

ELECTRÓNICA DE POTENCIA

ELECTIVA III

CONVERTIDORES DE ALTERNA A ALTERNA
CIRCUITOS INTEGRADOS PARA CONTROL DE TIRISTORES

ING. ROBERTO GIBBONS

A-5.36.1



CONVERTIDORES DE ALTERNA A ALTERNA

CIRCUITOS INTEGRADOS PARA CONTROL DE TIRISTORES

INDICE

- 1-1 INTRODUCCIÓN**
- 1-2 CIRCUITOS INTEGRADOS ESPECÍFICOS**
- 1-3 EL CIRCUITO INTEGRADO TCA 785**
- 1-4 OPTOACOPADORES**

Electrónica de Potencia

Circuitos integrados para control de tiristores

1-1 INTRODUCCIÓN

Se ha visto el tiristor como elemento de conmutación de potencia y sus características de disparo, se vieron también elementos de disparo, tales como:

- El oscilador de relajación, UJT, PUT, SUS, DIAC, Lámpara de Neón.
- Transformador de pulsos.
- Circuito desfasador.
- Circuito de encendido de cero voltaje.

De todos los sistemas vistos, se deduce que el disparo de tiristores se hace en casi la totalidad de los casos mediante pulsos angostos, pulsos anchos o ráfagas de pulsos angostos como se observa en la figura 1

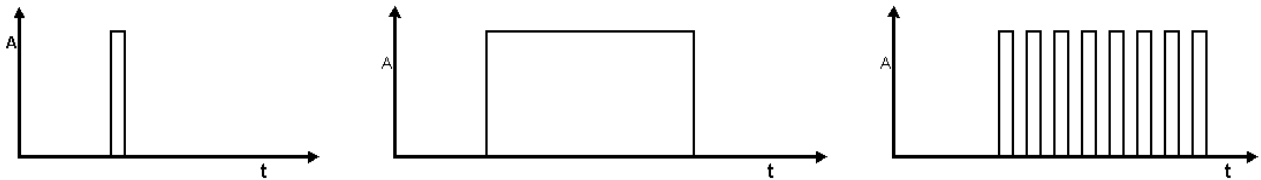


Figura 1

1-2 CIRCUITOS INTEGRADOS ESPECÍFICOS

Actualmente existen circuitos integrados para lograr dichos pulsos

Para comenzar el tema debe definirse previamente que es lo que se pretende obtener de los circuitos integrados para disparo de tiristores.

Si se debe controlar una carga de corriente alterna, el elemento de control de potencia será un triac o un conjunto de 2 S.C.R. en antiparalelo en el caso de monofásica y en el caso de trifásica, serán tres, ya sean triacs o pares S.C.R. en antiparalelo.

Por otra parte, para circuitos trifásicos será necesario que las tres fases estén equilibradas, para que las cargas en los tiristores resulten correctamente repartidas, dado que en altas potencias las tolerancias en los mismos es baja por una cuestión de costo, y un desequilibrio podría significar que la fase sobrecargada tenga sus tiristores fuera de rango permitido por el manual del fabricante. Esto destruirá a los tiristores de dicha fase y originará una reacción en cadena hacia los otros tiristores de la misma fase si es que hay varios en paralelo.

Si el circuito de control es realimentado, y en la mayoría de los casos lo es, cuando una fase falta por tiristores quemados, y si el control no dispone de elementos que detecten esto, dicho control "adelantará los ángulos de disparo para lograr la potencia requerida en la carga a costa de las otras dos fases, con la consecuente sobrecarga y posible destrucción de los restantes tiristores.

Siempre que controlemos alterna, será necesario que no existan componentes de continua dado que en la mayoría de los casos se esta en presencia circuitos magnéticos cuyos núcleos de hierros pueden llegar a saturar lo cual no es deseable.

Todos estos elementos exigen del circuito integrado de control que los pulsos que controlan el semi-ciclo positivo y el semi-ciclo negativo, estén desfasados 180 grados entre si.

Esta separación debe permanecer constante pero el desfase entre el comienzo de ciclo y el pulso debe ser graduable a voluntad. Angulo de encendido θ , De esta manera, se puede controlar la potencia eficaz en la carga .

Es evidente que para tener un desfase determinado entre el comienzo de ciclo y el pulso debemos tomar como referencia la onda de alterna de alimentación.

La señal mas cómoda para el manejo del integrado es la de tensión, y por este motivo la mayoría de los integrados comerciales son controlados por tensión.

Para el caso de control trifásico los pulsos que controlan cada fase deben tener un desfase de 120 grados entre si.

Una forma segura de lograr el desfase de 120 grados correspondiente a cada fase es tomar a cada fase como referencia, así de este modo tendremos como referencias las tres fases pero como control una sola señal de tensión que provendrá del circuito de control.

Con los requisitos hasta ahora comentados pueden resumirse (figura 2) las necesidades: controlable por tensión.

Pares de pulsos de salida desfasables a voluntad respectos de la línea de alimentación

Pulsos desfasados entre si 180 grados

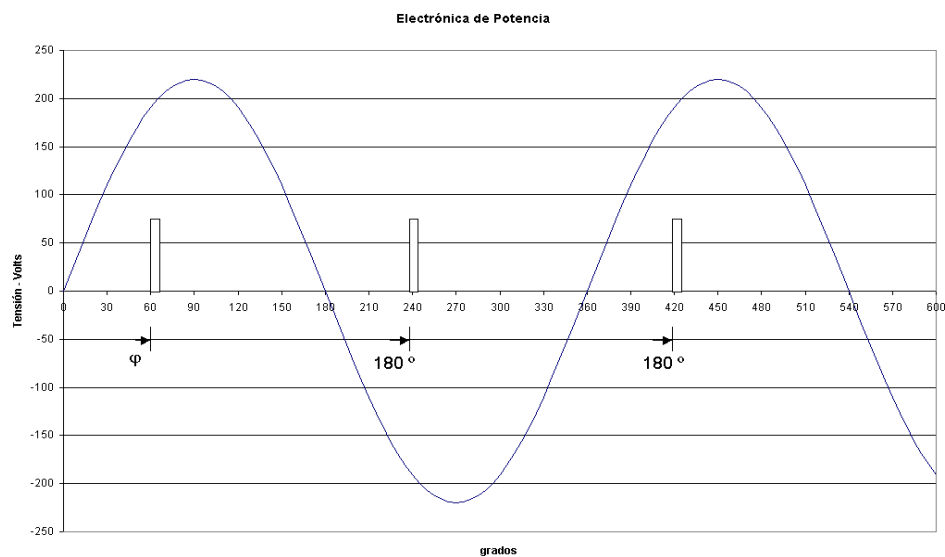


Figura 2

Una nueva condición, aparece en los circuitos de carga con componentes inductivos (carga R-L) cuando se pretende máxima conducción (comportamiento como si fuesen diodos).

Podemos observar en la figura 3, que el pulso debe estar en una posición exacta, si este se presenta un tiempo antes el tiristor no esta en condiciones de disparar y si se presenta un tiempo después, la onda de tensión no se aprovecha al máximo.

Cabe destacar que una exactitud tan grande no es facilmente lograble y por otra parte lo que puede variar es el tiempo que dura el semi-ciclo o la relación "L" "R" de la carga con lo cual el pulso de disparo debería estar siguiendo estas variaciones.

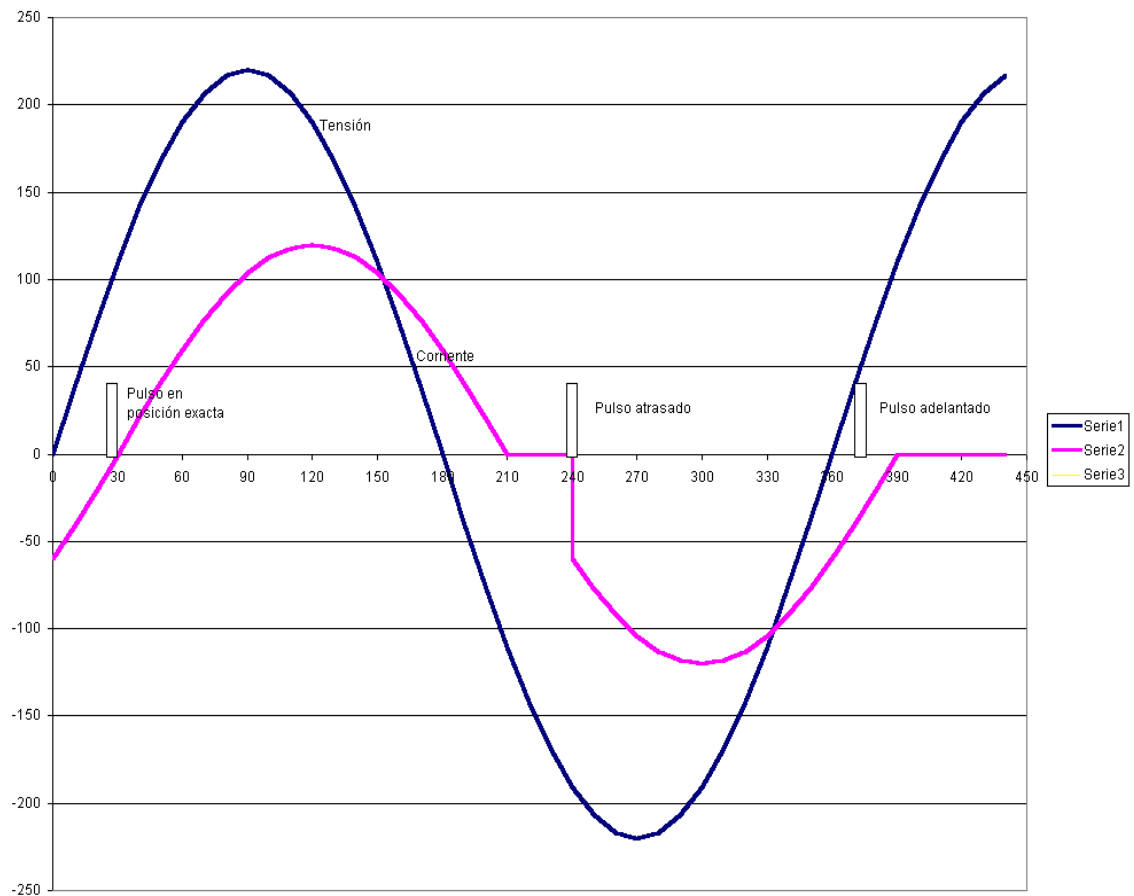


Figura 3

La solución para esto es disponer de pulsos mas anchos, que comiencen antes que se den las condiciones de conducción del tiristor, de tal forma que cuando estas se presenten el pulso ya esta aplicado y persiste, extinguiéndose luego de un tiempo suficiente para que el tiristor este realmente encendido, (t_{on}).

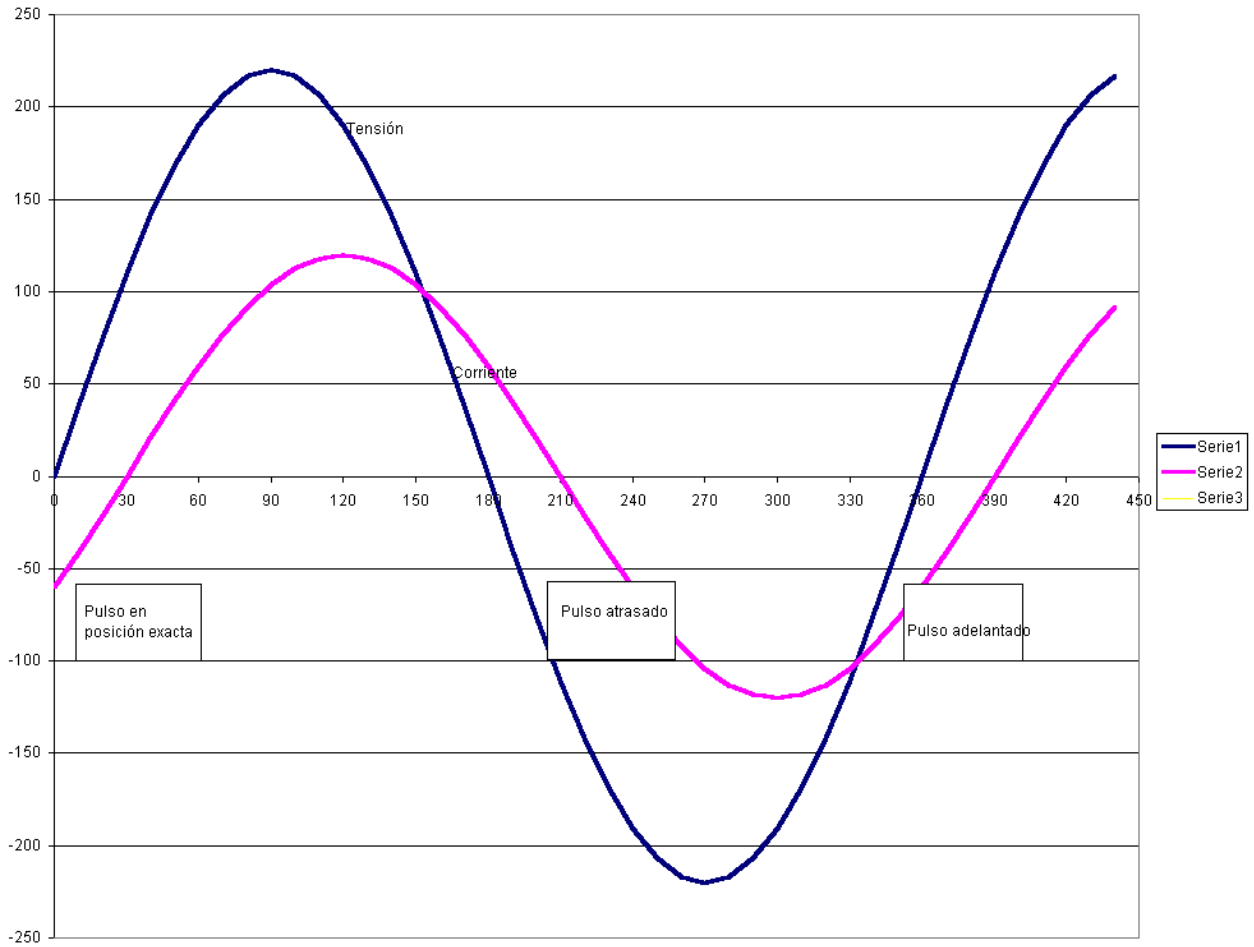


Figura 4

Podrá recordarse que esta condición también se exige en los circuitos de encendido de tiristores (cualquiera sea su modalidad circuital) para lograr que el pulso de encendido asegure un funcionamiento correcto de los mismos.

1-3 EL CIRCUITO INTEGRADO TCA 785

En la figura 5 se presenta un circuito integrado comercial de difundida aplicación y que analizaremos a continuación

El circuito que analizaremos es el TCA-785, (que es lo mismo que el TCA-780 excepto una diferencia en la potencia de salida, pero reemplazables pin a pin.

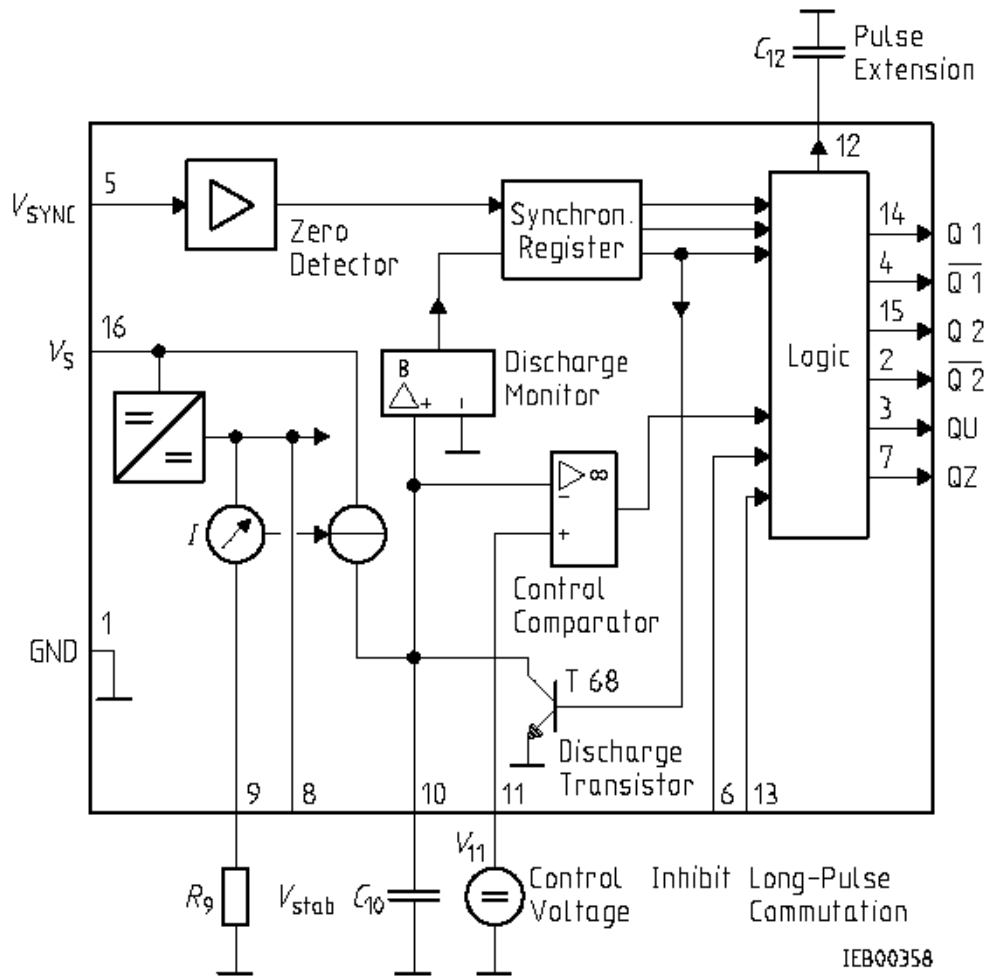


Figura 5

La alimentación es entre los pines 1 y 16.

El pin 5 es para la sincronización con la línea de alterna y va conectada a esta a través de una resistencia.

Entre pin 5 y tierra se colocan dos diodos en conexión anti-paralelo para limitar la tensión a 0,6 volts aprox.

El cambio de tensión entre -0,6 y +0,6 nos dará el cruce "0" de la onda de alterna.

El método usado para lograr el desfase phi es comparando una tensión continua que será nuestra tensión de control, (V11- el número indica el pin) con una diente de sierra sincronizada con la línea y cuyo periodo es igual a un semi-ciclo de la onda de alterna.

Esta rampa es generada por una fuente de corriente que alimenta un capacitor externo C10 y dicha fuente es controlada por una resistencia externa R 9.

Cuando se produce el cruce de la tensión V 11 con la rampa, el comparador envía una señal al circuito lógico del C.I. y este produce un pulso de salida.

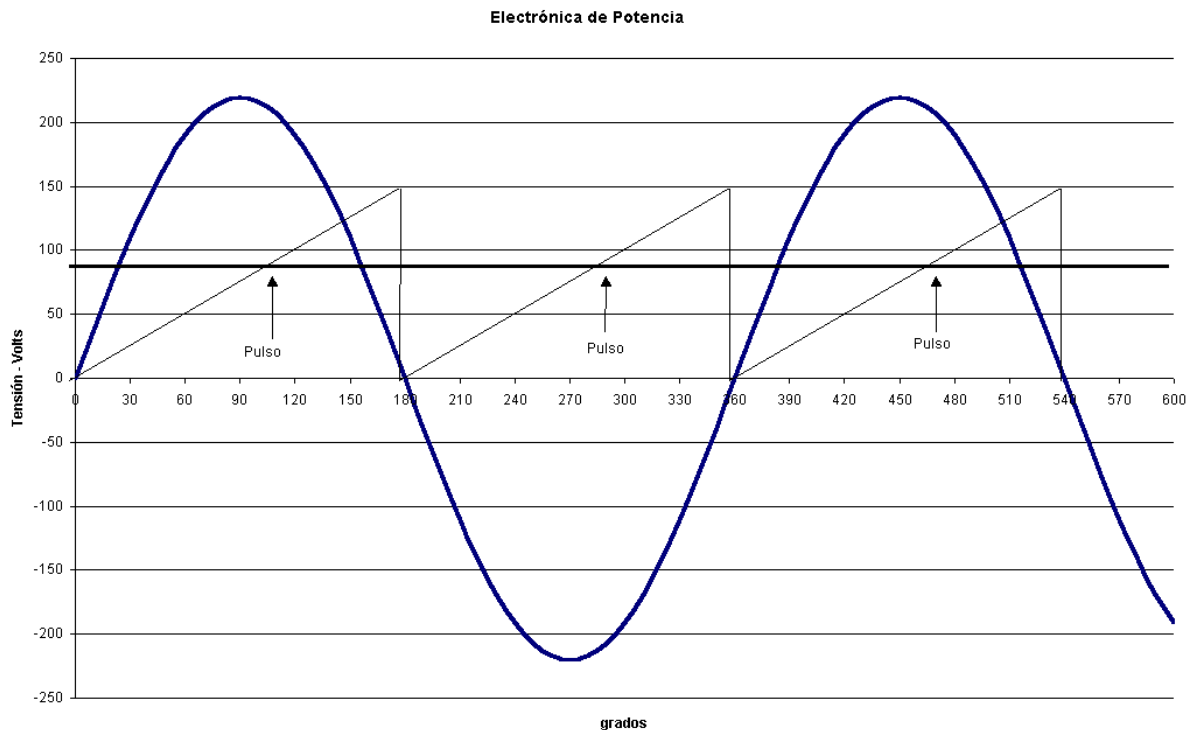


Figura 6 a

Cuando termina el semi-ciclo, el condensador es descargado a través de un transistor interno en un tiempo de aproximadamente 25 μ seg (0,5 % del semi-ciclo aprox.).

Dispone de una fuente estabilizada de corriente continua de 3,1 volts y tiene salida por pin 8, esta V 8 se puede usar a través de un potenciómetro para lograr la tensión V 11 en controles manuales.

El monitor de descarga indica al circuito lógico el estado del C 10.

El condensador C 12 determina el ancho de pulso que emite el circuito lógico. El valor lo da una fórmula suministrada por el fabricante. Si este cond. no se coloca, el pulso tiene un valor determinado dado por el fabricante.

Si el pin 12 se conecta a tierra hace que el pulso dure todo el semi-ciclo. ancho = $180^\circ - \varphi$.

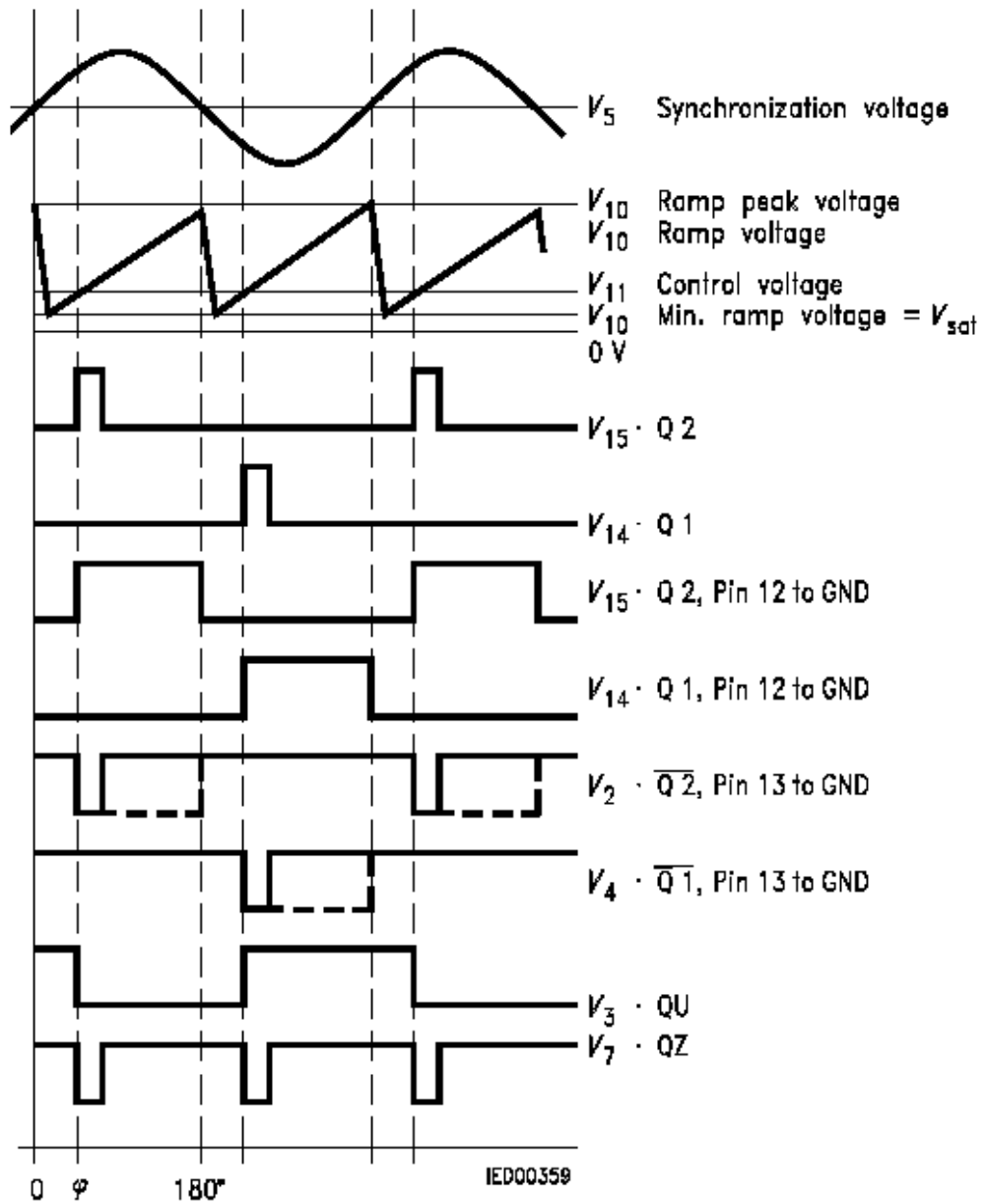


Figura 6 b

Si el pin 13 se conecta a tierra, el resultado puede observarse en el diagrama de pulsos de salida, de la figura 6 b.

El pin 6 se usa para inhibir el circuito lógico. Se puede usar para conectar circuitos de seguridad o para el control por "paquetes de semi-ciclos" que veremos mas adelante.

Los pines restantes 2-3-4-7-14-15, se pueden ver en la figura 6 b. En la siguiente figura se dan las características generales, donde se observa la formula del ángulo de desfasaje φ .

Characteristics (cont'd)
 $8 \leq V_S \leq 18 \text{ V}; -25 \text{ }^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85 \text{ }^\circ\text{C}; f = 50 \text{ Hz}$

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Test Circuit
		min.	typ.	max.		
Ramp generator						
Charge current	I_{10}	10		1000	μA	
Max. ramp voltage	V_{10}			$V_2 - 2$	V	1
Saturation voltage at capacitor	V_{10}	100	225	350	mV	1.6
Ramp resistance	R_9	3		300	$\text{k}\Omega$	1
Sawtooth return time	t_r		80		μs	1
Inhibit pin 6						
switch-over of pin 7						
Outputs disabled	V_{6L}		3.3	2.5	V	1
Outputs enabled	V_{6H}	4	3.3		V	1
Signal transition time	t_r	1		5	μs	1
Input current	I_{6H}		500	800	μA	1
$V_6 = 8 \text{ V}$						
Input current	$-I_{6L}$	80	150	200	μA	1
$V_6 = 1.7 \text{ V}$						
Deviation of I_{10}	I_{10}	-5		5	%	1
$R_9 = \text{const.}$						
$V_S = 12 \text{ V}; C_{10} = 47 \text{ nF}$						
Deviation of I_{10}	I_{10}	-20		20	%	1
$R_9 = \text{const.}$						
$V_S = 8 \text{ V to } 18 \text{ V}$						
Deviation of the ramp voltage between 2 following half-waves, $V_S = \text{const.}$	$\Delta V_{10 \text{ max}}$		± 1		%	
Long pulse switch-over pin 13						
switch-over of S8						
Short pulse at output	V_{13H}	3.5	2.5		V	1
Long pulse at output	V_{13L}		2.5	2	V	1
Input current	I_{13H}			10	μA	1
$V_{13} = 8 \text{ V}$						
Input current	$-I_{13L}$	45	65	100	μA	1
$V_{13} = 1.7 \text{ V}$						
Outputs pin 2, 3, 4, 7						
Reverse current	I_{CEO}			10	μA	2.6
$V_Q = V_S$						
Saturation voltage	V_{sat}	0.1	0.4	2	V	2.6
$I_O = 2 \text{ mA}$						

$$K = 1,1 \pm 20\%$$

Figura 7

En las figuras 8 y 9 vemos distintas configuraciones para control de alterna.

Los sistemas vistos hasta aquí, permiten lograr un control variable en forma continua en la carga, recortando la forma de onda.

Estos sistemas tienen el inconveniente de generar armónicas de ordenes elevados y con energía suficiente para producir interferencias en radio-frecuencia, las que interfieren en las comunicaciones y en circuitos de baja potencia que estén cerca.

También esas componentes armónicas afectan a la línea de alimentación, produciendo inconvenientes fuera del ámbito de la industria y afectando al medio.

Por estas razones, si es posible se usa el control por paquetes de semi-ciclos. Esto significa que la conmutación se produce en el comienzo de semi-ciclo, y se corta luego de varios semi-ciclos; luego se mantiene sin conducción otros tantos y nuevamente se repite la operación.

La forma de graduar la potencia entregada, es regulando la cantidad de semi-ciclos en conducción respecto a los de no conducción.

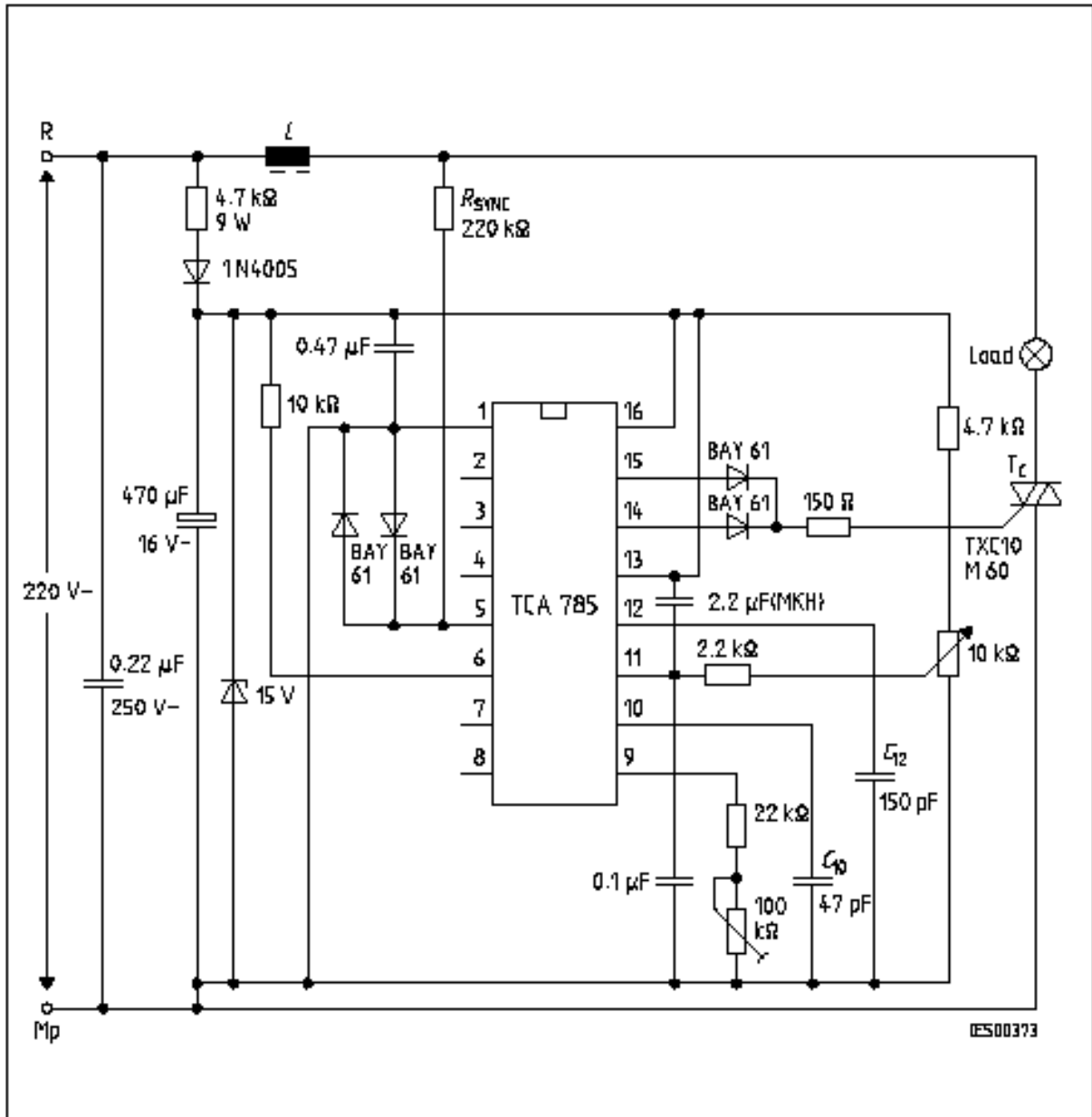


Figura 8

Esto forma es solo posible siempre y cuando lo permita el tipo de carga, tales como hornos donde la inercia térmica de los elementos calefactores produce una "continuidad" en la carga.

Otra aplicación es en soldadoras de punto, en este caso se busca también eliminar transitorios, que se originan debido a que la carga no es resistiva pura.

Para esta aplicación el C.I. debe tener conectado el pin 11 a tierra con lo cual el ángulo ϕ se hace igual a 0 y el control se efectúa con el pin 6.

En resumen, algunas de las ventajas son:

- Menores transitorios
- No emisión de radio-frecuencia
- Mayor duración en lámparas sometidas a gran cantidad de conmutaciones, tal como en semáforos etc.

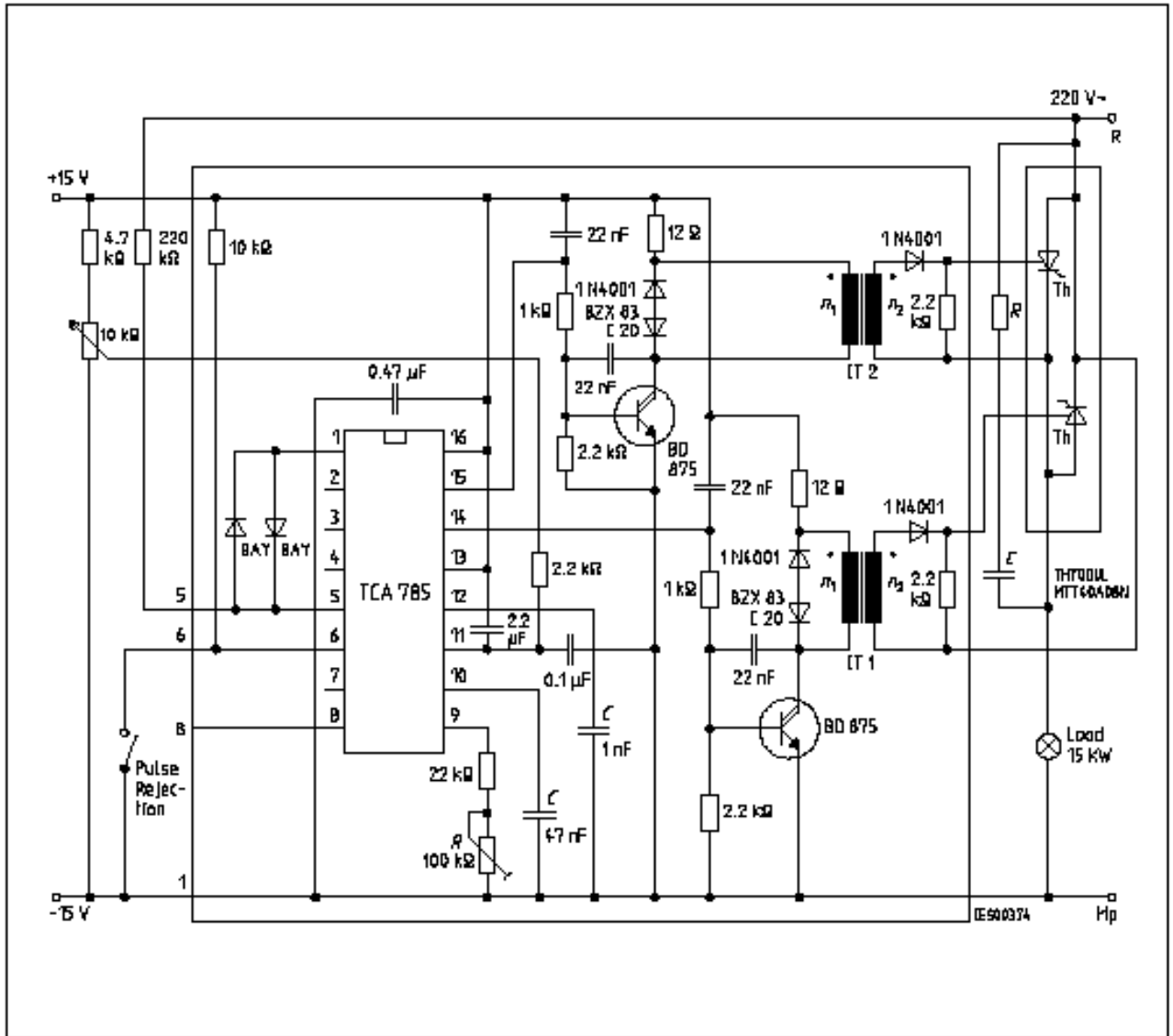


Figura 9

1-4 OPTOACOPADORES

Anteriormente, mencionamos que en el caso de control de alterna con triacs, se puede unir A1 y A2 del C.I. TCA-785 a través de diodos. Si queremos aislar galvanicamente, una solución es por medio de optoaisladores o optoacopladores tal como el "photo triacs driver" en lugar de un transformador de pulsos.

Estos elementos disponen de un diodo emisor de luz, LED que actúa como "primario" y galvanicamente aislado un triac que se excita luminicamente, o sea que el gate es actuado por la emisión del Led.

Al aplicar corriente al Led , el triac interno se dispara y este conmuta lo que esté conectado. Otros elementos tienen un tiristor en lugar de un triac.

En el caso que se quiera disparar ya sea un triac o un tiristor en el cruce cero de la tensión de alimentación, existe un optoacoplador más completo y en lugar de usar el CI TCA 785, se usa este que tiene incorporado un detector de cruce cero combinado con el disparo, de tal modo que cuando llega la señal del control para que el tiristor encienda, el CI "espera" al siguiente cruce cero y en ese preciso instante, dispara el gate. Como dijimos anteriormente sin transitorios posibles.