



LABORATORIO N° 03: Estudio del Comportamiento de una Compuerta

1. OBJETIVOS.

- Realizar el estudio del comportamiento de una compuerta realizada con lógica de diodo a transistor DTL.
- Realizar el estudio del comportamiento de una compuerta realizada con lógica de transistor a transistor TTL.
- Realizar el estudio del comportamiento de una compuerta TTL con tercer estado (alta impedancia).

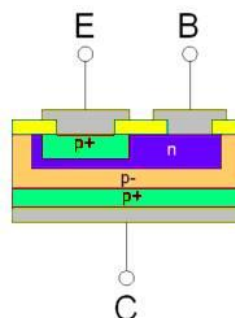
2. FUNDAMENTO TEORICO.

El transistor

El Transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término "transistor" es la contracción en inglés de transfer resistor ("resistencia de transferencia"). Actualmente se los encuentra prácticamente en todos los enseres domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadores, reproductores de audio y vídeo, hornos de microondas, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, etc.

El transistor consta de un sustrato (usualmente silicio) y tres partes dopadas artificialmente (contaminadas con materiales específicos en cantidades específicos) que forman dos uniones bipolares, el emisor que emite portadores, el colector que los recibe o recolecta y la tercera, que está intercalada entre las dos primeras, modula el paso de dichos portadores (base). A diferencia de las válvulas, el transistor es un dispositivo controlado por corriente y del que se obtiene corriente amplificada. En el diseño de circuitos a los transistores se les considera un elemento activo, a diferencia de los resistores, capacitores e inductores que son elementos pasivos. Su funcionamiento sólo puede explicarse mediante mecánica cuántica.

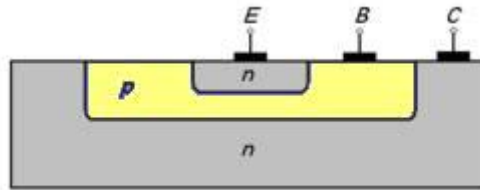
Estructura





Un transistor bipolar de juntura consiste en tres regiones semiconductoras dopadas:

La región del emisor, la región de la base y la región del colector. Estas regiones son, respectivamente, tipo P, tipo N y tipo P en un PNP, y tipo N, tipo P, y tipo N en un transistor NPN. Cada región del semiconductor está conectada a un terminal, denominado emisor (E), base (B) o colector (C), según corresponda.



Corte transversal simplificado de un transistor bipolar de juntura NPN. Dónde se puede apreciar cómo la juntura base-colector es mucho más amplia que la base-emisor.

La base está físicamente localizada entre el emisor y el colector y está compuesta de material semiconductor ligeramente dopado y de alta resistividad. El colector rodea la región del emisor, haciendo casi imposible para los electrones inyectados en la región de la base escapar de ser colectados, lo que hace que el valor resultante de α se acerque mucho hacia la unidad, y por eso, otorgarle al transistor un gran β .

El transistor bipolar de juntura, a diferencia de otros transistores, no es usualmente un dispositivo simétrico. Esto significa que intercambiando el colector y el emisor hacen que el transistor deje de funcionar en modo activo y comience a funcionar en modo inverso. Debido a que la estructura interna del transistor está usualmente optimizada para funcionar en modo activo, intercambiar el colector con el emisor hacen que los valores de α y β en modo inverso sean mucho más pequeños que los que se podrían obtener en modo activo; muchas veces el valor de α en modo inverso es menor a 0.5. La falta de simetría es principalmente debido a las tasas de dopaje entre el emisor y el colector. El emisor está altamente dopado, mientras que el colector está ligeramente dopado, permitiendo que pueda ser aplicada una gran tensión de reversa en la juntura colector-base antes de que esta colapse. La juntura colector-base está polarizada en reversa durante la operación normal. La razón por la cual el emisor está altamente dopado es para aumentar la eficiencia de inyección de portadores del emisor: la tasa de portadores inyectados por el emisor en relación con aquellos inyectados por la base. Para una gran ganancia de corriente, la mayoría de los portadores inyectados en la juntura base-emisor deben provenir del emisor.

El bajo desempeño de los transistores bipolares laterales muchas veces utilizados en procesos CMOS es debido a que son diseñados simétricamente, lo que significa que no hay diferencia alguna entre la operación en modo activo y modo inverso.

Los primeros transistores fueron fabricados de germanio, pero la mayoría de los TBJ modernos están compuestos de silicio. Actualmente, una pequeña parte de éstos (los transistores bipolares de heterojuntura) están hechos de arseniuro de galio, especialmente utilizados en aplicaciones de alta velocidad.



Funcionamiento

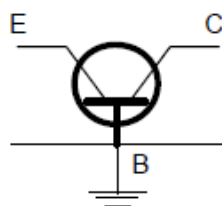
En una configuración normal, la unión emisor-base se polariza en directa y la unión base-colector en inversa. Debido a la agitación térmica los portadores de carga del emisor pueden atravesar la barrera de potencial emisor-base y llegar a la base. A su vez, prácticamente todos los portadores que llegaron son impulsados por el campo eléctrico que existe entre la base y el colector.

Un transistor NPN puede ser considerado como dos diodos con la región del ánodo compartida. En una operación típica, la juntura base-emisor está polarizada en directa y la juntura base-colector está polarizada en inversa. En un transistor NPN, por ejemplo, cuando una tensión positiva es aplicada en la juntura base-emisor, el equilibrio entre los portadores generados térmicamente y el campo eléctrico repelente de la región agotada se desbalancea, permitiendo a los electrones excitados térmicamente inyectarse en la región de la base. Estos electrones "vagan" a través de la base, desde la región de alta concentración cercana al emisor hasta la región de baja concentración cercana al colector. Estos electrones en la base son llamados portadores minoritarios debido a que la base está dopada con material P, los cuales generan "hoyos" como portadores mayoritarios en la base.

La región de la base en un transistor debe ser constructivamente delgada, para que los portadores puedan difundirse a través de ésta en mucho menos tiempo que la vida útil del portador minoritario del semiconductor, para minimizar el porcentaje de portadores que se recombinan antes de alcanzar la juntura base-colector. El espesor de la base debe ser menor al ancho de difusión de los electrones.

Configuraciones del transistor

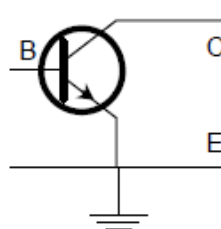
Al analizar el transistor hay 4 variables importantes, que dependen el tipo de conexión: V_{salida} , $V_{entrada}$, I_{salida} , $I_{entrada}$.



Base común

Variables:

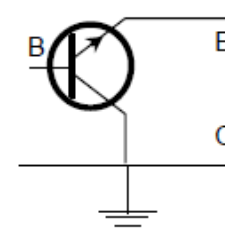
$$V_{BE}, V_{CB}, I_E, I_C$$



Emisor común

Variables:

$$V_{BE}, V_{CE}, I_B, I_C$$



Colector común

Variables:

$$V_{CB}, V_{CE}, I_B, I_E$$



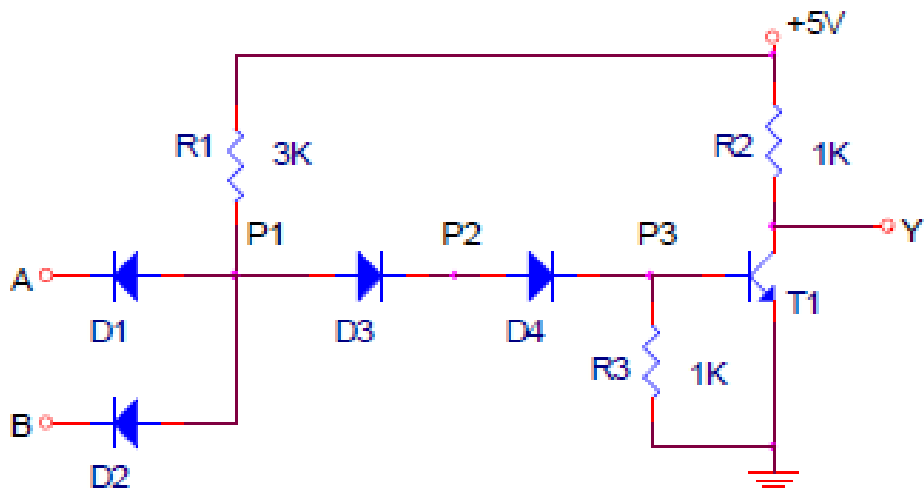
3. LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES.

- 01 protoboard.
- 01 fuente de tensión VDC – 5V.
- 05 diodos Leds.
- 05 diodos 1N4004.
- 10 transistores 2N 2222 o 2N3904.
- 10 resistencias de: 220 Ω , 1K Ω , 1.6 K Ω , 4 K Ω , 10 K Ω
- 01 multímetro digital.
- 01 manual ECG.
- Cables de conexión de telefonía.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1) ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE UNA COMPUERTA REALIZADA CON LOGICA DE DIODO A TRANSISTOR DTL:

- a) Tomando valores de resistencias variados montar en el protoboard el siguiente circuito (usar diodos:1N4004 y transistores: 2N2222 o 2N3904):



- b) Conectando la entrada B a 5V y con ayuda de un potenciómetro establecer tensiones desde cero hasta 5V en la entrada A, llenar la siguiente tabla midiendo la tensión en los nodos P1, P2, P3 y Y.



A,v	B,v	P1,v	P2,v	P3,v	Y,v
0	5				
0.1	5				

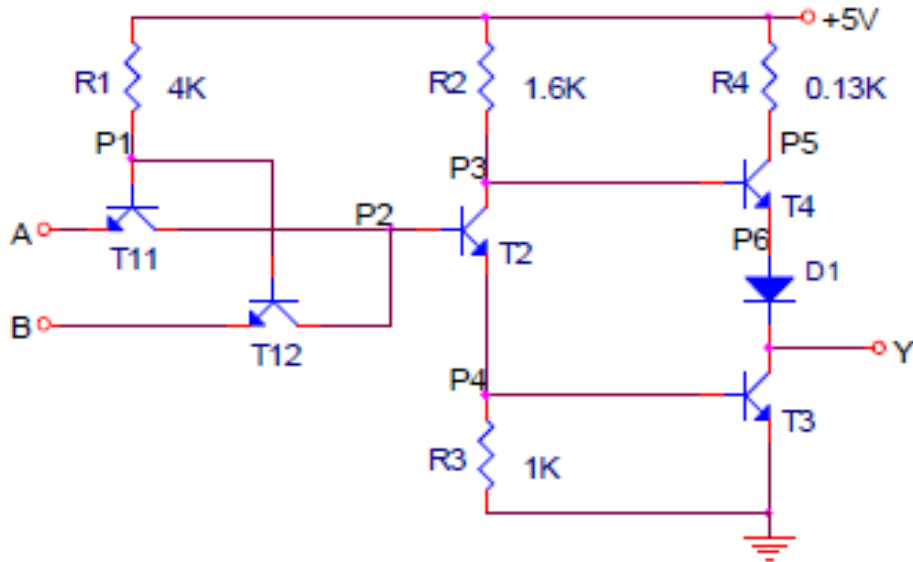
- c) Conectando la entrada B a 0V y con ayuda de un potenciómetro establecer tensiones desde cero hasta 5V en la entrada A, llenar la siguiente tabla midiendo la tensión en los nodos P1, P2, P3 y Y.

A,v	B,v	P1,v	P2,v	P3,v	Y,v
0	0				
	0				
5	0				



4.2) ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE UNA COMPUERTA REALIZADA CON LOGICA DE TRANSISTOR A TRANSISTOR TTL:

- a) Tomando valores de resistencias variados montar en el protoboard el siguiente circuito (usar diodos: 1N4004 y transistores: 2N2222 o 2N3904):



- b) Conectando la entrada B a 5V y con ayuda de un potenciómetro establecer tensiones desde cero hasta 5V en la entrada A, llenar la siguiente tabla midiendo la tensión en los nodos P1, P2, P3, ... y Y.

A,v	B,v	P1,v	P2,v	P3,v	P4,v	P5,v	P6,v	Y,v
0	5							
0.1	5							

