

# Cargador de baterías de automoción con fuente conmutada

Josep A. Ramon Guasch, David González Pérez

Universidad de Girona.  
Departamento de  
Electrónica, Informática  
y Automática.  
Área de Ingeniería de  
Sistemas y Automática

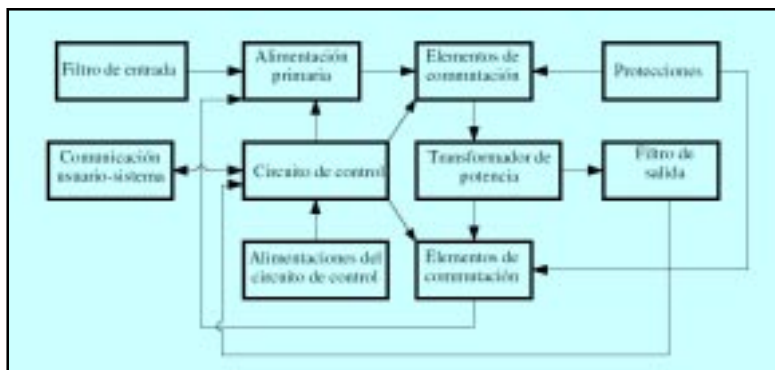


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema

En este trabajo se muestra el desarrollo de un cargador de baterías destinado a la industria de la automoción que abarca un amplio espectro de capacidades de carga. Para disminuir el tamaño y peso se utiliza un convertidor DC/DC conmutado de tipo *forward* en semipuente. La supervisión y control del sistema se lleva a cabo a través de un microcontrolador de tipo PIC de manera que se obtiene una reducción en la circuitería necesaria. La utilización de un sistema microprocesado permite diferentes tipos de carga adaptándose a cada situación por programa. El resultado final es un cargador de pequeño tamaño, robusto y mucho más eficiente que un cargador convencional, al utilizar un convertidor conmutado.

Los cargadores de baterías, con fuente de alimentación lineal son unos aparatos simples y voluminosos; formados principalmente por un transformador adaptador de tensiones y un rectificador para obtener una tensión continua aplicable a la batería. Estos cargadores, en general, no disponen de ningún sistema que controle o supervise el tipo de carga que se le está aplicando a la batería, ni tampoco los parámetros de tensión y corriente. Estos parámetros son muy importantes, cada tipo de batería tiene unas determinadas condi-

ciones de carga, si estas no se cumplen pelagra la integridad de la batería o como mínimo se acorta de forma notoria la vida de la misma. El objetivo es obtener un aparato capaz de adaptarse al máximo número de tipos de batería, con un volumen y peso mínimos, proporcionando una potencia de salida máxima de 750 W. Las especificaciones que se fijaron al diseñar el cargador son las siguientes:

- Tensión nominal de entrada, AC = 220 V
- Tensión nominal de entrada (Vi) = 310 VDC
- Valor de rizado máximo de tensión pico a pico = 20% respecto 310 VDC
- Frecuencia de conmutación = 80 KHz
- Tensión de salida máxima = 30 VDC
- Potencia de salida = 25A \* 30V = 750 W
- Capacidades de carga, en AH: 45, 55, 66, 71, 75, 80, 90, 100, 125, 135, 145, 165, 180, 200, 225 y 250.

En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques del sistema donde se aprecian las diferentes partes de que consta el sistema, en los apartados siguientes se comentará el desarrollo de los bloques más significativos.

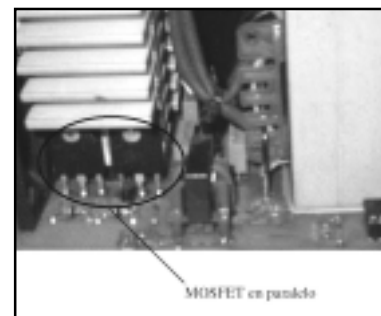
## Topología del convertidor DC/DC

Teniendo en cuenta la potencia que se pretende obtener a la salida, 750 W, se ha optado por una topología de tipo *forward*, para esta potencia una de tipo flyback deriva en un transformador voluminoso. La configuración en semipuente es debido a que de esta manera los interruptores han de soportar una tensión inversa menor, concretamente se han utilizado MOSFET de 500 V, utilizando dos interruptores en paralelo para disminuir la corriente que debe conducir cada uno de ellos, de esta manera se utilizan transistores más económicos. El hecho de escoger esta topología para el circuito de potencia impone la necesidad de disponer de un circuito o *driver* para la activación de los transistores de la parte superior.

## Control del sistema

En todo momento es necesario controlar el estado de carga de la batería. El circuito encargado de ello deberá realizar la lectura de corriente y de la tensión de carga y actuar para adaptarlos al nivel de funcionamiento consigna, en este caso la actuación es en forma de pulso modulado en anchura. Otros parámetros importantes ha controlar son la frecuencia del convertidor, la corriente de primario del transformador, la

Figura 2. Detalle de los transistores inferiores



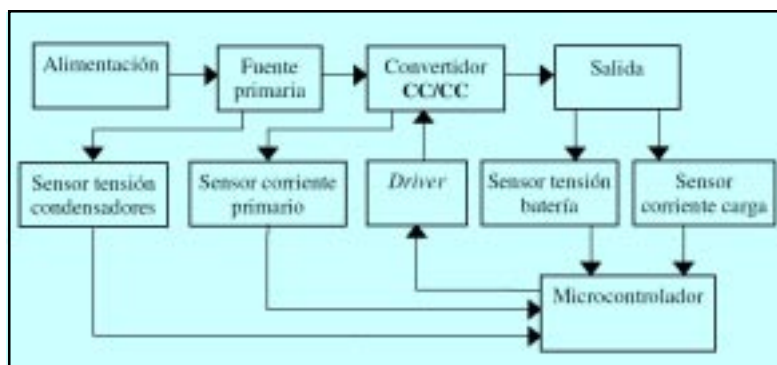


Figura 3. Conexión con el microcontrolador

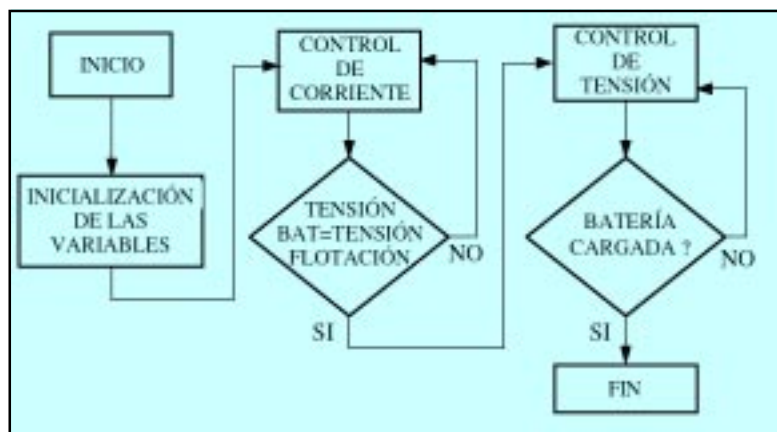


Figura 4. Diagrama de flujo del programa principal

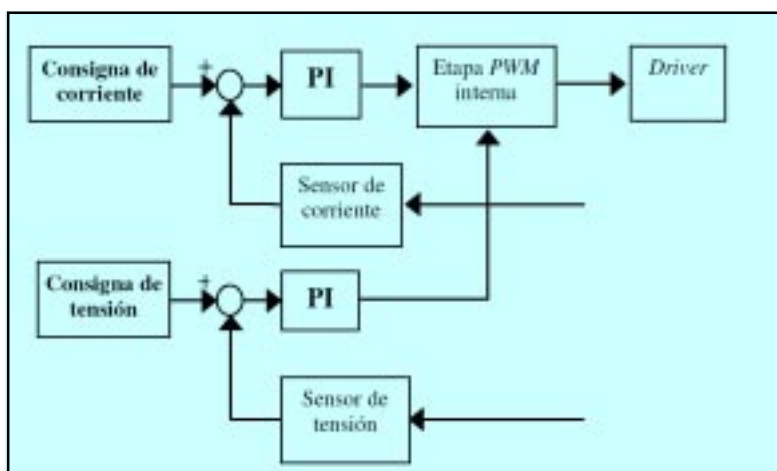


Figura 5. Diagrama de bloques del control de corriente y del control de tensión

tensión de los condensadores de la fuente primaria y por último, la temperatura de los diodos de la salida. Para ello se han diseñado diferentes sensores. El microcontrolador escogido es el modelo 16F873/20 de la marca MICROCHIP. Algunos de los motivos de la elección han sido: dispone de convertidores A/D internos que permiten leer magnitudes analógicas y hacer el posterior tratamiento de manera digital. Dispone de dos salidas configurables como PWM por lo tanto permite atacar el *driver* de los semiconductores de potencia directamente sin la necesidad de un circuito modulador de pulsos externo.

En la figura 3 se muestra un diagrama de bloques donde se puede observar los bloques que conectan con el microcontrolador.

A partir de la lectura de las magnitudes de interés: tensión y corriente, en el interior del micro se ha implementado una estructura de control de tipo PI. El control consiste en dos lazos, inicialmente funciona el control de corriente hasta que la batería alcanza un valor de tensión (tensión de flotación), a partir de aquí entra el funcionamiento del control de tensión, el diagrama de flujo del programa principal se muestra en la figura 4. Las consignas se toman de una tabla o registro interno.

En esta aplicación la velocidad de muestreo no resulta crítica ya que el tiempo de respuesta de las magnitudes a controlar: corriente y tensión es relativamente lento, el esquema de bloques del control se puede ver en la figura 5. La sintonía de los lazos de control se ha llevado a cabo mediante el método de la oscilación mantenida propuesto por *Zieger-Nichols*, sobre el sistema real. Para llevar a cabo la sintonía se cierra el lazo de control únicamente con un control proporcional y se aumenta la ganancia hasta que oscila el sistema, a partir de aquí se obtienen los parámetros:  $K_p$  y  $T_i$  del controlador.



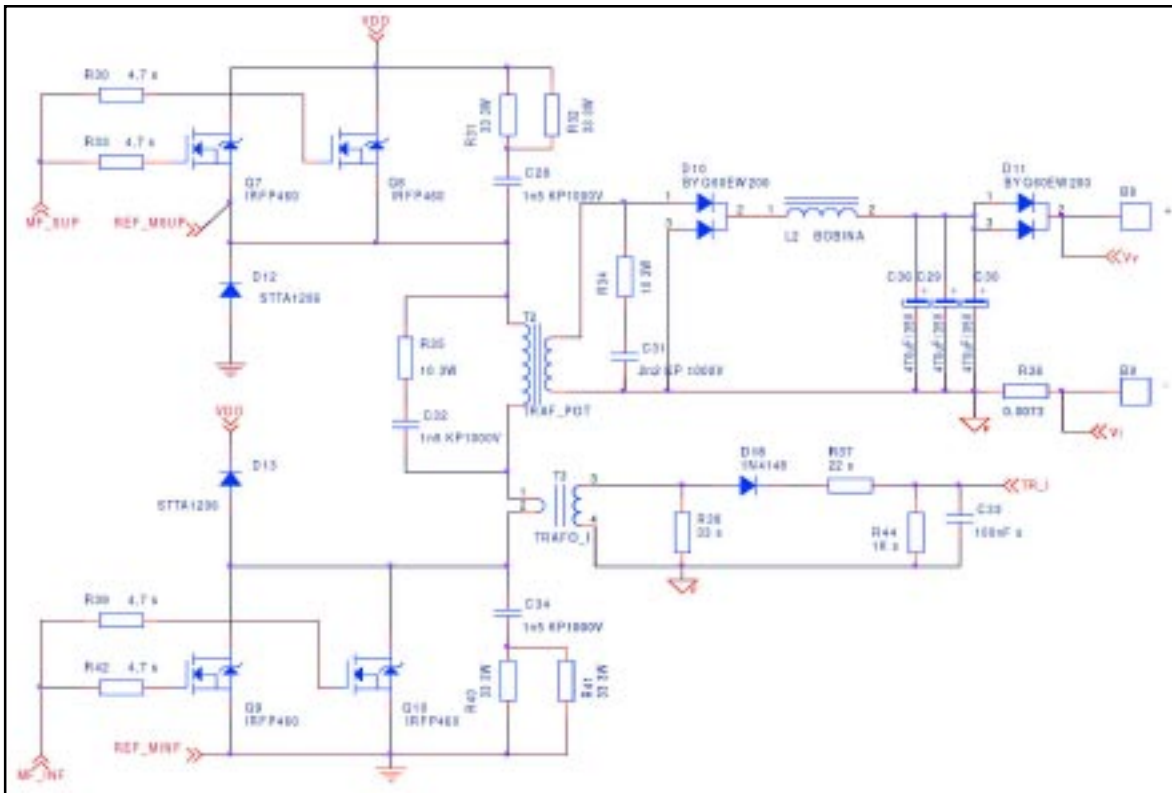


Figura 8. Etapa de potencia

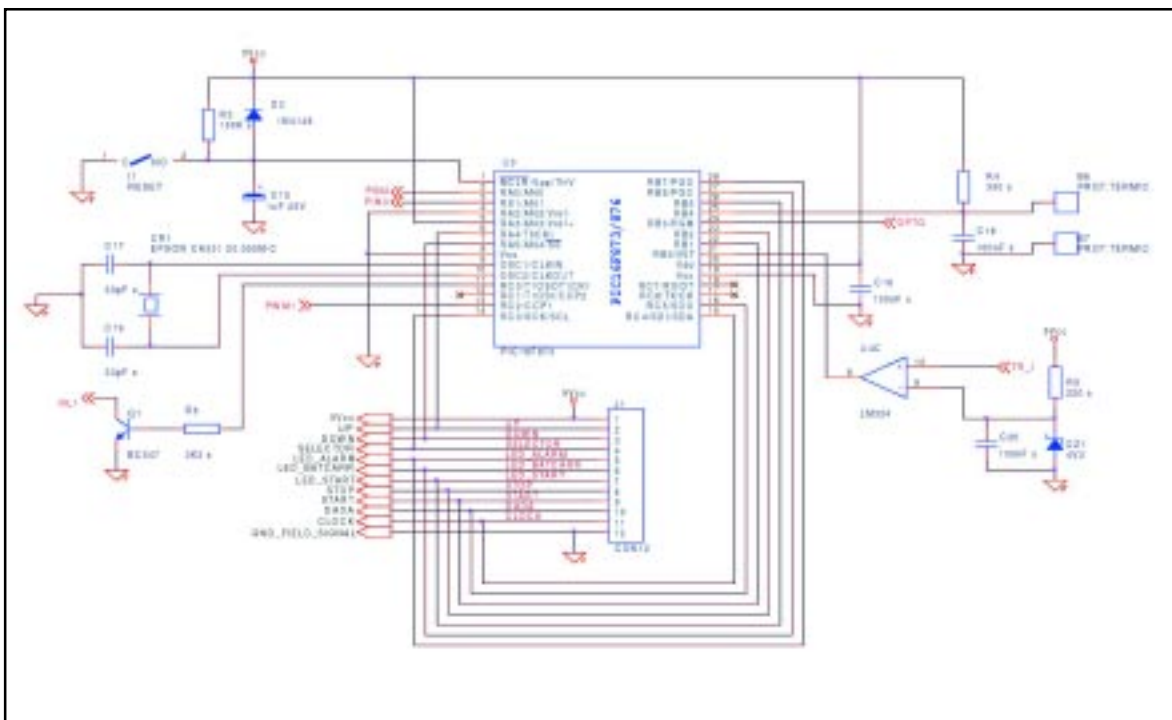


Figura 9. Microcontrolador

Figura 10. Alimentaciones

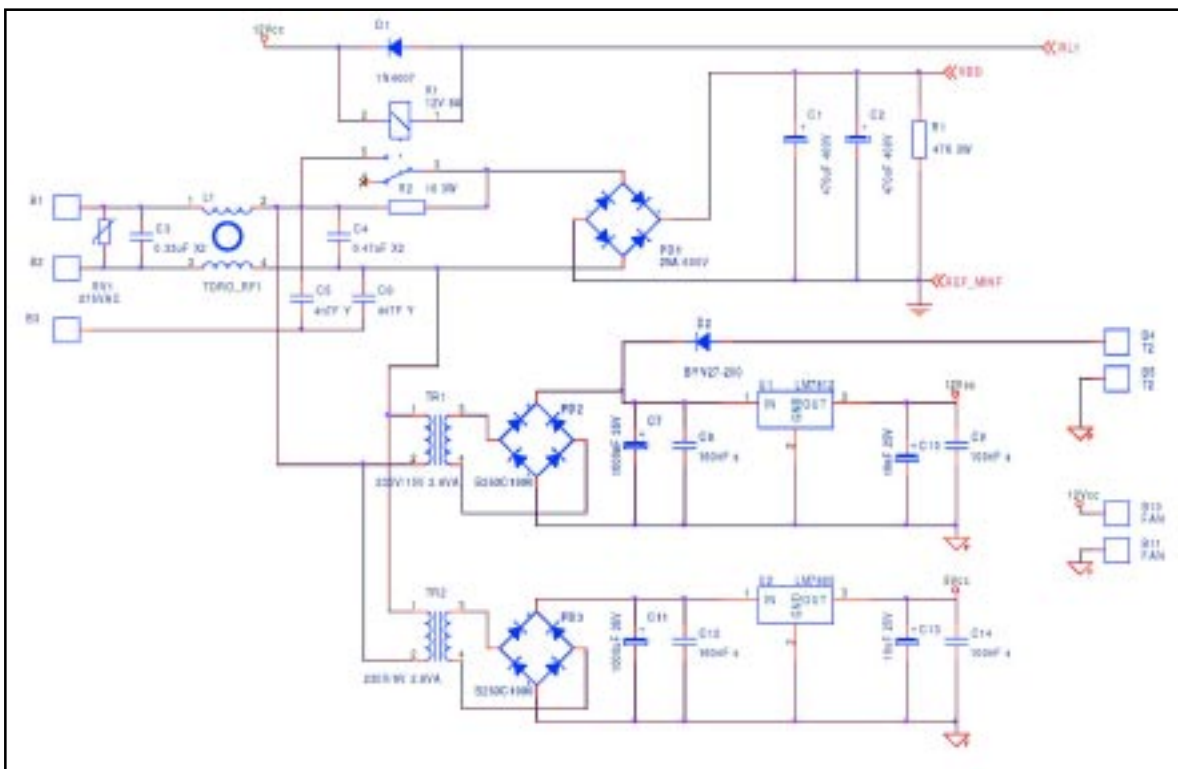
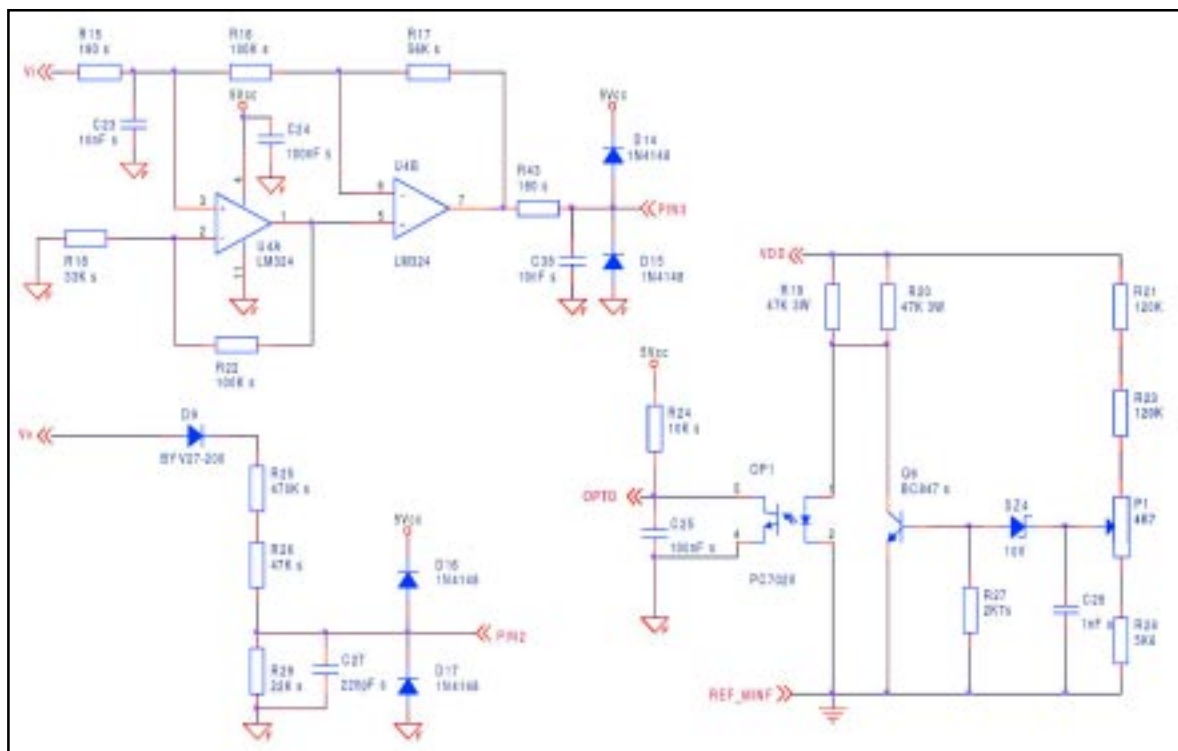


Figura 11. Sensores



## Comunicación con el usuario

Una parte muy importante de los sistemas electrónicos es la comunicación entre el usuario y el propio sistema. En este caso se ha diseñado un circuito que permite al usuario final seleccionar la capacidad de la batería que desea cargar por medio de unos pulsadores, un indicador luminoso tipo led se enciende cada vez que se pulsa uno de los dos pulsadores de selección y señala en cada momento cual es la capacidad seleccionada.

## Resultados obtenidos y conclusiones

Se ha obtenido un cargador, ligero, compacto y de fácil utilización por parte del usuario. Su tamaño resulta entre dos y tres veces inferior al de uno convencional que cubriese todo el rango de capacidades de carga. El coste

inicial de construcción y desarrollo es superior al de un cargador convencional, pero construido en serie quedaría compensado por la reducción de volumen, disipadores y transformadores. El sistema de control utilizando un PIC es robusto y existe la posibilidad de hacer una reprogramación según las necesidades de carga, manteniendo el diseño de la parte de potencia intacto.

El circuito también dispone de algunos elementos y circuitos de seguridad contra diferentes anomalías que se puedan presentar. Es el caso del varistor de entrada, diodos a la salida que actúan contra la inversión de la polaridad de la batería, redes *snubber* para los semiconductores de potencia, protección térmica de los diodos de salida y otros. Se ha podido comprobar que las protecciones funcionan de forma satisfactoria.

En las diferentes pruebas que se han llevado a cabo el sistema ha fun-

cionado de una forma satisfactoria, con diferentes tipos de baterías. Igual que las protecciones se ha podido comprobar un buen funcionamiento. El sistema completo puede verse en la figura 7, donde se indican los bloques más importantes. □

## Referencias

- [1] Chrysis, George High frequency power supplies: Theory and design. Caledonia. Ed. McGraw-Hill 1989.
- [2] Gualda Gil, Juan A. Electrónica industrial: Técnicas de potencia. Madrid. Ed. Marcombo 1992
- [3] Muñoz Saez, José Luís. Sistemas de alimentación conmutados. Ed. Paraninfo 1997
- [4] Montrose, Mark I. EMC and the printed circuit board, design, theory and layout sample. USA. Ed. IEEE Press 1996.