

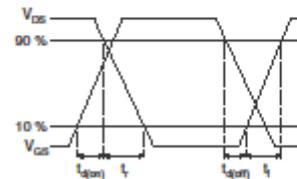


Fig. 10b - Switching Time Waveforms

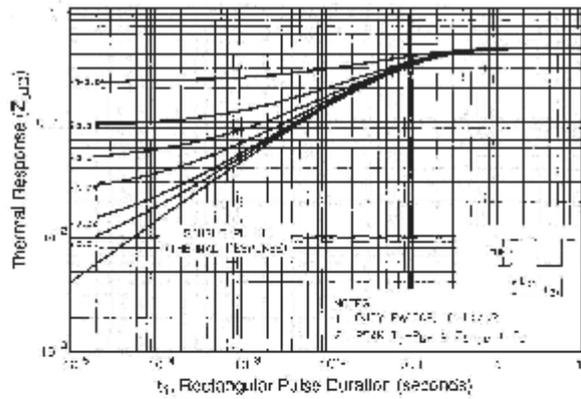


Fig. 11 - Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

# IRFP260, SiHFP260

Vishay Siliconix

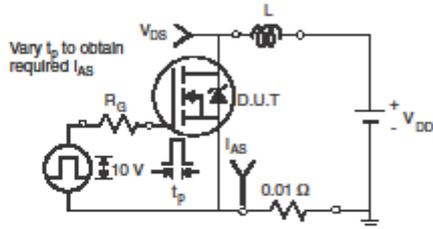


Fig. 12a - Unclamped Inductive Test Circuit

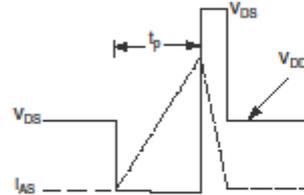


Fig. 12b - Unclamped Inductive Waveforms

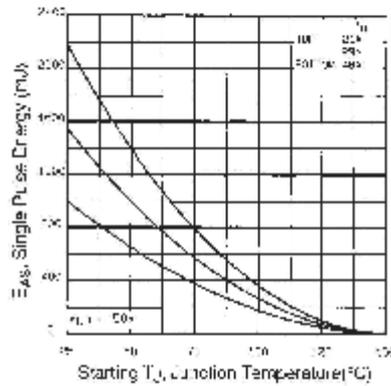


Fig. 12c - Maximum Avalanche Energy vs. Drain Current

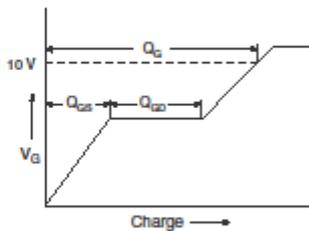


Fig. 13a - Basic Gate Charge Waveform

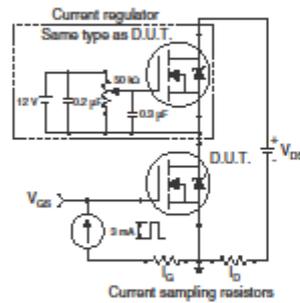
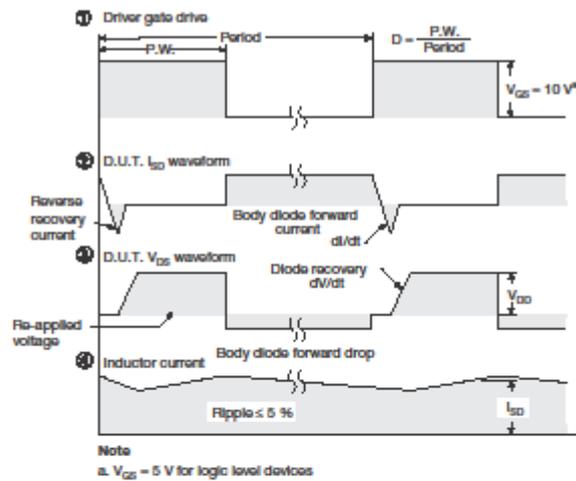
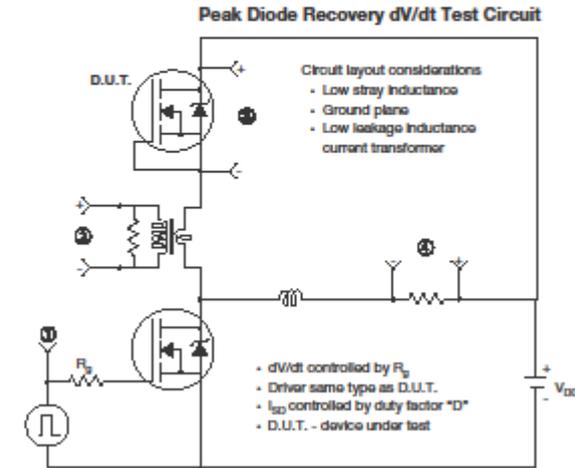


Fig. 13b - Gate Charge Test Circuit



**IRFP260, SiHFP260**  
Vishay Siliconix



**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 [www.vishay.com/doc291215](http://www.vishay.com/doc291215)

Document Number: 91215  
 S11-0487-Rev. B, 21-Mar-11

[www.vishay.com](http://www.vishay.com)  
 7

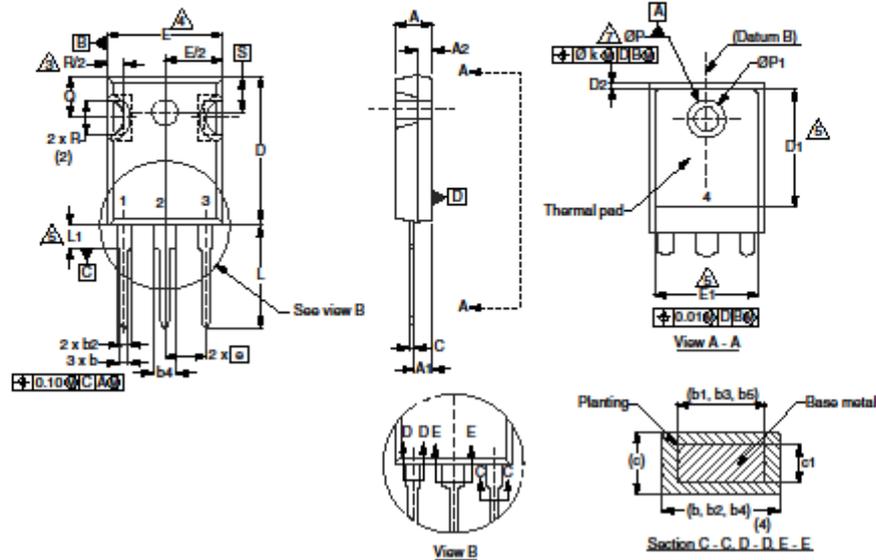
This datasheet is subject to change without notice.  
 THE PRODUCT DESCRIBED HEREIN AND THIS DATASHEET ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT [www.vishay.com/doc291000](http://www.vishay.com/doc291000)



## Package Information

### Vishay Siliconix

#### TO-247AC (HIGH VOLTAGE)



DIM.	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	4.65	5.31	0.183	0.209
A1	2.21	2.59	0.087	0.102
A2	1.50	2.49	0.059	0.098
b	0.99	1.40	0.039	0.055
b1	0.99	1.35	0.039	0.053
b2	1.65	2.39	0.065	0.094
b3	1.65	2.37	0.065	0.093
b4	2.59	3.43	0.102	0.135
b5	2.59	3.38	0.102	0.133
c	0.38	0.86	0.015	0.034
c1	0.38	0.76	0.015	0.030
D	19.71	20.70	0.776	0.815
D1	13.08	-	0.515	-

DIM.	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
D2	0.51	1.30	0.020	0.051
E	15.29	15.87	0.602	0.625
E1	13.72	-	0.540	-
e	5.46 BSC		0.215 BSC	
Ø k	0.254		0.010	
L	14.20	16.10	0.559	0.634
L1	3.71	4.29	0.146	0.169
N	7.62 BSC		0.300 BSC	
Ø P	3.56	3.66	0.140	0.144
Ø P1	-	7.39	-	0.291
Q	5.31	5.69	0.209	0.224
R	4.52	5.49	0.178	0.216
S	5.51 BSC		0.217 BSC	

ECN: S-81920-Rev. A, 15-Sep-08  
DWG: 5971

#### Notes

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
2. Contour of slot optional.
3. Dimension D and E do not include mold flash. Mold flash shall not exceed 0.127 mm (0.005") per side. These dimensions are measured at the outermost extremes of the plastic body.
4. Thermal pad contour optional with dimensions D1 and E1.
5. Lead finish uncontrolled in L1.
6. Ø P to have a maximum draft angle of 1.5 to the top of the part with a maximum hole diameter of 3.91 mm (0.154").
7. Outline conforms to JEDEC outline TO-247 with exception of dimension c.



## Legal Disclaimer Notice

Vishay

### Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and/or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify and hold Vishay and its distributors harmless from and against any and all claims, liabilities, expenses and damages arising or resulting in connection with such use or sale, including attorneys fees, even if such claim alleges that Vishay or its distributor was negligent regarding the design or manufacture of the part. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.





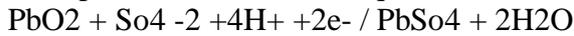
# ANEXO IV – FUNDAMENTOS DE LA BATERIA DE PLOMO ACIDO



Cuando una batería de plomo se somete a una descarga, un flujo de electrones salen de la misma a un circuito externo; el electrodo positivo recibe electrones que reaccionan con el material activo en un proceso de “reducción”, reacciones que continúan el flujo de descarga a través del electrolito al electrodo negativo. En este, se produce un proceso inverso de “oxidación” del material activo del polo negativo originando una diferencia de potencial.

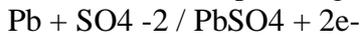
Por cada electrón generado en una reacción de “oxidación”, hay un electrón consumido en la reacción de “reducción” en el polo positivo.

La expresión de la reacción química en el electrodo positivo es como sigue:



Con una diferencia de potencial de 1,685 voltios.

La reacción en el polo negativo:



Con una diferencia de potencial de 0,365 voltios.

La diferencia de potencial por celda es pues de 2,05 voltios.

Hay factores que pueden modificar este voltaje, como la concentración del ácido sulfúrico, el voltaje por celda puede llegar a 2,15 voltios en vacío.

A medida que este proceso continúa, el material activo de las placas de plomo disminuye y las reacciones químicas se ralentizan, hasta que la batería no es capaz de suministrar electrones en cantidad suficiente; la batería está descargada.

La capacidad de la batería es equivalente a la cantidad de electrones que puede suministrar por unidad de tiempo y es función directa de la cantidad de material activo de la misma.

Las reacciones químicas en la carga y la descarga son inversas, aunque no idénticas, el sulfato de plomo ( $\text{PbSO}_4$ ) se va depositando paulatinamente en las placas en forma de cristales microscópicos.

### ***Tipos básicos de baterías***

Podemos clasificar las baterías en dos grandes grupos en función de su empleo y como están fabricadas.

#### ***Baterías de arranque:***

El arranque de los motores necesitan una corriente intensa durante un corto periodo de tiempo; las baterías de arranque tienen un número elevado de placas de bajo grosor (1.02mm) con objeto de maximizar la superficie de material activo, compuesto por plomo esponjoso, a diferencia de las baterías de “descarga profunda”, que tienen placas de plomo macizo de 4,32mm de espesor.

#### ***Baterías de descarga profunda (deep cycle):***

Diseñadas para resistir descargas de hasta un 80% de forma recurrente.

Hay también baterías que se emplean en vehículos eléctricos, que son semi “descarga profunda” con placas de 2,67 mm de grosor.

Las *baterías marinas* para usos náuticos, son un híbrido entre ambos tipos de batería; están compuestas por material de plomo esponjoso pero más gruesas y densas que las baterías de arranque. Estas no deben de ser descargadas más de un 50%.

Una batería “descarga profunda”, puede ser usada como batería de arranque siempre que tenga la suficiente capacidad para suministrar la corriente necesaria que se le demande en frío; normalmente un 25% superior que la que le correspondería a una “batería de arranque”.

#### ***“Baterías industriales”***

Las baterías industriales son en realidad baterías de descarga profunda, empleadas en vehículos eléctricos de gran consumo, carretillas elevadoras, barredoras, etc.

Están construidas con plomo-antimonio, más que plomo-calcio. El antimonio alarga la vida de la batería aunque se auto descarga más rápidamente (hasta un 1% diario) y produce más gas y evaporación. Necesitan mayor grado de mantenimiento y cargas frecuentes.





### ***Factores que influyen en la vida de la batería de plomo:***

La vida de la batería varía considerablemente en función de varios factores:

- Composición de las placas de plomo.
- Empleo de la misma, profundidad de las descargas.
- Mantenimiento:
  - o Calidad de las cargas y sobrecargas.
  - o Frecuencia de las cargas
  - o Temperatura de trabajo y almacenamiento.

La vida útil de una batería se puede reducir drásticamente si se sobrecarga con frecuencia, o bien si permanece largos periodos sin recargarse a temperaturas elevadas.

La capacidad de la batería se reduce a bajas temperaturas, y aumenta con la misma; sin embargo el nivel de auto descarga aumenta con la temperatura y disminuye con la misma.

o A 0°C la capacidad se reduce en un 20%, pero a 27°C bajo cero, la capacidad se reduce en un 50%.

o A 44°C, la capacidad aumenta un 12%.

El voltaje de carga también varía con la temperatura, de 2,74 voltios a 40°C bajo cero, a 2,3 voltios a 50°C.

Aunque la capacidad de la batería aumente con la temperatura, su vida útil se acorta y viceversa:

o A 30°C bajo cero la vida de la batería aumenta un 60%.

o Por cada 4°C extra, sobre 25°C, la vida de la batería se reduce a la mitad.

### ***Rating de la batería:***

Cuando se establece la vida útil de la batería, es muy importante discernir a qué nivel de descarga recurrente se mide; una batería de uso en telefonía que se venda con una vida de 20 años, lo es normalmente a una tasa de descarga de un 5% (DOD –Depth Of Discharge). Con una tasa de descarga de un 50% la vida útil sería de 5 años solamente.

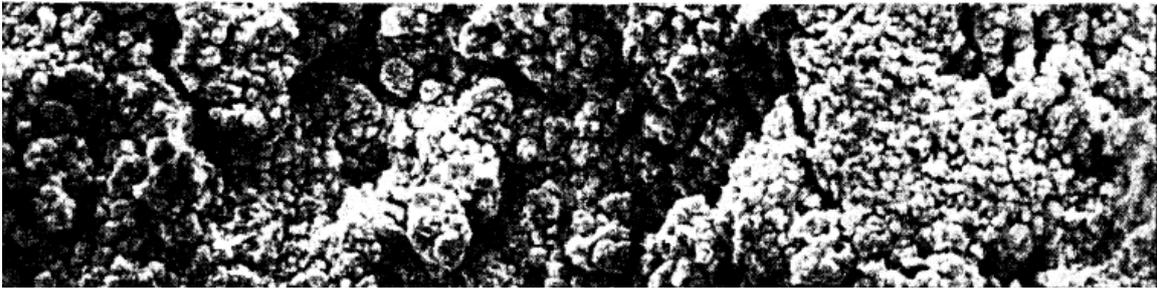
La vida de la batería es proporcional a la profundidad de sus descargas recurrentes.

Existe una excepción a esta afirmación, una batería que se descarga sistemáticamente en un 5% o menos, durará menos que una que se descargue al 10%.

Unos ciclos de descarga demasiado superficiales producen una acumulación irregular de dióxido de plomo (PbO<sub>2</sub>) en las placas positivas.

### ***La sulfatación de las placas de plomo:***

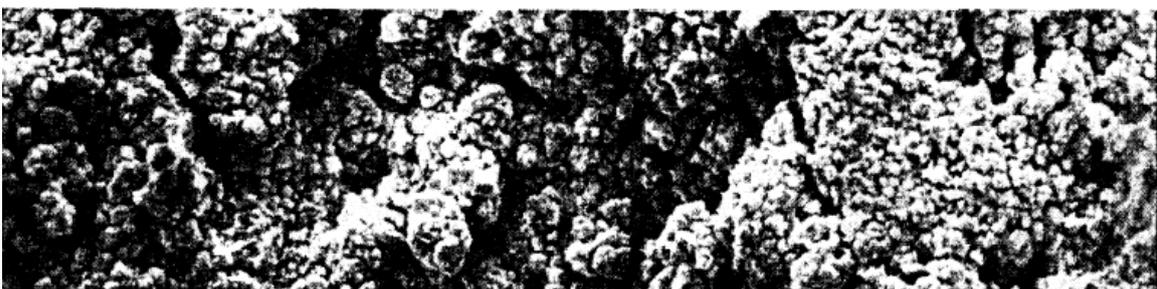
La fotografía 1 muestra una ampliación de 558 veces de una placa de plomo nueva (tipo esponja). Al no haber estado en contacto con el ácido sulfúrico, no ha habido reacción química alguna que origina sulfato de plomo.



La fotografía 2, muestra una ampliación de 549 veces, de una placa positiva de plomo de una batería de dos años, que no ha sido usada nunca y que se ha sulfatado; se pueden observar el tamaño de los cristales de sulfato de plomo. La batería está inservible.



La fotografía 3, muestra una placa después de haber sido tratada con impulsos eléctricos con una frecuencia específica durante 3 meses. En comparación con la fotografía anterior, se puede apreciar la diferencia dramática de la cantidad y tamaño de los cristales de sulfato de plomo. Mirando más detenidamente se pueden observar unos agujeros en los cristales, que comienzan a disolverse y devolver el sulfato al electrolito.



La batería se mantendrá como nueva durante más tiempo y por lo tanto su capacidad

Cuando una batería se sulfata, los cristales de sulfato por una parte limitan el material activo que produce las reacciones químicas, disminuyendo su capacidad; por otra, se depositan en el fondo de la batería causando una comunicación entre las placas y consecuentemente la muerte súbita de la batería.



## 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 conecionado 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.

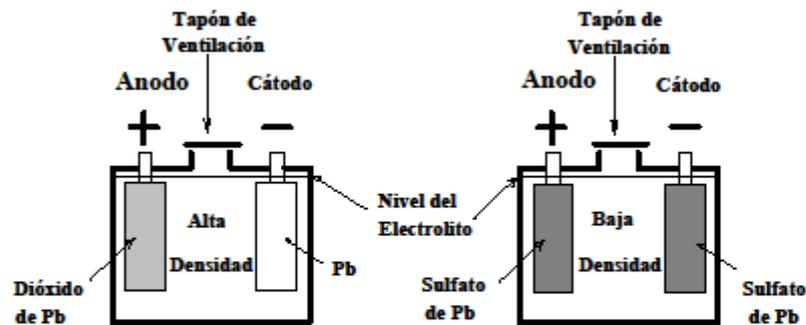


Fig. 5.1- Batería Cargada

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:

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

- 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.

## CAPITULO 5- LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO

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

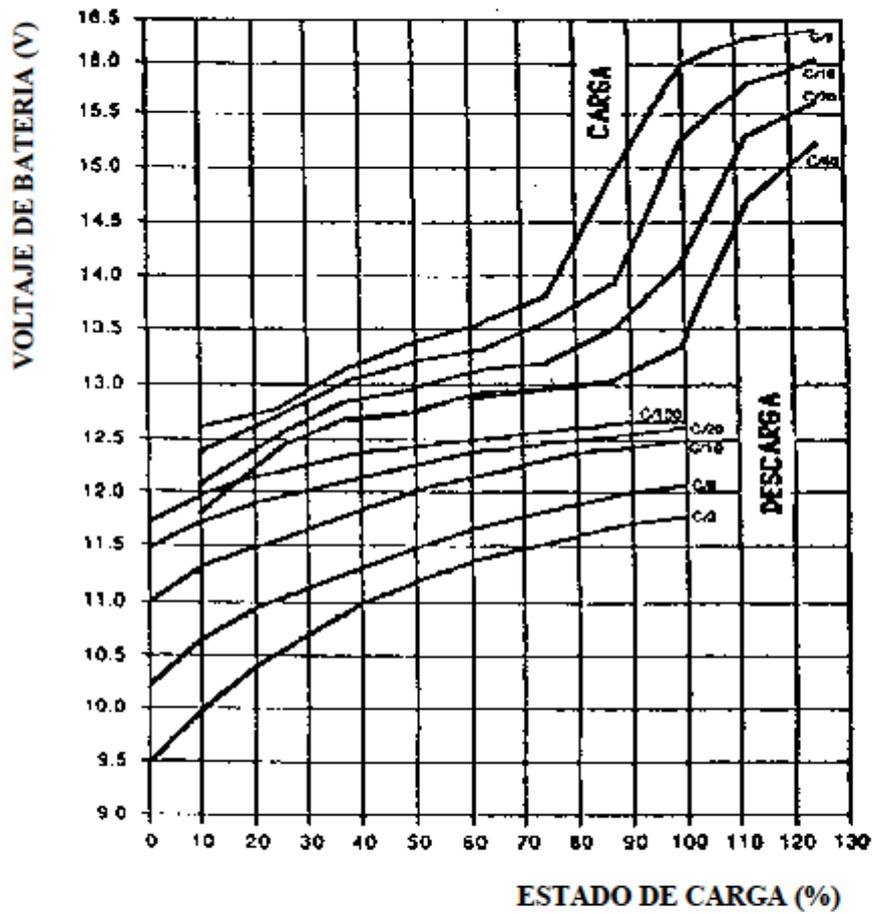


Fig. 5.3- Variaciones de Voltaje en una Batería Pb-ácido  
(Cortesía de la Revista HOME POWER)





## 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 periodo 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 da 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 equalización).

**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

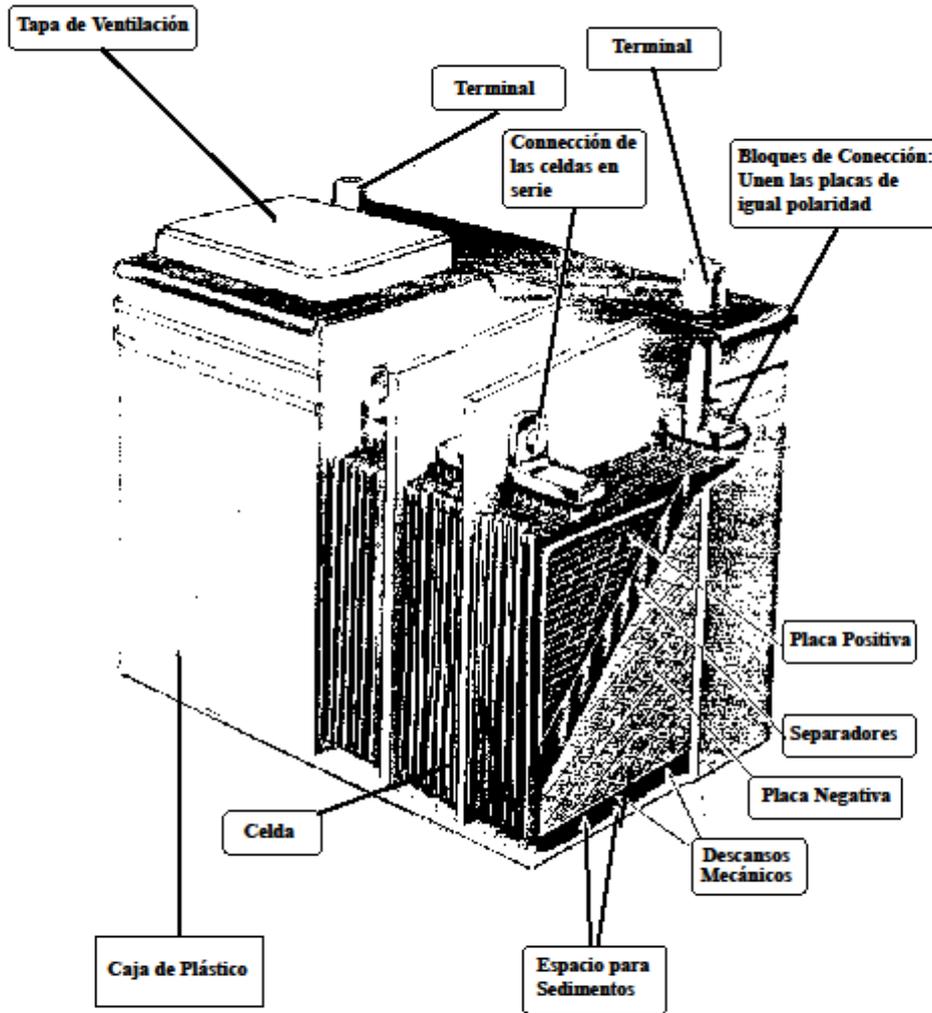


Fig. 5.6- Detalles de Construcción de una Batería para Automotor