
CÓMO HACER MÁS EFICIENTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA BOBINA DE RUHKORFF¹

Miguel A. Cabrera

Elisa Colombo

Instituto Nacional de Física

Universidade Nacional de Tucumán

San Miguel de Tucumán –Argentina

Se propone una modificación sencilla a la bobina de Ruhmkorff para evitar el problema que presenta frecuentemente el contacto móvil que actúa como interruptor en el bobinado primario de la misma. Se lo reemplaza por un sistema de disparo accionado electrónicamente, con un circuito sencillo y de fácil montaje.

El objetivo es mantener como fuente de alta tensión, en los laboratorios docentes de física experimental, los carretes de Ruhmkorff que presentan una gran ventaja desde el punto de vista educativo, esto es, permiten visualizar fenómenos físicos como el de la inducción electromagnética, que quedan totalmente ocultas en otros elementos generadores de alta tensión.

La propuesta se enmarca en la línea de equipos de bajo costo que permiten continuar ampliar las prácticas que requieren alta tensión.

I. Introducción

En los laboratorios de física experimental de nivel universitario básico, se realizan prácticas de espectroscopía en las que se emplean tubos de descarga en gases, los que para producir el arco voltaico necesitan una tensión del orden de 10 KV. Es muy común recurrir a los carretes de Ruhmkorff para obtener esta tensión, sin embargo, éstos presentan habitualmente una serie de problemas, que analizaremos más adelante, los cuales obligan a reemplazarlos por sistemas más modernos.

Se propone realizar una modificación sencilla al equipo para seguir usándolo en forma casi original, rescatando un elemento que el alumno puede utilizar como “caja transparente”, es decir en la cual se visualizan las leyes del

¹ Artigo revisado por Philippe Humblé (Depto de Língua e Literatura Estrangeiras -UFSC).

electromagnetismo que intervienen, frente a generadores de alta tensión, más modernos, pero con la desventaja de ser usados como “caja negra”, que el estudiante emplea sin saber lo que ocurre en su interior (Colombo de Cudmani, L., 1989).

II. La bobina de Ruhmkorff y sus problemas característicos

Se denomina Bobina de Ruhmkorff a un transformador que permite obtener alta tensión a partir de una fuente de baja tensión en base a fenómenos de inducción electromagnética (Fig.1). El mismo esta compuesto por una bobina llamada primaria (arrollada sobre un núcleo de hierro laminado), un arrollamiento secundario de gran número de espiras y un interruptor automático (o contacto móvil) que abre y cierra en forma cíclica el circuito [E. Lamla, 1947].

El elevado valor de la tensión inducida en el secundario se debe a la brusca variación de la corriente primaria y a la alta relación de vueltas entre ambos bobinados. Valores típicos son del orden de 100 y 1000 vueltas para el primario y secundario respectivamente. En paralelo con el contacto móvil “k” hay una capacidad C, cuyo objeto es el de evitar el chisporroteo en el contacto y lograr la máxima tensión inducida. La corriente del bobinado primario, interrumpida por el contacto “k”, es muy intensa, del orden de 5A, para valores más usuales.²

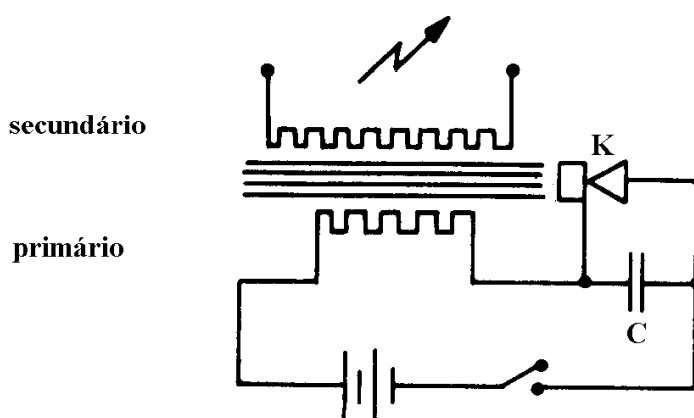


Fig. 1

Uno de los problemas que presenta el sistema original de las bobinas de Ruhmkorff es que la chispa en el contacto “k” no puede ser evitada ni con el capacitor, la que lo destruye, alterando su funcionamiento. Esto se manifiesta como una interrupción periódica de la descarga en el tubo. Una solución es

² La bobina de Ruhmkorff utilizada es una típica de laboratorio, adquirida para um laboratorio docente.

limar el contacto o platina hasta quitar la parte quemada. Si bien el problema queda salvado momentáneamente, esta operación desgasta la capa de metal duro que recubre el contacto, por lo cual se le quita vida útil al mismo. Otro inconveniente son las permanentes calibraciones que deben efectuarse en el contacto móvil para poder mantener el arco voltaico a buen nivel.

Debido a estos problemas surge la idea de hacerla funcionar independizándola del contacto móvil que hace de interruptor.

III. El circuito propuesto

Se propone un circuito eléctrico oscilante que produzca una variación brusca de la corriente primaria a fin de obtener la tensión inducida necesaria en el secundario. Luego de algunos ensayos se optó por utilizar el llamado oscilador de relajación, que se esquematiza en la Fig. 2.

El capacitor C se carga con una constante de tiempo R_1C hasta un determinado valor de tensión, al cual llamamos U , que una vez alcanzado cierra la llave a (Apéndice 1) así circula una corriente I_b a través del primario de la bobina B ésta crece hasta tomar un valor máximo, para luego disminuir y provocar la apertura de la llave a , interrumpiéndose la corriente, de esta manera se reinicia el ciclo de carga. La constante de tiempo de la descarga estará dada por R_2L , donde R_2 involucra la parte resistiva de la bobina primaria y la resistencia de contacto de la llave a , L es el valor de la inductancia de la bobina.

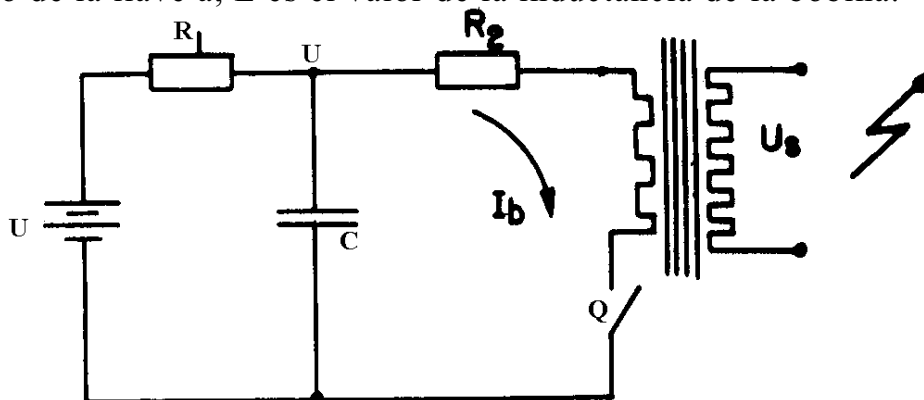


Fig. 2

III.1 Configuración circuital adoptada

En base al principio básico de funcionamiento del oscilador descrito en parágrafo anterior, el circuito adoptado es el que se muestra en la Fig. 3.

El diodo rectificador D carga el capacitor C hasta un valor positivo de tensión. A causa del divisor constituido por las resistencias R_2 y R_3 aparece en el punto X una tensión que dispara (o sea que cierra) al DIAC D_1 (Apéndice 2) y éste, a su vez, por medio de la compuerta (G) activa el TIRISTOR T ,

haciendo conducir corriente por el primario de la bobina, debido a la descarga del capacitor.

La tensión inducida en el secundario es $U_s = KNU$, donde N es la relación de vueltas de los arrollamientos primario y secundario respectivamente, K involucra el valor de la capacidad C y la inductancia de fuga del bobinado primario. El valor típico de K es entre 1 y 1,5(adim) [CIRCUITOS DE POTENCIA DE ESTADO SÓLIDO, 1978].

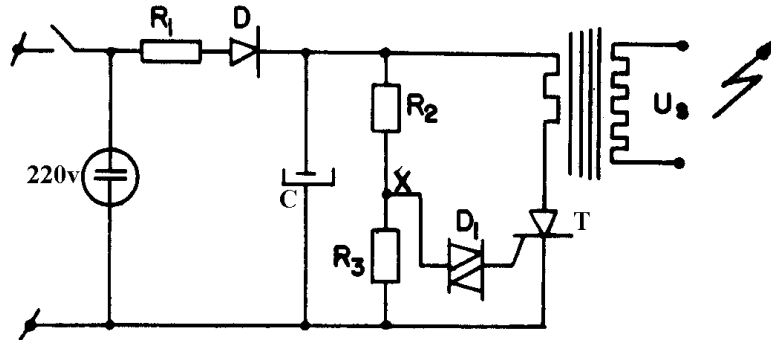


Fig. 3

Se puede ver en el esquema eléctrico la simplicidad del circuito en cuestión pues lleva sólo tres elementos semiconductores, un diodo rectificador (D), un diac (Di) y un tiristor (T) [MANUAL DE SEMICONDUCTORES DE SILICIO, 1983].

La resistencia R_1 desarrolla una potencia del orden de los 80 W. En general no es posible conseguir ese valor de potencia por lo cual se hace necesario un arreglo serie/paralelo de cuatro resistencias de 470Ω de 25 vatios cada una, como se indica en la Fig. 4.

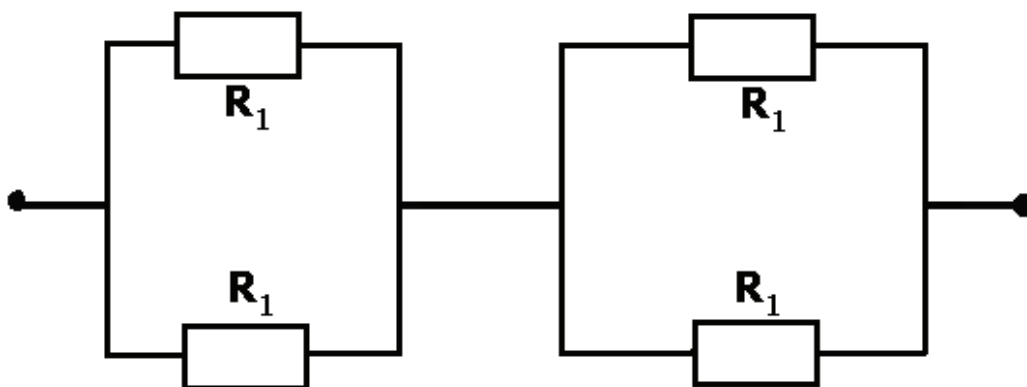


Fig. 4

Desde luego el sistema cuenta con un interruptor para su puesta en funcionamiento, una luz testigo de neón y un cordón de alimentación a 220 V de la red. Se debe prestar especial cuidado con la aislación del bobinado primario del carrete, así como en los contactos que serán conectados al circuito oscilador, pues el sistema está directamente alimentado de la red de 220 V.

Puede parecer que el hecho de reemplazar el contacto móvil por un circuito de disparo electrónico introduce de nuevo una “caja negra” para el estudiante. Sin embargo, la sencillez del circuito propuesto permite mantener en forma original el principio de funcionamiento de la bobina.

IV. Conclusiones

Retomar el uso de los carretes de Ruhmkorff en las experiencias que se realizan en los laboratorios introductorios de las carreras de ingeniería presenta una serie de ventajas importantes, ya que orientan al estudiante hacia el aprendizaje significativo de la Física.

En efecto:

-Los instrumentos y equipas no aparecen como cajas negras cura único objetivo es el manejo de diales.

-se rescatan los principios físicos involucrados en ellos.

-se introduce a los estudiantes en el manejo de circuitos electrónicos.

-el uso de los carretes para la alimentación de los tubos de descarga, con la modificación señalada en el trabajo, permite economizar tiempo, dinero Y esfuerzo pues por un lado se trabaja con un equipo de alimentación de menor casta y por el otro, basta con cerrar un interruptor para iniciar la descarga en el tubo, evitándose de este modo complicadas Y delicadas calibraciones.

Referencias

1. CIRCUITOS de potencia de estado sólido. Buenos Aires. Arbó, 1978. SP-52. RCA.
2. COLOMBO DE CUDMANI, L. Metodología de la investigación científica. San Miguel de Tucumán: UNT 1989. Notas, Escuela de luz y visión.
3. LAMLA, E. Compendio de física. Barcelona: Labor, 1947.
4. MANUAL de semiconductores de silicio. Buenos Aires: Emede, 1983.
5. MILLMAN y HALKIAS. Dispositivos y circuitos electrónicos. Madrid: Pirámide, 1974.

Agradecimientos

Agradecemos muy especialmente las sugerencias realizadas por la Lic. Leonor Colombo de Cudmani y la Lic. Marta Pesa, Profesoras Titular y Adjunta respectivamente de la Cátedra Laboratorio de Física Experimental I y II. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. UNT.

Apéndices

1- Tiristor:

Estas son dispositivos llamados de cuatro capas (PNPN). Son interruptores de estado sólido, cuya conducción puede ser controlada polarizando adecuadamente un terminal llamado compuerta (gate). El dispositivo tiene tres electrodos llamados Cátodo, Ánodo, y la compuerta. El valor de la corriente que circula por el tiristor en estado de conducción directa sólo está limitada por el circuito externo al mismo. El tiristor deja de conducir cuando la corriente que por el circula es menor que un valor llamado corriente de mantenimiento (I_h). Durante su funcionamiento el dispositivo genera calor por lo cual se hace necesario el uso de un disipador [CIRCUITOS DE POTENCIA DE ESTADO SOLIDO, 1978].

2- Diac:

Los diodos de disparo, conocidos frecuentemente como DIACS, son dispositivos de avalancha simétricos de tres capas que rompen con un valor determinado de tensión (entre 27 y 37 voltios), llamada tensión de ruptura. Esta ruptura se produce en una región de resistencia negativa [CIRCUITOS DE POTENCIA DE ESTADO SOLIDO, 1978], [Millman y Halkias, 1974].

Listas de materiales

Tiristor: TIC 126 I.

Diac: 1/2 W

Resistencias: $R_1=470 \Omega$ x 25 W (ver texto)

$R_2= 36K\Omega$ x 1/2 W

$R_3= 1M\Omega$ x 1/2 W

Diodo: 5A x 500v

Capacitor: 16uF x 450v

Llave interruptora de 220v x 3A

Luz testigo de Neón para 220V

Cordón de alimentación a 220V

Disipador de calor: Aluminio de 50x50 mm y espesor 5mm

Varias: estaño, alambre, tornillos, etc.