

ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

Para incorporar la electrónica en el circuito de encendido a fin de superar las limitaciones impuestas por el ruptor en los sistemas de encendido convencionales, las primeras realizaciones consistieron en controlar la corriente del primario mediante un transistor: éste se utiliza como amplificador. De esta forma, los contactos del ruptor interrumpen la débil corriente de base del transistor mientras entre emisor y colector se controla la corriente del primario. Al interrumpir la corriente de base del transistor, éste se bloquea e interrumpe la corriente del primario de la bobina de encendido.

Incorporar un transistor al sistema de encendido en la forma descrita proporciona dos ventajas: primera, alargar la vida de los contactos del ruptor; segunda, utilizar una bobina con menos resistencia y menos espiras en el primario.

Por un primario con menos resistencia pasa mayor intensidad y se consigue un campo magnético con más líneas de fuerza. y el menor número de espiras en el primario reduce el valor del coeficiente de autoinducción; consecuentemente, el tiempo que tarda en formarse el campo magnético es menor.

ESQUEMA BASICO

El circuito básico de un encendido transistorizado está formado por un transistor llamado "de potencia". Este transistor substituye en sus funciones al ruptor. El emisor del transistor de potencia está conectado al primario de la bobina: el colector, a masa; y la base a los contactos del ruptor (figura 31).

Cuando se abren los contactos del ruptor, el transistor de potencia se queda sin señal de base y se bloquea e impide el paso de corriente por el primario de la bobina de encendido.

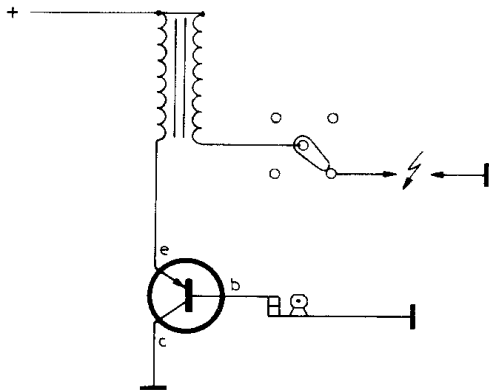


Figura 31. Esquema elemental de un encendido transistorizado con un solo transistor.

Para conseguir un corte más rápido de la corriente del primario podemos disponer otro transistor llamado "de mando" cuyo circuito emisor-colector controle la corriente de base del transistor de potencia. Ahora los contactos del ruptor deberán controlar la corriente de base del transistor de mando. Gracias a esta disposición, el transistor de mando modula la señal analógica generada por el ruptor durante la apertura de sus contactos y la transforma en una señal con un frente de salida más vertical que produce un bloqueo más rápido del transistor de potencia (figura 32).

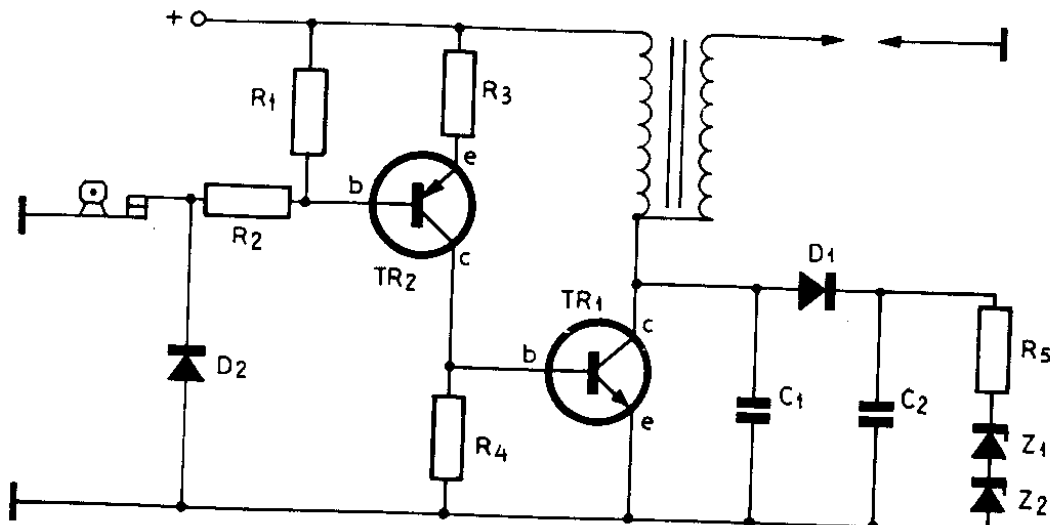
Este esquema para controlar la corriente del primario de la bobina de encendido formado por dos transistores, uno de mando y otro de potencia, es común a todos los sistemas de encendido electrónico. Entre los encendidos electrónicos encontraremos sistemas donde el ruptor se substituye por un generador de impulsos o por captadores sobre el volante de inercia; en sus circuitos hallaremos transistores,

resistencias, diodos y condensadores cuyo cometido es proteger o modular y amplificar las señales, pero siempre hay dos transistores, el de mando y el de potencia; tanto es así que existe un componente electrónico, denominado Darlington, que incluye en un solo cuerpo de silicio los dos transistores conectados para aprovechar al máximo la corriente del primario y obtener un bloqueo eficaz del transistor de potencia.

REALIZACIONES PRÁCTICAS

Para una correcta actuación de los dos transistores, el de mando y el de potencia, necesitaremos en el circuito las resistencias adecuadas para limitar la corriente de los contactos del ruptor, la corriente de base del transistor de mando y la corriente de base del transistor de potencia. La resistencia utilizada para limitar la corriente de base del transistor de potencia puede ser la misma resistencia de carga del emisor del transistor de mando.

Completarán el circuito, como elementos de protección, un condensador y un diodo zener, que protegerán al circuito *E-C* del transistor de Potencia contra las corrientes de ruptura originadas en el primario.



R1 470 ohms 1/2W	TR1 BU208A
R2 82 ohms 1/2W	TR2 BD140
R3 18 ohms	C1 y C2 10000 pF 1000V
R4 22 ohms 2W	D1 y D2 1N4007
R5 100 ohms 1W	Z1 y Z2 150 Volts 1W

Figura 33. Esquema completo de un encendido transistorizado. Las resistencias vienen indicadas con su valor óhmico y la potencia que deben soportar; los transistores y los diodos se indican por la denominación del fabricante; los condensadores se indican por su capacidad y la tensión máxima que deben soportar; por último, los diodos zener se indican por su tensión de disrupción y la potencia que deben soportar.

Tal como podemos apreciar en la figura 33, en el esquema del circuito de encendido

transistorizado, $TR 1$ es el transistor de potencia, un transistor NPN, cuyo colector está conectado al primario de la bobina de encendido, cuyo emisor está unido a la línea de masa y cuya base recibe tensión positiva cuando el transistor de mando $TR2$ conduce.

La corriente de base del transistor de mando es controlada por los contactos del ruptor. Este transistor es de tipo PNP, su base recibe tensión negativa a través de los contactos del ruptor; las resistencias $R 1$ y $R 2$ limitan la corriente de los contactos del ruptor además de polarizar la base del transistor de mando.

Efectivamente, el valor óhmico de $R1$ es mayor que el de $R2$, en consecuencia, el transistor de mando recibe una señal negativa cuando se cierran los contactos del ruptor, porque la caída de tensión entre el terminal positivo y la base de $TR 1$ es mayor que la creada por $R 2$ entre la base del transistor y masa.

Cuando se abren los contactos del ruptor, dejan sin señal de base a $TR2$ que, a su vez, deja de conducir entre emisor y colector. El bloqueo de este transistor elimina la señal de base del transistor de potencia, el cual a su vez se bloquea y corta la corriente en el primario.

La corriente en los contactos del ruptor debe tener valores comprendidos entre los 5 y 10 miliamperios; de los dos valores, el mínimo permite a la chispa de ruptura limpiar la superficie de los contactos del ruptor. De adoptar valores inferiores, no se limpiarán las superficies de los contactos, se acumulará entre ellas grasa y suciedad con el consiguiente aumento de la resistencia óhmica en los contactos del ruptor. Si se adoptan valores por encima de los 10 miliamperios entramos dentro del campo del desgaste de los platinos por salto de chispa.

La resistencia $R3$ es la de carga del transistor de mando; $R4$ crea una caída de tensión entre la base del transistor de potencia y masa, por lo que la tensión de base del transistor de potencia es positiva y el transistor de mando conduce.

El transistor de potencia no lleva resistencia de carga para evitar limitaciones de la corriente del primario; TRI está protegido de las crestas de tensión mediante el circuito formado por tres ramas dispuestas en paralelo con su circuito $E-C$. A su vez, las ramas están formadas por los diodos zener, los condensadores CI y $C2$, y la resistencia $R5$. Cuando el transistor de potencia comienza a conducir, se cargan los dos condensadores y su carga disminuye los efectos de la contracorriente inducida en el primario. Una vez cargados deja de circular corriente por las ramas del sistema paralelo, bloqueado por los diodos zener y la carga de los condensadores. La corriente del primario va a masa por el circuito emisor-colector del transistor.

Al abrir los contactos del ruptor, TRI se bloquea y los dos diodos zener permiten el paso de extracorrientes superiores a los 300 V. Esta extracorrente, al circular, descarga los condensadores y es amortiguada por la resistencia $R 5$.

El diodo DI bloquea la corriente de descarga de los condensadores; este bloqueo convierte las ramas de los diodos zener y del condensador $C2$ en un circuito oscilante por la sucesiva carga y descarga del condensador hasta que la diferencia de tensión entre sus armaduras -gracias al efecto amortiguador producido por las caídas de tensión en $R 5$ - desciende a valores inferiores a los 300 V. El diodo $D2$ permite la descarga de los condensadores a través de los contactos del ruptor cuando se cierran para restablecer las condiciones iniciales.

POSIBILIDADES DE ADAPTACION

Prácticamente este circuito se puede acoplar a cualquier motor. En primer lugar se prepara una placa de circuito impreso con las pistas de cobre dispuestas tal como indica la figura 34. Los componentes se montan en la placa y se sueldan con estaño sobre las pistas las patillas de conexión de

los componentes; el transistor de potencia se monta sobre un radiador para facilitar su refrigeración (figura 35).

Después de acabado el circuito, se acopla de manera provisional al motor para verificar su funcionamiento. Si el sistema funciona correctamente, procederemos a instalarlo en el automóvil. Se empieza por cubrir los componentes con silicona para protegerlos de las vibraciones, se encierra luego el conjunto dentro de una caja; de la caja deberán asomar los cables de conexión y se sujeta la caja al chasis del automóvil en un lugar ventilado lejos de las fuentes de calor del motor.

Resulta fácil encontrar en tiendas de componentes electrónicos los elementos del encendido transistorizado propuesto e incluso diversos modelos de encendido transistorizado preparados para su montaje (con componentes, circuitos impresos realizados y caja de protección incluidos). También se puede buscar montajes Darlingtón, como el BDX55, para utilizarlos en vez de los transistores *TR1* y *TR2*; con este cambio el montaje es más compacto. El Darlingtón debe montarse sobre un disipador.

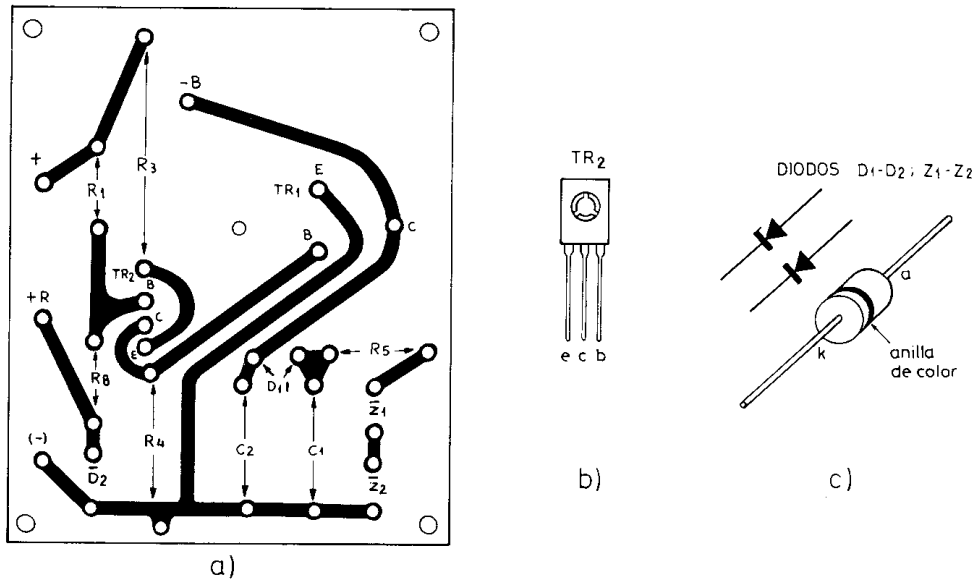


Figura 34. a) Pistas del circuito impreso para montar el encendido electrónico del esquema de la figura 33, con indicación de la ubicación de los componentes en el dibujo de las pistas; b) manera de identificar las conexiones de los transistores y c) de los diodos.

Si efectuamos este montaje en un motor sin cambiar la bobina de origen, podremos eliminar el condensador del delco. Este montaje nos proporcionará una ligera mejora de la chispa de encendido pues el transistor de potencia cortará de manera más rápida la corriente del primario y, además, aumentaremos la vida del ruptor.

Encontrar una bobina cuyo primario responda a las exigencias del encendido transistorizado resulta más difícil pues no suele haberlas en el mercado, y aprovechar y acoplar la de un encendido electrónico, si no podemos verificar sus características, puede no resultar conveniente en el encendido transistorizado.

Si nos decidimos a construir nuestro propio encendido transistorizado, es necesario tener cuidado de efectuar correctamente las soldaduras entre los componentes y el circuito impreso. Asimismo es importante que las pistas no tengan ningún corte y sean anchas; debemos tomar la precaución al soldar diodos y transistores de no calentar excesivamente sus terminales de conexión, pues son elementos muy sensibles al calor.

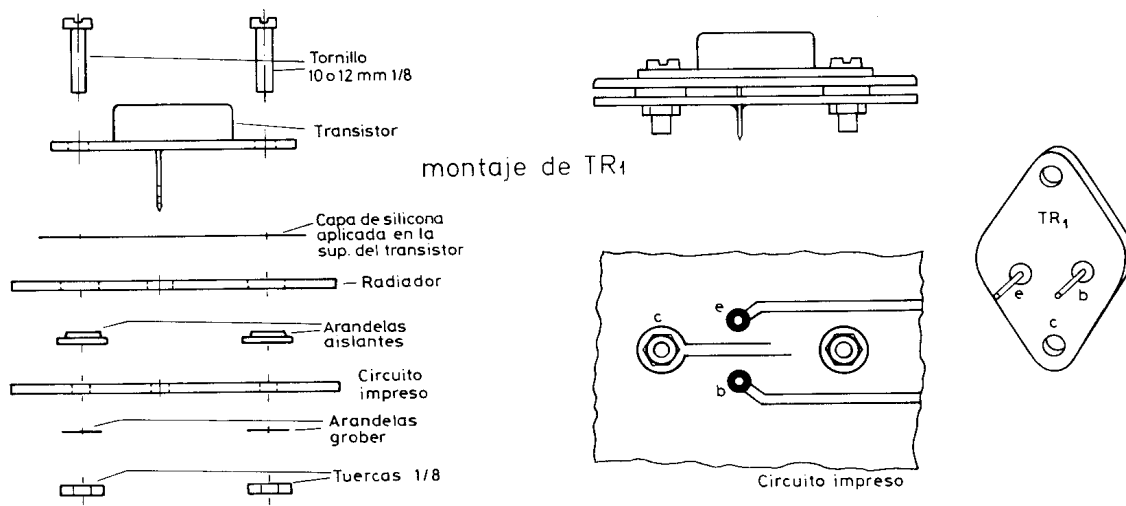


Figura 35. Manera de instalar el transistor de potencia en el circuito impreso.