

# Cómo afrontar los retos en el diseño de modernos LED de alta potencia

Por K. Curtis

Keith Curtis, Microchip Technology Inc

*Durante décadas, los humildes diodos emisores de luz o LED se han hecho omnipresentes en numerosas aplicaciones y sus requisitos de diseño resultan tan familiares que los diseñadores rara vez tienen dudas. Pero está surgiendo un nuevo tipo de LED de alta potencia y los recientes avances técnicos han devuelto la atención al antes humilde LED.*

La nueva generación de LED de 1, 3 y 5 W, con una potencia entre 10 a 50 veces mayor que la de los LED estándar, trae consigo sus propios retos de diseño y la selección del microcontrolador adecuado para controlar los nuevos LED ha dejado ser tan sencilla como antaño.

Para demostrar los elevados niveles de control requeridos, la siguiente tabla indica los valores típicos de la corriente y la tensión para 3 LED de alta potencia diferentes.

Potencia de Salida	Tensión Directa	Corriente de Control	Corriente Máxima
1 W	2,9 VCC	0,35 A	0,5 A
3 W	4,3 VCC	0,7 A	1,0 A
5 W	7,2 VCC	0,7 A	1,0 A

Tabla 1

Hay múltiples opciones para los controladores, referencias de tensión, comprobadores de baterías, monitorización de temperatura y el conjunto adecuado de periféricos depende de múltiples factores.

El incremento de la potencia de salida necesita un incremento correspondiente en los requisitos de control del LED. Un LED de 5 W que requiera una corriente de control de 7/10 de un Amp por encima de 7 V para conseguir su máximo brillo supone es un salto en comparación con un LED estándar, que requiere sólo 20mA a 1,4VCC.

El enfriamiento del diodo ha pasado a ser una cuestión de primer orden tanto desde el punto de vista del diseño mecánico como del trazado de la placa. La temperatura de la pastilla afectará también a la intensidad de salida del dispositivo, dado que la intensidad puede reducirse

hasta un 35% cuando al dispositivo puede calentarse desde la temperatura ambiente hasta 120°C. La temperatura de la pastilla del LED también afecta a la longitud de onda de la luz emitida por el dispositivo, de modo que puede variar hasta 4 a 9 nm para una variación de la temperatura de 100°C.

Para adaptarse a sus especiales necesidades, se requiere algún tipo de regulación de la alimentación para alimentar y monitorizar los nuevos LED. Asimismo, si el LED se tiene que emitir destellos o atenuar la luz que emite dependiendo de la entrada del usuario o de otras entradas externas, necesitarán un pequeño microcontrolador para controlar el circuito de potencia. Es necesario empezar decidiendo qué topología del controlador es la adecuada y entonces establecer qué microcontrolador tendrá los periféricos apropiados.

## Controladores Lineales

Los diseños de controlador para LED de alta potencia son comparables a cualquier otro controlador de alta potencia, haciendo énfasis en el control lineal y la eficiencia. La linealidad es un requisito obvio si hay que controlar la intensidad del LED y, aunque el dispositivo no esté alimentado por batería, la eficiencia es una preocupación debido a las temperaturas potencialmente altas que son propias de los controladores de potencia de varios vatios.

La mayoría de topologías se pueden incluir en dos categorías principales: lineales y conmutadas. Mientras que las lineales tienen la ventaja de su sencillez, las conmutadas pueden ser mucho más eficientes. Es preciso examinar tanto las diversas topologías lineales como las conmutadas para determinar qué periféricos se necesitan.

Un controlador lineal de sumidero de corriente está formado

habitualmente por un amplificador operacional, un transistor de potencia y una resistencia para detección de corriente. (Ver Figura 1). En la figura se puede ver que el controlador lineal es un sencillo circuito con unos mínimos requisitos en cuanto a periféricos. Los únicos componentes son el amplificador operacional, el MOSFET y la resistencia de detección.

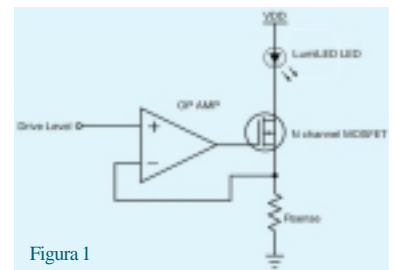


Figura 1

El mayor inconveniente del controlador lineal es su baja eficiencia. Si el circuito controlador tiene acceso a un disipador de calor suficientemente grande es posible que esto no fuera un problema, y el controlador lineal podría ser la opción adecuada. Sin embargo, en muchos casos el controlador lineal rara vez se considera para este tipo de aplicación debido a la potencia que disipa el transistor de paso.

## Controladores de Potencia en Modo Conmutado

Las Fuentes de Alimentación Conmutadas (SMPS, Switch Mode Power Supply) están diseñadas para transferir energía de la fuente a la carga a través de un inductor. La conmutación se realiza generalmente conmutando un transistor MOSFET con una señal de control PWM.

Variando el ciclo de trabajo del PWM, así como el tiempo de carga y descarga del inductor, se puede regular la relación entre la tensión de entrada y de salida. El circuito de realimentación monitoriza la tensión

de salida y ajusta el ciclo de trabajo de carga/descarga de forma apropiada para mantener una tensión de salida constante. Para las necesidades de control de corriente de un LED, la ligera modificación que supone utilizar la corriente del LED, en lugar de la tensión de salida, como fuente de realimentación, es el único cambio necesario.

Es posible disponer de distintas variantes del controlador de fuente conmutada utilizando variantes del controlador de la fuente conmutada. Un controlador de fuente conmutada suele utilizar un chip externo regulador de conmutación de tensión de salida variable para crear la corriente de salida del controlador. (Ver figura 2).

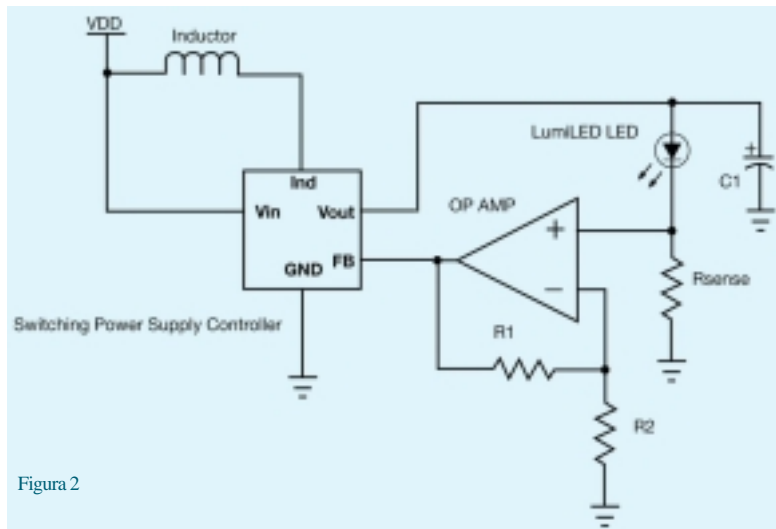


Figura 2

Se añade un amplificador operacional para elevar tensión detectora de la corriente hasta la tensión de la referencia interna del chip regulador de conmutación. Sin embargo, dado que la tensión de referencia interna del chip regulador es fija, la única forma de variar la corriente de salida es cambiar la relación entre las resistencias R1 y R2.

Otro ejemplo utiliza un periférico controlador en modo conmutado programable (PSMC, programmable switch mode controller) como con-

trol de conmutación PWM. Este periférico es muy similar a un controlador de fuente conmutada autónomo, con la diferencia de que se controla mediante el microcontrolador adjunto y su tensión de referencia se puede obtener a partir de una fuente externa, simplificando así el control de intensidad. (Ver figura 3).

Una tercera opción pasa por trasladar la vía de realimentación a software. En este controlador, la realimentación de corriente se digitaliza por medio de un convertidor A/D, el valor PWM se modifica de la manera apropiada y se genera la nueva señal de conmutación PWM mediante el periférico PWM de hardware. (Ver Figura 4).

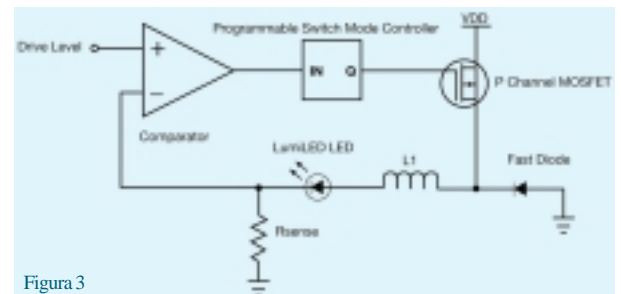


Figura 3

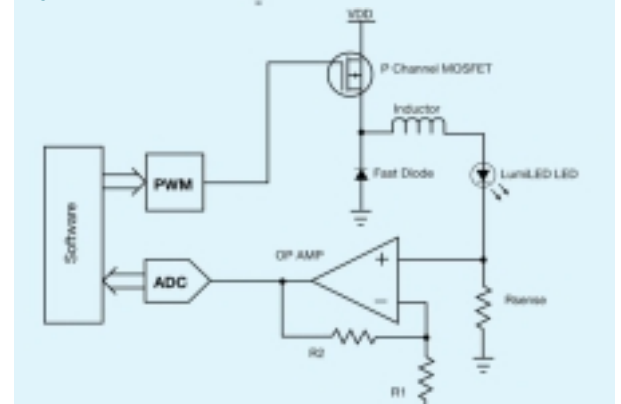


Figura 4

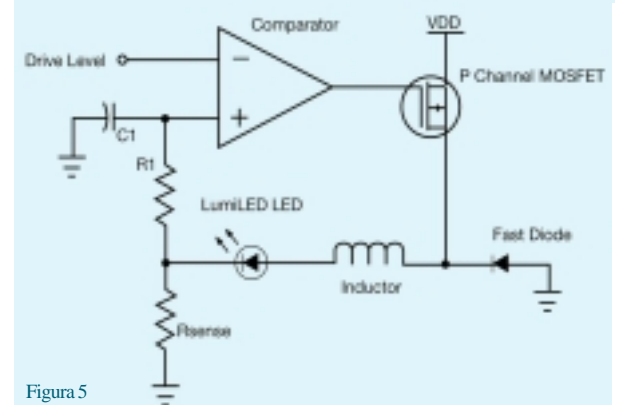


Figura 5

### Generación de la Tensión de Nivel de Control

Con sólo dos excepciones, las opciones para los circuitos controladores necesitarán un nivel variable de control de CC para controlar la corriente de salida del controlador. Por tanto, el microcontrolador debe tener algún tipo de periférico de conversión de Digital a Analógico (DAC) para gestionar el controlador.

Una forma de generar el nivel de control de CC es crear una señal PWM bajo el control del microcontrolador, que posteriormente se filtra a través de un filtro paso bajo RC para crear la tensión CC. La señal PWM del nivel de control puede generar mediante un periférico PWM integrado en el dispositivo o mediante software, y dado que el PWM de nivel de control sólo genera una tensión de control para el propio controlador, y no el verdadero PWM controlador, puede trabajar a una frecuencia mucho más baja. Sin embargo, es preciso destacar que el tiempo de respuesta del controlador vendrá determinado por el tiempo de respuesta del segundo filtro RC de PWM.

Un método alternativo pasa por crear el nivel de control directamente, ya sea con un DAC o con un potenciómetro digital. Ambos dispositivos generan su tensión de salida escalando directamente una tensión de referencia y, dado que no necesitan filtros externos, sus tiempos de respuesta no limitarán el tiempo de respuesta del circuito controlador.

La consideración final en la generación de la tensión del nivel de

control es conocer cómo afectarán los cambios en la tensión de alimentación del microcontrolador a la tensión del nivel de control. Si el método elegido para generar la tensión del nivel de control genera su tensión de salida mediante el escalado de la tensión de alimentación del microcontrolador, y si el  $\mu\text{C}$  está alimentado directamente desde una batería, entonces la salida de nivel de control puede descender cuando descienda la tensión de batería suministrada al  $\mu\text{C}$ . Si esto fuera un problema, el nivel de control puede compensarse en software, dado que hay disponible circuitería adicional para medir la tensión de la batería.

### Monitorización de la Temperatura

Cuando se ha elegido la topología del controlador, el único requisito de interface adicional para el diseño es el medio para monitorizar la temperatura de la pastilla en el LED. Hay varios sensores de temperatura disponibles, cada uno con su propio formato de salida. El  $\mu\text{C}$  necesitará un periférico adecuado para conectarse con el sensor.

### Selección del $\mu\text{C}$

Una vez que se hayan realizado el circuito de control y el interface para monitorización térmica, la tarea de elegir el microcontrolador adecuado resulta sencilla:

39 Añadir los requisitos en cuanto a periféricos para entrada y salida.

39 Unir los requisitos en cuanto a periféricos a la oferta de periféricos propuesta por el fabricante de del microcontrolador.

39 Si el periférico no está disponible integrado en el propio chip, el microcontrolador necesitará el periférico de comunicaciones adecuado (p.ej. I<sup>2</sup>C, SPI, o el equivalente en software) para comunicarse con el periférico externo.

La tabla 2 indica los requisitos de los periféricos para todos los controladores posibles, los diversos sensores de temperatura y los requisitos adicionales para el control del circuito. La tabla 3 muestra los requerimientos de los Sensores de Temperatura Periféricos. Finalmente la tabla 4 nos indica los requerimientos de ciertas funciones adicionales y de los periféricos necesarios adecuados a las mismas.

### Conclusión

Seleccionar un  $\mu\text{C}$  para controlar los nuevos LED de alta potencia ha dejado de ser una tarea sencilla. El conjunto apropiado de periféricos depende de múltiples factores tales como el coste, tamaño, topología del controlador, monitorización de la batería, detección de la temperatura, así como cualquier entrada/salida adicional que sea necesaria. Además podrían resultar apropiadas algunas funciones habitualmente basadas en hardware, como software, por razones de coste. Sin embargo, siguiendo un método organizado y una planificación directa, la selección del  $\mu\text{C}$  adecuado para el control de los LED de alta potencia no debería ser desalentadora. □

Tabla 2

Tipo de Controlador	Periféricos Necesarios	Generación de Tensión de Nivel de Control
Controlador Lineal	Amplificador Operacional	ADC de PWM por Hardware o Software para Monitorización de Batería
Controlador de Fuente Conmutada	Circuito para Fuente Conmutada Amplificador operacional	ADC de PWM por Hardware o Software para Monitorización de Batería
Controlador de Fuente Conmutada con PSMC	PSMC Comparador de Tensión	ADC de PWM por Hardware o Software para Monitorización de Batería
Controlador de Conmutación Basado en Software	Convertidor A/D PWM por Hardware o Software	Nivel Controlado por Software
Controlador Comparador de Tensión	Comparador de Tensión	ADC de PWM por Hardware o Software para Monitorización de Batería

Tabla 3

Tipo de Salida del Sensor de Temperatura	Periféricos Necesarios
Salida Digital (sobre/sub temperatura)	Entrada Digital
Tensión de Salida Analógica	Canal de Convertidor A/D
Ancho de Pulso	Temporizador

Tabla 4

Funciones Adicionales	Periféricos Necesarios
Control de Intensidad del Usuario	Canal de Entrada Analógico
Configuración por Defecto	3 Bytes de EEPROM
Secuencias Flash Programables	124 Bytes de EEPROM
Selección de Secuencia Flash	5 Entradas (4 secuencias e intensidad continua)