

Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

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

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Electrónica Industrial

Alumno: Iván García Martínez

Director: Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 30 de Enero de 2012



MEMORIA

- **Capítulo 1: Introducción**
 - 1.1. Objeto del proyecto y justificación 5
 - 1.1.1 Objeto 5
 - 1.1.2 Justificación 5
 - 1.2. Antecedentes 5
 - 1.2.1 Introducción a las baterías de plomo-ácido..... 5
 - 1.2.2 Cargador de baterías y modos de carga..... 6
 - 1.2.3 Normativa 7
- **Capítulo 2: Visión Global del Proyecto**
 - 2.1. Descripción general..... 8
 - 2.2. Sistema de carga 9
 - 2.3. Sincronización con la red 11
 - 2.4. Unidad de control 12
 - 2.5. Sensores
 - Sensor de Tensión 13
 - Sensor de Corriente 14
 - Sensor de Temperatura..... 15
- **Capítulo 3: Alarmas, avisos y medidas**
- **Bibliografía. 17**

PLIEGO DE CONDICIONES

- **Capítulo 4: Sincronización con la red**
 - 4.1. Funcionamiento 19
 - 4.2. Simulación 20
- **Capítulo 5: Unidad de control**
 - 5.1. Funcionamiento 24
 - 5.2. Flujograma 26
- **Capítulo 6: Driver disparo del Triac**
 - 6.1. Funcionamiento 27
 - 6.2. Flujograma 28



- **Capítulo 7: Sensores**
 - 7.1. Sensor de voltaje 29
 - 7.1.1 Funcionamiento 29
 - 7.1.2 Simulación 29
 - 7.2. Sensor de corriente 31
 - 7.3. Sensores de Temperatura 32
 - 7.3.1 Funcionamiento 32
 - 7.3.2 Simulación 32
- **Capítulo 8: Alarmas y visualizaciones del estado del sistema**
 - Alarmas y visualizaciones del estado del sistema 36
- **Capítulo 9: Seguridad y mantenimiento en las baterías**
 - Seguridad y mantenimiento en las baterías 39
- **Capítulo 10: Reciclado**
 - Reciclado 41
- **Capítulo 11: Condiciones**
 - 11.1 Condiciones generales 45
 - 11.2 Condiciones específicas..... 47

PLANOS

- **Capítulo 12: Esquemáticos**
 - Esquema general (Plano 1) 49
 - Esquema sensores (Plano 2) 52
 - Esquema detector y disparo del triac (Plano 3) 53
- **Capítulo 13: PCB's**
 - 13.1. Librería PFC.IIb..... 54
 - 13.2. PCB Placa 1 (Plano 4) 55
 - 13.3. PCB Placa 2 (Plano 5) 57

PRESUPUESTO

- Presupuesto 60

ANEXOS

- **Anexo 1: Código** 64
- **Anexo 2: Normativa**..... 64
- **Anexo 3: Baterías de Plomo Ácido**..... 64
- **Anexo 4: Datasheet** 64



IVÁN GARCÍA MARTÍNEZ



PROYECTO FIN DE CARRERA

Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Industrial

Memoria



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

1.1.1 Objeto.

El objeto de este proyecto es realizar el diseño de una tarjeta de control de un cargador de baterías de 1.5 Kw, basado en un rectificador controlado monofásico. Dicha batería ha de ser de plomo-ácido y debe de contar con una serie de sensores y alarmas las cuales indican y controlan su estado y comportamiento. Para agilizar el entendimiento del proyecto se ha optado por dividirlo en distintos bloques, mostrados y explicados en el capítulo 2 y más detalladamente en el Pliego de Condiciones, y facilitar planos, PCB's y simulaciones.

1.1.2 Justificación

Se pretende mostrar los conocimientos recibidos como conclusión de la titulación de Ingeniería Técnica, especialidad en Electrónica Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena en un Proyecto Fin de Carrera.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Introducción a las baterías de plomo-ácido.

Una batería es un acumulador de corriente eléctrica que sirve para abastecer de dicha energía a otros dispositivos, ya sean derivados de la electricidad como de la automoción...

Existe una amplia gama de baterías o acumuladores eléctricos tales como las de níquel-hierro (Ni-Fe), níquel-cadmio (Ni-Cd), polímero de litio (Li-Po), plomo-acido... el proyecto se basa en esta última.

Las baterías de plomo-acido y a pesar del gran esfuerzo realizado en investigación de los diferentes tipos de materiales son los más utilizados debido a su amplio rango de aplicaciones. Además, el plomo es abundante y no demasiado caro y es por esta razón idóneo para la producción de baterías de buena calidad en grandes cantidades. Estos acumuladores son los encargados de arrancar millones de automóviles cada día, brindan energía de emergencia a los sistemas de maniobras de las centrales eléctricas que dan luz a nuestras casas y fábricas, mejoran la calidad y confiabilidad de las telecomunicaciones y son el corazón de los sistemas de alarma entre un sin fin mas de utilidades.



Su clasificación también es variada ya que se puede hacer por tipos de placas, de aleación, de mantenimiento requerido o por tipo de electrolito. Recordar que las baterías de plomo ácido se distinguen de otras por el uso de un electrolito establecido y por el empleo de aleaciones libres de antimonio. Estas son conocidas en el mercado por la denominación “dryfit”. En el *anexo 3* se puede encontrar información sobre las batería de plomo ácido, así como su constitución, funcionamiento...

1.2.2 Cargador de baterías y modos de carga.

El cargador es el encargado de suministrar y controlar la corriente eléctrica o tensión eléctrica a la batería. Este cargador será muy distinto dependiendo del tipo de batería a cargar.

La carga de una batería es el proceso inverso de la descarga, por lo tanto, se debe devolverle la misma energía que le fue extraída más un porcentaje adicional debido a que, como toda máquina, su rendimiento no es del 100% (para este tipo de baterías su rendimiento comprende entre el 80 y 85%). Dependiendo de las propiedades eléctricas de la batería existen las de carga de *corta duración* (< 1h) y las de cargas de *larga duración* (>1h). Pero, ¿cómo cargamos una batería? Existen varios métodos de carga entre los que citamos:

- Suministrar corriente constante
- Suministrar tensión constante
- Suministrar una tensión creciente con corriente decreciente.

El tercer método debería descartarse porque corresponde a cargadores muy elementales, sin ningún tipo de control electrónico. La mayoría de los cargadores de bajo costo son de este tipo y pueden generar problemas a la hora de cargar según como este la red debido a la ausencia de dicho control. Si la red está baja, simplemente no carga, cuando está alta, puede provocar una sobrecarga y si esta “normal” cargará en un tiempo mucho más largo de lo razonable. El cargador que se presenta en este proyecto es bastante más complejo.

Quedan pues, los dos primeros métodos. El cargador ideal es aquel que combina ambos, ya sea “cargador de corriente constante- tensión constante” o “cargador de tensión constante con corriente limitada”.

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

1.2.3. Legislación vigente y consideraciones legales. Normativa

El cargador de baterías presentado en este proyecto, sus sistemas de alarma, instalación, seguridad... está regido por diferentes leyes y reglamentos que controlan dicha actividad. A continuación se expone de manera general los más importantes:



- EN_60335-2-29_2006: Normativa que controla los requisitos de seguridad para cargadores de batería. Esta normativa complementa a la EN_60335-1 de “aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 1: requisitos generales”.
- NO-DIS-MA-5200 : Normativa que define las características de diseño, fabricación de cargadores de baterías destinado a cargar bancos de baterías de plomo-ácido
- IEC60896-2: norma del Comité Internacional de Electrotécnica adaptada a la normativa europea bajo el título EN 60896, que trata de los requisitos generales y métodos de ensayo de las baterías de plomo-ácido.

Para ver otras normas, ya sean nacionales, europeas o internacionales o ver de manera más extendida las ya mencionadas, véase *anexo 2*



CAPÍTULO 2: VISIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

Este segundo capítulo es para explicar de forma resumida el funcionamiento general del sistema así como el de los distintos bloques que la componen (sensores, alarmas, sincronizaciones de red...) y las variantes que se han estudiado, quedando reflejado en el siguiente flujograma:

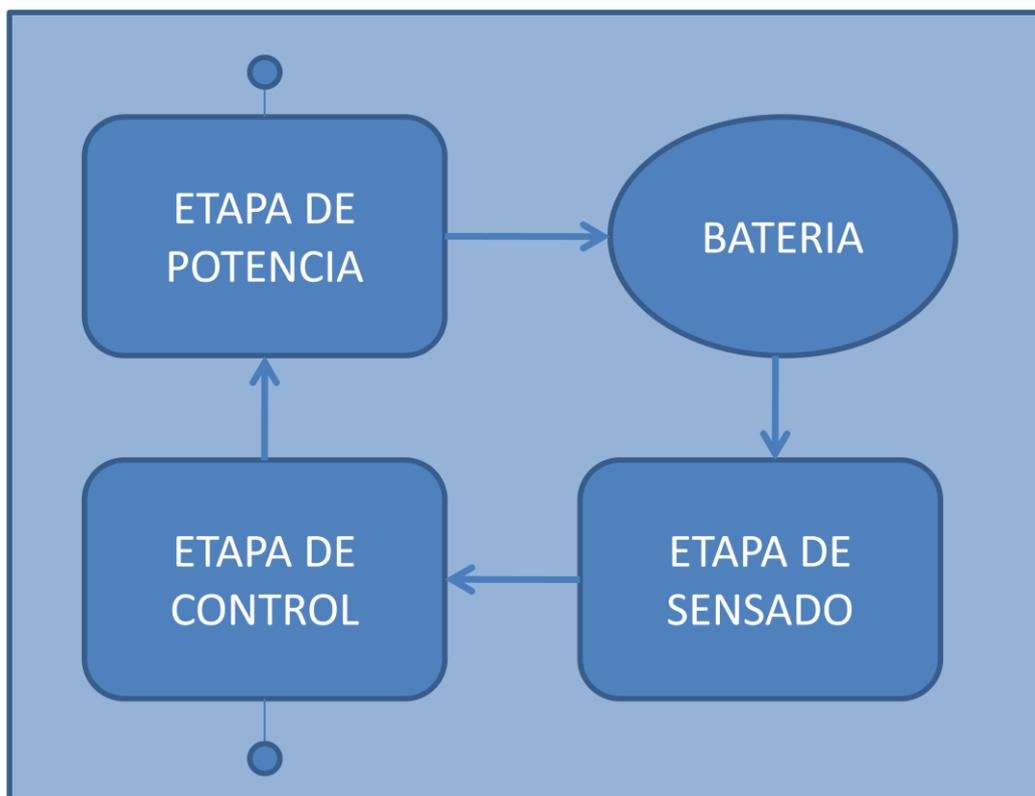


Figura 1

Etapa de control: formado por un microcontrolador, es el encargado de procesar la información entrante de los sensores y otros circuitos con el fin de obtener la señal de control que hace funcionar el sistema de carga



Etapa de potencia: consta de; un sistema de carga que es el encargado final de cargar la batería dependiendo de la señal de control que recibe del micro, y de un circuito que aísla la etapa de control con este sistema de carga.

Etapa de sensado: conjunto de sensores (de temperatura, corriente y voltaje) que obtienen toda la información sobre el estado de la batería. Esta información va a las entradas del micro.

2.2 SISTEMA DE CARGA.

Para la realización del proyecto se estudió dos posibles vertientes referidas a la etapa de potencia, aunque muy parecidas entre ellas. El primero de ellos era usando SCR (tiristores) los cuales se pretende controlar sus disparos para cargar la batería. A la salida del circuito se colocaría una bobina bien dimensionada para que mantenga la corriente constante, es decir, calcularía el valor de la misma para que el rizado de la corriente de salida sea el más pequeño posible y evitar así que ésta entre en régimen discontinuo.

La segunda opción y la elegida es colocando un Triac en vez de los 4 SCR, con dos diodos, un transformador con derivación central y dos bobinados obteniendo así un rectificador de onda completa. El motivo es porque así se evita usar los SCR, que son más caros y el sensor de corriente se situaría en el primario del transformador, haciendo un control quince veces menor. Dicho de otra manera, si el cargador es de 1.5Kw a 12 Vdc, este produce una corriente de carga de 125 A, y el sensor de corriente debería tener un rango de entre 0-150 A, demasiado alto. Si se calcula el rango con el sensor en el primario, sería de 1500 entre 220 Vac, unos 6.818 A, por lo que el control solo sería de 0 a 10 A, dejando que la relación de transformación haga el resto. Se usará un relé a la entrada como protección.

El control de la corriente de carga se hará mediante software, el cual empezará a controlar dicha carga desde una mínima corriente que irá subiendo progresivamente hasta que; o se alcanza la máxima corriente permitida, o se alcanza la máxima demanda de corriente de la batería. Es entonces cuando la corriente pasa a ser controlada por un PWM (control por modulación del ancho de pulso) de 100 Hz, haciéndola constante.

A partir de ahí, se inicia el proceso de carga. Existen varias etapas o regímenes, las cuales se seleccionan automáticamente dependiendo del estado de carga de la batería, de tal manera que el ciclo es:

- Primero se entrega una corriente de carga constante, manteniéndose así hasta que la batería alcance un determinado nivel de tensión. A partir de ese momento, el cargador pasa a un segundo estado. Esta etapa es conocida como etapa Bulk y la tensión a alcanzar como tensión Bulk.
- En este segundo estado, llamado Absortion, se mantiene constante ese nivel de tensión. Al mantener estable la tensión, la corriente comenzará a disminuir hasta que,



- al cabo de un tiempo, habrá llegado un valor mínimo que también se mantendrá aproximadamente estable. Es entonces cuando se considera cargada la batería.
- La última etapa es utilizada para aquellas baterías que no van a ser utilizadas por algún tiempo e interesa mantenerlas cargadas. Esta etapa es conocida como etapa *Float* o *tensión de flotación* y consiste en mantener la tensión constante, pero a un nivel más bajo, la denominada tensión *Float*. Este proceso mantiene la batería perfectamente cargada, compensando su auto-descarga.

El circuito general es:

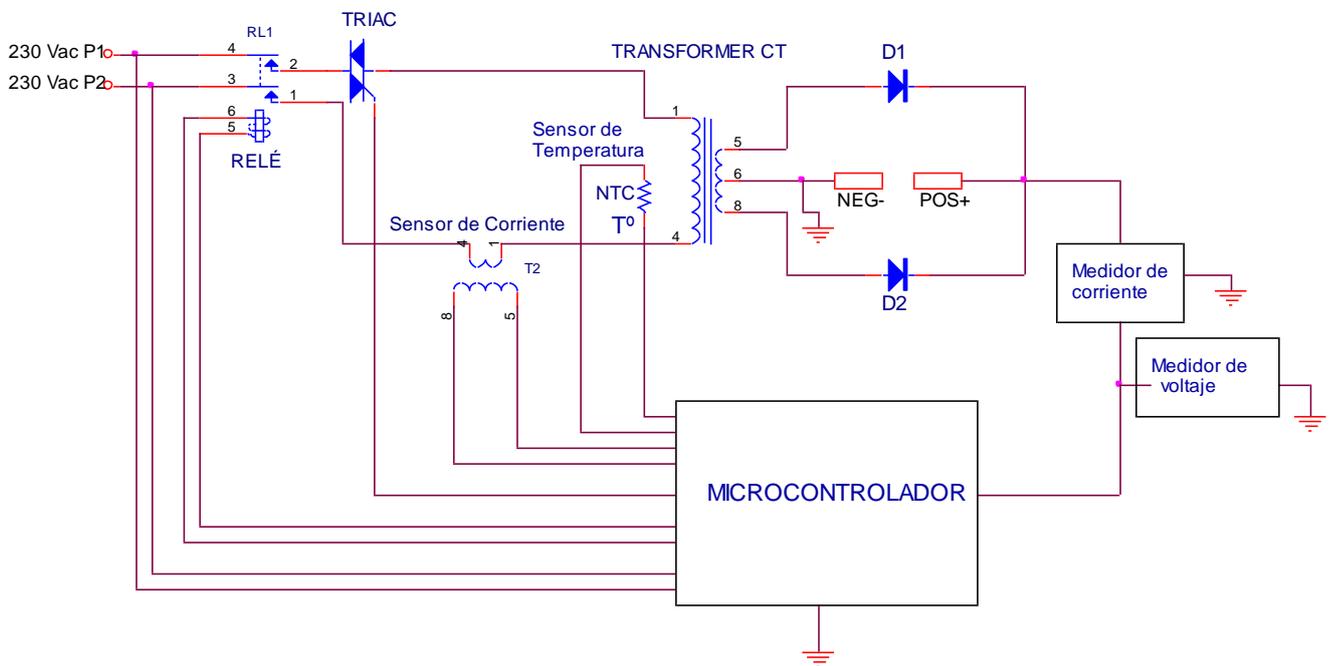


Figura 2



2.3 SINCRONIZACIÓN CON LA RED.

Se trata de un sencillo circuito con el que se pretende sincronizar la señal de red con la señal en diente de sierra ofrecida por el microcontrolador (esta señal equivale a un temporizador) con el fin de obtener una señal síncrona para el control del disparo del triac. Par ello se determina los pasos por cero de la tensión de red ofreciendo una salida a nivel alto (TTL), cuando la tensión de red esté en las proximidades de un cero lógico. Ésta se compara con la señal triangular mencionada antes. El temporizador del micro se reiniciará en cada paso por cero obtenido. La duración del pulso se puede manipular manualmente gracias a un potenciómetro y estará aislado galvánicamente de la red eléctrica mediante un transformador.

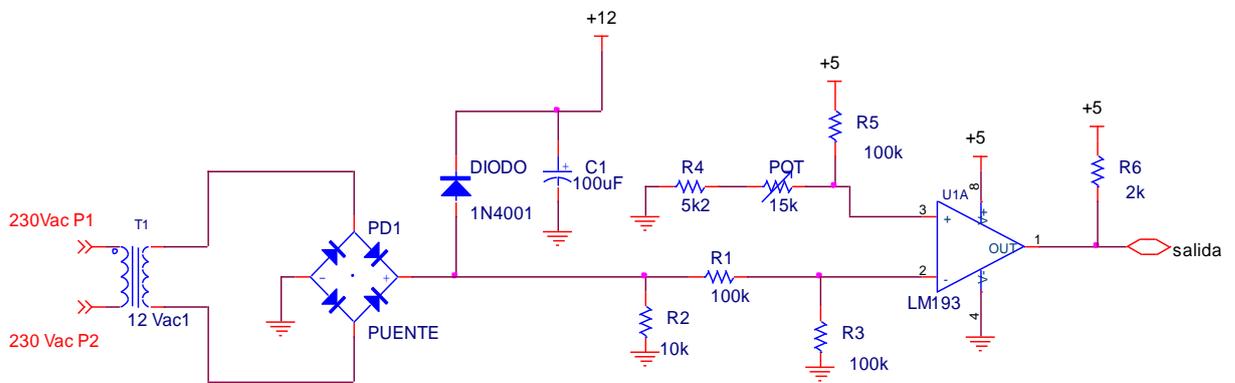


Figura 3



2.4 UNIDAD DE CONTROL

La base del sistema de control se fundamenta en un microcontrolador de la gama PIC, más concretamente un PIC 16F84, por lo que se trata de un sistema totalmente digital. En ella van conectadas todos los dispositivos como las alarmas, circuitos auxiliares... y a la salida se obtendrán las distintas alarmas visuales y la señal de disparo del triac.

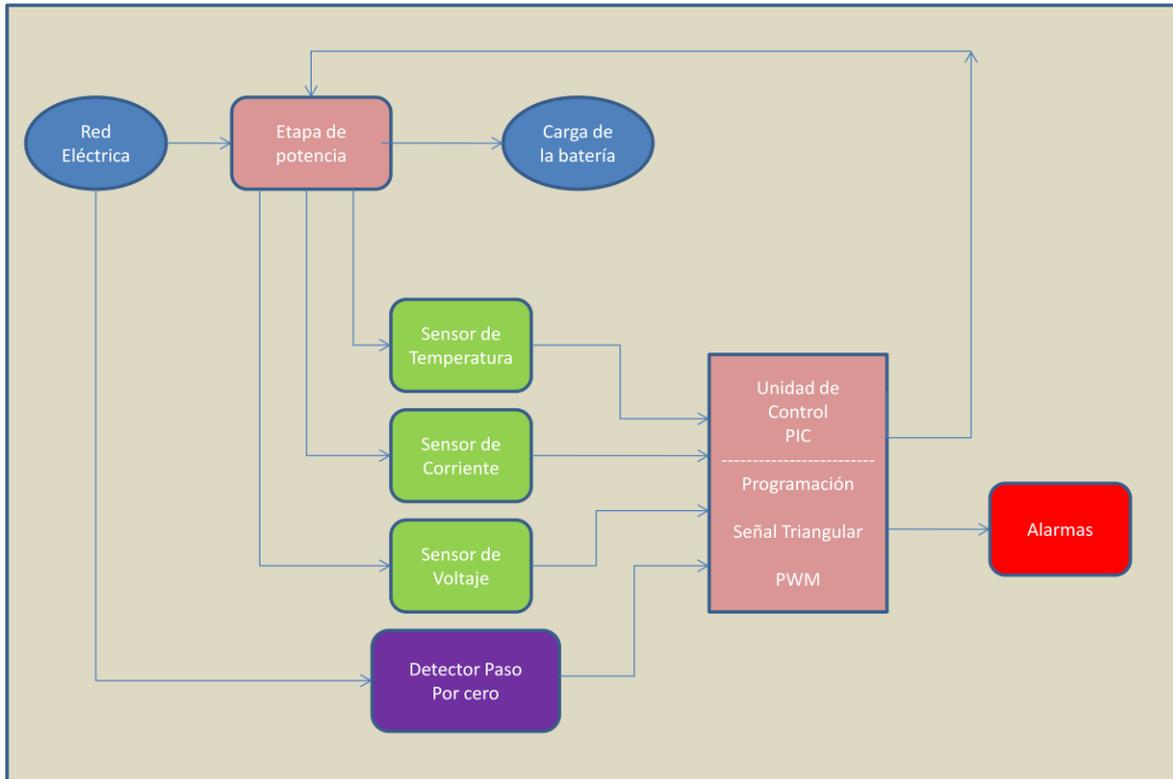


Figura 4



2.5 SENSORES

Para el control del sistema de carga y como requisito del proyecto, son tres los sensores que se exponen, uno de tensión, otro de corriente y por último de temperatura.

Todos los sensores van aislados del circuito de potencia para evitar su deterioro por ruidos, o sobrecorrientes.

2.5.1. Sensor de tensión

Se trata de un sencillo sensor que nos dará la tensión en bornes de la batería, para determinar el estado de la misma, y que irá conectado a la entrada de la unidad de control (micro) donde se procesará la información. El error de la medida ha de ser menor del 2.5%.

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

El circuito es el siguiente:

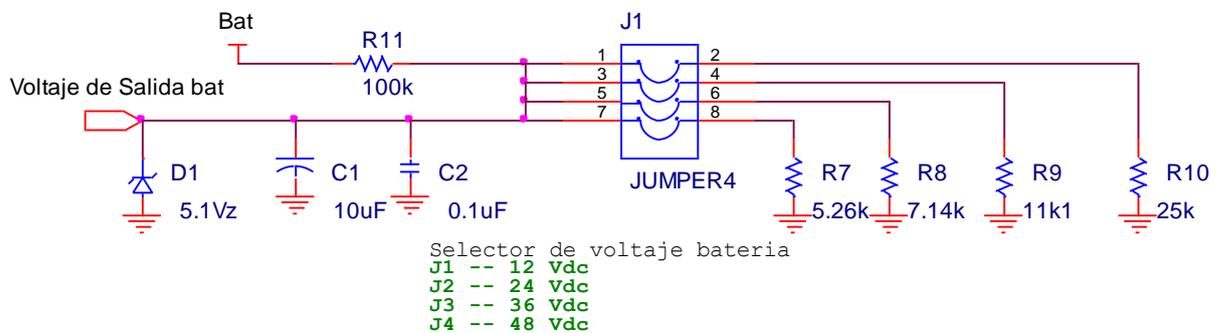


Figura 5

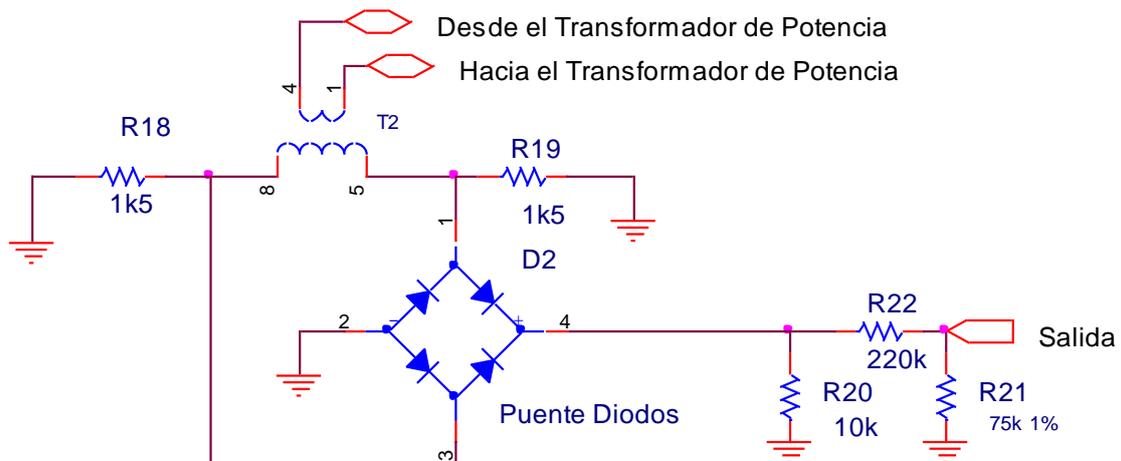


2.5.2. Sensor de corriente

Este medirá la corriente inyectada en la batería y contará con aislamiento galvánico para que no se vea afectado por el ruido o sobretensiones de la etapa de potencia. Su error en la medida tendrá que ser menor al 5%. Existen varios métodos:

- Sensor de Efecto Hall, preciso y caro. Da una relación lineal entre la corriente y el voltaje de salida del sensor y puede medir CC y AC.
- La resistencia Shunt es una resistencia muy pequeña que se conecta en serie con la batería o bien se colocan varias en paralelo. Es poco preciso y con cierta complejidad en su montaje.
- El transformador de corriente o CT (siglas en ingles). Se trata de un elemento que trabaja mediante inducción magnética por lo que sirve también de protección.

Este último es el elegido por su bajo coste y porque puede medir la corriente directamente del triac o incluso del primario del transformador, donde la corriente es menor que en el secundario, pudiendo usar un CT más pequeño.



Sensor de Corriente

Figura 6



2.5.3. Sensor de temperatura

Para medir la temperatura del disipador de la electrónica de potencia (los diodos de potencia) y del mismo transformador. La salida del mismo deberá ir conectado a la entra del micro. Existen dos posibilidades:

- El LM35, sensor de temperatura preciso y con rango que va desde los -55° a los 150° C. Nos ofrece una salida lineal equivalente a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
- La NTC, termistor de coeficiente negativo (su resistencia disminuye con la temperatura) con unas características muy similares a las del LM35

Se declinó por la NTC simplemente porque es un elemento muy conocido para nosotros dado que se estudia de forma detallada en una asignatura de la carrera (Equipos Electrónicos de Medida) además de ser más barato que el LM35.

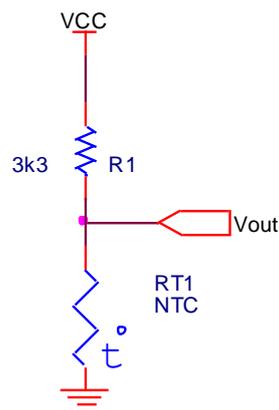


Figura 7



2.6 ALARMAS, AVISOS Y MEDIADAS.

El cargador deberá incluir la circuitería necesaria para indicarnos el estado de la carga en cualquier momento, su voltaje y corriente. Para ello se ha usado el microcontrolador mencionado antes junto con los sensores y medidores dispuesto para ello.

Debe de incluir alarmas tanto por sobrecorriente como por sobrettemperatura de tal forma que, si el dispositivo llega a los 80°C, se desconectará y permanecerá así hasta que dicha temperatura no baje de los 60°C.



BIBLIOGRAFÍA

Son tantas las referencias buscadas para la realización del proyecto que se ha decidido poner solo las más importantes y dividir las en las siguientes partes:

- Páginas Webs de fabricantes/distribuidores.
 - www.eltoroide.com.
 - www.micropik.com
 - www.semikron.com
 - www.microchip.com
 - www.national.com

- Otras páginas de interés.
 - www.dte.uvigo.es
 - www.urv.cat
 - www.wikipedia.org
 - www.alldatasheet.com
 - www.electrosoft.com

- Foros.
 - www.ayudaelectronica.com
 - www.foroelectronica.es

- Asignaturas I.T.I. Electrónica.
 - Equipos Electrónicos de Medida
 - Diseño y Simulación Electrónica.
 - Informática Industrial.
 - Lenguajes de Programación y Fundamentos de la informática.
 - Circuitos Integrados Analógicos No Lineales.
 - Circuitos Integrados Analógicos Lineales

- Libros.
 - Robert W. Erickson, "Fundamentals of power electronics". Ed. Kluwer Press, 1998
 - B.M. Bird, K.G. King, D.A.G. Pedder, "An introduction to power electronics". Ed. Wiley, 1993

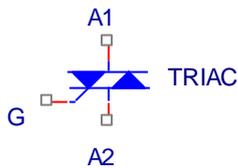


Pliego de Condiciones

CAPÍTULO 4: SINCRONIZACIÓN CON LA RED

4.1 FUNCIONAMIENTO.

La sincronización de red es importante si se va a usar un triac para controlar la potencia suministrada a la batería. Esto es debido a que si se introduce una corriente de enganche por la *gate* (G) del triac, ésta empieza a conducir y cortocircuita su entrada (A1) con su salida (A2), de tal forma que, aunque dicho pulso de corriente desaparezca de la *gate*, el triac sigue funcionando, puesto que la corriente viene desde la entrada.



Para hacerlo parar, o bien se hace cero el voltaje de la entrada y salida, o se aprovecha el paso por cero de la onda senoidal de la red, ya que cuando éste pasa por cero, la corriente que va desde la entrada a la salida es menor que la de enganche de la *gate*, haciendo parar la conducciones del triac y permitiendo pues, su control. De ahí surge la necesidad de un circuito detector de paso por cero.

El circuito es el siguiente:

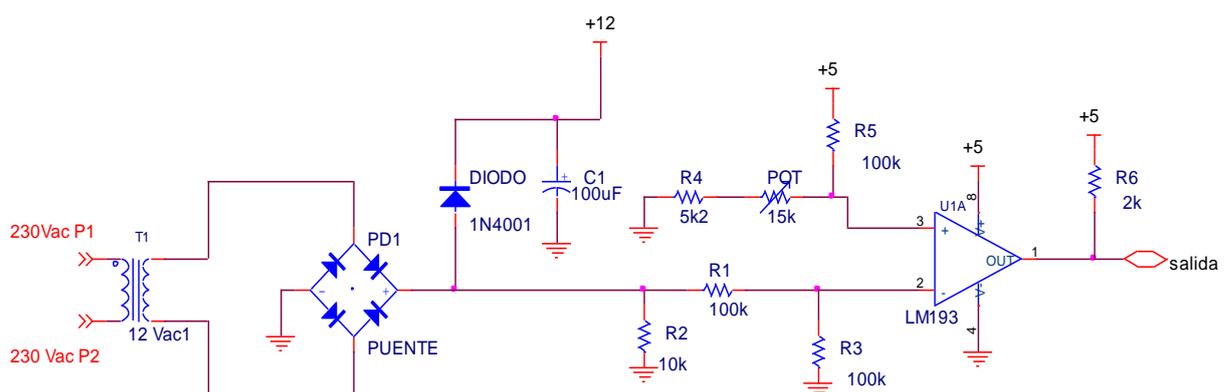


Figura 3

En la entrada se coloca un transformador (que hace también de aislador) seguido de un rectificador de onda completa (el puente de diodo) con el que se generará un voltaje CC pulsante (gráfica 1). El diodo está para anular el efecto de filtrado de la señal CC, de tal forma que lo filtra en el cátodo pero no el ánodo, y así mantendremos el voltaje CC pulsante



deseado. Antes del divisor de tensión que ofrece un voltaje máximo de 6 Vcc a la entrada del operacional (gráfica 2), se ha colocado un resistencia de 100K para estabilizar la señal.

El LM193 es un comparador de voltaje, en el cual se introduce por su patilla negativa la señal CC pulsante y por la patilla positiva la salida de un potenciómetro, mediante el cual se controlará de forma manual la duración del ancho de pulso del paso por cero, que podrá pasar de 0.6 ms cuando está al mínimo hasta un máximo de 1.5 ms (por petición propia del proyecto no pude ser mayor de 2 ms).

Si por ejemplo se coloca el potenciómetro a cero, el voltaje de salida dará de 238 mVcc y si está al máximo, será de 833 mVcc. Se usará como señal de referencia el potenciómetro a la mitad, de tal forma que obtenemos a la salida 535mVcc. Cuando el voltaje CC pulsante sea de 0V, el voltaje que da el potenciómetro que va a la patilla positiva del comparador, es mayor que la de la patilla negativa, ofreciendo a la salida una tensión de 5Vdc. Esto será así hasta que el voltaje CC pulsante sea de 563mV, entonces nos dará 0 v a la salida del comparador.

4.2 SIMULACION.

El circuito para la simulación de este bloque es:

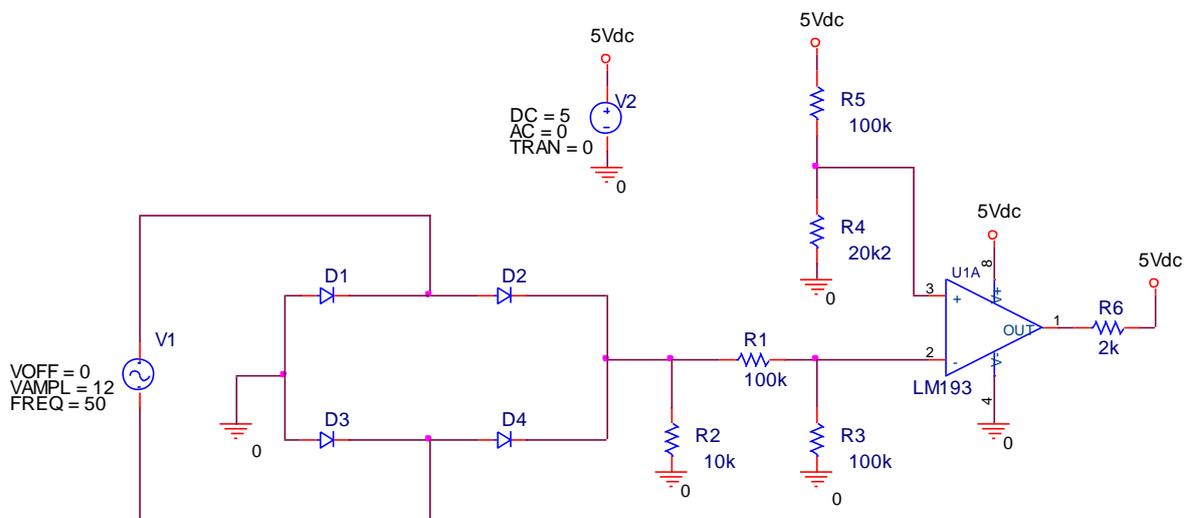
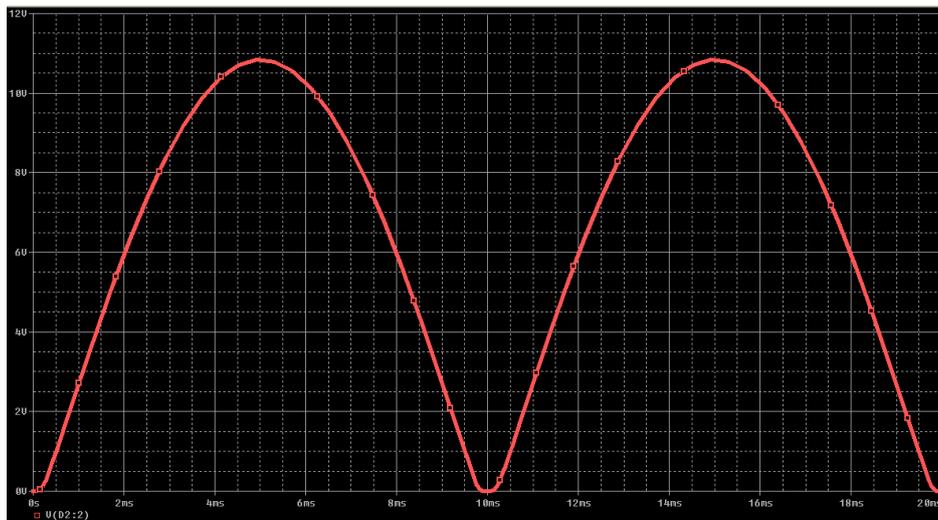


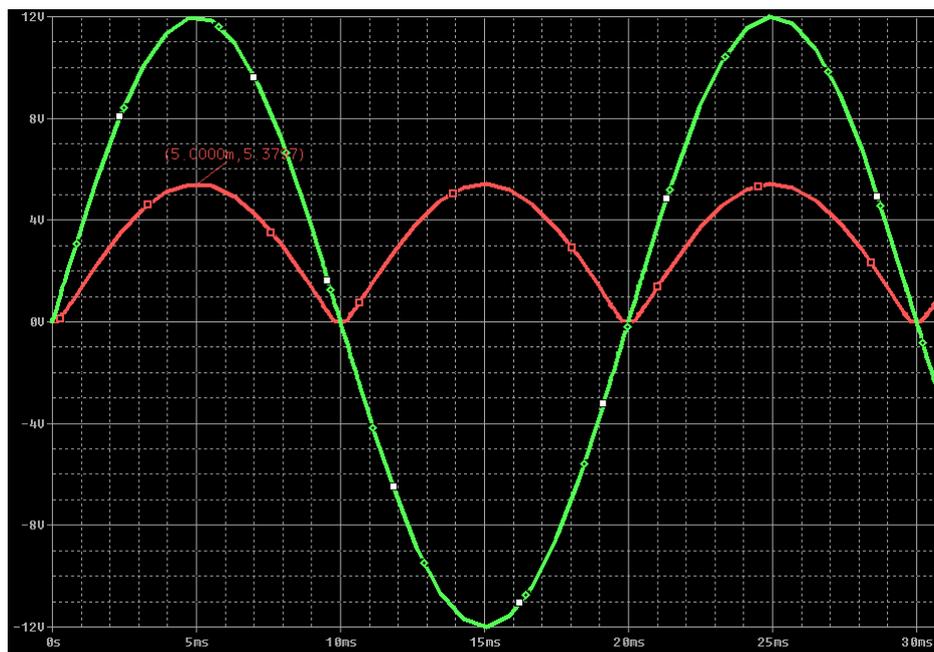
Figura 8

En la primera gráfica (gráfica 1) se puede observar el efecto del puente de diodos, el cual rectifica la señal de entrada del sistema.



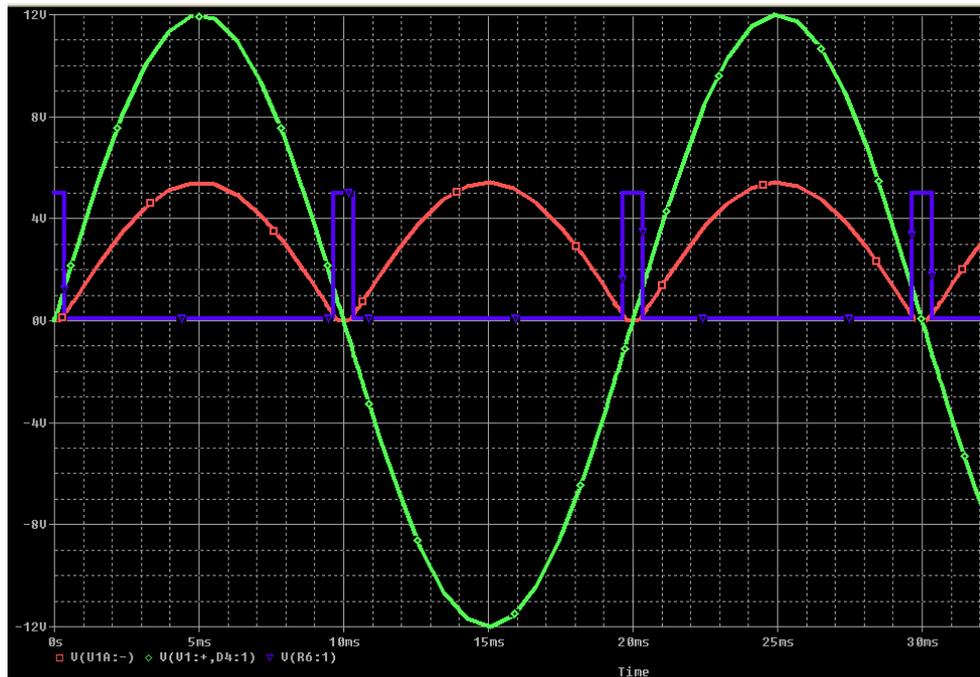
Gráfica 1

Mientras, en esta segunda se observan dos señales; la verde es la señal de red y la roja es la señal CC pulsante a la salida del divisor de tensión. El valor de pico de esta última es de 5.373 V, no siendo superior a los 6V máx.



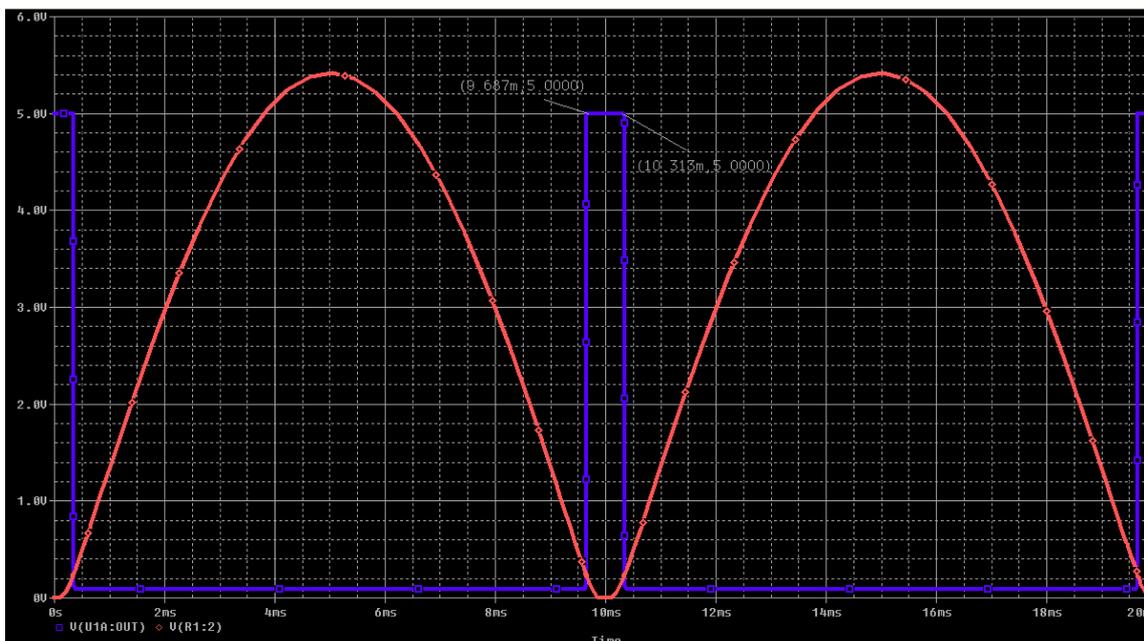
Gráfica 2

Para ver como se controla el ancho de pulso del paso por cero, se ha colocado la sonda a la salida del LM193 cuando el potenciómetro está al mínimo (señal morada), es decir, cuando este está a cero (por lo que nos queda la resistencia $R_4=5k\Omega$ en serie con la $R_5=100k\Omega$). De esta forma se obtiene los 0.6 ms de ancho de pulso. También se aprecia que esta señal está perfectamente sincronizada con la de red (objetivo de este apartado).



Gráfica 3

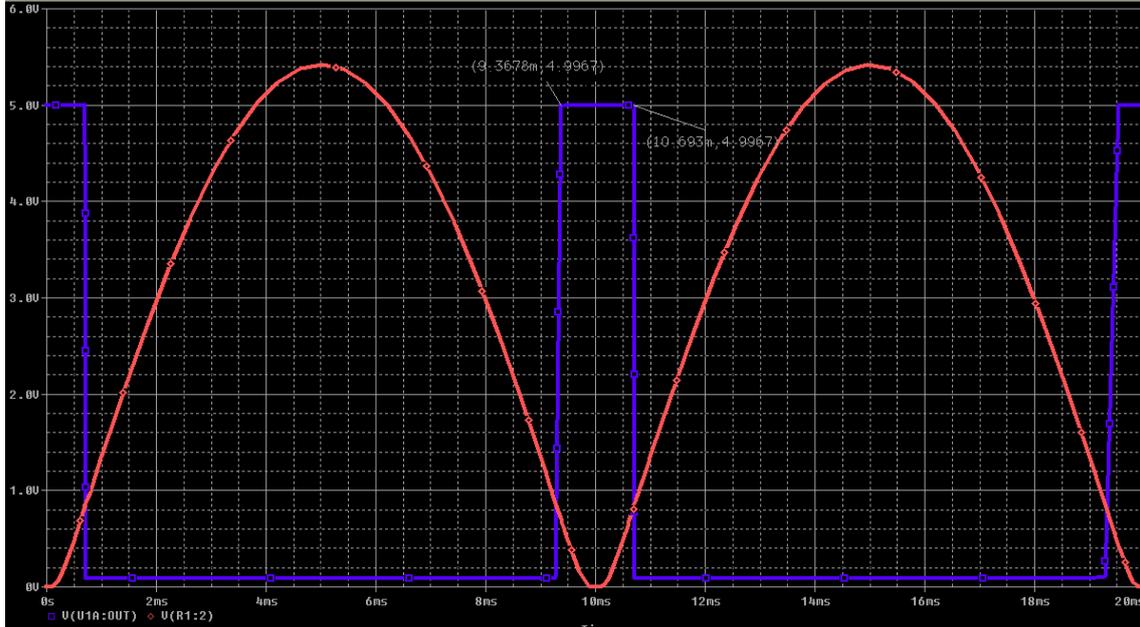
Como se acaba de mencionar, la sonda está colocada a la salida del operacional (antes de la resistencia) y por tanto, cuando ofrece 5Vdc, es porque la señal CC pulsante, que entra por la patilla negativa del LM193 es menor que la del potenciómetro, que entra por la patilla positiva. Mientras que nos da 0 V cuando sucede lo contrario.



Gráfica 4



Por otro lado, si se pone el potenciómetro al máximo, 20k2 Ohm ($POT=15K + R4=5k2$), se obtiene el mayor ancho de pulso posible, 1.5 ms:



Gráfica 5



CAPÍTULO 5: UNIDAD DE CONTROL

5.1 FUNCIONAMIENTO

Este apartado está totalmente digitalizado y controlado por un PIC 16F84. Su funcionamiento es el siguiente:

Se inicia el proceso con el triac apagado y con la variable que se utiliza para regular el ancho de pulso y que mantiene al triac apagado después del paso por cero al máximo, es decir, el triac permanecerá así 10ms después de dicho paso. Para ello, se pone a uno la salida del PIC que va al optoacoplador MOC3022 (explicado en el *Capítulo 6*).

Al finalizar el retardo se enciende el triac poniendo a cero la salida del PIC que va al MOC3022. Este conducirá desde este punto hasta justo antes de pasar por cero, donde se apagará. Luego esta variable va decreciendo lentamente al mismo tiempo que disminuye el retardo, haciendo subir la corriente y/o voltaje dependiendo en qué modo se encuentra el cargador.

Cada vez que la variable decrece, se mide la corriente y/o voltaje de carga y se compara con el valor de referencia para saber si está: por encima, de ser así se incrementa la variable para bajar la corriente y/o voltaje; por debajo, donde se decrece la variable o por último, esta igual, por lo que no se modifica la variable.

Para que el cargador cargue bien las baterías es necesario subir el voltaje por celda a 2.41Vpc con una corriente constante, esta es la etapa Bulk. Se mantendrá este Vpc durante 2 – 4 horas dando lugar a la etapa Absoriton y por último se bajará la Vpc a 2.21 en la Float.

El control de carga es necesario debido a que cuando una batería de este tipo está descargada, la resistencia interna decrece hasta hacerse cero. Como consecuencia, una batería muy descargada demandaría del cargador todo el amperaje que ella necesita, que en algunos casos puede ser excesiva. Por eso empezamos la carga por la etapa Bulk:

- Etapa Bulk: o de corriente constante es por la que se empieza a cargar la batería dada que no es conocida su nivel de descarga. En esta etapa se inyecta una corriente muy pequeña que se va incrementando gradual y lentamente. Si las baterías tiene una demanda de AH (amperios hora) mayor que la corriente máxima del cargador, este aumento gradual llegará hasta alcanzar la corriente máxima de carga, en este punto el PIC controla la corriente en modo constante para no



sobrepasar la corriente máxima permitida. Si esto ocurre, el mismo micro será el encargado de desconectar el cargador y de indicar el error.

Si la corriente baja, entonces se incrementa el ángulo de conducción del triac, manipulando el retardo, si la corriente sube, disminuimos dicho ángulo y si se mantiene, no se modificará.

Cada 100 Hz se mide el voltaje de la batería para compararlo con el voltaje Bulk, que es aproximadamente de 14.5 Vcc (por fabricante). Cuando este es alcanzado se cambia automáticamente a la etapa Absortion o voltaje constante.

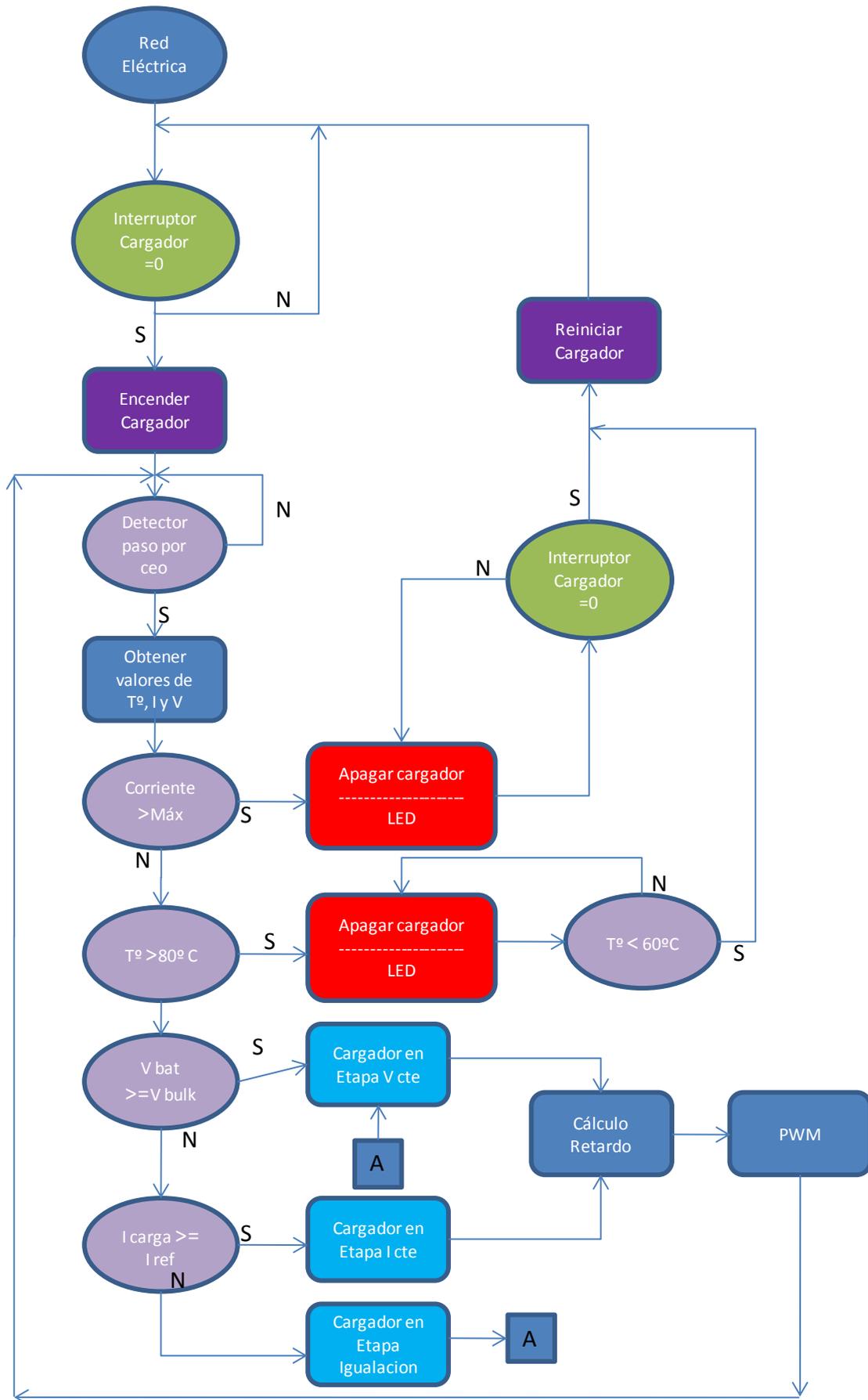
- Etapa Absortion: es donde se controla el voltaje para que no se exceda del voltaje Bulk. Para ello, se mide el voltaje de la batería y si está por debajo del voltaje Bulk, se aumenta el ángulo de conducción del triac, en caso contrario, se disminuye y si se mantiene se deja como esta.

También en esta etapa, cada 100Hz se mide la corriente de carga con dos finalidades:

- Si la corriente aumenta por encima del 35% de la corriente máxima del cargador, la etapa Absortion es cambiada a la de Bulk para controlar la corriente
 - Si la corriente de carga baja de un 10% de la corriente de carga total, o cuando ha pasado un tiempo comprendido entre 2-4 horas, entonces se presupone cargada la batería por encima del 90% y se cambia a la etapa Float.
- Etapa Float: o tensión flotante es la etapa en la cual se mantienen cargadas las baterías con el fin de que cuando vallan a ser usadas, estén al 100%. Se sigue trabajando en modo voltaje pero no con la de Bulk, sin con un voltaje denominado voltaje Float de menor valor $V_{float} = 13.35 \text{ Vcc}$.

Su control es exactamente el mismo que el de la etapa Bulk.

5.2 FLUJOGRAMA





CAPÍTULO 6: DISPARO DEL TRIAC

6.1 FUNCIONAMIENTO

En este apartado se estudia tanto el aislamiento con la parte digital del sistema como el control de disparo del triac. Para su desarrollo se estudió varias opciones:

- El Premo PT14a3 de Semikron

Y dos más de la casa MOC:

- MOC3020
- MOC3011

El primero y el segundo guardan cierta relación ya que en ellos se usa un transformador de impulso o de pulsos con el cual hay un acoplamiento inductivo. La relación de transformación en ambas es de 1:1.

El tercero y el elegido es el MOC3022. Se trata de un circuito más sencillo que los anteriores e igual de preciso para el disparo del triac. Al MOC3022 se le conectará la señal procedente de la unidad de control.

Se declinó por este elemento debido a que era necesario uno que aislara eléctricamente la etapa de control (digital) con la de potencia (disparo del triac). Este funciona por acoplamiento óptico por lo que no hay conexión eléctrica, formado por un diodo LED, cuya intensidad viene controlada por el PWM que a su vez está vinculada con el ángulo de conducción del triac, y actúa como emisor de luz, y un diac, que es quien la recibe, garantizando un encendido suave del triac.

El circuito es el siguiente:

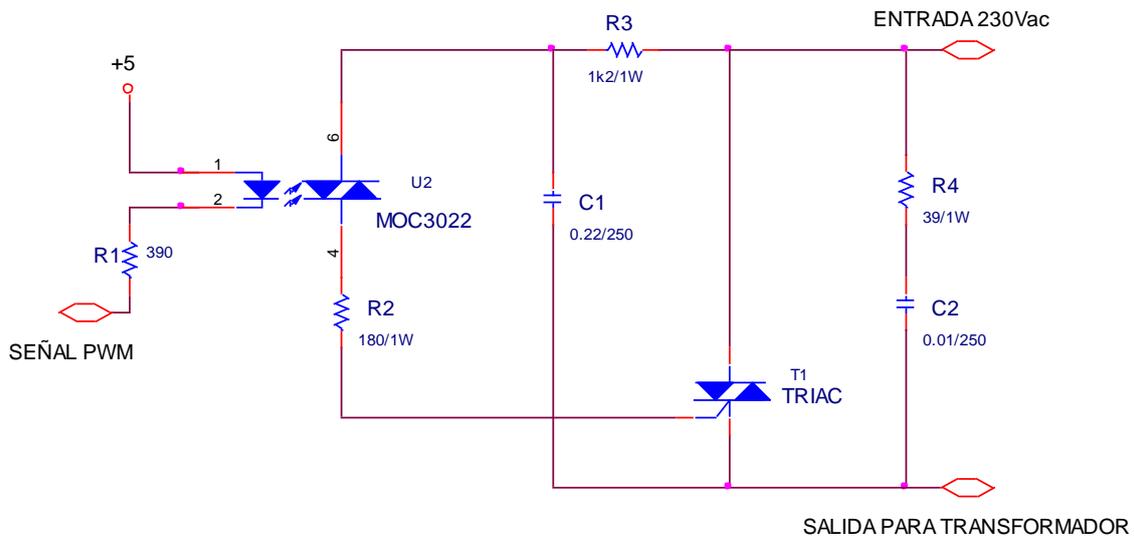


Figura 10

Se le ha colocado un filtro RC para garantizar el disparo del triac y además para protegerlo contra disparos aleatorios e indeseados por ruidos. También cuenta con una resistencia de 180 Ohm que limita la corriente de la compuerta del triac, otra de 1.2k Ohm para limitar la corriente de entrada del diac y un condensador de 0.22 uF. Estos dos últimos funcionan como snubber para el diac del optoacoplador MOC3022.

6.2 FLUJOGRAMA

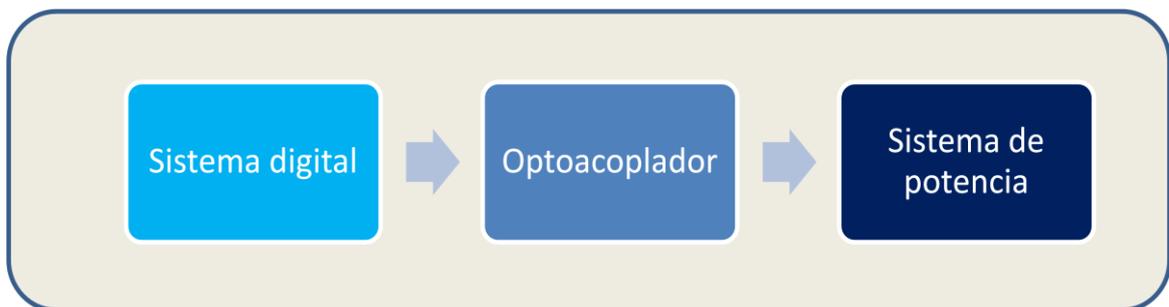


Figura 11



CAPÍTULO 7: SENSORES

7.1 SENSOR DE TENSION.

7.1.1 Funcionamiento.

Es un sensor muy sencillo compuesto por un divisor resistivo que transforma los 24v que puede alcanzar el sistema hasta un máximo de 5 V. A este se le acopla un condensador para filtrar la señal y mejorar la salida del mismo, que será, sea cual sea su voltaje nominal, de 2.4Vcc y un diodo Zener para evitar daños a la entrada analógica del microcontrolador.

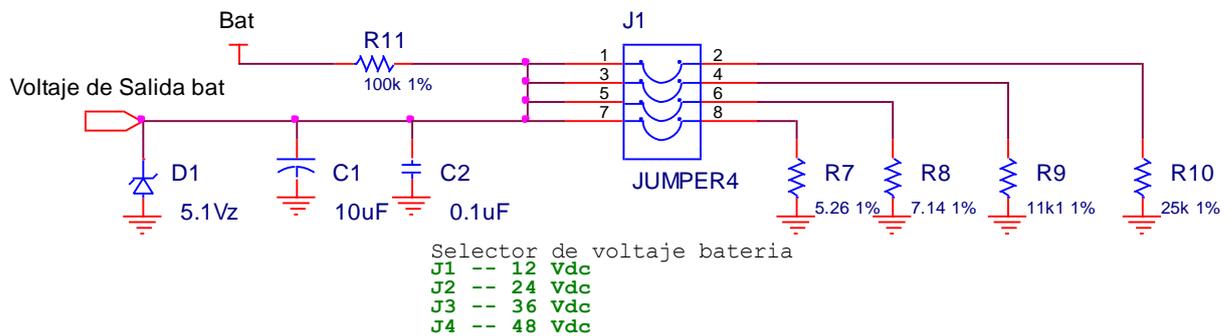


Figura 5

7.1.2 Simulación.

La simulación no tiene mucho sentido dada la sencillez del circuito pero vamos a comprobar el funcionamiento del diodo Zener. El circuito es:

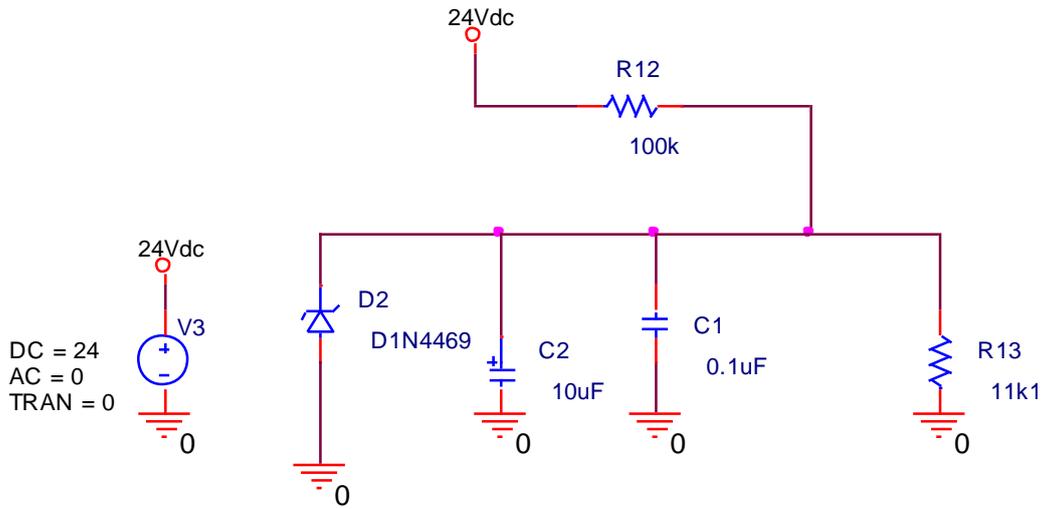
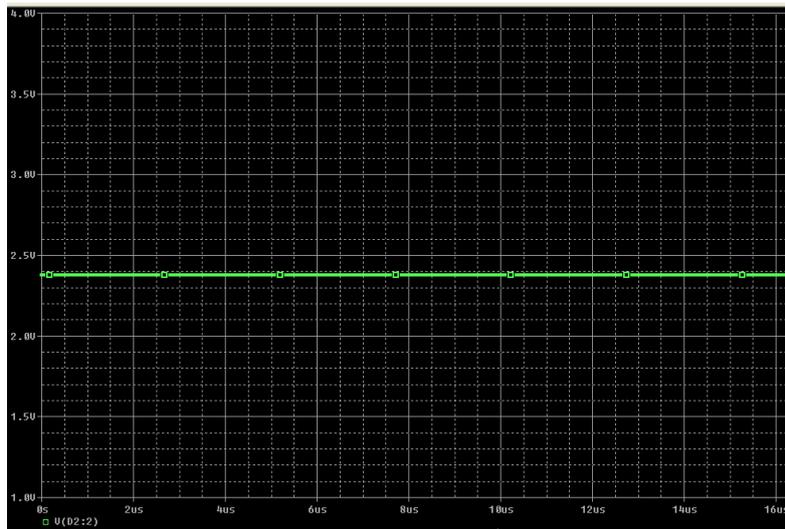
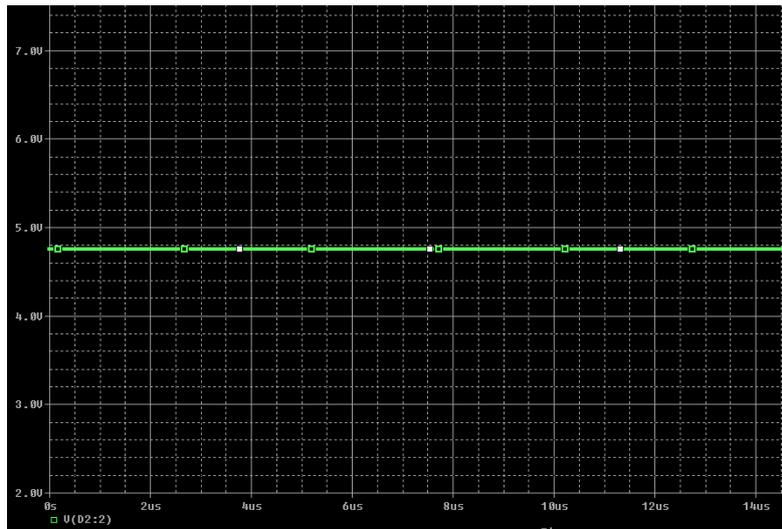


Figura 12

Al cambiar el valor del divisor de tensión, se generará el voltaje que estará midiendo y comparando el microcontrolador. Si se coloca una fuente con un voltaje demasiado alto, el Zener actúa para ofrecer un máximo de 5 V. En la primera gráfica (gráfica 6) se ve la tensión del diodo con una fuente de 24 V y en la segunda (gráfica 7) como funciona cuando la fuente es muy alta (48 V). Se aprecia que, como ya hemos dicho antes, no nos dará más de 5 V.



Gráfica 6



Gráfica 7

7.2 SENSOR DE CORRIENTE.

Se trata de una pieza compuesta por una bobina por donde se le hace pasar en medio el alambre conductor de la corriente, creando una inducción magnética en la bobina debido al campo magnético que este alambre crea y que a su vez, produce un voltaje que se puede medir, teniendo la relación de corriente en tensión. Como ya se ha comentado antes se coloca en el primario del transformador de potencia. No es necesario su simulación.

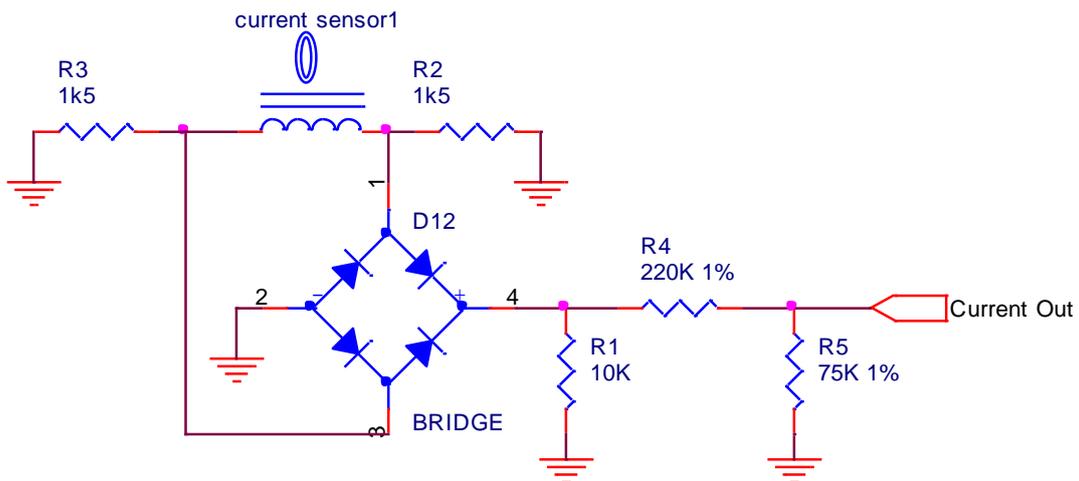


Figura 6



7.3 SENSOR DE TEMPERATURA.

7.3.1 Funcionamiento.

En las NTC se mide la tensión de salida en la resistencia fija R1. Esta disposición permite que la tensión de salida se incremente conforme lo hace la temperatura. Su comportamiento en un rango limitado de temperatura, se puede considerar lineal. La salida del divisor de tensión va al PIC pasando antes por un filtro RC que filtra y mejora dicha señal. En este proyecto se va a medir la temperatura en los diodos de potencia y en el transformador de la misma manera.

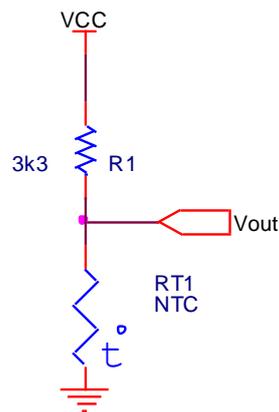


Figura 7

7.3.2 Simulación.

El circuito es:

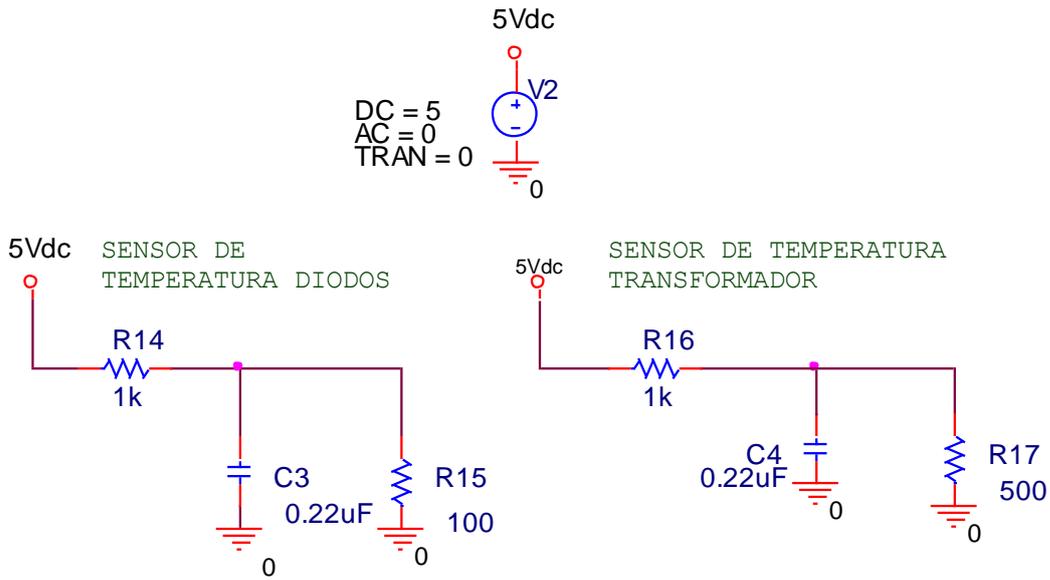
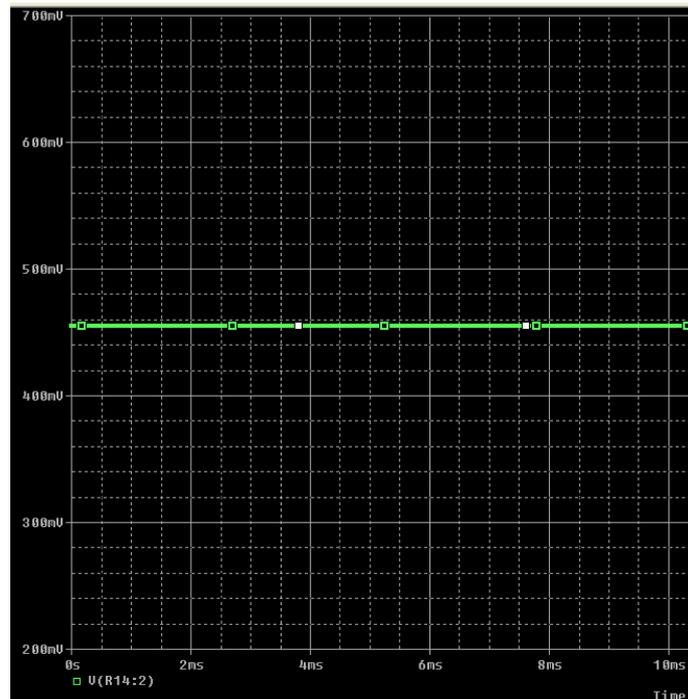


Figura 13

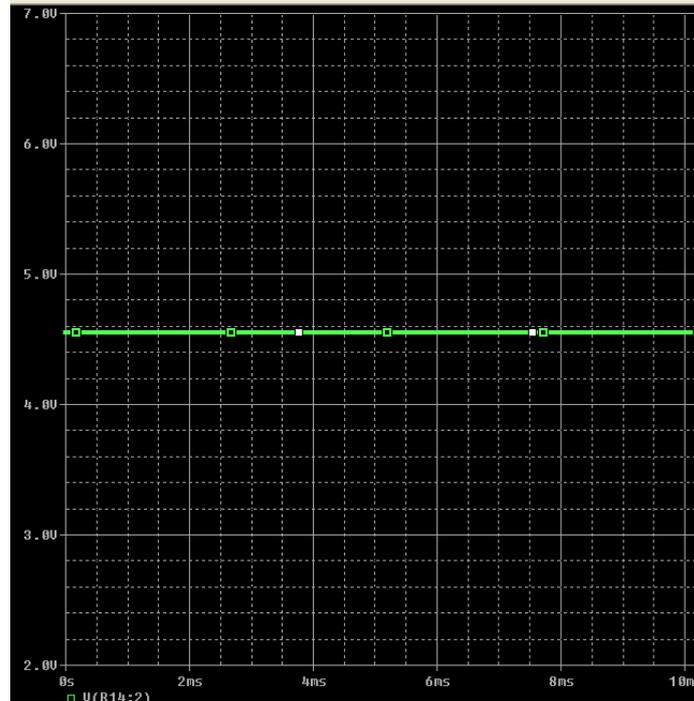
La gráfica 8 representa el sensor de temperatura en los diodos de potencia. En ella se ve una línea horizontal que refleja el valor de CC de éste sensor. Si aumenta la temperatura, disminuye la resistencia del NTC, por su coeficiente negativo, y el voltaje CC de salida también bajará. Para poder representar esto, se puede disminuir el valor de R15 a un valor de 100 Ohm, por ejemplo, y se ve como disminuye el voltaje CC (grafica 8), lo que significa que la temperatura aumentó.



Gráfica 8



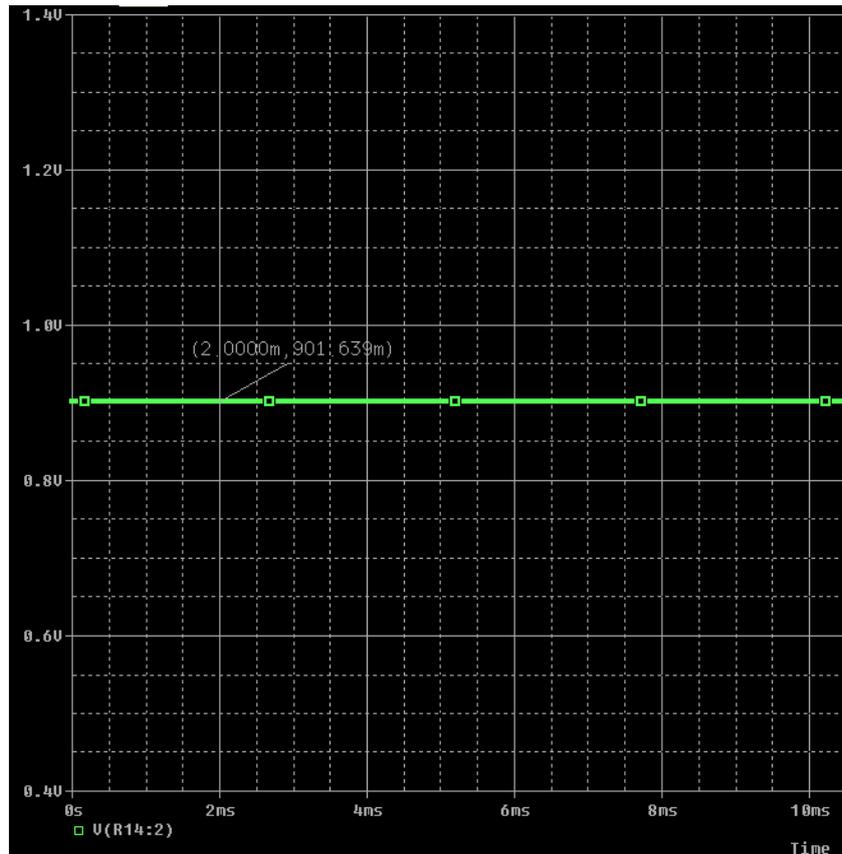
Por el contrario, si aumenta la resistencia R15 (10K Ohm), ofrece a la salida un voltaje CC mayor que significa que la temperatura es menor.



Gráfica 9

Las simulaciones para el sensor del transformador y sus resultados son muy similares a los ya mostrados.

Dependiendo del tipo de NTC, a una determinada temperatura la resistencia del mismo ofrece un valor, en nuestro caso y viendo su hoja de características, sabemos que a 25° C, su resistencia esta a 1K5 Ohm. Conforme aumenta la temperatura, esta resistencia se irá haciendo más pequeña, hasta alcanzar los 220 Ohm a los 80 °C, que es la temperatura en la que debemos apagar el cargador, según peticiones del proyecto. Poniendo este valor en la R15 o R17 obtenemos la siguiente grafica:



Gráfica 10

Es decir, se obtiene una salida de 0.902 V. Este valor es el usado como referencia, de tal forma que, si el valor del sensor de temperatura, ya sea de los diodos de potencia como el del transformador, está por debajo del valor de referencia, significa que el sistema está a más de 80 °C y se procederá a su desconexión.

Como dicha comparación se hace en el microcontrolador, es necesario obtener el valor digital del voltaje de referencia. Para ello, lo multiplicamos por 256 (8 bit) y se divide entre 5 (referencia interna del modulo AD del micro) obteniendo el numero digital 46, el de referencia.



CAPÍTULO 8: ALARMAS Y VISUALIZACIONES DEL ESTADO DEL SISTEMA

Como se ha indicado en la Memoria del proyecto, el cargador de baterías debe de contar con una serie de alarmas visuales a la salida del PIC 16F84, dispuestos de la siguiente forma:

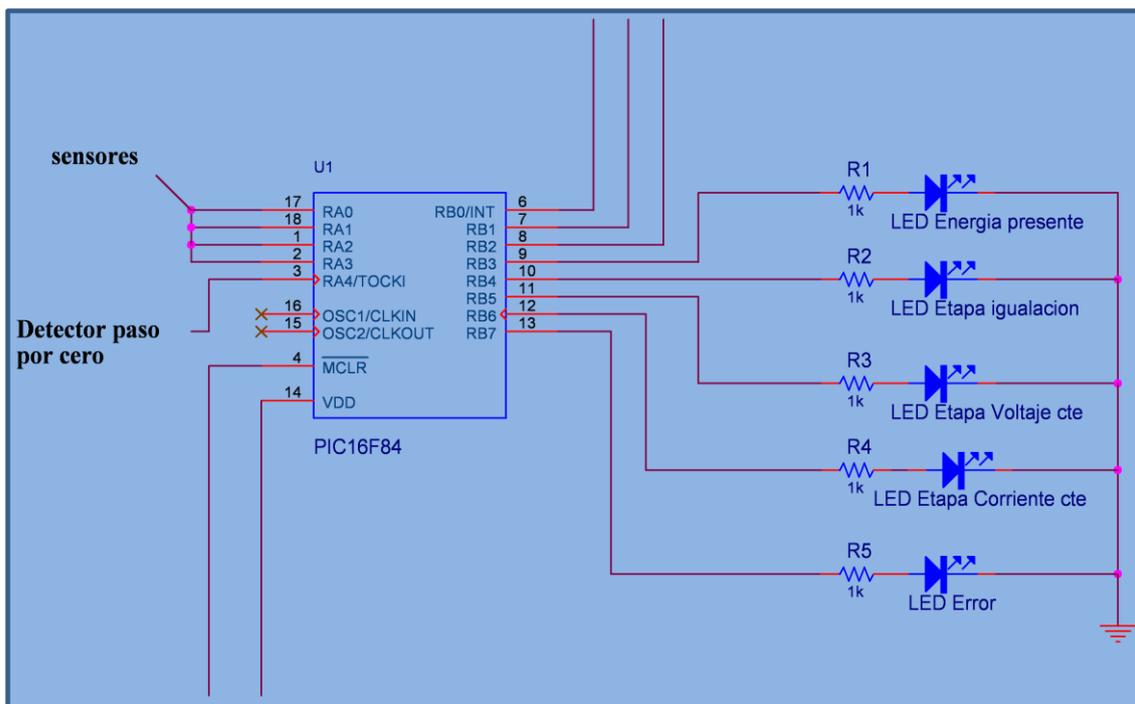


Figura 14



Dichas alarmas avisan de:

- Cada etapa tiene su diodo LED que indica cual es su estado, de tal forma que, si la luz esta parpadeando, es que la carga esta en esa etapa, si está fija, es que está completa y si está apagada simplemente es que no está en ella.
- Si el cargador está apagado y hay energía eléctrica, el LED de energía estará encendido.
- Si se produce un error por sobrecorriente, parpadeará el LED de error apagando todos los demás LEDs. Para su reiniciación será necesario apagar el cargador manualmente y luego encenderlo.

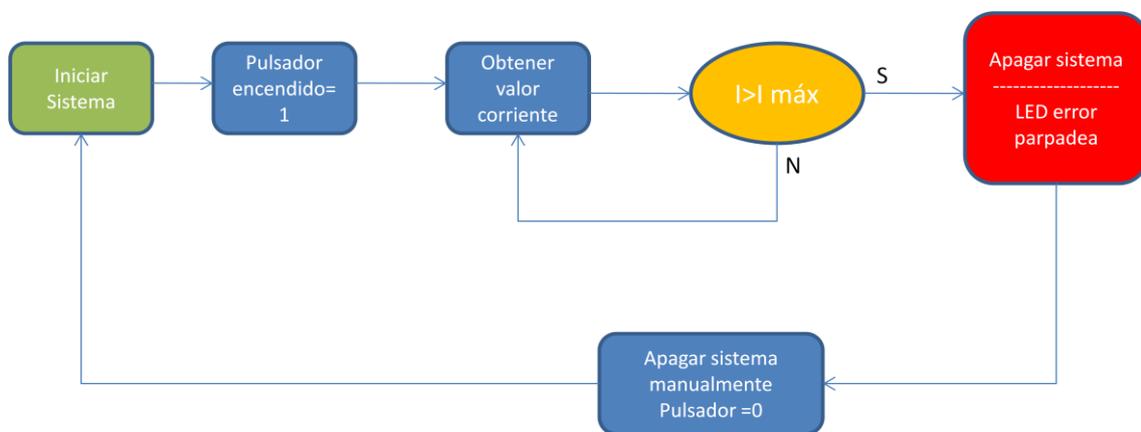


Figura 15

- Si hay una sobre temperatura se encenderá el mismo LED de error solo que en este caso, se reiniciara automáticamente cuando la temperatura desciende de 60° C.

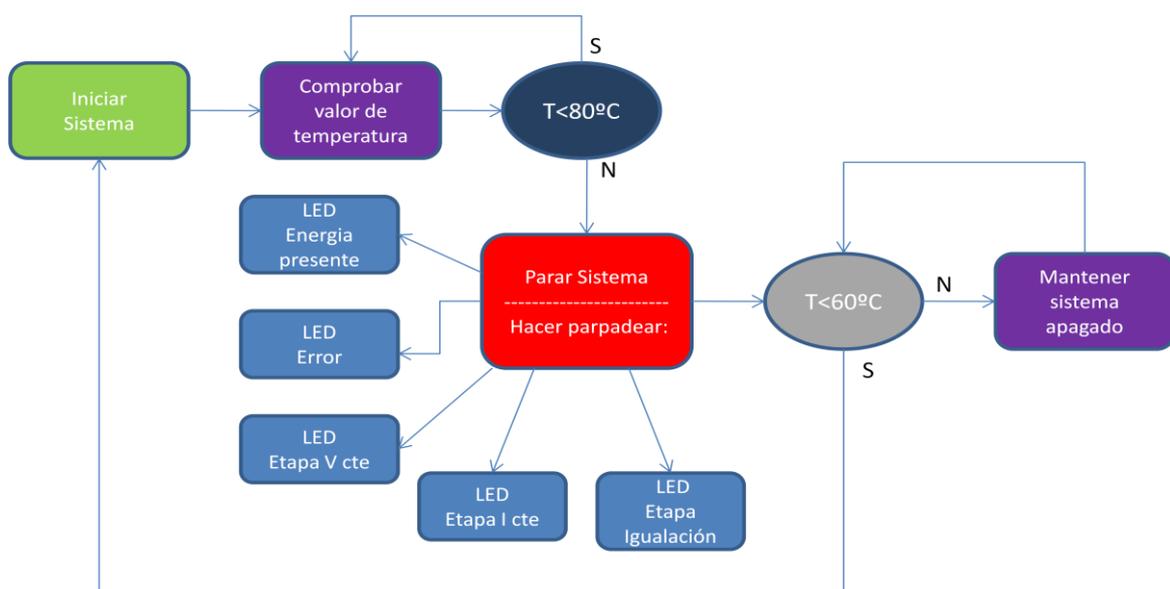




Figura 16

- Las medidas de tensión y corriente serán tomadas con medidores convencionales dejando abierta la posibilidad de poner una pantalla LCD con el fin de mostrar de manera más visual los resultados de estas mediciones.



CAPÍTULO 9: SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO EN LAS BATERIAS



Las baterías o acumuladores de plomo-ácido en cualquiera de sus formas son peligrosas tanto para nosotros como para el medioambiente si no se tiene ciertas precauciones cuando se las manipula. Como en todos los casos lo mejor es seguir siempre las pautas y recomendaciones de seguridad suministradas por las empresas fabricantes y de las organizaciones nacionales e internacionales de regulación (UNE-EN 50272-2).

Para manipular con seguridad la batería y dado que durante la última etapa del proceso de carga de una batería, se genera hidrógeno, nunca se debe fumar ni provocar arcos eléctricos o chispas cerca de la misma. El lugar de carga de una batería debe tener una buena ventilación. Y aquí vale la pena realizar una aclaración: aún en el caso de las baterías que trabajan con recombinación de gases (denominadas comúnmente “selladas”) es importante que el



ambiente donde se encuentran instaladas tenga alguna renovación de aire. En otras palabras, el gabinete no puede ser hermético.

El electrolito, contenido en el interior de una batería de las denominadas plomo ácido, es una mezcla de ácido sulfúrico y agua desmineralizada, y provoca quemaduras cuando entra en contacto con la piel. Si esto ocurriera se debe lavar de inmediato con abundante agua limpia y, de ser necesario, recurrir a la atención médica. Si es inevitable el *manipuleo de electrolito*, se deben emplear adecuadas protecciones en las manos y el rostro, como mínimo. Otro tema a considerar, con relación al electrolito, son los derrames. Lo primero que se debe tener en cuenta es que jamás se debe arrojar agua sobre un ácido. Lo que se debe hacer con un derrame de ácido, como ocurre con otros productos químicos, es absorberlo, para luego descartar el material absorbente impregnado en un cesto o bolsa para residuos peligrosos (en otras palabras, no se debe descartar con la basura domiciliaria). Para pequeños derrames son convenientes los materiales absorbentes para productos químicos. En caso de un derrame más importante, se lo puede absorber con arena u otro absorbente no combustible (o sea, el aserrín no sirve). Y por último, por más que se absorba el derrame, puede quedar alguna traza de ácido, que seguirá actuando sobre la superficie sobre la que estuvo derramado. En ese caso, conviene neutralizar la superficie, utilizando una solución de bicarbonato de sodio (125g por litro de agua) para, luego si, proceder a un enjuague final de la misma con agua limpia.

Cuando se trabaja con baterías, siempre se debe tener presente que las mismas están eléctricamente activas. La tapa debe estar limpia para evitar cortocircuitos, no se deben colocar objetos metálicos sobre la misma, las herramientas a utilizar deben estar aisladas, las manos del operario no pueden tener anillos ni relojes con correa metálica y, al conectar los terminales, se debe estar seguro que la conexión a realizar es la correcta.

La operación de una batería a temperaturas superiores a 30°C está completamente desaconsejada, puesto que la corrosión interna se incrementa significativamente. Como regla general, podemos decir que por cada 10°C de incremento de la temperatura de operación por encima de la de referencia, la vida útil se reduce a la mitad. Es decir, que si la temperatura de operación de una batería especificada para 25°C resulta ser de 35°C, el aumento de capacidad será de apenas el 1,5% (0,15% x 10), mientras que, si la vida útil a 25 °C era de 5 años, difícilmente nos dure más de 2,5 años.



CAPÍTULO 10: RECICLADO



Cuando una batería de plomo ácido llega al final de su vida útil (y esto suele ocurrir cuando su capacidad es inferior al 80% de la inicial), se convierte en un “residuo peligroso”. En otras palabras, no puede ni debe tratarse como un residuo común, inofensivo. Esto queda reflejado en la norma UNE-EN 61429 que dice: *“Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos, o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”*.

La batería de plomo-ácido es uno de los productos fabricados por el hombre que mayor porcentaje de reciclado alcanza, reutilizándose todos sus materiales, incluido el plástico de la caja. Lo que se debe hacer es ingresarla en un circuito de reciclado, que comienza en los distribuidores del producto y culmina en una refinería de plomo, donde se recuperan todos los materiales, en primer lugar, el más peligroso de ellos, el plomo. El envío se debe realizar en un transporte adecuado (vehículo habilitado por las autoridades para el transporte seguro de este tipo de residuos). Tanto el plomo como el ácido sulfúrico, que encontramos en las baterías en desuso, aparecen encuadrados en la condición de residuos peligrosos.

El tratamiento que se aplica para el residuo más peligroso contenido en la batería, el plomo, es la recuperación por un proceso de refinado. El plomo que se obtiene, puede destinarse a la fabricación de nuevas baterías (en general, las de arranque de automóvil).



El ácido sulfúrico también puede recuperarse y destinarse a otros usos que no sean afectados por los contaminantes contenidos en el. Por ejemplo, puede destinarse al decapado de chapa de hierro.

Las baterías contienen plomo y ácido sulfúrico, dos sustancias peligrosas para el medio ambiente. Por lo tanto, es fundamental si se va a realizar un almacenamiento transitorio de acumuladores eléctricos, que el recinto cumpla con los siguientes requisitos básicos:

a) piso en buen estado, que impida que cualquier derrame de ácido o de plomo tome contacto con la tierra.

b) techo en buen estado, para impedir que el agua de lluvia pueda caer sobre las baterías y lavarlas.

c) tarimas de madera donde colocar prolijamente los acumuladores sin que haya posibilidad de cortocircuito y

d) inexistencia de fuentes de calor que puedan llevar a provocar un incendio (no olvidar que las cajas de las baterías son de plástico).

Estas son las recomendaciones para el lugar donde se alojarán las baterías en desuso. Como se ve, no se trata de un lugar con ningún “acondicionamiento especial”. Solo debe cumplir con lo básico de cualquier local de taller, comercio o depósito. El almacenamiento, como se subraya más arriba solo puede ser transitorio, ya que las baterías deben ser recolectadas para su reciclaje por los fabricantes.

La ley no autoriza a un comercio o taller a convertirse en depósitos permanentes ni a realizar ningún tipo de operación o proceso sobre las baterías gastadas.

Bajo ningún concepto se puede quitar el electrolito. En primer lugar, porque operar sobre un residuo peligroso solo puede hacerlo quien esté habilitado para ello. Pero, dejando de lado cuestiones legales, pensemos:



a) ¿a dónde vamos a arrojar el electrolito? ¿en el cantero del arbolito de la vereda? ¿en el terreno baldío de la esquina? ¿en el desagüe cloacal o pluvial? ¿en un curso de agua? ¿en el pozo negro? ¿hace falta decir que cualquiera de estas acciones constituye un delito ambiental de la peor clase?

Y no solo por el ácido que estamos arrojando a cursos de agua o a la tierra sino también por el contenido en sedimentos de plomo que tiene el electrolito ácido de toda batería gastada. Por último, es importante saber que la mezcla de ácido sulfúrico con agua puede dar lugar a una muy fuerte reacción exotérmica (es decir con desprendimiento de calor) que hace hervir instantáneamente el líquido, provocando salpicaduras terriblemente dañinas para la piel.

Sin embargo, en el caso de las baterías, pagan más si las baterías se entregan sin el electrólito, que constituye una “molestia” a la hora de fundir el metal en una instalación precaria, clandestina, a veces hasta operando a cielo abierto. Lamentablemente esto lleva a que tengamos ácido sulfúrico en innumerables desagües pluviales y cloacales y cursos de agua.

Jamás, bajo ninguna circunstancia, se debe arrojar agua sobre un derrame de electrolito dado que la reacción es sumamente violenta, produciéndose un importante desprendimiento de calor (reacción exotérmica) con ebullición del líquido.

Lo que se debe hacer cuando hay un derrame de electrólito es contenerlo y absorberlo. ¿Y qué se puede utilizar para ello? No se debe usar serrín de madera ya que es fácilmente inflamable y podríamos ocasionar un accidente aún peor que el del derrame. Podemos usar tierra o arena

No obstante, existen algunos elementos especialmente preparados para absorber derrames de sustancias químicas, como el electrólito ácido de las baterías. En primer lugar, mencionamos los “absorbentes universales”. Se presentan en varios formatos: mangas o barreras, rollos, almohadillas y hojas y son mucho más apropiados que la tierra o la arena dado que absorben mucha más cantidad de líquido por Kg de peso. Podemos decir que son una “herramienta adecuada” para realizar esta tarea.

Otra alternativa es utilizar los absorbentes minerales que se presentan en gránulos (como las “piedritas del gato”), envasados en bolsas plásticas que aseguran una fácil distribución y uso a la vez que permiten un almacenamiento seguro. Cualquiera de estos materiales está



disponible en los comercios que venden elementos de seguridad y protección personal. Por último, dado que luego de absorber un derrame con cualquiera de estas alternativas puede quedar una aureola o remanente del electrólito ácido, es conveniente pasar un trapo para terminar bien la tarea.

En el caso de electrólito ácido de baterías, lo conveniente es pasar un trapo embebido en una solución de bicarbonato de sodio (125g por litro de agua). Esto tiene un efecto de neutralización del remanente de ácido que haya quedado en el piso. El último paso sería un enjuague con agua limpia.



CAPÍTULO 11: CONDICIONES

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización del proyecto. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a otra consultora. Dicha empresa consultora ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego. Supuesto que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente, la obra a realizar se regulará por las siguientes:

11.1 CONDICIONES GENERALES

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.
2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.
3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja se supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.
4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.
5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal. Pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.
6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuesto. El ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.
7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que



- se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.
8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.
 9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.
 10. Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la aprobación de la Dirección. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento, se ejecutarán siempre al establecido en el punto anterior.
 11. Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras. Emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.
 12. Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partida alzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.
 13. El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.
 14. Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que tal efecto designe la empresa.
 15. La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del 2%.
 16. La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.
 17. La fecha de comiendo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.
 18. Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.



19. El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.
20. Durante la realización de la obra, se giraran visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.
21. El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor. A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicios o un representante, estampando su conformidad el contratista.
22. Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

11.2 CONDICIONES PARTICULARES

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

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.
2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.
3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.



4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.
5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.
6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.
7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.
8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.
9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.
10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.
11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.
12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.



IVÁN GARCÍA MARTÍNEZ



PROYECTO FIN DE CARRERA

Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Industrial

Planos

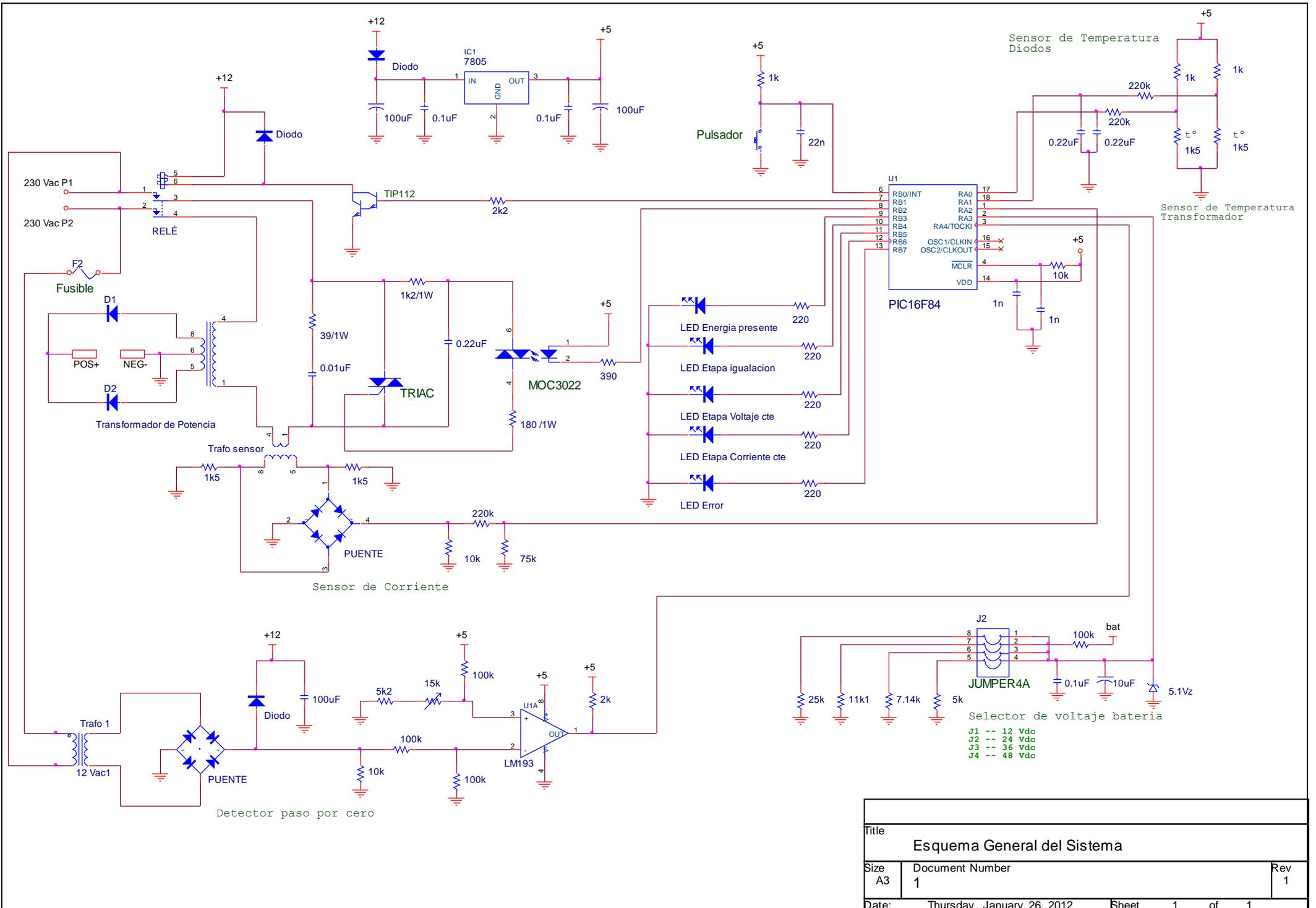


CAPÍTULO 12: ESQUEMÁTICOS

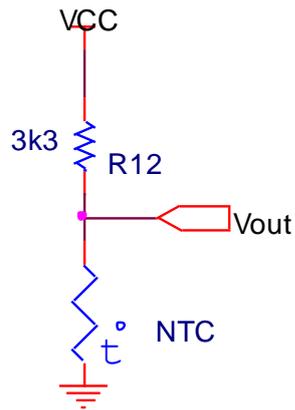
A continuación se exponen los esquemáticos realizados en el proyecto. En primer lugar se observa un plano general del sistema que aporta una visión global de todos los elementos que incorpora el mismo. Éste está realizado en un formato A3 por lo que se ha tenido que reducir su tamaño para su fácil manejo e impresión. Para obtener detalles se puede observar el circuito facilitado en el CD.

Para clarificar el esquema general, se ha optado por hacer ampliaciones sobre los diferentes módulos, de tal forma que, el plano 2 corresponde a los sensores de temperatura, corriente y voltaje mientras que en el plano 3 se encuentran el circuito del detector del paso por cero y el del disparo del triac.

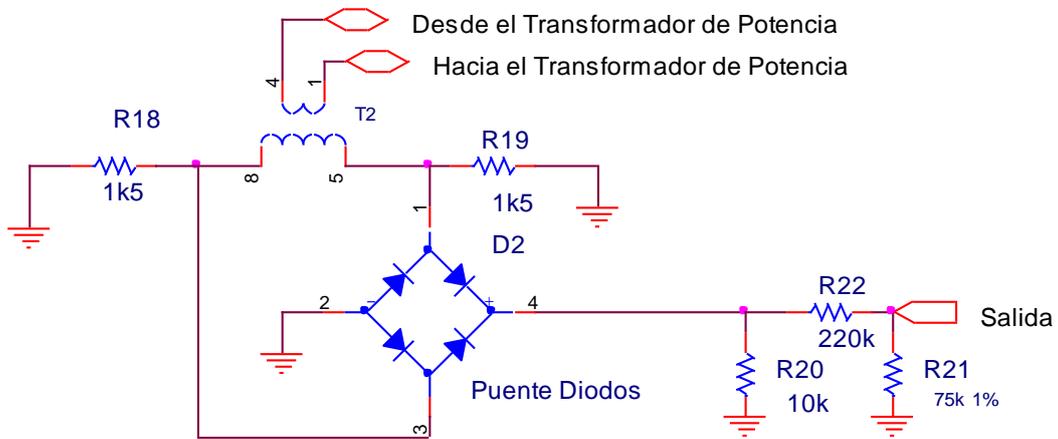
Dado los conocimientos adquiridos durante la carrera sobre el programa Orcad Family Release, se ha optado por su elección para la realización y simulación de estos planos.



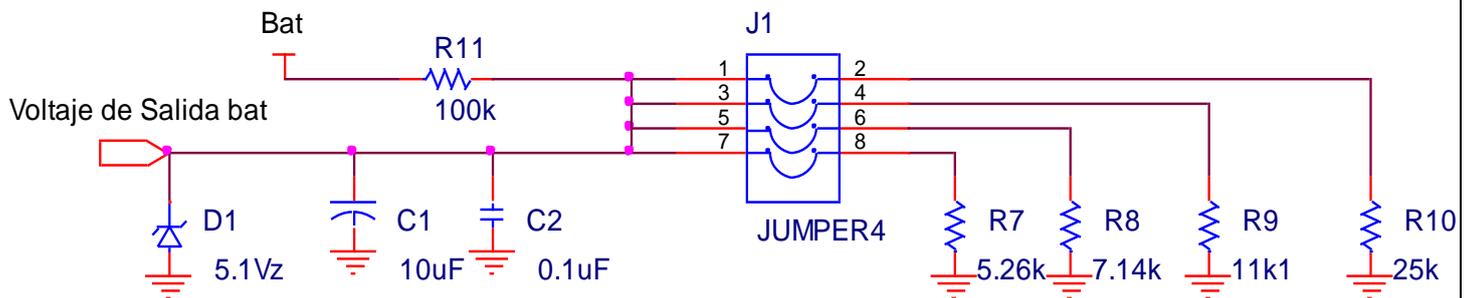
Title		
Esquema General del Sistema		
Size	Document Number	Rev
A3	1	1
Date:	Thursday, January 26, 2012	Sheet 1 of 1



Sensor de Temperatura

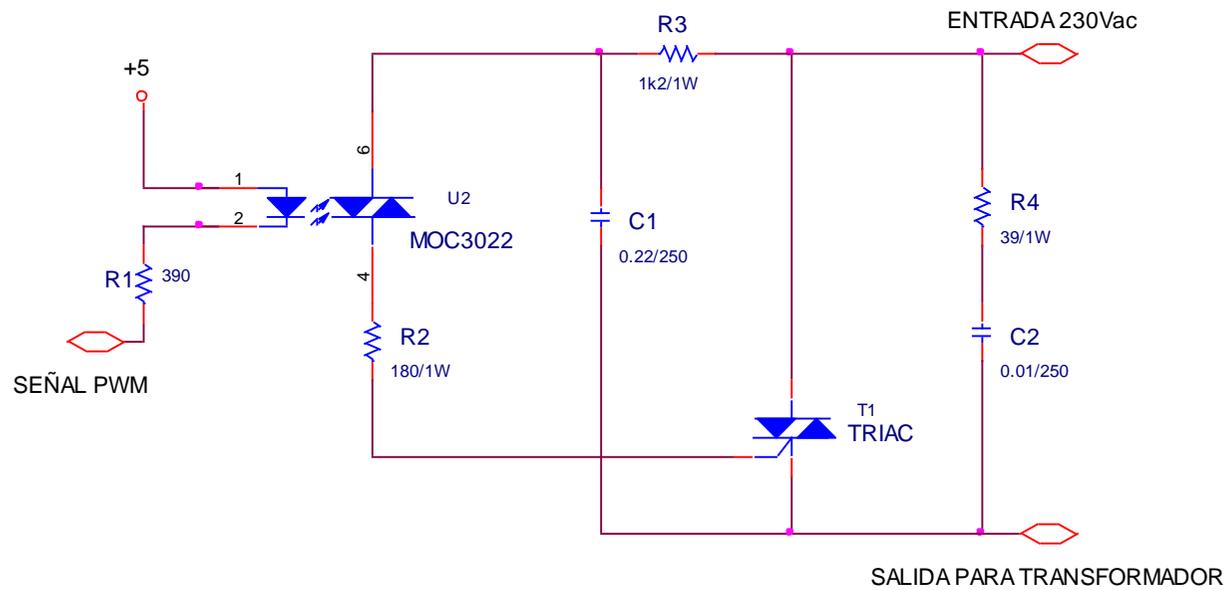
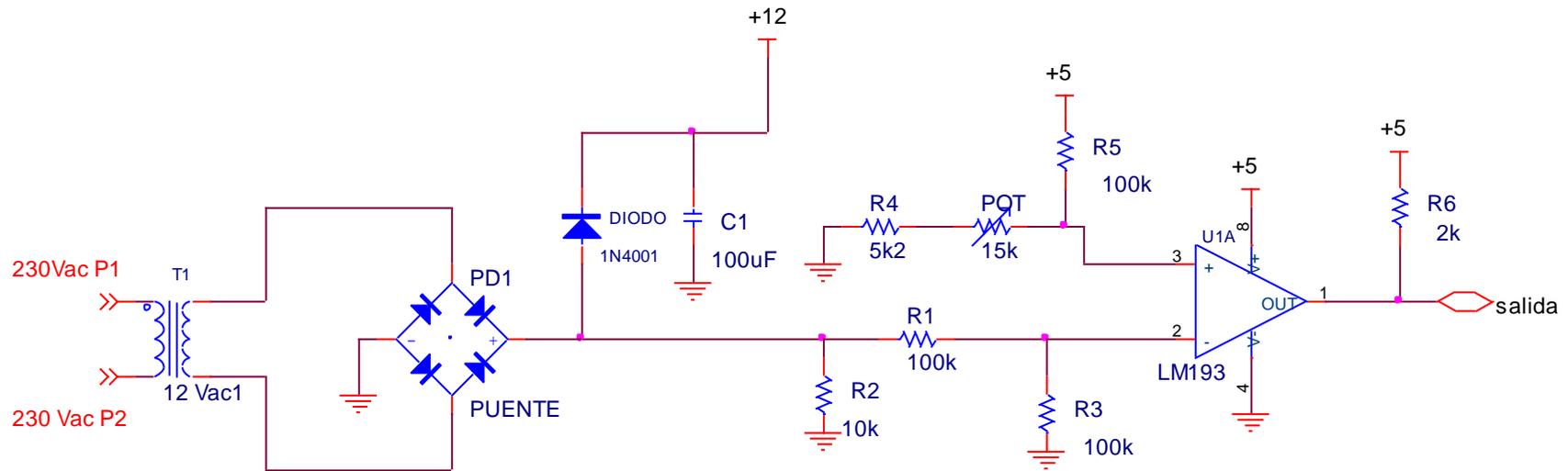


Sensor de Corriente



Selector de voltaje bateria

Title		
Esquemas Sensores y Selector de Voltaje		
Size	Document Number	Rev
A	2	2
Date:	Wednesday, January 18, 2012	Sheet 1 of 1



Title		
Detector paso por cero y Disparo del Triac		
Size	Document Number	Rev
A	3	3
Date:	Wednesday, January 18, 2012	Sheet 1 of 1



CAPÍTULO 13: PCB'S

Para la realización del Layout del PFC se ha optado por dividir el esquema general en dos partes, Placa 1 y Placa 2, para evitar problemas con el routado. También ha sido necesario crear una nueva librería denominada Librería PFC.llb que junto con la de Pedro.llb y las que vienen por defecto en el programa se ha logrado hacer los Pcb's.

13.1 LIBRERÍA PFC.LLB

Se ha creado con el fin de obtener los Footprint de aquellos componentes que nos los tenía, tales como:

- MOC3022: Componente de 4 pads tipo *oblong* de 1.6x2.6mm con broca de 1mm.
- LM193: Tiene 3 pads *rectangle* de 1.5x1.5mm con taladro 1mm y 2 pads correspondientes a GND y VCC *oblong* de 1.6mm y taladro de 0.9mm
- Transformador sensor corriente: De 4 pads tipo *rectangle* de 1.5x1.5mm con broca de 0.9mm.
- Transformador de potencia de 1.5Kw: 5 pads del tipo *oblong* de 1.6x2.6mm y broca de 1mm.
- Jumper: Con 8 pads todos del tipo *oblong* de 1.5x2.5mm, broca de 1mm.
- Triac: De 3 pads tipo *round* de 1.6mm y con broca de 0.9mm.
- Pic 16F84: Contiene un total de 18 pads (del 1 al 18). Los que son pads de entrada (1,2,3,4,5,14,17 y 18) son *round* de 1.6mm con taladro 1mm y los de salida (el resto) *round* de 1.4 con broca de 0.9mm. El *pad* 4 (Temporizador) y el pad 14 (VDD del PIC) son del tipo *rectangle* de 1.5x1.5mm con broca del 0.9.

La capa SSTOP y ASYTOP tienen un ancho de 0.2m y es tipo *detail* mientras la capa GLOBAL LAYER, que corresponde al perímetro de la pieza es de 0.02m y de tipo *Place Outline* en todas las piezas.



13.2 PLACA 1

El trazado de pistas se ha realizado en la capa Top, con un ancho de 0.5mm para todas las pistas menos para la de la Entrada 1 y Entrada 2 que son de 0.75mm. Esta placa de 100x150mm incluye:

- Salida donde se conecta la bobina del relé.
- Salida del detector del paso por cero.
- Salida y entrada del sensor de corriente en el transformador de potencia.
- Entrada 1 y 2, para conectar a la red.
- Entrada del PIC al MOC3022.

Se ha dejado fuera los sistemas que pertenecen a la Placa 2 y el transformador de alimentación de la tarjeta.

Se le ha incluido una capa de cobre (el PCB de la derecha) tipo Cross Hatching (sombreado) con una separación entre el relleno y las pistas de 1mm y un ancho de 1mm. También incluye una separación entre la línea de cobre y la placa de cobre para que la primera no quede absorbida por la segunda. Se le ha puesto el nombre Placa 1 en la misma capa de las pistas (TOP). Los pines de los componentes están situados a 1.27mm

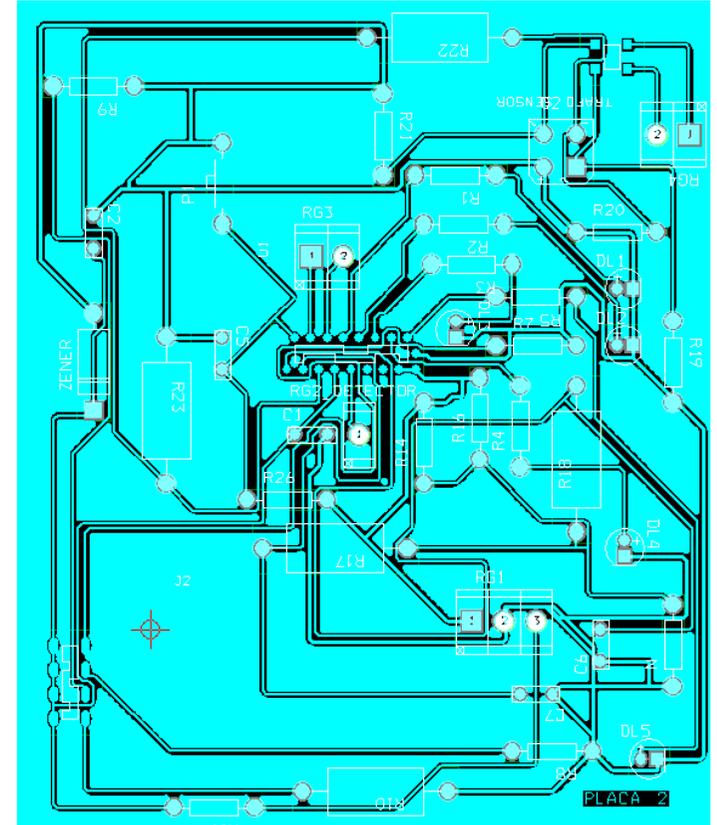
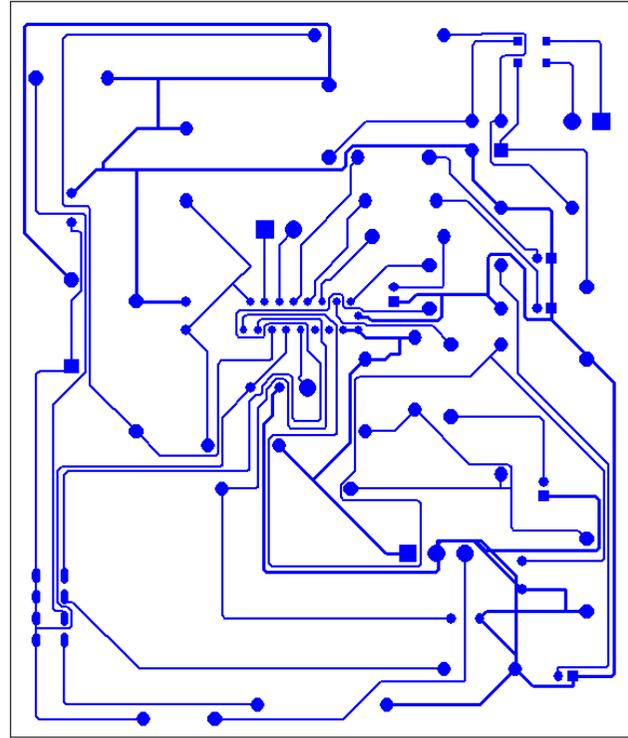
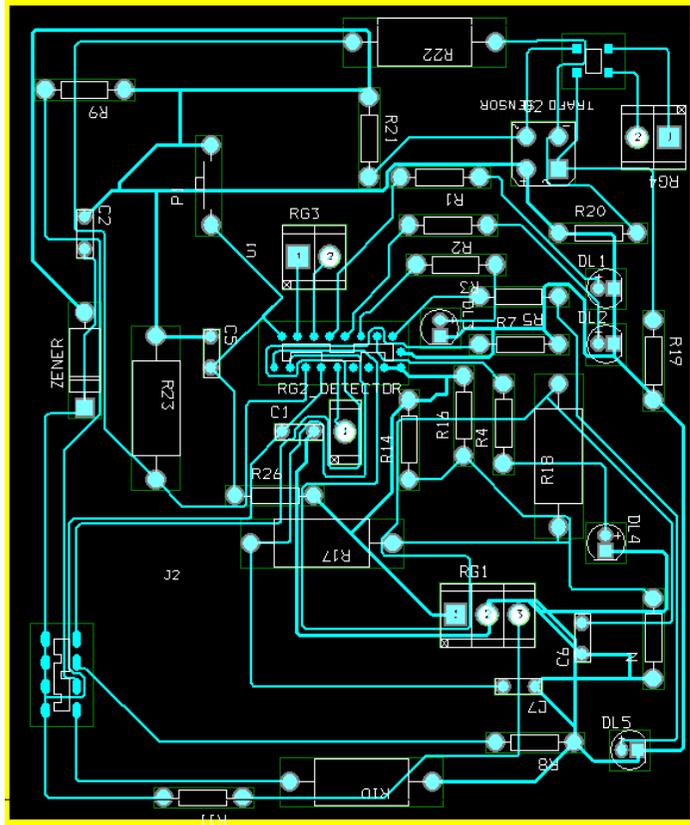


13.3 PLACA 2

Para la placa 2, el trazado de pistas se ha realizado también en la capa Top, con un ancho de 0.5mm para todas las pistas menos para la de GND y la de Entrada de 5 V que son de 0.75mm. La placa, de 110x130mm, incluye:

- Entrada y salida del sensor de corriente con el transformador de potencia.
- Salida llamada rele que conecta con la bobina del rele de 12 Vdc.
- Entrada de 5V.
- Salida que conecta con el MOC3022.
- Entrada de la tensión del detector.

En este caso se le ha puesto una capa de cobre tipo Solid (plano de la derecha) con una separación entre el relleno y las pistas de 1mm. También incluye una separación entre la línea de cobre y la placa de cobre para que la primera no quede absorbida por la segunda. Se le ha puesto el nombre Placa 2 en la misma capa de las pista (TOP). Los pines de los componentes están situados a 1.27mm



Title		
PCB Placa 2		
Size	Document Number	Rev
A4	5	5
Date:	Wednesday, January 25, 2012	Sheet 1 of 1



IVÁN GARCÍA MARTÍNEZ

PROYECTO FIN DE CARRERA



**Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Industrial**



PRESUPUESTO



Para la realización del Presupuesto de este Proyecto Fin de Carrera se ha optado por dividirlo en distintos bloques. Cada uno de estos tiene la cantidad usada de un determinado elemento, su precio unitario y el total. Todos con IVA incluido. Al final de cada bloque, se encuentra el precio total del mismo. Para dar por finalizado este apartado, se ha hecho una tabla final con el resumen de lo explicado y teniendo en cuenta otros gastos como la mano de obra...

CONDENSADORES

Referencia	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
0.1 uF / 50 V	5	0.25 €	1.25 €
0.22 uF / 50 V	4	0.25 €	1 €
10 uF / 50 V	1	0.35 €	0.35 €
100 uF / 50 V	3	0.60 €	1.80 €
0.01 uF / 600 V	1	4.50 €	4.50 €
0.22 uF / 600 V	1	9.7 €	9.7 €
TOTAL:			18.60 €

*Precio con IVA Incluido

DIODOS

Referencia	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Puente	2	1.50 €	3 €
LED	5	0.5 €	2.50 €
1N4007	5	0.15 €	0.75 €
Dz 5.1 V	1	8 €	8 €
TOTAL:			14.25 €

*Precio con IVA Incluido

RESISTENCIAS

Referencia	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
39	1	0.10 €	0.10 €
180	1	0.10 €	0.10 €
220	5	0.10 €	0.50 €
390	1	0.10 €	0.10 €
1 K	3	0.10 €	0.30 €
1K2	1	0.10 €	0.10 €
1K5	2	0.10 €	0.20 €
2 K	2	0.10 €	0.20 €
3 K	1	0.10 €	0.10 €
5.2 K	1	0.20 €	0.20 €



5.26 K	1	0.20 €	0.20 €
7.14 K	1	0.20 €	0.20 €
10 K	3	0.20 €	0.60 €
11.1 K	1	0.20 €	0.20 €
25 K	1	0.20 €	0.20 €
75 K	1	0.20 €	0.20 €
100 K	3	0.20 €	0.60 €
220 K	3	0.20 €	0.60 €
TOTAL:			4.9 €

*Precio con IVA Incluido

TRANSFORMADORES

Referencia	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Transformador 230V a 12v	1	23.65 €	32 €
Transformador Corriente	1	29.84 €	29.94€
Transformador 1500 W 160Vac (General) a 42V	1	34 €	34€
TOTAL:			95.94 €

*Precio con IVA Incluido

VARIOS

Referencia	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
MOC3022	1	16 €	16 €
LM193	1	10 €	10 €
PIC 16F84	1	5.90 €	4.90 €
5V Reg	1	10 €	10 €
TIP 122	1	7.25 €	7.25 €
U7805	1	0.85 €	
Triac 25Amp	1	38 €	38 €
334-NTC152-RC	2	1.5 €	3 €
Relé 20 Amp	1	71 €	71 €
Pot 15 K	1	11.70 €	11.70 €
Base 18 pin	1	4 €	4 €
IDC 10	1	7 €	7 €



SW	1	4.5 €	4.5 €
TOTAL:			188.2 €

*Precio con IVA Incluido

Resumen:

PARTE	PRECIO
Condensadores	18.60 €
Diodos	14.25 €
Resistencias	4.90 €
Transformadoes	95.94 €
Varios	188.2 €
Otros	55 €
Honorarios I.Técnico	210 €
+10%	58.68 €
TOTAL:	645.57 €



Anexos



Dada la gran cantidad de información recopilada para este apartado se ha decidido adjuntarlo exclusivamente en soporte digital y hacer así más manejable el documento físico. En este se puede encontrar los siguientes anexos:

- Anexo 1: Código
- Anexo 2: Normativa
- Anexo 3: Baterías de Plomo Ácido
- Anexo 4: Datasheet