

Controlador para alterna 10A 220V (SCA-CA01)

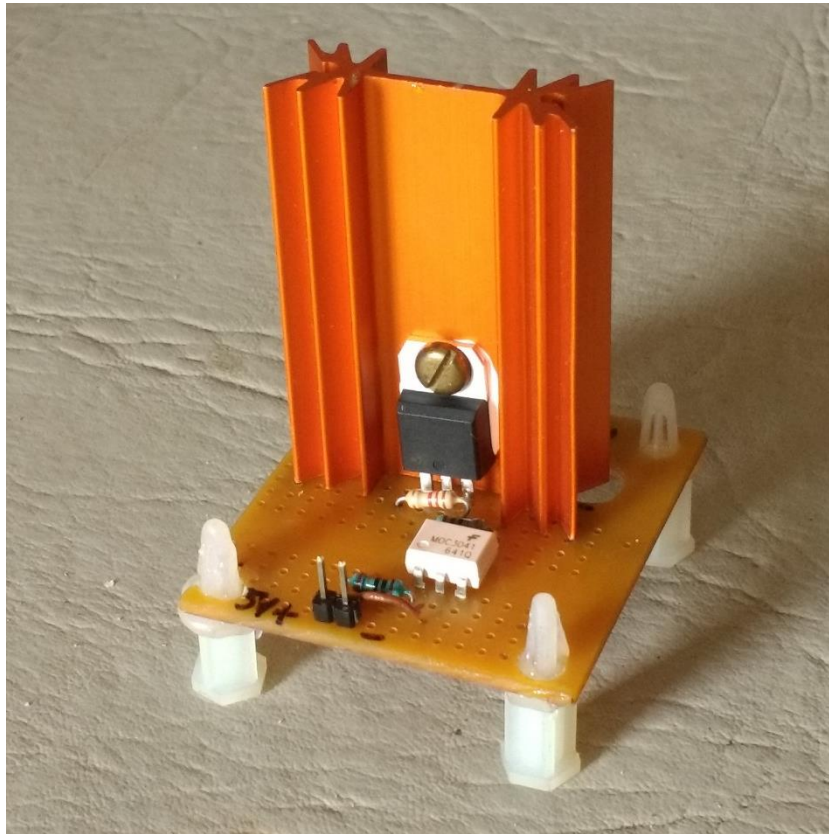


Figura 1. Triac y optoacoplador que constituyen un SSR (relé de estado sólido o solid state relay).

Nuestro objetivo es poder controlar desde Arduino la potencia de un equipo de hasta 1800W de potencia alimentado con corriente alterna. Para eso necesitamos un dimmer controlado con alguna señal digital. No podemos utilizar un relé. Pero el uso de transistores tiene la dificultad de que deben configurarse al menos dos transistores de potencia (uno para la tensión positiva y otro para la negativa). Entonces utilizamos un triac, componente semiconductor diseñado para este fin que funciona como una compuerta de alterna.

Viendo los dispositivos disponibles en el mercado, elegimos un BTA12-600C. Una de sus características más importantes es que tolera 12A eficaces de corriente cuando está en estado encendido, por lo que es apto para nuestra necesidad. Otra cuestión importante es que resiste tensiones de hasta 600V en su salida. Una característica particular del componente elegido, es que su encapsulado se encuentra eléctricamente aislado de la tensión de su salida (que puede llegar a más de 220V).

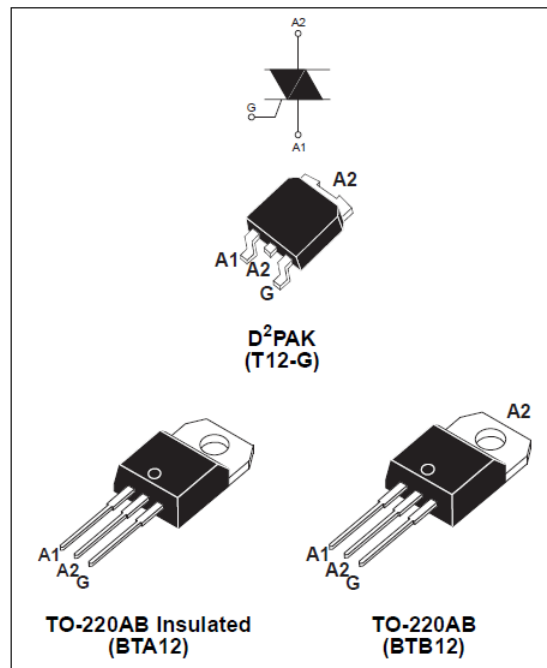


Figura 2. Triac BTA12-600C

El otro problema es cómo activar este triac desde Arduino sin que el controlador de potencia esté eléctricamente conectado. Esto tiene gran importancia ya que nos resguarda frente a posibles fallas que puedan generar altas tensiones en nuestro microcontrolador o incluso en el operador. Un relé nos serviría como aislante pero, nuevamente, no es apto para nuestra aplicación. Entonces buscamos un optoacoplador. El optoacoplador y el triac de potencia conforman un relé de estado sólido o SSL (*solid state relay*).

Los optoacopladores triac MOC3021 y MOC3041 permiten activar un triac de baja potencia. Estos optoacopladores de un lado son activados por una entrada de baja corriente (pines 1 y 2); y del otro activan su triac que funciona como una compuerta para corriente alterna (pines 6 y 4). De este modo evitamos tener que diseñar una fuente aparte para su salida ya que utilizamos directamente los 220V. Como todo triac, tanto estos opto-triac's como el BTA12 sólo podrán desactivarse cuando la señal de salida cruce por cero voltios.

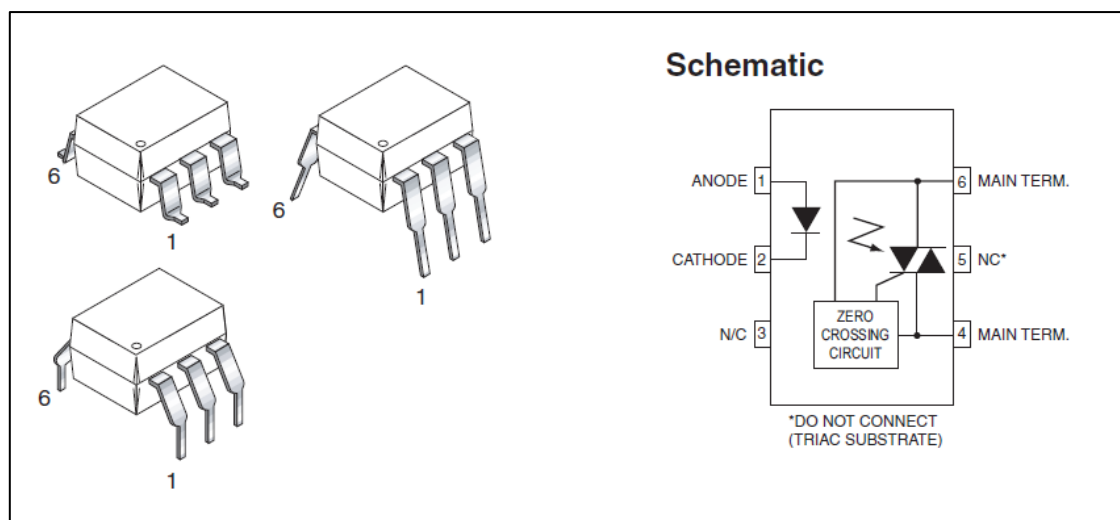


Figura 3. Optoacoplador triac MOC3041

La diferencia entre ambos optoacopladores es que el MOC3041 posee un circuito de detección de cero en su salida. Este circuito interno hace que sólo se encienda cuando su salida cruce por cero voltios. Es decir: sólo podrá activarse o desactivarse cuando la señal de salida cruce por cero. Esto evita activar fracciones de pulsos. Lo mínimo que podrá activarse es un pulso correspondiente al intervalo que va desde que la señal pasa por cero hasta que vuelve a pasar por cero, tal como se muestra en la figura 4. Una señal senoidal de 50Hz cruza por cero 100 veces por segundo. Por lo que el mínimo intervalo encendido es de 10ms. Esto puede ser útil para evitar ruidos en la línea y para determinados equipos. Pero el tiempo encendido más chico para una dimerización resultará ser esos 10mA. Mi frecuencia de dimerización deberá ser mucho más chica que 100Hz (preferentemente 10Hz o menor).

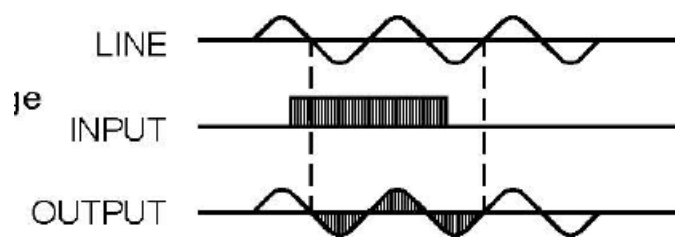


Figura 4. Encendido asincrónico de cruce por cero logrado por el MOC3041.

Para dimerizar la señal con una frecuencia mayor a 100Hz, necesito utilizar el MOC3021. La forma de lograrlo sería sincronizando los momentos de activación del triac de potencia en algún momento que vaya entre los cruces por cero. Como podrá apagarse recién cuando cruce por cero, el tiempo de encendido de cada pulso podrá variar entre 0% y 100%, tal como se muestra en la figura 5.

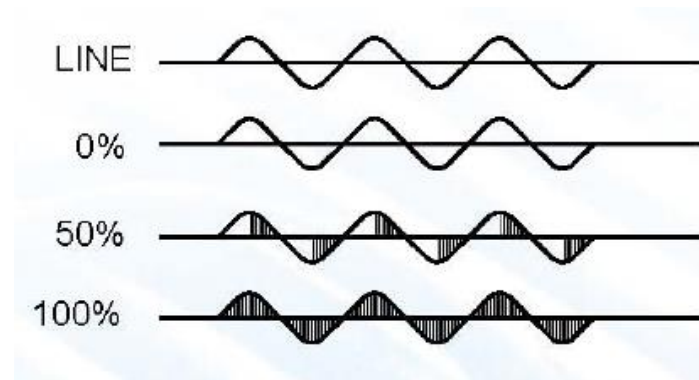


Figura 5. Encendido sincrónico, para el cual deberá utilizarse el MOC3021.

El circuito

¿Cómo conectar ambos equipos? Una forma sencilla es la señalada en la figura:

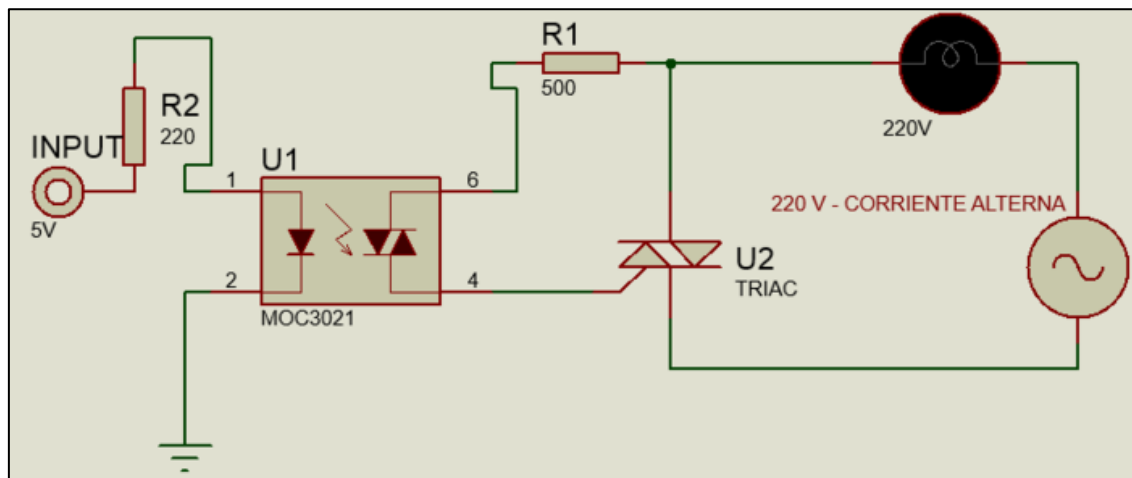


Figura 6. Circuito propuesto por Electroall¹.

Del lado izquierdo puede verse la entrada de 5V que entregaría una corriente de 15mA aproximadamente. Esta corriente enciende el led, que a su vez activa el foto-triac dentro del MOC3021. Con esa compuerta abierta, ahora pasará corriente a través de R1 y se activará el triac de potencia.

Otra variación de este circuito es el que aparece en la hoja de datos del MOC3041 elaborada por Fairchild²:

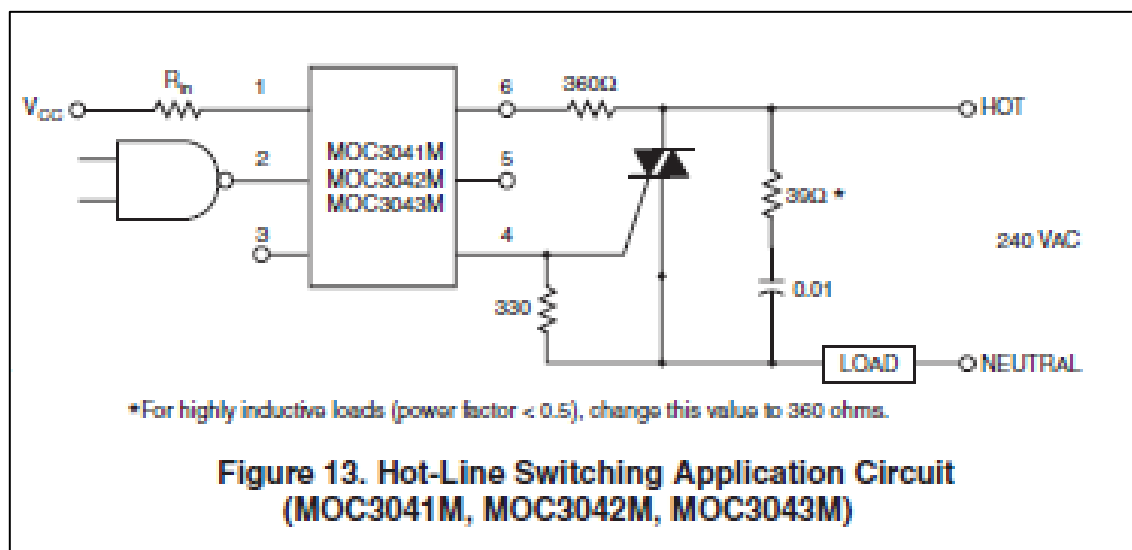


Figura 7. Circuito para propuesto por Fairchild para controlar alta potencia con señales pulsadas.

¹ Ver: <https://che-charls-electroall.webnode.es/optoacoplador-triac-moc-3021/>

² Fairchild Semiconductor, "MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M, MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M 6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)", junio de 2005.

Como podrá observar comparando ambos circuitos, en la figura 7 se agregó una resistencia de 330Ω que conecta el pin 4 con la carga. Es de suponer que esta resistencia es necesaria para el correcto funcionamiento del circuito interno de detección de cruce por cero. Otra diferencia es la resistencia y capacitor en serie, que funciona como un protector cuando la carga es altamente inductiva. Por lo demás, ambos circuitos (de figuras 6 y 7) son casi idénticos.

En el equipo armado para la materia, hemos incluido este circuito dentro de una caja aislante para prevenir accidentes eléctricos, con su correspondiente enchufe. Como entrada posee 4 pines: dos corresponden a la masa (0V) y I0, la entrada.

También se ha incluido en el circuito un detector de cero que puede ser tomado como entrada en el Arduino. De esta forma, es posible detectar el cero y actuar entonces sobre el SSR de modo de dimerizar su salida. Si conectamos los 5V en el pin de entrada VCC, en el pin Q0 podemos obtener 5V cada vez que la señal de línea cruza por cero. Sin embargo, aún sería necesario cambiar el MOC3041 incluido en el circuito por el MOC3021.

Abril de 2019.