

MÓDULO N°9

APLICACIONES DE LOS TRANSISTORES

TEMAS:

- Transistores como Amplificadores.
- Amplificador para Sensores.
- Amplificador para Señales de Audio.
- Transistores como interruptores.
- Conmutación de Cargas Inductivas.
- Puente H para inversión de giro de Motores DC.

OBJETIVOS:

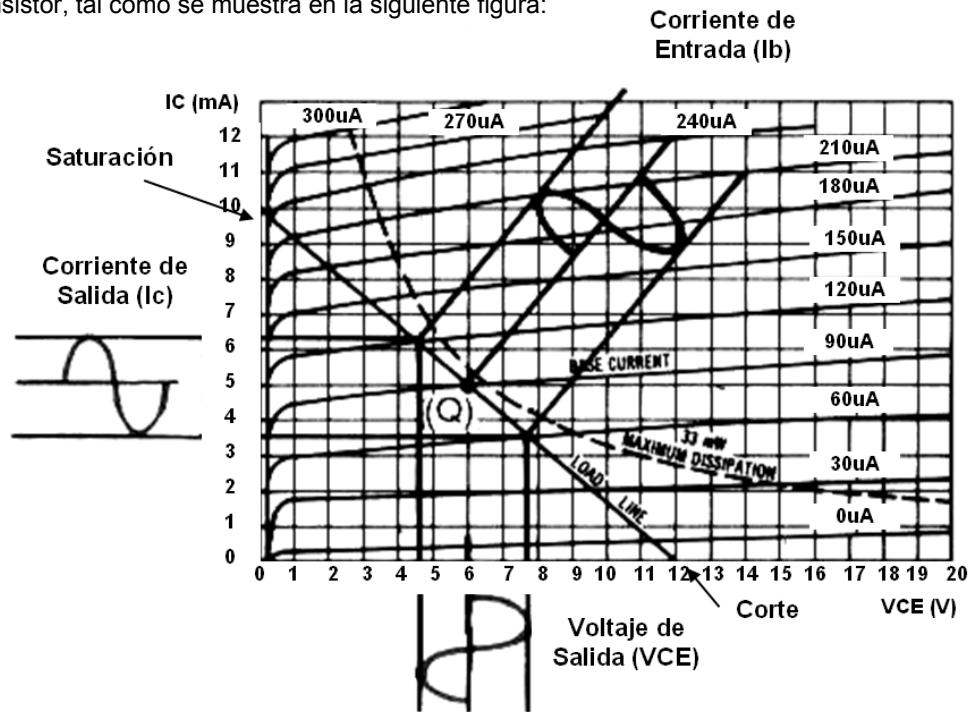
- Definir que es una LDR, NTC, sensor de presión y fotodiodo.
- Explicar la importancia del condensador en el funcionamiento de amplificadores.
- Indicar las principales ventajas del transistor sobre un interruptor mecánico.
- Explicar la función del diodo en conexión antiparalelo.
- Entender el funcionamiento del puente H.

DESARROLLO DE TEMAS

1. Transistores como Amplificadores:

Como ya se había estudiado en el módulo anterior, cuando un transistor tiene su punto de operación en el centro de la recta de carga, es decir, **en la región lineal, se dice que puede operar como amplificador**. El amplificador más sencillo que se puede encontrar es aquel en el que la señal a ser amplificada se aplica en la base del transistor (o circuito de entrada), mientras que la señal amplificada se obtiene en el colector (o circuito de salida).

Dicha señal produce una variación en la corriente de base del transistor, que hace que la corriente de colector varíe de la misma manera, pero amplificada por la ganancia del transistor, tal como se muestra en la siguiente figura:



Como se aprecia, esta variación de la corriente de colector a su vez desplaza el punto de operación hacia arriba o hacia abajo, lo cual finalmente varía también el voltaje entre el colector y el emisor.

A manera de ejemplo, observe que inicialmente el punto de operación se encuentra en $I_B = 90\mu A$, $I_C = 5mA$, $V_{CE} = 6$ voltios. Cuando la señal de entrada empieza a variar alcanza un máximo de $I_B = 120\mu A$, que corresponde aproximadamente al punto $I_C = 6.5mA$, $V_{CE} = 4.5V$, y un mínimo de $I_B = 60\mu A$, que corresponde al punto $I_C = 3.5mA$, $V_{CE} = 7.5V$. De esta manera se puede concluir que para este transistor, una señal de entrada que varía $60\mu A$ de pico a pico, se amplificará hasta producir una señal de salida de $3000\mu A$ y $3V$ de pico a pico. Suponga que la señal de entrada tuviera una variación de $360\mu A$ de pico a pico ¿que sucedería?

En los siguientes puntos se tratan dos circuitos que aprovechan la propiedad de amplificación del transistor.

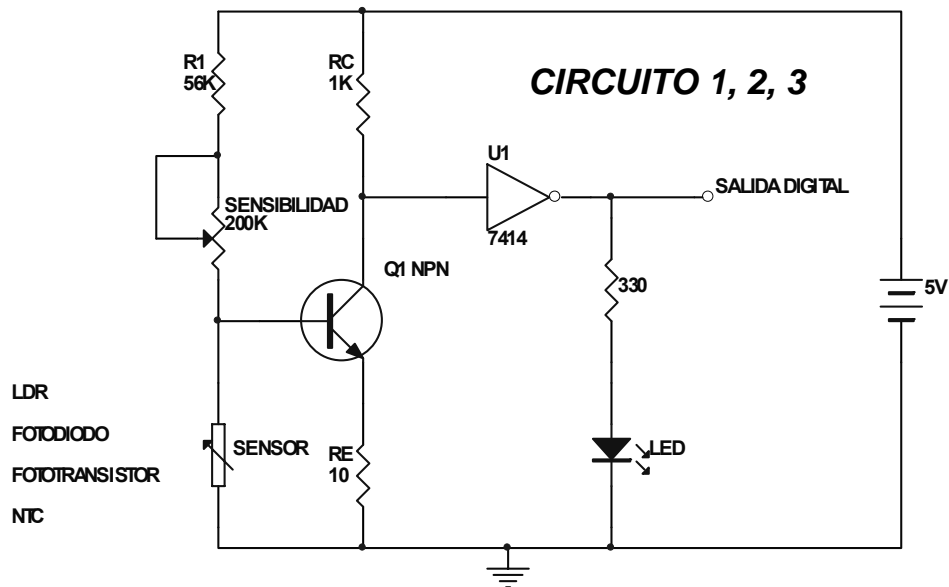
2. Amplificador para Sensores:

Muchas de las veces aparece la necesidad de controlar algún dispositivo electrónico en base a alguna magnitud física como la luz, el calor, la humedad, etc. En estos casos se requiere el uso de dispositivos especiales que permitan transformar de dichas magnitudes a parámetros eléctricos. Dentro de estos dispositivos tenemos:

- **LDR:** También llamada Fotorresistencia, es un dispositivo cuya resistencia es inversamente proporcional a la cantidad de luz que recibe.
- **NTC:** También llamado Termistor, es un dispositivo cuya resistencia es inversamente proporcional a la cantidad de calor que recibe.
- **Medidor de Presión o Fuerza:** Es un dispositivo cuya resistencia es inversamente proporcional a la fuerza aplicada sobre su superficie.
- **Foto-diodo:** En esencia es un diodo común, con la diferencia que puede conducir en polarización inversa si se le aplica ondas infrarrojas a través de una ventana externa. Se utiliza ampliamente en receptores para control remoto de TV's, DVD's, etc.

Lamentablemente la señal que entregan estos sensores es a veces muy baja e imperceptible es por esto que se hace necesario disponer de una etapa amplificadora, que eleve dicha señal para que pueda ser entendida por dispositivos digitales como compuertas lógicas o hasta microprocesadores o microcontroladores.

En la siguiente figura se muestra un circuito muy popular para lograr este objetivo:



Se ha utilizado como etapa amplificadora una polarización con resistencia de emisor. El punto de operación y por ende su sensibilidad, se ajusta usando el potenciómetro o resistencia ajustable de 200K. La compuerta NOT 7414 es una versión modificada de la compuerta

normal NOT 7414, dicha compuerta puede trabajar con señales no digitales en su entrada y entregar señales digitales a su salida. El LED y la resistencia son solo para demostrar la operación del circuito.

En base al anterior esquema y otros circuitos adicionales se puede crear una gran variedad de aplicaciones tales como: Ventiladores automáticos, Luces automáticas, Alarmas de Calor, Medidores de Nivel de Agua, Alarmas de Sobrepeso, Sensores para bandas transportadoras, Sensores para Puertas, Controles Remoto Sencillos, etc.

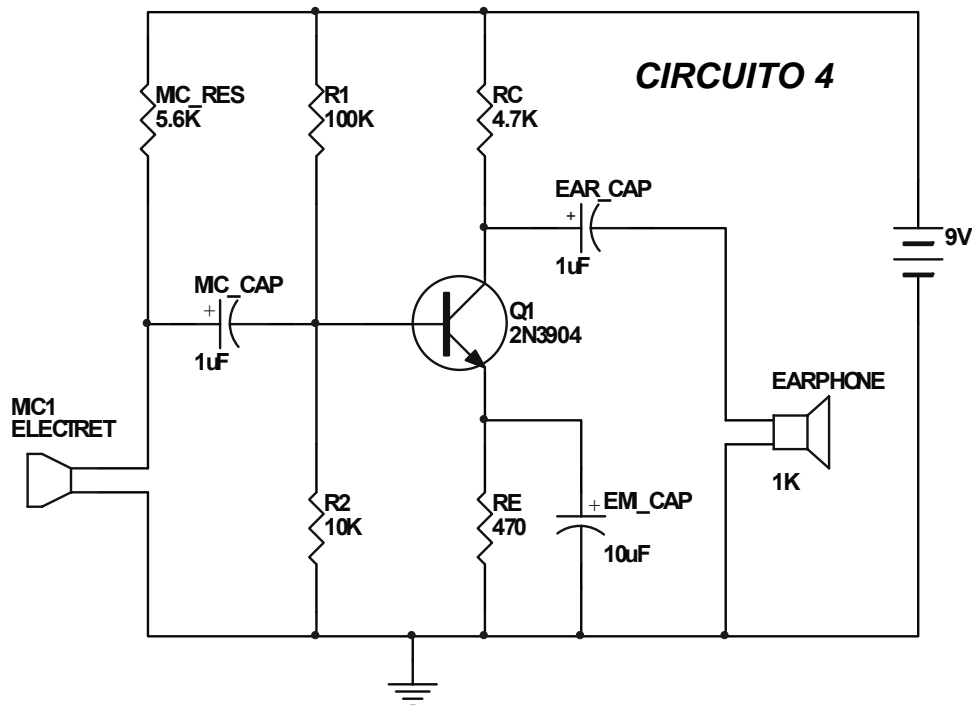
3. Amplificador para Señales de Audio:

Antes de entrar en detalles con los amplificadores, es necesario entender un poco más la utilidad de los condensadores, los cuales juegan un papel muy importante en el funcionamiento de los mismos. En términos sencillos podemos decir, que un condensador puede tener dos tipos de funcionamiento según se lo alimente con señales de corriente continua o de corriente alterna.

En el primer caso, como ya se había visto al estudiar los filtros, este se comporta como una batería: Cuando esta descargado es como un interruptor cerrado, en tanto que una vez que ha alcanzado el máximo voltaje de la fuente, es decir, esta cargado, se transforma en un interruptor abierto ya que no permite que fluya corriente a través de él, es decir, no permite el paso de corrientes continuas.

Por otra parte en corriente alterna el condensador esta constantemente cargándose y descargándose, debido a que la señal cambia de positivo a negativo, en tal situación el condensador ya no se comporta como un interruptor que abre y cierra, si no más bien como una resistencia, cuyo valor depende de la frecuencia de la señal de entrada, es decir, permite el paso de corrientes alternas.

El éxito de los amplificadores es que logran aprovechar estas dos modalidades de operación de un condensador en un solo circuito que maneja tanto señales alternas como continuas. Un ejemplo de esto se muestra en la siguiente figura donde se muestra un amplificador para un micrófono electret que comanda a un audífono:



Si consideramos al circuito solo con corrientes continuas, los condensadores inicialmente empiezan descargados pero después de un corto tiempo están todos completamente cargados, lo cual nos indican que son interruptores abiertos. Si los ponemos así da igual a que no existieran en el esquema.

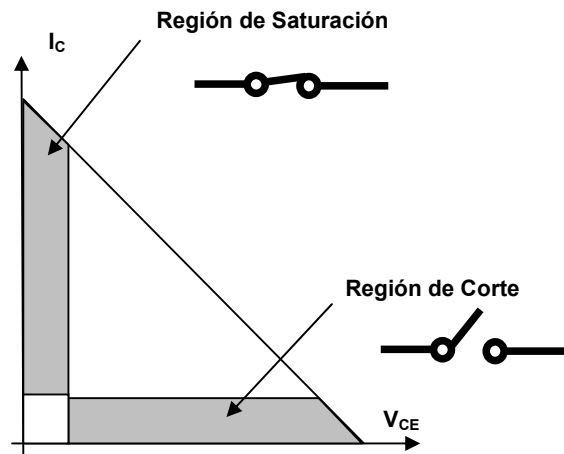
Una vez que el micrófono recibe una señal de audio este produce una señal eléctrica que varía a la misma frecuencia (20Hz a 20KHz), dado que se trata de señales alternas el condensador actúa como una resistencia de pequeño valor, por lo que deja pasar las señales al circuito, mismas que son amplificadas por el transistor y van a llegar a producir una señal de audio en el parlante pero mucho mayor que si se hubiese colocado directamente el audífono sin un amplificador.

4. Transistores como Interruptores:

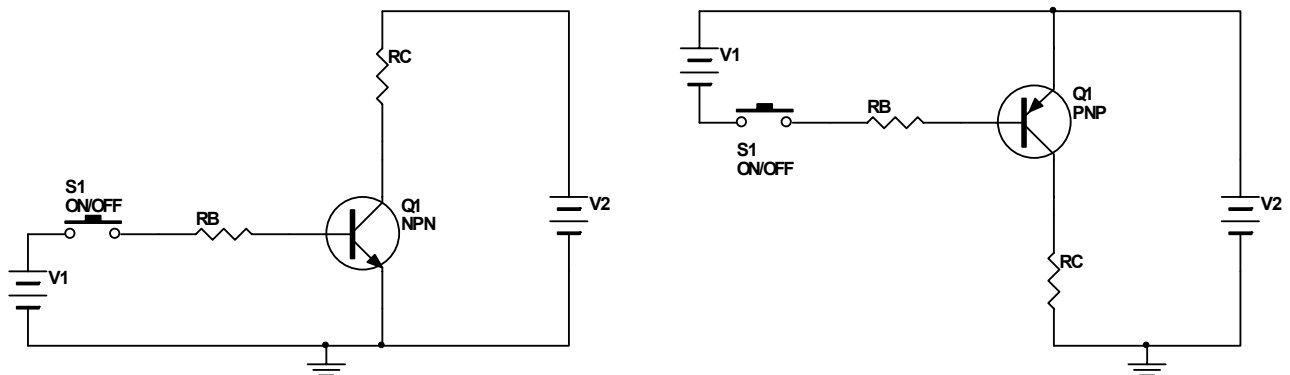
Ahora es momento de analizar un nuevo modo de operación de los transistores, esta vez como interruptores de estado sólido, que ha diferencia de los interruptores convencionales en donde siempre existen piezas mecánicas en movimiento, estos son activados por señales eléctricas de voltaje y corriente, y no existen piezas mecánicas. Las ventajas de este tipo de interruptores son obvias:

- No hay desgaste mecánico debido a la fricción, mal contacto, golpeteo, etc.
- Mayor velocidad de conmutación
- Tamaño Reducido
- Costo de Implementación relativamente menor, etc.

Para este tipo de aplicaciones, **el objetivo es hacer funcionar al transistor en las regiones de corte y saturación**. Recuerde que la región de Saturación es aquella en la cual el transistor se comporta como un interruptor cerrado ($I_C = \text{máx}$ y $V_{CE} = 0$) y la región de Corte es aquella en la cual el transistor se comporta como un interruptor abierto ($I_C = 0$ y $V_{CE} = \text{máx}$). Esto se aprecia mejor en la siguiente figura:

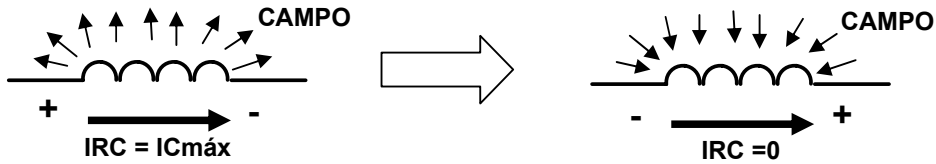


A continuación se muestran esquemas para conmutación de transistores tanto en versión PNP como NPN:

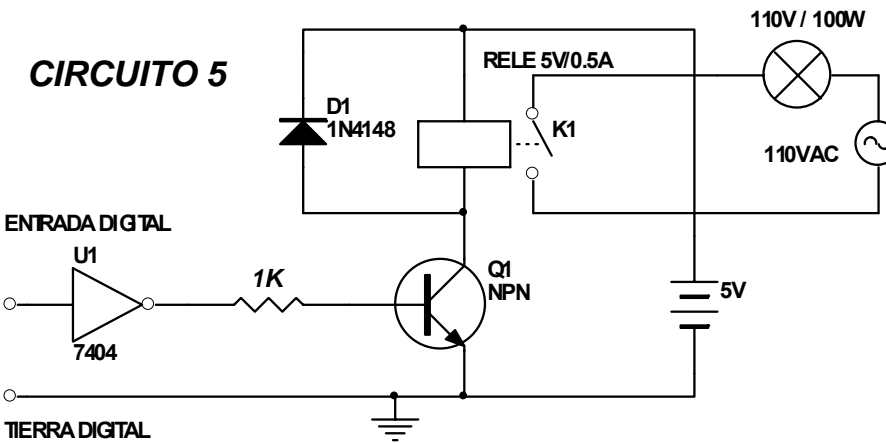
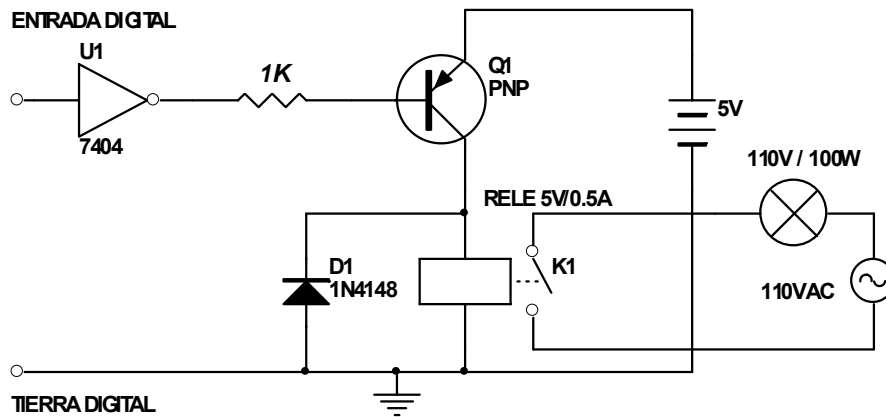


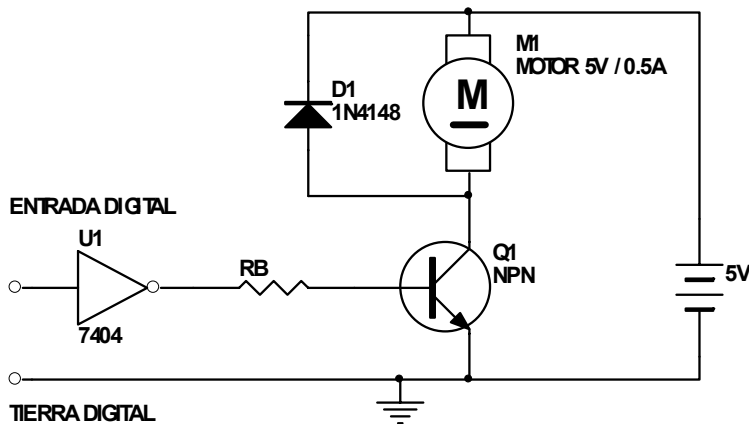
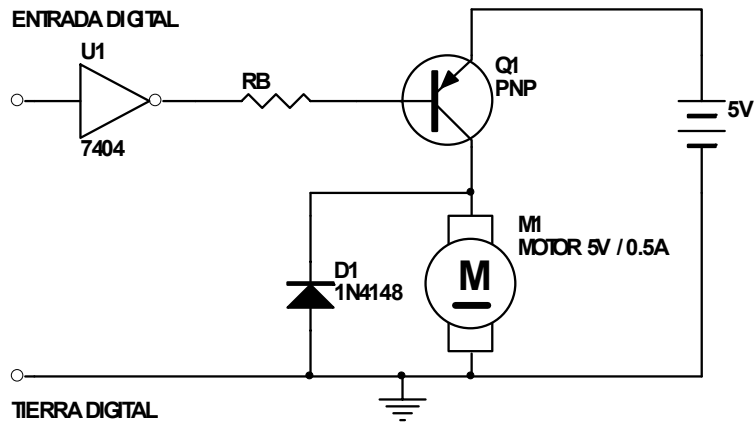
5. Conmutación de Cargas Inductivas:

Un detalle importante que se debe tener en cuenta cuando la resistencia de colector es un dispositivo de tipo inductivo tal como un relé, electroimán o un motor, es que estos poseen bobinas las cuales generan campos magnéticos cuando una corriente los atraviesa, esta es la razón por la cual se llaman cargas inductivas. El problema con estos dispositivos se presenta una vez que dicha corriente es cortada repentinamente, momento en el cual el campo que generan se contrae haciendo que la bobina genere un voltaje entre sus terminales pero de polaridad opuesta:



Este voltaje en ocasiones puede llegar a ser muy elevado (5 a 20 veces VRC), pudiendo causar la destrucción del transistor. Para solucionar este problema se debe colocar un diodo en conexión antiparalelo a la carga inductiva como se muestra en los siguientes circuitos de control para motores y relés:





Como se puede apreciar, el diodo no conduce cuando el transistor se cierra, únicamente cuando la bobina genera la tensión inversa, haciendo que la bobina se descargue sobre si misma.

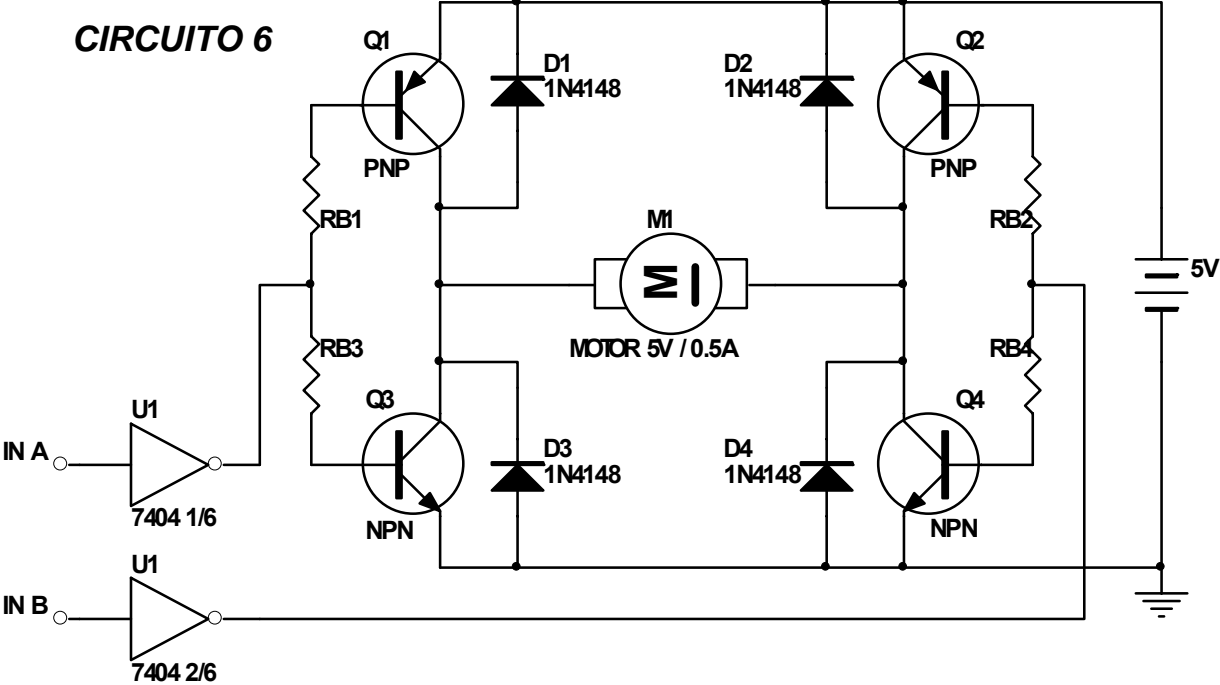
6. Puente H para inversión de giro de Motores DC

Otro circuito muy popular, que se utiliza para controlar la sentido de giro de un motor de corriente continua, y que esta basado en el uso de transistores BJT, es el puente H que recibe este nombre por su singular distribución de transistores y es mostrado en la página siguiente.

Para que el motor gire en un sentido, es necesario activar 2 de los 4 transistores de tal manera que se forme un trayecto entre el positivo y el negativo pasando por el motor, para cambiar el sentido de giro en cambio se necesita que se activen los 2 transistores restantes y se apaguen los 2 anteriores, con esto se cambia el sentido de circulación de la corriente a través del motor dando como resultado la inversión de giro buscada.

Se observa que en esta ocasión no se ha colocado un diodo antiparalelo al motor, esto se debe a que ahora la carga puede cambiar el sentido de flujo de la corriente, lo que significa que en un momento dado el diodo antiparalelo hubiera conducido provocando un cortocircuito a la fuente de alimentación. Para evitar esto y a la vez proteger a los transistores se ha colocado los diodos en antiparalelo a los transistores, así cualquier voltaje producido por el motor circulará a través de los diodos y no a través de los transistores.

CIRCUITO 6



IN A	IN B	MOTOR
0	0	OFF
0	1	→
1	0	←
1	1	OFF

OBSERVACIONES PARA LA SIGUIENTE CLASE

- Revisar los temas tratados en este módulo.
- Traer **POR PERSONA Y DE ACUERDO AL CIRCUITO ASIGNADO** los siguientes materiales:

Lista de Materiales Circuito 1, 2 y 3:

- Resistencia de 1/4W 5% de: 10 Ω , 1K Ω , 56K Ω , 330 Ω
- Trimer o potenciómetro de Ajuste de 200K Ω
- Fotorresistencia, NTC (5K a 20K) ó Fotodiodo (Receptor)
- Transistor 2N3904
- Circuito Integrado 7414 (6 Compuertas NOT Schmitt Trigger) (Buscar distribución de pines antes de conectar)
- Diodo LED (Color a su elección)
- Fuente de 5V
- linterna, Puntero Láser, Cautín, Hielo ó Control Remoto

Lista de Materiales Circuito 4:

- Resistencia de 1/4W 5% de: 470 Ω , 4.7K Ω , 10K Ω , 100K Ω , 5.6K Ω
- 2 Condensadores Electrolíticos de 1 μ F/ 50V
- 1 Condensador Electrolítico de 10 μ F/ 50V
- Transistor 2N3904
- Jack estéreo.
- Plug estéreo.
- Micrófono de Electret o Reproductor MP3
- Audífonos de Walkman
- Batería de 9V

Lista de Materiales Circuito 5:

- 1 Resistencia de 1/4W 5% de 1K Ω
- 1 Transistor 2N3904 (NPN)
- 1 Diodo 1N4148
- Circuito Integrado 7404 (6 Compuertas NOT) (Buscar distribución de pines antes de conectar)
- 1 Relé de 5V (Soldar cables a sus terminales antes de conectar al protoboard)
- Boquilla y Foco de 25W
- Fuente de 5V

Lista de Materiales Circuito 6:

- 4 Resistencias de 1/4W 5% de 1K Ω
- 2 Transistores 2N3904 (NPN)
- 2 Transistores 2N3906 (PNP)
- 4 Diodos 1N4148
- Circuito Integrado 7404 (6 Compuertas NOT) (Buscar distribución de pines antes de conectar)
- Motor de Corriente Continua de 5V a 9V Tipo Casetera
- Fuente de 5V

* Se recuerda que deberán estar armados antes de empezar la práctica, en caso de no tener listo el circuito o no disponer los materiales, se disminuirá la nota de la práctica de ese día de acuerdo al caso.

