

CONTROL DEL TLC5940

Descripción general:

Para el control PWM, el TLC5940 dispone de un contador de 0 a 4096. Cada una de las 16 salidas dispone de un registro en el que se almacena un número (llamado "valor de escala de grises" siendo entre 0 y 4096) y que corresponde exactamente al pulso en el cual se desactivarán.

El contador comienza la cuenta ascendente desde 0 (todas las salidas se activan), y se incrementa a cada pulso de GSCLK (el cual gobernamos nosotros a través de un pin de entrada del TLC5940). Cada uno de los registros anteriormente mencionados son comparados continuamente con el valor del contador. Cuando el valor de uno de los registros coincide con el del contador, su salida asociada se desactiva. Esta salida permanece desactivada todo el tiempo hasta que el contador llega a 4096 y se resetea. En este momento todas las salidas se activan y comienza el ciclo de nuevo.

El TLC5940 no es completamente autónomo y requiere de una serie de señales de control externas. Dividamos las señales de control en dos bloques:

- El primer bloque contiene las señales de control del PWM.
- El segundo bloque contempla las señales encargadas de comunicar al TLC5940 los nuevos valores de escala de grises (del 0 al 4095) para cada uno de los canales (del 0 al 15). Esto se realiza vía serie como veremos mas adelante. En este primer bloque tambien se incluyen las señales que fuerzan la carga de estos valores desde los buffers hasta sus respectivos registros.

1.- BLOQUE 1, control PWM y señales implicadas.

Para la explicación, se da por hecho que los 16 registros de escala de grises ya contienen los valores deseados.

Las señales necesarias son GSCLK y BLANK.

El microcontrolador debe proporcionar la señal de reloj GSCLK, la cual incrementa el contador principal de PWM del TLC5940. Esta señal de reloj puede oscilar en frecuencia entre 0 y 30 MHz. A más frecuencia el parpadeo percibido en los leds es menor, pero también la intensidad máxima disminuye (considerada fija la corriente de las salidas). A su vez el micro gestiona la señal BLANK que es la que indica el inicio de una nueva cuenta.

El proceso comienza con un flanco de bajada de BLANK e inmediatamente a continuación el primer pulso de GSCLK, con el que comienza la cuenta. Cuando BLANK vale 1, todas las salidas se desactivan, y el contador se resetea. Cuando BLANK vale 0, el contador progresa normalmente, y las salidas dependen del PWM.

Valorando esto último deducimos que en la operación normal del micro, la señal BLANK debe permanecer a 0 todo el tiempo posible, y "levantarla" a 1 exclusivamente cuando sea necesario y "bajarla" a 0 rápidamente. Ese momento necesario, es cuando el contador PWM ha llegado a su valor final de 4096 pulsos (u otro menor que nosotros consideremos). Si hacemos caso omiso al contador cuando llega al final de la cuenta máxima (4096), y no le proporcionamos la señal de reseteo BLANK, todas las salidas se desactivan.

El intervalo de tiempo entre la bajada de BLANK y el primer pulso de GSCLK interesa que sea lo mas corto posible, para evitar que la señal PWM generada sea "a rafagas". Recordemos también que cuando BLANK vale 1, todas las salidas se fuerzan a OFF, por lo que estamos acotados en ambos sentidos.

Por tanto la señal BLANK debe ser un pulso muy breve, en la práctica se puede poner perfectamente la instrucción de activación y desactivación de BLANK una a continuación de otra. Y a continuación de estas la primera subida de GSCLK.

En resumen, debemos generar un breve "pulso" (paso de 0 a 1 y vuelta a 0) de BLANK y a continuación empezar a generar pulsos de GSCLK (el contador se incrementa por flancos de subida de GSCLK). Contaremos los pulsos que generamos, y al llegar a 4096 (o antes), bajamos GSCLK a 0 y generamos un nuevo pulso de BLANK. A continuación de este volvemos a generar pulsos de GSCLK y así indefinidamente.

Aunque el contador permita llegar a 4096, se puede detener antes si se desea. El TLC5940 permite generar una señal de PWM desde 0 hasta 4096 intervalos. Evidentemente si se reduce el intervalo también se reducirá la resolución de escala de grises que permite. Por ejemplo, si creamos un intervalo de 200, cada led podrá tener 200 niveles de brillo entre apagado y encendido completo, que ya es bastante!!. Este aspecto también hay que tenerlo en cuenta en el valor a cargar en los registros de escala de grises de cada salida. Para el ejemplo de 200 intervalos, los valores útiles son del 0 a 200, por encima de éste no habrá variación de brillo, este será máximo.

1.- BLOQUE 2, transmisión de datos, carga y señales implicadas.

Las señales necesarias son: SCLK, SIN, VPRG, XLAT y DCPRG.

El TLC5940 dispone de un registro de 12 bits para cada uno de los 16 canales o salidas. Este registro llamado GS_n (siendo n el canal) contiene el valor de brillo o escala de grises de su canal asociado. El TLC5940 de forma automática compara continuamente el valor de estos registros con el del contador principal de PWM para así determinar sus salidas asociadas.

Por otro lado existe un registro asociado a cada canal de 6 bits. Este registro llamado DC_n, contiene el valor de ajuste fino de brillo, también llamado "dot correction" (corrección del punto). La utilidad del mismo es la de corregir las diferencias de brillo entre leds, estando estos ante el mismo valor de GS. Esto se utiliza en matrices de leds o

pantallas gigantes de leds en las que por las propias diferencias físicas, hay diferencias de brillo entre leds adyacentes. Los registros DCn permiten ajustar previamente estos niveles de manera que luego no nos tengamos que preocupar de este aspecto y podamos controlar el brillo con los registros GSn, en igualdad de condiciones.

Previamente a estos registros (GSn y DCn) existen dos buffers, uno asociado a registros GSn y otro a registros DCn.

También existe una eeprom para almacenar valores de colores y en el propio TLC5940, pero este aspecto no se explicará aquí. Simplemente considerar la señal DCPRG, la cual indica si la carga de valores GS y DC se realiza desde la eeprom (DCPRG=0) o desde los registros GSn y DCn (DCPRG=1). En nuestro caso esta señal siempre debe valer 1.

La operación de transmisión y actualización de registros es la siguiente:

- Los valores de brillo y ajuste fino son enviados vía serie a través de SIN y sincronizados por SCLK.
- Al llegar al TLC5940 estos se almacenan en el buffer correspondiente.
- Los valores permanecen en este buffer hasta que XLAT pasa a valer 1, momento en el que los datos pasan del buffer a sus respectivos registros (GSn o DCn), actualizándose éstos.
- Cada salida PWM independientemente del estado en el que se encuentre, pasa a ser gestionada por estos nuevos valores.

Las señales implicadas y su gestión son las siguientes:

La comunicación serie utiliza los pines SIN y SCLK. La línea SIN es la de datos y SCLK la de sincronismo. El bit presente en SIN se transfiere al buffer de entrada del TLC5940 con un flanco de subida de SCLK. La velocidad de transmisión puede ir de 0 a 30 MHz. Los datos se deben transmitir comenzando por el bit más significativo (MSB).

El TLC5940 se puede colocar en dos modos distintos de recepción de datos:

- El primero es el modo "recepción de valores de brillo". En este modo el micro esperará una trama serie de 192 bits, consistente en los 16 valores de brillo (uno para cada canal), siendo cada uno una palabra de 12 bits. La transmisión debe ser completa, no se puede enviar el valor de brillo para un determinado canal, se deben enviar todos (16 palabras de 12 bits) aunque algunos permanezcan constantes. El orden de envío es del canal 15 al 0, comenzando en cada palabra de 12 bits por el MSB.
- El segundo modo es "recepción de valores de ajuste fino". En este modo el micro espera una trama de 96 bits, consistente en los 16 valores de ajuste fino de 6 bits cada

uno. Este modo funciona igual que el anterior, se debe enviar al completo, desde el canal mayor al menor (15 a 0) y comenzando por el bit MSB en cada palabra.

La señal que determina el modo e indica al TLC5940 "que datos va a recibir" es VPRG.

- Con VPRG a 0 se indica el modo 1, datos de brillo.
- Con VPRG a 1 se indica el modo 2, datos de ajuste fino.

La señal VPRG debe permanecer en el valor correspondiente durante toda la transmisión de la trama.

Por último, la señal que permite el paso de los datos del buffer a sus respectivos registros y la actualización de estos es XLAT. Cuando XLAT=1, los datos se transfieren. Cuando XLAT=0 los datos en los registros permanecen constantes. Vemos que XLAT actúa como el control de un biestable.

El modo de actuación de esta señal también está sujeto al estado de VPRG, es decir, XLAT actúa sobre los registros de brillo (GSn) cuando VPRG=0, y sobre los registros de ajuste fino cuando VPRG=1.

A esta señal XLAT le daremos un tratamiento parecido al de BLANK, es decir, procuraremos que sea un pulso sencillo y rápido, producido en el momento en el que tengamos el buffer de entrada previamente cargado, y deseemos actualizar los datos. A diferencia de la señal BLANK, la cual debemos de estar pendientes de generar cada 4096 pulsos de GSCLK, la señal XLAT solo la generamos cuando nos interesa cambiar los datos de los registros GSn o DCn.

Mencionar que aunque la actualización de los registros se puede realizar en cualquier momento, para evitar parpadeos y temblores en los leds en el momento de la actualización de valores, es conveniente esperar al fin de un ciclo del contador PWM.

En el instante en el que GSCLK ha dado 4096 pulsos y vamos a proceder a su reseteo mediante un pulso de BLANK, es un momento interesante para provocar el pulso de XLAT y actualizar valores.

No obstante la transmisión serie de los datos desde el microcontrolador, y su precarga en los buffers, se puede realizar en cualquier momento. Este módulo serie del TLC5940 es completamente autónomo del resto del integrado y no interviene en la parte PWM.