

**Solución para los ejercicios 4 (parte2)- 5-6-7-8** (versión 2-9-20)

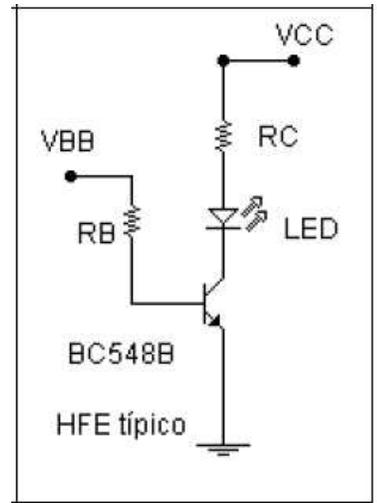
**Solución ejercicio 4 (parte 2)**

Lo importante a entender del enunciado de este problema es que se pide que el TBJ este saturado, pero que a la vez encienda el LED en cierta condición de trabajo,  $V_{LED} = 2,5\text{ v}$   $I_{LED} = 30\text{ mA}$ , lo que solo deberá ocurrir cuando el transistor se sature..

Con esta información circulamos por la malla de salida.

$$VCC - IC.RC - V_{LED} - VCE = 0$$

Pero como el TBJ esta saturado  $VCE = 0,1\text{v}$  y la  $IC = I_{LED} = 30\text{ mA}$



Entonces podemos despejar RC :

$$RC = \frac{VCC - V_{LED} - VCE}{IC}$$

A continuación **normalizamos** RC.

La elección de esta resistencia en las condiciones planteadas limita a la vez la corriente IC a un valor máximo próximo a 30 mA.

Ahora viene un concepto clave, debemos elegir una RB de modo tal que circule una corriente IB y el transistor intente multiplicarla por su HFE ( $IC = HFE \cdot IB$ ) nos dé como resultado una corriente de colector superior a la que puede circular como máximo.

Para calcular la IB circulamos por la malla de entrada:

$$VBB - IB.RB - VBE = 0$$

y despejamos IB.

Donde VBB es el valor de dicha fuente y como siempre, sabiendo que esta el transistor saturado,  $VBE = 0,7\text{v}$ . La elección de RB debe saturar el transistor.

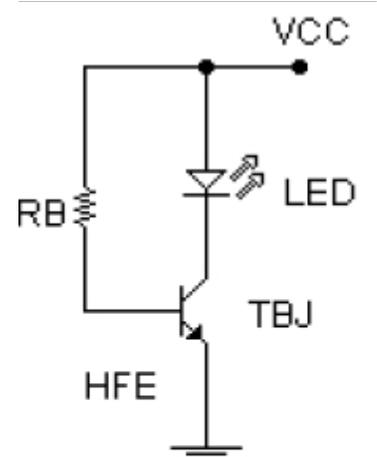
**Solución ejercicio 5**

Circulará una corriente de base que podemos calcular circulando por la malla de entrada.

$$VCC - IB.RB - VBE = 0$$

$$IB = \frac{VCC - VBE}{RB}$$

El TBJ debe estar en la zona activa, de lo contrario como no hay resistencia de colector, el LED se podría dañar si no limitamos la corriente. Es el TBJ el que limita la corriente en este circuito y evita que se quemé el LED.



La corriente será amplificada por el TBJ:

$$IC = IB.HFE$$

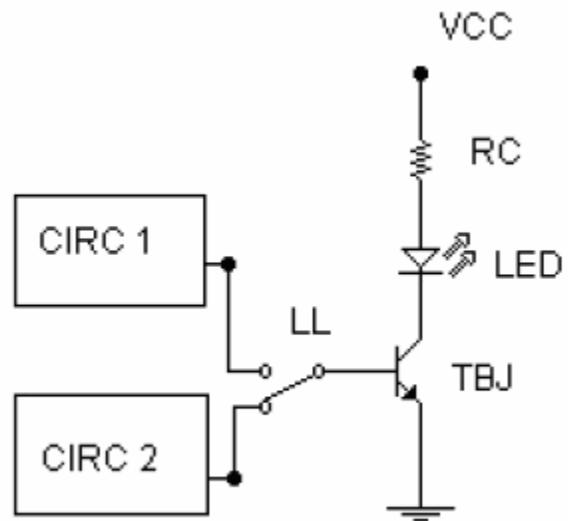
Deberemos elegir adecuadamente la RB para que la corriente que circule por el colector (IC) sea la deseada para encender el LED en la condición pedida en el problema, es decir 30 mA.

**Solución ejercicio 6**

Este ejercicio tiene dos partes, ya que lo se pide es que diseñe el CIRCUITO 1 y el CIRCUITO 2, o sea lo que habría dentro de ellos.

Si queremos ver que hay en el circuito, pensemos que lo que se desea es encender el LED estando el TBJ saturado. Esto Ud, ya lo realizo en el ejercicio 4 parte2.

Pero piense que pasaría si en lugar de agregar otra fuente llamada VBB, simplemente usa la VCC con una resistencia RB.



**El circuito 1 quedaría:**

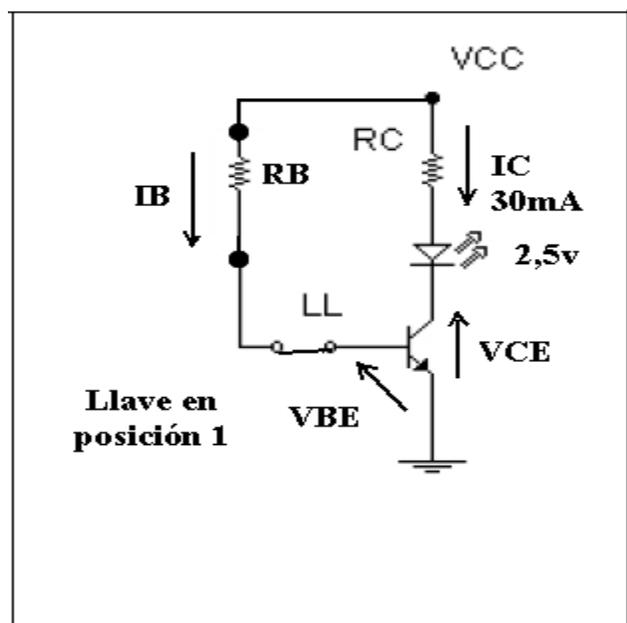
De acá en más, como ya se mencionó, el circuito se resuelve como el 4 parte2. O sea:

Circulamos por la malla de salida.

$$VCC - IC.RC - VLED - VCE = 0$$

Pero como el TBJ esta saturado

$$VCE = 0,1v \text{ y la } IC = ILED = 30 \text{ mA}$$



Entonces podemos despejar RC :

$$RC = \frac{VCC - VLED - VCE}{IC}$$

A continuación **normalizamos** RC.

La elección de esta resistencia en las condiciones planteadas limita a la vez la corriente IC a un valor máximo próximo a 30 mA.

Ahora viene un concepto clave, debemos elegir una RB de modo tal que circule una corriente IB y el transistor intente multiplicarla por su HFE ( $IC = HFE \cdot IB$ ) nos dé como resultado una corriente de colector superior a la que puede circular como máximo.

Para calcular la IB circulamos por la malla de entrada:  $VCC - IB.RB - VBE = 0$

y despejamos IB.

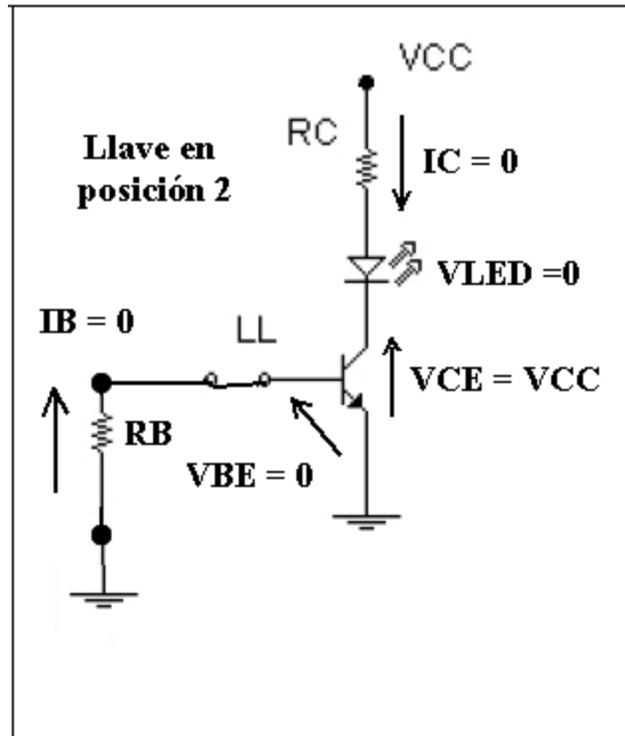
Donde VBB es el valor de dicha fuente y como siempre, sabiendo que esta el transistor saturado,  $VBE = 0,7v$ . La elección de RB debe saturar el transistor.

**El circuito 2 quedaría:**

Donde observamos que de este modo el transistor se encuentra en **corte**.

La corriente de base (**IB**) vale cero.

La tensión **VBE = 0** o sea que la juntura base emisor no está polarizada, y por lo tanto  $I_C = 0$ , estando el LED apagado.



**Solución ejercicio 7**

En este ejercicio debemos notar que el motor se encuentra trabajando en ciertas condiciones. Dice el enunciado que el motor teniendo 3V en sus bornes, toma una corriente de 100mA.

Dado que la VCC es una tensión superior a la del motor, nos lleva a conclusión de que el transistor debe estar en la zona activa. Es decir la diferencia de tensión entre VCC y la tensión del motor (3V), deberá caer entre colector y emisor del transistor, o sea VCE es mayor a 0,7v.

Por lo tanto conociendo la corriente de colector, que debe ser 100mA, y sabiendo que se encuentra en la zona activa, podremos mediante la fórmula  $I_C = HFE \cdot I_B$ , calcular la corriente de base. Obviamente despejando  $I_B$ , o sea:

$$I_B = I_C / HFE$$

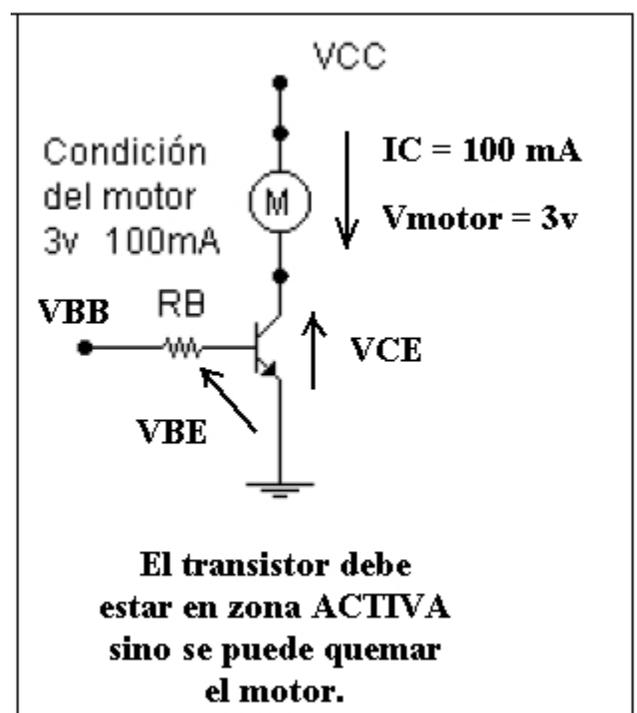
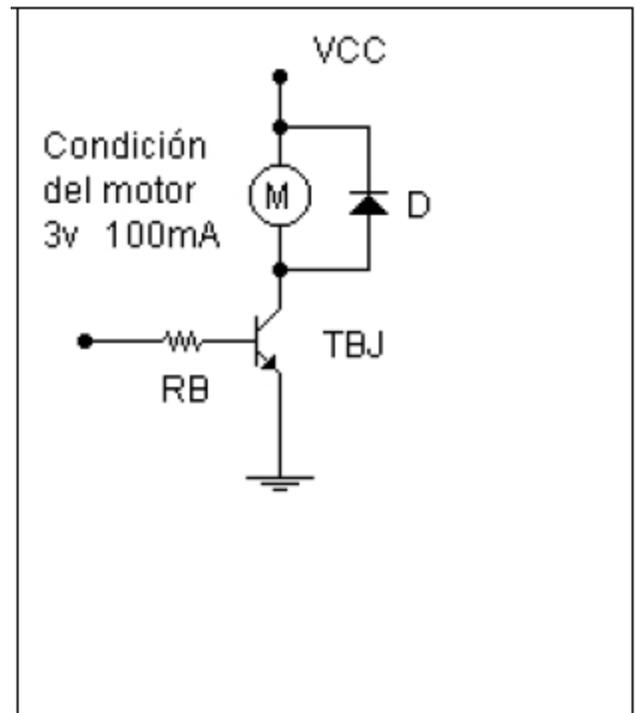
Ahora circulando por la malla de entrada podemos encontrar la RB

$$V_{BB} - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$(V_{BB} - V_{BE}) / I_B = R_B$$

Normalizamos la RB obtenida y recalculamos la **IB** y la **IC**. Si todo está dentro del 10% de lo pedido, hemos encontrado la solución.

*Nota: para saber porque se coloca un diodo en antiparalelo al motor, consulte al final del siguiente ejercicio.*

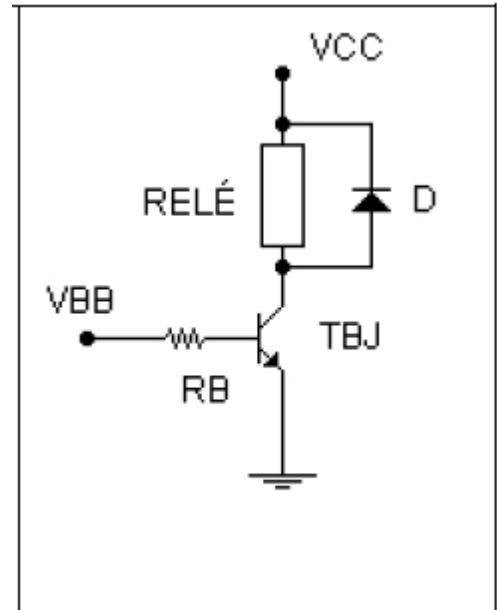


**Solución ejercicio 8**

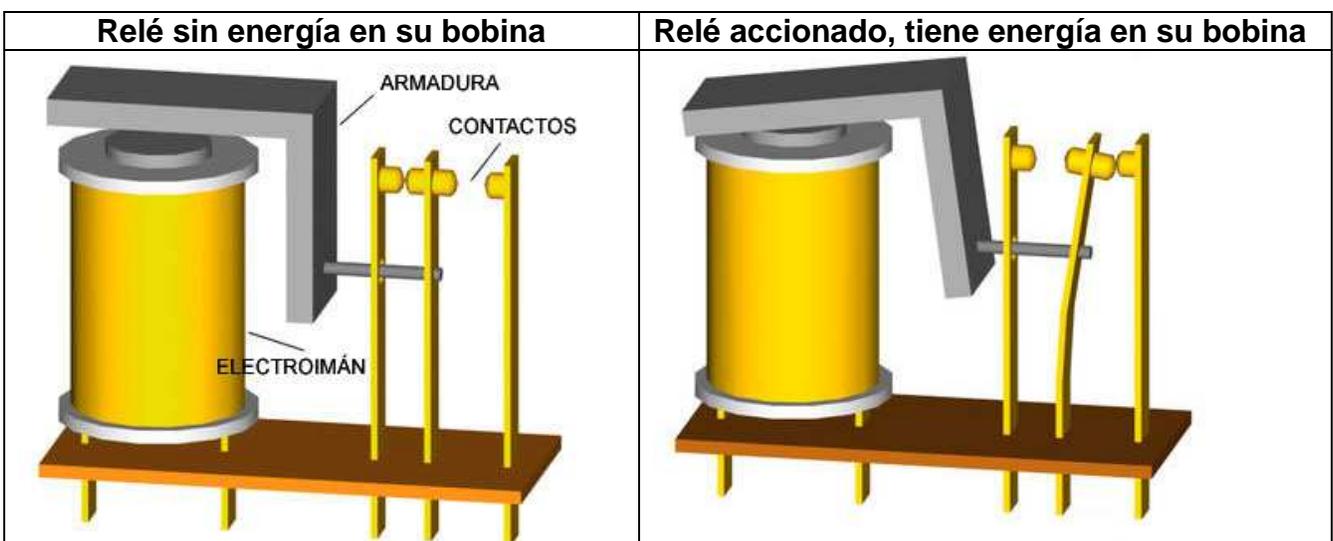
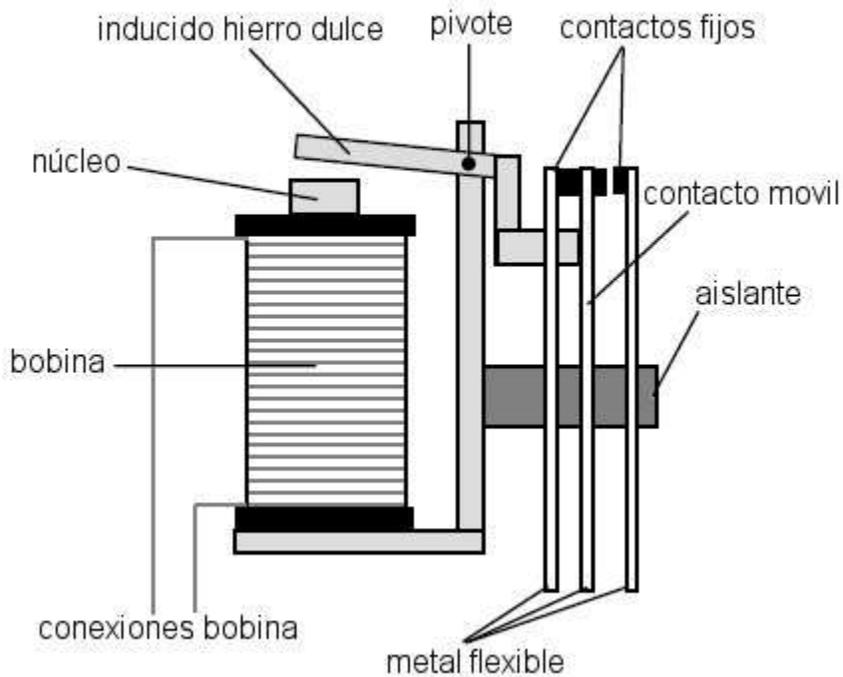
Activar un relé mediante un transistor es una función muy común cuando deseamos manejar dispositivos que trabajan con tensiones y/o corrientes muy superiores a la que puede manejar el propio transistor.

Un relé se caracteriza por tener uno o más contactos principales que pueden manejar tensiones y corrientes importantes, ya sea alterna o continua. A la vez cuenta con una bobina que es la que controlaremos su alimentación con el transistor, esta bobina se alimenta generalmente con corriente continua.

Puesto que el transistor opera en corriente continua, nos va a interesar de la bobina la resistencia en ohms de su bobinado en corriente continua. Este dato, sino lo menciona la carcasa del relé, la podremos medir con el tester en la función ohmetro.



A continuación se muestra un esquema básico de un relé. Puede tener muchos mas contactos.



El caso de la figura anterior es de un relé del tipo inversor unipolar, donde tenemos un contacto NC (normalmente cerrado) y un NA (normalmente abierto). Recuerde que los contactos también tienen un límite de corriente que pueden manejar.

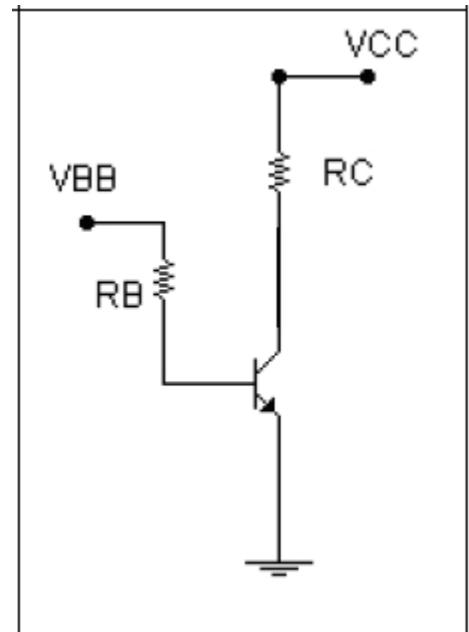
Un relé siempre dice en su carcasa cual es la tensión de alimentación de su bobina. Esa tensión es la que debemos tomar para VCC y luego conseguir que el transistor se sature.

Como también conocemos la resistencia de la bobina, esa resistencia de la bobina será para nosotros como una resistencia de colector. O sea **Rbobina = RC**.

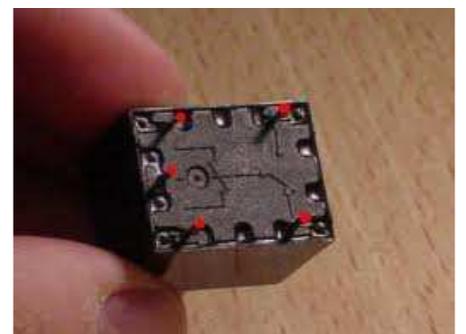
Luego el circuito se transforma en el siguiente circuito equivalente.

Se trata entonces de un circuito de polarización fija que Ud ya sabe resolver de ejercicios anteriores. Debiendo saturar el transistor.

Puede usar el la APP Verificar3 .



### Imágenes de relés o relays electromecánicos:



### Para que se coloca el diodo en paralelo con el relé?

El relé es un dispositivo electromecánico muy utilizado en aplicaciones de control. Lo constituyen una bobina y varios contactos, como ya lo mencionamos.

Una bobina es esencialmente cualquier enrollado de alambre, usualmente sobre un núcleo de hierro, lo que le confiere la propiedad importante de generar un campo magnético cuando por ella circula una corriente. Se dice, entonces, que la bobina o inductancia almacena energía en el campo magnético mientras circula corriente por ella.

A las bobinas, digamos que “no les gusta” que se les corte la corriente que circula por ellas, y reaccionan produciendo un sobrevoltaje en sus bornes o extremos, en ocasiones muy alto, cuando se le retira bruscamente la misma. La energía para crear ese sobrevoltaje la toman del campo magnético que previamente han almacenado en su entorno cuando les circulaba corriente.

Este es el clásico chisporroteo que se observa en los contactos de los relés y otros dispositivos que accionan circuitos inductivos, como motores, electroimanes, etc. Cuando el elemento que hace las veces de interruptor en un circuito inductivo es un transistor, el sobrevoltaje que se produce cuando se abre, quitándole súbitamente la corriente a la bobina, puede ser suficiente para ocasionarle un daño irreparable.

El diodo que se agrega, también conocido como "Free wheeling diode" que se puede traducir como "Diodo de efecto volante", o diodos antiparalelo, que se conecta en paralelo con la carga inductiva evita los efectos dañinos de este sobrevoltaje, permitiendo que, cuando el transistor se abra, la corriente que venía circulando por la bobina continúe ahora su paso por el diodo, con lo cual la bobina siente que su corriente disminuye suavemente a medida que circula por el diodo. El diodo en funcionamiento normal se encontrará en inversa, solo entra a trabajar en directa cuando la bobina es la que esta creando el sobrevoltaje.

Por supuesto que la elección de ese diodo dependerá de las características inductivas del circuito en cuestión.

<b>Nota:</b> Para el caso de nuestras aplicaciones de trabajos en electrónica, bastará con un 1N4007, salvo indicación contraria
--

*Nota:* En el problema 7 vemos que también se ha colocado un diodo en inversa sobre el motor. Su función es la misma que se explico para el rele. Un motor es fundamentalmente inductivo o sea se comporta como una bobina.

---

### **Apéndice:**

Los relés electromecánicos que fueron mencionados en el ejercicio anterior son interesantes para muchas aplicaciones pero presentan inconvenientes que ha llevado a su sustitución por los llamados **relés de estado sólido**.

Un relé de estado sólido **SSR (solid-state relays)**, como su nombre lo indica, es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor), en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control de bajo nivel. Estas últimas pueden provenir, por ejemplo, de circuitos digitales y estar dirigidas a motores, lámparas, solenoides, calefactores, etc.

El aislamiento entre la circuitería de control y la etapa de potencia lo proporciona generalmente un optoacoplador. La conmutación propiamente dicha puede ser realizada por transistores bipolares, MOSFETs de potencia, triacs, SCRs, etc.

Un relé de estado sólido ofrece varias ventajas notables respecto a los tradicionales relés: son más rápidos, silenciosos, livianos y confiables, no se desgastan, son inmunes a los choques y a las vibraciones, pueden conmutar altas corrientes y altos voltajes sin producir arcos ni ionizar el aire circundante, generan muy poca interferencia, proporcionan varios kilovoltios de aislamiento entre la entrada y la salida, etc.

Como desventajas tienen: son muy costosos los modelos comerciales, son dispositivos de una sola posición. Esto significa que un solo SSR no puede conmutar al mismo tiempo varias cargas independientes como lo hacen los relés electromecánicos, pero seguramente seguirán evolucionando hasta terminar de reemplazar a estos.

Imágenes de relés o relays de estado sólido:

