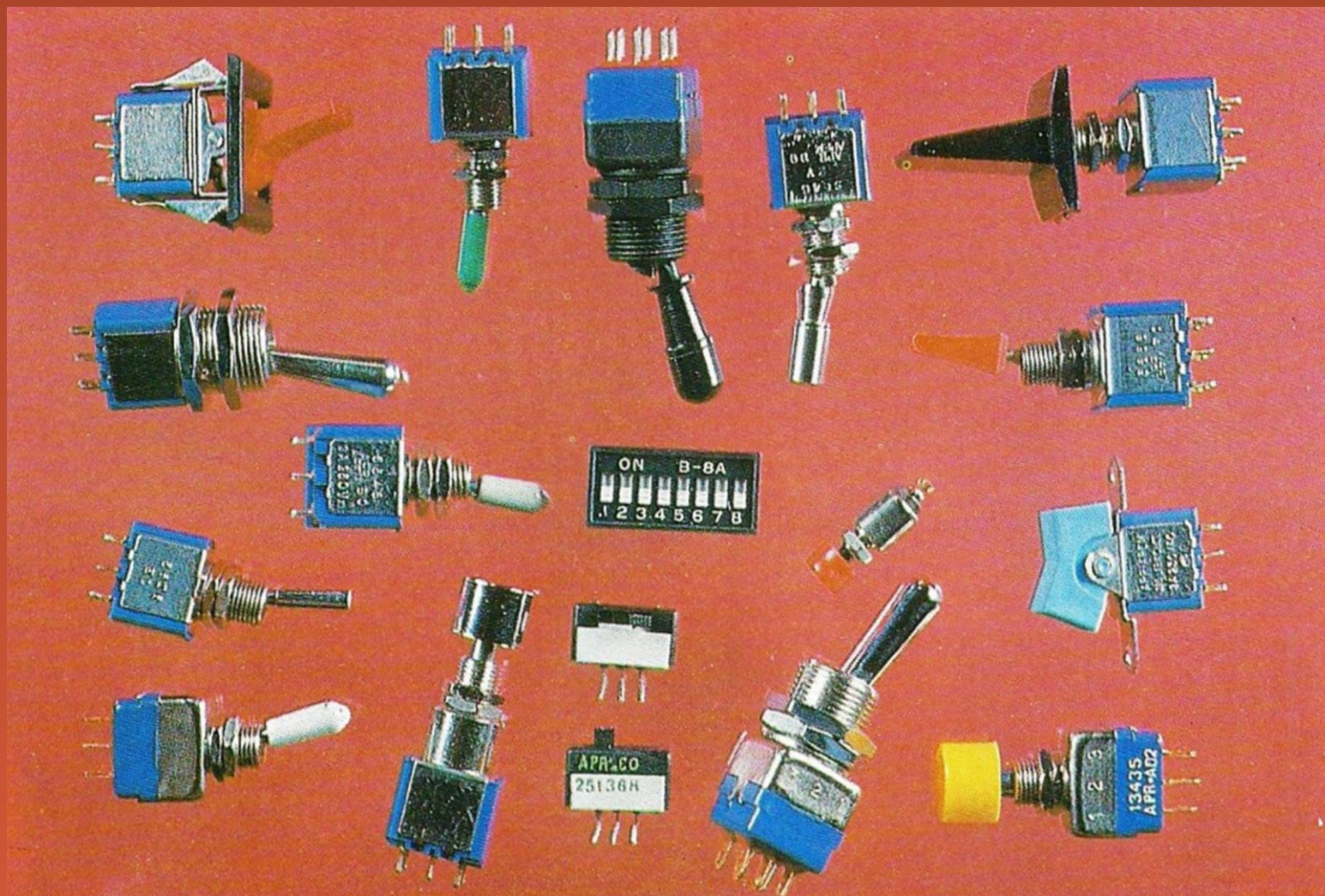


INTERRUPTORES Y CONMUTADORES



Introducción

Prácticamente la totalidad de los equipos electrónicos incorporan uno o varios elementos capaces de interrumpir a voluntad un determinado circuito interno, siendo el caso más común el de interruptor de encendido de la tensión de red o de cualquier pila o batería.

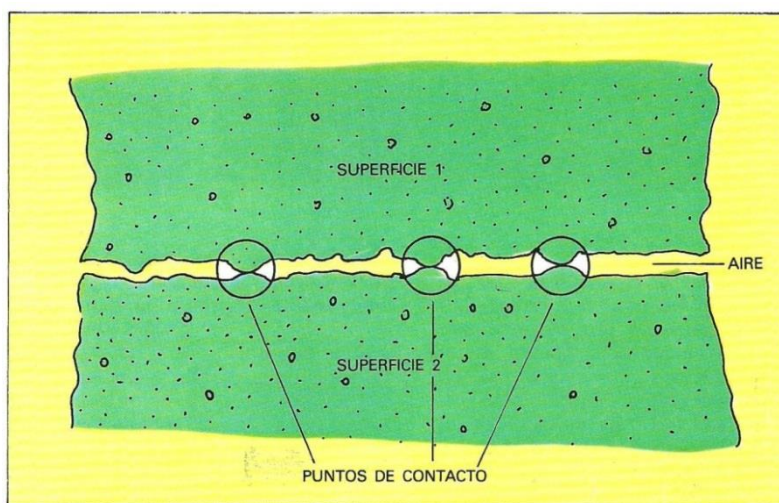
Aunque a primera vista la función de estos componentes aparezca como bastante simple, sin embargo, en su diseño es necesario tomar en consideración una serie de parámetros relativamente compleja, ya que en la interrupción brusca de una corriente eléctrica o en el cierre súbito de la misma se producen unos fenómenos que es preciso conocer y analizar.

Contacto eléctrico

La base de funcionamiento de éstos componentes es la existencia de dos puntos o superficies conductoras que se abren y cierran a través de un accionamiento mecánico y que forman lo que se denominan un **contacto eléctrico**.

El propósito de un contacto eléctrico es permitir que los electrones puedan circular desde una de las partes del contacto hasta la otra, ofreciendo la mínima resistencia posible a su paso. A esta condición se le puede añadir otra en la que se tenga en cuenta la duración del contacto de forma que esta sea lo más larga que se pueda conseguir.

Las dos partes conductoras son siempre rugosas, ya que es imposible conseguir, en la práctica, una superficie completamente lisa sin que presente incluso a nivel molecular o atómico, una serie de rugosidades o asperezas que en la mayor parte de las ocasiones es necesario contemplar a través del microscopio.

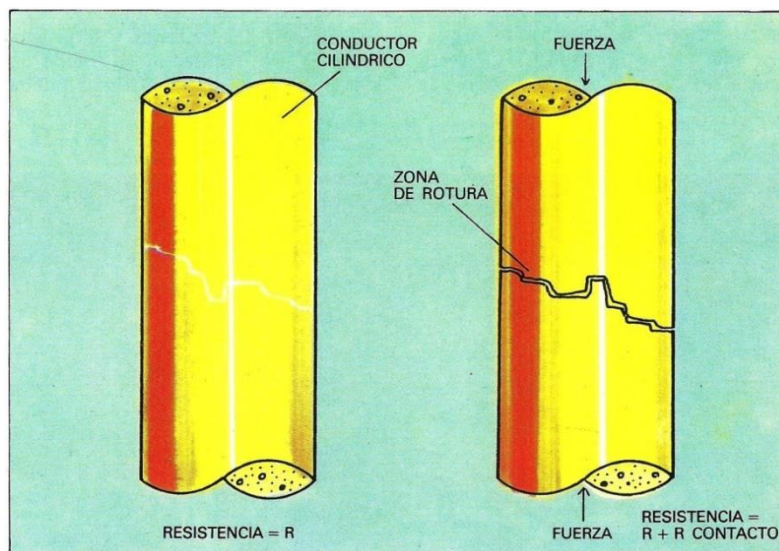


Dos superficies en contacto presentan solo algunos puntos en los que se consigue tener un contacto real debido a las rugosidades que presenta.

Como consecuencia de esto, al colocar ambas en contacto, mediante una cierta fuerza que las mantengan unidas, únicamente se tocarán algunos puntos de las mismas, estando el resto separados por el aire intermedio, siendo las zonas en las que se produce el contacto muy pequeñas en comparación con las que quedan aisladas, aunque se ejerza una presión considerable. Lo único que se conseguirá al aumentar la fuerza es producir una deformación sobre los puntos que inicialmente se encontraban en contacto pudiendo incluso aparecer un segundo grupo de puntos que se unan.

Resistencia de contacto

La primera consecuencia de este fenómeno es la aparición de una determinada **resistencia de contacto** a tener en cuenta en todos los casos. Como ejemplo de hasta qué punto es aplicable lo anterior supóngase un conductor cilíndrico de varios milímetros de diámetro en el que se calcula su resistencia eléctrica entre dos puntos separados por una cierta longitud L . La resistencia será $R = \rho \times L/S$, siendo ρ la resistividad del materia y S la sección.



Entre dos superficies unidas siempre aparece una resistencia de contacto, aunque estén perfectamente adaptadas entre sí.

Si este conductor se rompe en dos partes y a continuación se ponen en contacto las dos superficies que antes estaban unidas, procurando realizar una perfecta adaptación de las irregularidades, de forma que no se aprecie a simple vista la rotura, y ejerciendo la presión necesaria para que no se separen, se observará, al medir la resistencia entre los puntos anteriores, que ha aumentado en una cierta cantidad, la cual indica el valor de la **resistencia de contacto** que aparecido en ese conductor.

Otro fenómeno que se produce en las superficies que forman un contacto eléctrico es la aparición de una fina película de óxidos u otros compuestos químicos, formados al reaccionar al material que las componen con los elementos contaminantes de la atmósfera. Esta capa es aislante, por lo tanto, para que se produzca el contacto debe de ser eliminada en los puntos necesarios.

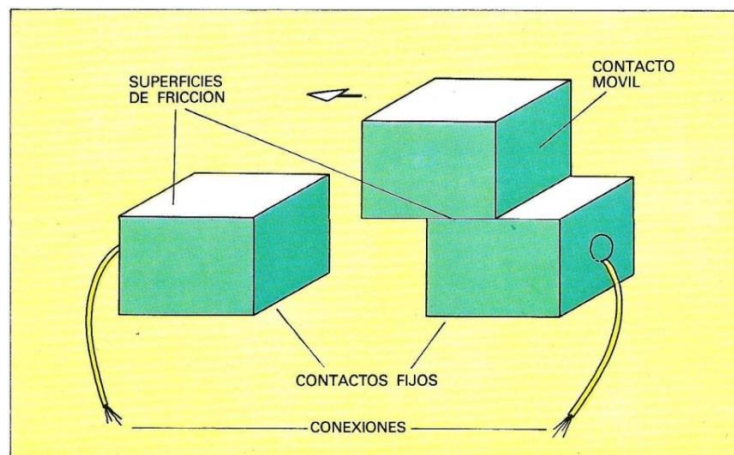
Dependiendo del tipo de contacto de que se trate, también pueden producirse otros efectos tales como la aparición de **arcos** o descargas eléctricas a través del aire entre las dos zonas del mismo, teniendo gran influencia en estos casos la tensión de trabajo, la corriente o ambas. Acompañando al arco se efectúa un cierto transporte minúsculo de material de una parte a otra de contacto, que si se hace acumulativo lo puede llegar a destruir al cabo de un cierto número de actuaciones.

Formas de accionamiento

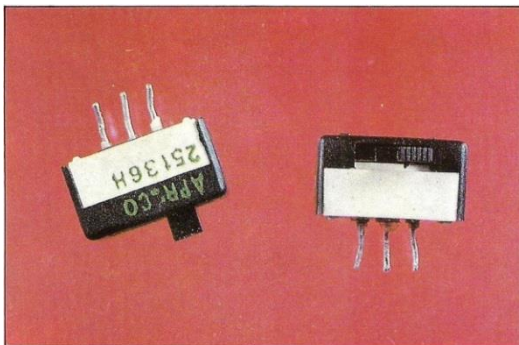
Existen dos formas básicas de accionamiento en un contacto eléctrico:

- **Deslizante** o de accionamiento tangencial.
- **Basculante** o accionamiento vertical.

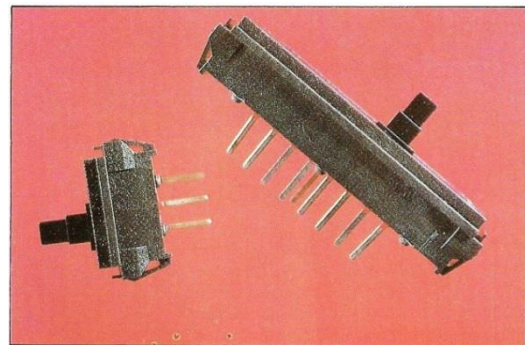
En los **contactos deslizantes** una de las superficies “resbala” sobre la otra, siendo necesario aplicar una cierta fuerza que venza la fricción entre ellas, además se produce un cierto desgaste ocasionado por la abrasión.



Principio de funcionamiento de un contacto eléctrico del tipo deslizante.

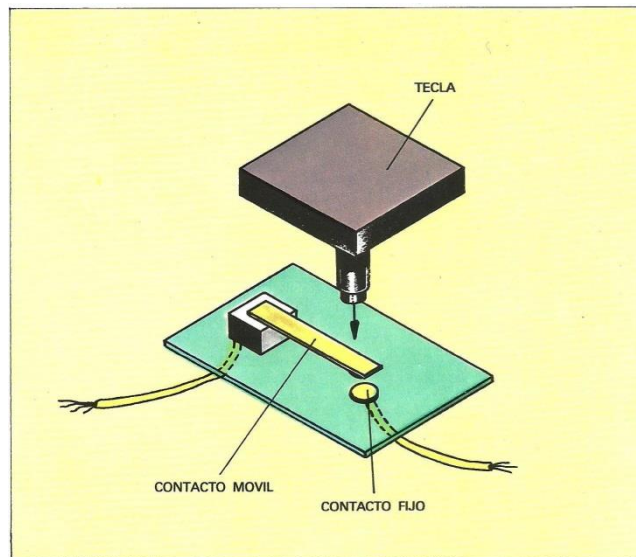


Dos modelos de conmutador deslizante miniatura para montaje sobre circuito impreso.



Interruptores deslizantes de dos y de ocho posiciones.

En los **contactos basculante** una de las superficies puede ser fija y la otra móvil o ambas móviles, realizándose la unión entre ellas mediante una fuerza perpendicular a las mismas que las aproxima hasta que se consigue la unión de los contactos.



Principio de funcionamiento de un contacto eléctrico del tipo basculante.

Funciones de los contactos

Atendiendo a la función que realizan los contactos, pueden clasificarse en:

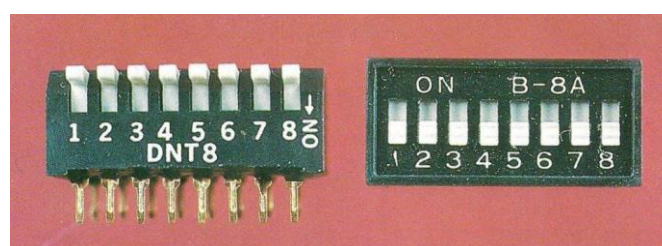
- **Interruptor** de uno o más contactos simultáneos.
- **Conmutadores** o inversores de uno o varios circuitos.

INTERRUPTOR

Los **interruptores** realizan la apertura y cierre de un circuito eléctrico o de varios, en el caso de tener más de un contacto, siendo en este caso todos independientes.

Se emplean para las aplicaciones clásicas de encendido y apagado de instalaciones eléctricas, de iluminación, máquinas, aparatos eléctricos, etc.

En los circuito electrónicos, aparte de utilizarlos para el encendido, encuentran también aplicación en la definición de los niveles "0" o "1" de sistemas digitales.



Interruptores múltiples independientes, de tipo miniatura, para montaje en circuito impreso. Utilizados para definir códigos digitales.

Su actuación puede ser **permanente** o **momentánea**, existiendo modelos para cada una de éstas formas.

Los de actuación **permanente** el contacto se realiza al actuar sobre el mando del interruptor, quedando en esta situación hasta que no se realice la actuación contraria, con la que se abra el contacto. Se utiliza en electrónica digital para definir los estados iniciales de trabajo en un circuito.

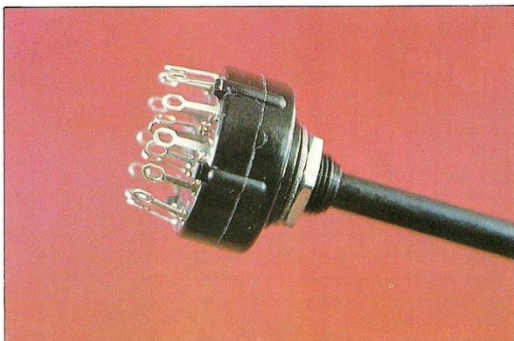
En los de actuación **momentánea** únicamente existe el contacto durante el mando, recuperando este su posición primitiva al abandonarle. Son de gran utilidad como medio de enlace hombre-máquina en equipos digitales, para introducir datos u órdenes.

CONMUTADOR

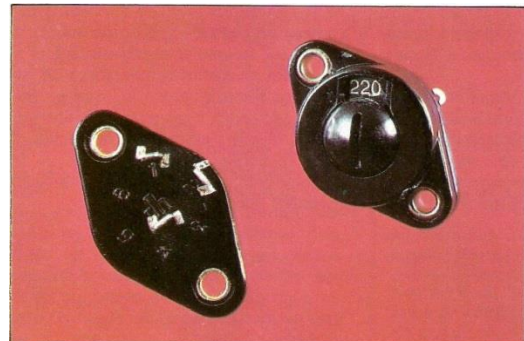
Los **conmutadores** o inversores disponen de varios contactos fijos y uno móvil con una serie de posiciones definidas en las que se realiza la unión eléctrica entre uno de los puntos fijos y el móvil, pudiendo de esta forma distribuir una determinada señal o tensión eléctrica al punto del circuito que se desee con objeto de obtener así una determinada función.

Uno de los modelos más comúnmente empleados es el inversor de dos posiciones, con el que se puede elegir un determinado estado eléctrico de entre los dos posibles.

Los conmutadores de más de dos contactos son siempre del tipo **deslizante**; bien en línea recta de forma longitudinal o circular con los modelos **giratorios** o **rotativos**.



Conmutador rotatorio. Este modelo es de tres posiciones con cuatro circuitos independientes.



El cambiado de tensión de red es un modelo especial de conmutador rotativo de dos posiciones.

La elección entre **interruptores** o **conmutadores** es obvia dependiendo totalmente de la función a realizar.



Simbología eléctrica

En los inversores de dos contactos se encuentran las dos posibles formas **deslizantes** y **basculantes**. Estos últimos se emplean, sobre todo, en las aplicaciones que requieren una forma de actuación momentánea, ya que para actuación permanente puede elegirse entre las dos.

Diferentes formas y sistemas de actuación

Tanto para interruptores como para inversores o conmutadores de dos posiciones existe una amplia gama de modelos en el mercado que presentan diferentes sistemas de actuar mecánicamente el contacto, lo que redundará en la incorporación de mandos exteriores de diferentes formas, entre en las que se podrá elegir para conseguir un determinado objetivo estético o de facilidad para la actuación manual.



Gama completa de interruptores, conmutadores, llaves inversoras, entre las que se encuentran de todos los tipos y contactos.

Se encuentran básicamente en tres diferentes formas:

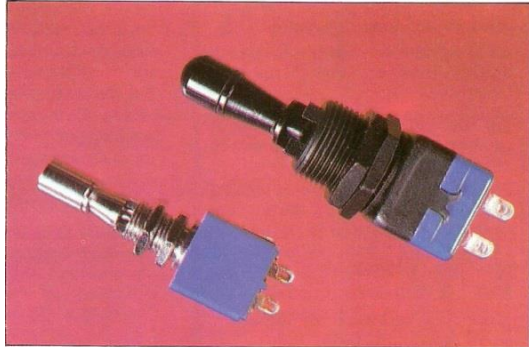
1. Actuación por mando en forma de palanca.
2. Actuación por llave plana o palanca de bajo relieve.
3. Actuación por tecla.

Las llaves inversoras de dos contactos, tanto si son del tipo **deslizante** o **basculante**, se pueden encontrar en el mercado en modelos diferentes que agrupan desde uno a cuatro circuitos inversores independientes, es decir, que con una sola actuación del botón o palanca de mando, se mueven simultáneamente uno o varios contacto sin relación eléctrica entre sí, que pueden producir conmutaciones en zonas diferentes de un mismo circuito o en varios circuitos relacionados.

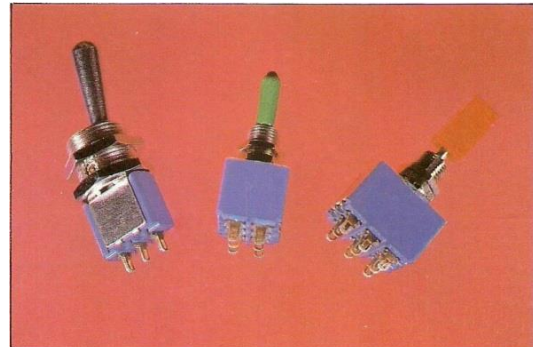


Conjunto de llaves conmutadas de dos posiciones, con modelos accionados por palanca, llave de bajo relieve o pulsador.

Existen algunos tipos de llaves inversoras que tienen tres posibles posiciones en el recorrido de su palanca o tecla de mando, en lugar de las dos que han sido consideradas anteriormente. En la tercera posición la llave no realiza ninguno de los dos contactos, dejando abiertos los dos circuitos sobre los que actúa.



Llaves conmutadoras de dos posiciones. Ambas poseen un enclavamiento mecánico en una de ellas que es preciso liberar para moverlas.



Llaves conmutadas accionadas por el sistema de palanca. La de la izquierda es de un circuito, la del centro de dos y la de la derecha de tres circuitos independientes.

Una de las formas de actuación sobre interruptores y conmutadores más utilizada es mediante un mando del tipo de **pulsador** o **tecla**. Esta forma simplifica el diseño mecánico del componente, ya que la fuerza que se aplica para realizar la función está dirigida en el mismo sentido que la necesaria para aproximar el contacto móvil sobre el fijo.

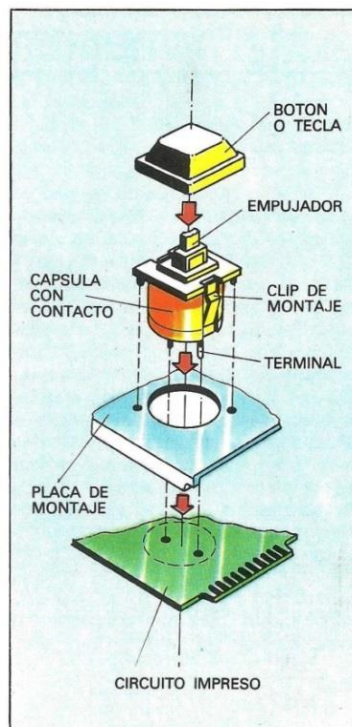


Conmutadores accionados por pulsador con botón. Para circuito impreso y chasis.

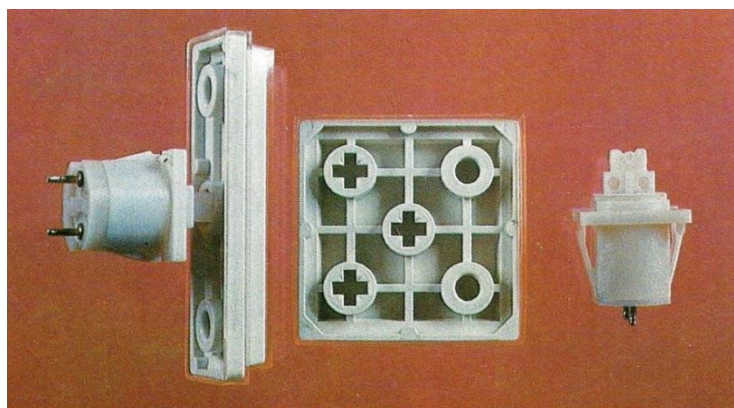
Estos conmutadores, tanto en la versión de conmutación permanente o momentánea, puede encontrarse formando baterías de varios elementos acoplados mecánicamente, conocidas con el nombre de **teclados** o **botoneras**. Este sistema permite que pulsando una tecla determinada, se transmita el movimiento al resto, mediante un sistema de resorte, haciendo que vuelva a su estado de reposo cualquier otra tecla que se hubiera actuado anteriormente. También es posible encontrar teclados en los que no todos los pulsadores están acoplados, sino que existen uno o varios independientes.

Algunas llaves conmutadoras accionadas por tecla, presentan también la facilidad de incorporar en su interior un dispositivo luminoso que señalice ópticamente la operación efectuada, pudiendo incluso colocar bajo la caratula plástica transparente que cubre la pieza móvil un gráfico o rotulo, indicando la función realizada. Otros modelos presentan también la facilidad de poder elegir el tamaño y forma geométrica de la pieza superior de pulsación (zona visible de la tecla), ya que pueden ser intercambiables sobre el mismo vástago de actuación del contacto.

Una forma bastante particular de interruptores mediante pulsadores son aquellos que tienen como base mecánica y de interconexión a un circuito impreso. Están constituidos disponiendo sobre la placa impresa todos los contactos necesarios y montando sobre cada uno de ellos los actuadores mecánicos correspondientes. Son siempre del tipo de actuación **momentánea** con uno o más contactos que se mueven simultáneamente.



Montaje normal de una tecla pulsadora sobre un circuito impreso, como parte de un teclado completo.



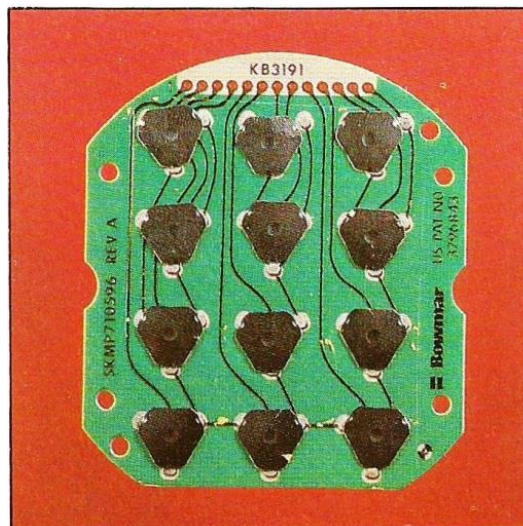
Interruptor de un solo contacto de actuación momentánea. Se muestra a la izquierda acoplado a una tecla pulsadora.

Sus aplicaciones más normales son los teclados de acceso a equipos informáticos, máquinas de escribir, teléfonos de teclado, calculadoras, instrumentos musicales electrónicos, etc.

Teclado del tipo rana

Uno de los tipos de teclado sobre circuito impreso más común es el denominado “rana”.

Consiste en una serie de puntos de contacto fijos situados sobre la placa base, cuyo número será igual al de teclas necesarias, sobre los que se dispone una lámina metálica con forma especial cuyo centro está situado a muy corta distancia del contacto fijo. Esta lámina presenta una cierta curvatura y sus bordes están apoyados también sobre la placa en la zona correspondiente al contacto móvil. Al pulsarla en el centro la lámina flexará y se aproximará al punto de contacto fijo hasta hacer presión sobre él, cerrando así el circuito.



Teclado completo montado sobre circuito impreso, del tipo “rana”. Cada una de las láminas metálicas triangulares corresponde a un punto de contacto.

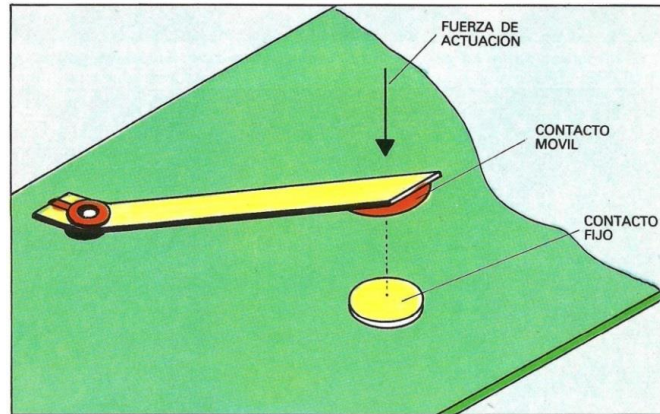
Esta forma de actuación es muy característica y se distingue perfectamente al realizar una pulsación sobre ella por la sensación especial que se percibe en el tacto y el sonido que produce, puesto que se asemeja al sonido de una rana.

Otros tipos de contactos

Existen otras dos maneras de realizar los contactos, empleados tanto para teclas individuales como para teclados completos. Son las siguientes:

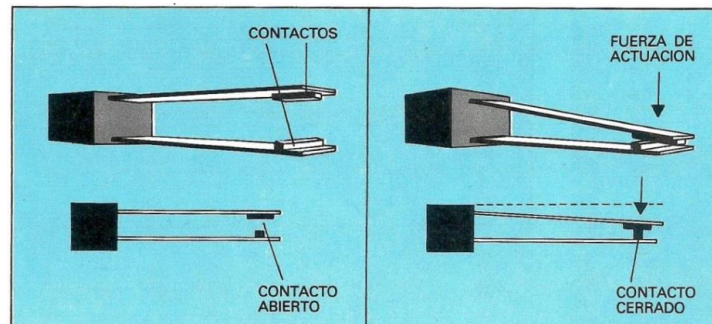
- Tecla con un contacto fijo y el otro móvil.
- Tecla con los dos contactos móviles.

La tecla con **un contacto fijo y el otro móvil** está formado por una pieza de contacto fija unida eléctricamente al exterior. Sobre ella existe una lámina metálica móvil con otra pieza de contacto, también conectada en su extremo al exterior. Esta lámina puede ser flexada por la acción de un vástago mecánico que la lleve hasta ponerla en contacto con la primera pieza, realizándose así la función prevista.



Forma de accionamiento de una tecla con un contacto fijo y otro móvil.

La tecla con los **dos contactos móviles** emplea dos láminas móviles dotadas de una pieza de contacto, en forma de una pequeña sección de hilo conductor de aleación especial, de manera que estén dispuestas en forma perpendicular y situada una sobre la otra a muy corta distancia. Al actuar sobre el pulsador mecánico la lámina superior hará contacto con la inferior y se moverán juntas hasta un punto determinado.



Forma de accionamiento de una tecla de dos contactos móviles.

El efecto que se consigue así es que las dos zonas de contacto quedarán unidas en forma de cruz, deslizando una sobre la otra durante el recorrido común de ambas, proporcionando así un sistema de limpieza de ambos contactos muy eficaz, ya que arrastrarán con facilidad las partículas de polvo depositadas, ejerciéndose también una cierta acción abrasiva que “romperá” las capas de óxidos u otros compuestos químicos que cubren los contactos.

Teclado con estructura plástica flexible

Modernamente han aparecido en el mercado unos teclados realizados a base de estructura plástica muy flexible, con un tacto similar al de la goma que contienen unas zonas circulares conductoras situadas en forma equidistante. Requieren para realizarse su función una placa de circuito impreso de soporte sobre la que se encuentren los dos puntos de contacto, dispuestos en forma de pista o vías conductoras muy próximas.

Al oprimir sobre el botón de “goma” la zona conductora de éste descenderá hasta poner en cortocircuito las pistas del circuito impreso, produciéndose así la función deseada.



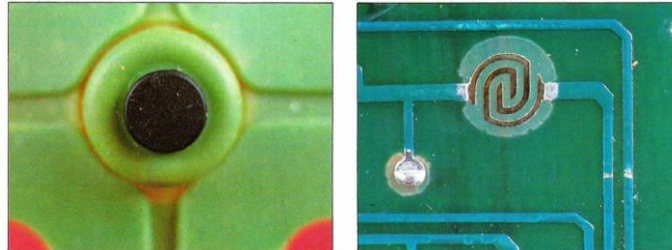
Teclados completos de materiales plásticos de dos modelos diferentes.

Las características que deberán tenerse en cuenta para la elección del contacto son las siguientes:

- Material que forma los contactos.
- Tensión y corriente máximas de funcionamiento.
- Fuerza de actuación.
- Resistencia de contacto.
- Interruptor o conmutador.
- Número de circuitos simultáneos a conmutar.

Los materiales empleados para realizar los contactos son aleaciones de metales especiales conteniendo una elevada proporción de “preciosos” (plata, oro) con objeto de conseguir la mínima influencia de los agentes atmosféricos exteriores cuya acción química harían variar las propiedades, de usarse otros materiales.

Normalmente se emplea el latón o el bronce fosforoso como soporte, cubriendo la zona de contacto con plata-oro con una capa de níquel intermedia o una aleación de oro-plata también con níquel intermedio. Dependiendo del tipo de contacto existirán unas condiciones máximas de tensión y de corriente de trabajo. Suelen expresarse en amperios para una tensión máxima continua o alterna.

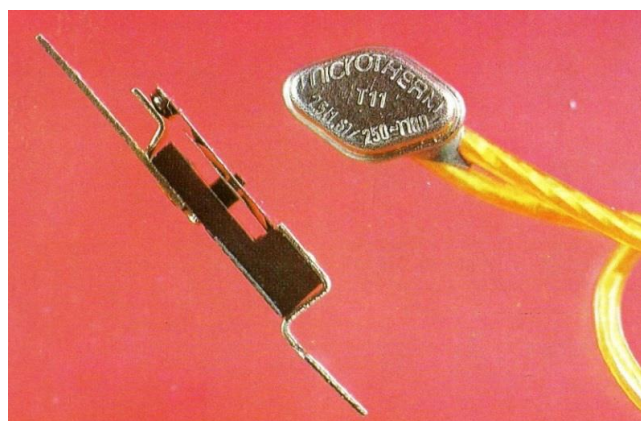


Puntos de contacto del teclado de plástico y del circuito impreso sobre el que actúa.

Otro factor importante es la fuerza de actuación para realizar el contacto, ya que con ello se expresa la mayor o menor sensibilidad del mismo. Para teclados son valores normales de fuerzas de actuación, los comprendidos entre 50 y 100g.

La **resistencia de contacto** depende de la calidad de los materiales empleados en el contacto siendo normales los valores entre 50m Ω y 100m Ω (miliohmios). Esta resistencia puede aumentar con el tiempo a causa del ensuciamiento progresivo de los contactos, por lo que debe ser tenido muy en cuenta este factor al realizar la elección.

El número de circuitos simultáneos es también un factor importante, ya que puede hacer que la elección del modelo más apropiado se dirija hacia aquellos tipos que dispongan de la suficiente cantidad de conmutaciones. Además de los tipos mencionados existen algunos modelos de interruptores automáticos cuyo sistema de accionamiento suele ser la temperatura. Consta de dos láminas metálicas con diferentes coeficientes de dilatación que cuentan con un punto de contacto cada una, de forma que se encuentran unidos a la temperatura ambiente. Al elevarse la temperatura por encima de un cierto valor, se separarán las láminas abriendo el circuito, volviendo nuevamente a cerrarse cuando desciende la temperatura. Su principal aplicación es en equipos termostáticos o como interruptor de seguridad en aparatos eléctricos que producen calor durante su funcionamiento.



Interruptores accionados por la temperatura

Recordando lo visto anteriormente, tenemos que:

1. Un contacto eléctrico es la unión, por presión, de dos superficies metálicas conductoras de la electricidad.
2. El contacto entre dos superficies sólo se conseguirá poner algunos puntos de ambas superficies en contacto mecánico, debido a las irregularidades de las mismas, aunque su aspecto sea, a simple vista, suficientemente pulido.
3. La resistencia de contacto es la resistencia eléctrica que se origina en los puntos de contacto entre las dos partes del mismo al presentar éstos una sección, capaz de ser atravesada por la corriente, muy baja en comparación con la del resto de la superficie.
4. La diferencia entre los contactos deslizantes y basculantes, es que en los primeros el contacto se produce por deslizamiento de un contacto sobre el otro, sin embargo, en los segundos existe un movimiento de aproximación hasta que se produce la unión entre ambos mediante una fuerza perpendicular a los mismos.
5. La diferencia entre los contactos interruptores y los inversores, es que los interruptores realizan únicamente la función de abrir y cerrar el paso de la corriente a través de un circuito. En los inversores el contacto móvil se moverá entre dos contactos fijos produciéndose la apertura de uno y el cierre del otro simultáneamente.
6. Se puede actuar sobre varios circuitos independientes con un solo conmutador, siempre que el conmutador se haya elegido del modelo apropiado, de forma que contenga todos los inversores necesarios.
7. Las botoneras formadas por varios conmutadores agrupados solidariamente se relacionan entre sí mediante un sistema mecánico de resortes que se actúa al pulsar una cualquiera de las teclas. Este resorte produce sobre el resto el efecto contrario, haciendo que se libere cualquiera de las que estuvieran actuadas.
8. El teclado "rana" es un teclado compuesto por varios pulsadores de actuación momentánea sobre un soporte de circuito impreso, estando cada pulsador formado por un contacto móvil a base de una lámina metálica que al flexar alcanza el contacto fijo, cerrando el circuito.
9. La ventaja que aporta el sistema de dos contactos móviles sobre el que tiene fijo uno de ellos es que consigue un efecto de limpieza sobre éstos al deslizar uno sobre otro, estando ambos sometidos a la misma fuerza de actuación.
10. La fuerza con que se mantiene los contactos unidos durante una pulsación a la que se aplica sobre la superficie exterior de la tecla, es normalmente diferente, ya que está producida por un muelle interno que independiza ambas fuerzas, haciendo que la de contacto sea constante y uniforme. Únicamente es necesario que la fuerza externa de pulsación sea superior a la de actuación del muelle.