



MÓDULO DIDÁCTICO

Especialidad: Electrónica

Curso: Semiconductores

Grado: 11

agosto 2020



DE DEPARTAMENTO DE
EDUCACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Página web: <https://de.pr.gov/>  Twitter: @educacionpr

NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA

El Departamento de Educación no discrimina de ninguna manera por razón de edad, raza, color, sexo, nacimiento, condición de veterano, ideología política o religiosa, origen o condición social, orientación sexual o identidad de género, discapacidad o impedimento físico o mental; ni por ser víctima de violencia doméstica, agresión sexual o acoso.

Nota. Este módulo está diseñado con propósitos exclusivamente educativos y no con intención de lucro. Los derechos de autor (*copyrights*) de los ejercicios o la información presentada han sido conservados visibles para referencia de los usuarios. Se prohíbe su uso para propósitos comerciales, sin la autorización de los autores de los textos utilizados o citados, según aplique, y del Departamento de Educación de Puerto Rico.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE COLABORADORES.....	3
CARTA PARA EL ESTUDIANTE, LAS FAMILIAS Y MAESTROS.....	4
CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO.....	6
UNIDAD 1: INTRODUCCION A LOS SEMICONDUCTORES.....	7
Lección 1: Física de los Semiconductores.....	7
Lección 2: El Diodo Semiconductor.....	10
Lección 3: Polarización de los Diodos	13
Lección 4: Cálculo de circuitos en Polarización Directa del Diodo	18
Lección 5: Cálculo de circuitos en Polarización Inversa del Diodo.....	22
UNIDAD 2: RECTIFICADORES.....	25
Lección 1: Rectificador de Media Onda	25
Lección 2: Rectificador de Onda Completa.....	32
Lección 3: Rectificadores de Onda Completa Tipo Puente	38
Lección 4: Rectificador de Onda Completa con filtro Capacitivo y Regulador Zener.....	44
UNIDAD 3: TRANSISTORES	51
Lección 1: Transistor Bipolar	51
Lección 2: Corrientes del Transistor Bipolar	59
Lección 3: Voltajes del Transistor Bipolar	65
Lección 4: Transistor Bipolar en Configuraciones Comunes.....	72
Lección 5: Análisis AC de Configuración de emisor Común	82
Lección 6: Análisis de circuito de Transistor con una sola Fuente de alimentación	91
REFERENCIAS	96
GUÍA DE ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES	99

LISTA DE COLABORADORES

Waleska I. Vargas Rodríguez
Escuela Superior
Lola Rodríguez de Tío
San German

Jesús E. Hernández Acosta
Escuela Superior Vocacional
Antonio Luchetti
Arecibo

José M. Pérez Cortés
Escuela Superior Vocacional
Tomas C. Ongay
Bayamón

Lydelisse Maya López
Escuela Superior
Leónides Morales
Lajas

Manuel Ortiz Rodríguez
Escuela Superior Vocacional
República de Costa Rica
Caguas

Víctor L. Nieves-Flores
Centro Vocacional Especial
Eugenio María de Hostos
San Juan

Cheryl Cintrón Serrano
Directora
Programa de Educación Industrial

CARTA PARA EL ESTUDIANTE, LAS FAMILIAS Y MAESTROS

Estimado estudiante:

Este módulo didáctico es un documento que favorece tu proceso de aprendizaje. Además, permite que aprendas en forma más efectiva e independiente, es decir, sin la necesidad de que dependas de la clase presencial o a distancia en todo momento. Del mismo modo, contiene todos los elementos necesarios para el aprendizaje de los conceptos claves y las destrezas de la clase de Semiconductores, sin el apoyo constante de tu maestro. Su contenido ha sido elaborado por maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) para apoyar tu desarrollo académico e integral en estos tiempos extraordinarios en que vivimos.

Te invito a que inicies y completes este módulo didáctico siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. En él, podrás repasar conocimientos, refinar habilidades y aprender cosas nuevas sobre la clase de Semiconductores por medio de definiciones, ejemplos, lecturas, ejercicios de práctica y de evaluación. Además, te sugiere recursos disponibles en la internet, para que amplíes tu aprendizaje. Recuerda que esta experiencia de aprendizaje es fundamental en tu desarrollo académico y personal, así que comienza ya.

Estimadas familias:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Su propósito es proveer el contenido académico de la materia de Semiconductores para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Además, para desarrollar, reforzar y evaluar el dominio de conceptos y destrezas claves. Ésta es una de las alternativas que promueve el DEPR para desarrollar los conocimientos de nuestros estudiantes, tus hijos, para así mejorar el aprovechamiento académico de estos.

Está probado que cuando las familias se involucran en la educación de sus hijos mejora los resultados de su aprendizaje. Por esto, te invitamos a que apoyes el desarrollo académico e integral de tus hijos utilizando este módulo para apoyar su aprendizaje. Es

fundamental que tu hijo avance en este módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana.

El personal del DEPR reconoce que estarán realmente ansiosos ante las nuevas modalidades de enseñanza y que desean que sus hijos lo hagan muy bien. Le solicitamos a las familias que brinden una colaboración directa y activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus hijos. En estos tiempos extraordinarios en que vivimos, les recordamos que es importante que desarrolles la confianza, el sentido de logro y la independencia de tu hijo al realizar las tareas escolares. No olvides que las necesidades educativas de nuestros niños y jóvenes es responsabilidad de todos.

Estimados maestros:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) comprometido con la educación de nuestros estudiantes, ha diseñado este módulo didáctico con la colaboración de: maestros, facilitadores docentes y directores de los programas académicos. Este constituye un recurso útil y necesario para promover un proceso de enseñanza y aprendizaje innovador que permita favorecer el desarrollo holístico e integral de nuestros estudiantes al máximo de sus capacidades. Además, es una de las alternativas que se proveen para desarrollar los conocimientos claves en los estudiantes del DEPR; ante las situaciones de emergencia por fuerza mayor que enfrenta nuestro país.

El propósito del módulo es proveer el contenido de la materia de Semiconductores para las primeras diez semanas del nuevo año escolar. Es una herramienta de trabajo que les ayudará a desarrollar conceptos y destrezas en los estudiantes para mejorar su aprovechamiento académico. Al seleccionar esta alternativa de enseñanza, deberás velar que los estudiantes avancen en el módulo siguiendo el calendario de progreso establecido por semana. Es importante promover el desarrollo pleno de estos, proveyéndole herramientas que puedan apoyar su aprendizaje. Por lo que, deben diversificar los ofrecimientos con alternativas creativas de aprendizaje y evaluación de tu propia creación para reducir de manera significativa las brechas en el aprovechamiento académico.

El personal del DEPR espera que este módulo les pueda ayudar a lograr que los estudiantes progresen significativamente en su aprovechamiento académico. Esperamos que esta iniciativa les pueda ayudar a desarrollar al máximo las capacidades de nuestros estudiantes.

CALENDARIO DE PROGRESO EN EL MÓDULO

Este calendario esta creado para cubrir las primeras 10 semanas de clases.

DÍAS / SEMANAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	Unidad 1 Lección 1	Lección 2	Lección 2 Continuación	Lección 3	Lección 3 Continuación
2	Lección 3 Continuación	Lección 4	Lección 4 Continuación	Lección 5	Lección 5 Continuación
3	Trabajo Especial /Exámen	Unidad 2 Lección 1	Lección 1 Continuación	Lección 2	Lección 2 Continuación
4	Lección 2 Continuación	Lección 3	Lección 3 Continuación	Lección 3 Continuación	Lección 4
5	Lección 4 Continuación	Lección 4 Continuación	Trabajo Especial /Exámen	Unidad 3 Lección 1	Lección 1 Continuación
6	Lección 1 Continuación	Lección 2	Lección 2 Continuación	Lección 2 Continuación	Lección 3
7	Lección 3 Continuación	Lección 3 Continuación	Lección 4	Lección 4 Continuación	Lección 4 Continuación
8	Lección 4 Continuación	Lección 5	Lección 5 Continuación	Lección 5 Continuación	Lección 5 Continuación
9	Lección 6	Lección 6 Continuación	Lección 6 Continuación	Lección 6 Continuación	Trabajo Especial /Exámen
10	Trabajo Especial /Exámen	Trabajo Especial /Exámen	Trabajo Especial /Exámen	Repaso de material	Exámen de las primeras 10 semanas

UNIDAD 1: INTRODUCCION A LOS SEMICONDUCTORES

Estándares y Expectativas

Modifica, mantiene o repara equipos o sistemas electrónicos para garantizar el correcto funcionamiento. Demuestra conocimiento práctico de las políticas de empleo en tecnología de la información y la observancia de las mejores prácticas de seguridad. Interpreta esquemas eléctricos y dibujos mecánicos. Configura y opera equipos de prueba especializados o estándar para diagnosticar, probar o analizar el rendimiento de componentes electrónicos, ensamblajes o sistemas. Prepara o mantiene el diseño, las pruebas o los registros operativos y la documentación. Ensambla circuitos para sistemas electrónicos de acuerdo con las instrucciones de ingeniería, las especificaciones de producción o los manuales técnicos.

Lección 1: Física de los Semiconductores

Tiempo de Trabajo (en Minutos)

100 Minutos

Instrucciones:

Al finalizar de leer la información provista y ver el video que puede acceder en el siguiente Link, contestarás las preguntas que aparecen al final de este módulo.

<https://www.youtube.com/watch?v=cy50YR7kr8c>

Información:

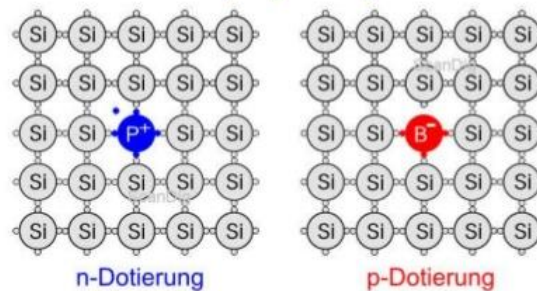
Los Semiconductores son materiales que en términos eléctricos ni son buenos aisladores, ni son buenos conductores. Estos materiales los conseguimos de forma natural como cristales puros.



Cristal de silicio en su estado puro

Podemos mencionar al silicio, germanio y al carbono. Al extraer los mismos en su estado puro, no nos sirven de mucho ya que son muy inestables. A nivel atómico hay que realizar un proceso especial con ellos mediante el cual se adulteran o dopan.

Semiconductor Dopado: Dopaje Tipo P



Este es un ejemplo de dopaje de Silicio por el Fósforo y el Boro.
En el caso del boro le falta un electrón y, por tanto, dona un hueco de electrón.
La cantidad de portadores mayoritarios será función directa de la cantidad de átomos de impurezas introducidos.

En este proceso de adulteración obtenemos dos resultados, en el primer caso obtenemos un material Tipo P, esto porque tiene en su mayoría cargas positivas. Esto le permite aceptar electrones que vengan de otros átomos o iones ajenos a éste. En el Segundo caso obtenemos un material Tipo N, ya que tiene cargas mayoritarias

negativas. Esto le permite donar o pasar electrones a otros átomos o iones. En el vídeo se nos presenta este proceso en mayor detalle. Debemos recordar que según la ley de columbio, cargas iguales se repelen y cargas diferentes se atraen.

Ejercicio: Contesta las preguntas a continuación.

1. ¿Qué es un semiconductor?
2. ¿De dónde obtenemos estos cristales de semiconductores?
3. Mencione dos materiales semiconductores
4. ¿Qué es un material Tipo P?
5. ¿Qué es un material Tipo N?

Espero que hayan disfrutado de la lección. En la siguiente veremos el uso que se le da en Electrónica a estos Semiconductores. Es de gran Importancia saber que toda la Electrónica moderna se basa en ellos. Cada vez se logra mayor avance y la tecnología evoluciona, permitiéndonos así poder sacarle el mayor provecho. El podernos educar a distancia es gracias a esta evolución.

Lección 2: El Diodo Semiconductor

Tiempo de Trabajo (en minutos)

200 Minutos

En la lección anterior vimos la física de los semiconductores y como logramos preparar los mismos para poderlos utilizar en la Electrónica. En esta lección veremos cómo se aplica este conocimiento para la Electrónica.

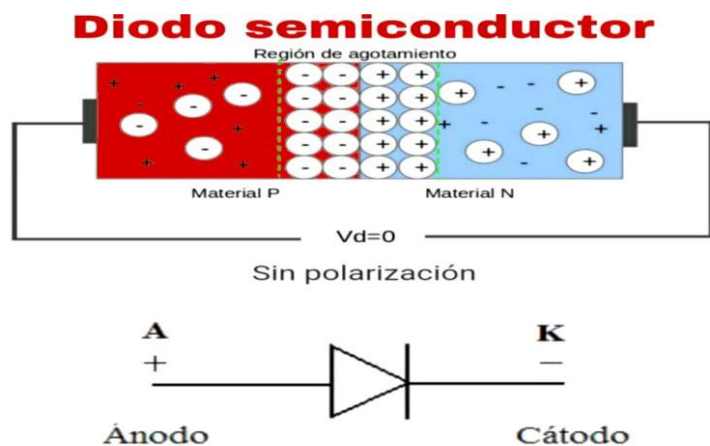
Instrucciones:

Luego de estudiar el material presentado en este módulo y ver el video que pueden acceder en el Link provisto, completarán el ejercicio que aparece al final del mismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=IYAIJo26rMk>

Información:

Al tomar un cristal semiconductor y dopar la mitad para que sea Tipo P y la otra mitad para que sea Tipo N, se produce una unión NP. En esta unión se forma una zona de Depleción y por esto se crea una diferencia de Potencial. En el caso de que hayamos utilizado un cristal de germanio, esa diferencia de Potencial será de 0.3 V. De utilizar Silicio, la diferencia de Potencial será de 0.7 V. Cuando esto se logra hemos creado un nuevo dispositivo al que llamamos Diodo Semiconductor.

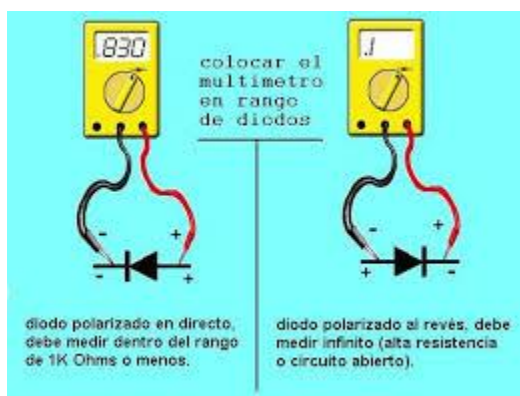


En la imagen Podemos apreciar también el símbolo de Diodo. Allí Podemos observar que del material Tipo P se conecta un terminal al que llamamos ánodo (A) y del material Tipo N sale el terminal que se denomina cátodo (K).

El trabajo principal de un diodo es dejar pasar la corriente en una sola dirección. Se compara con un check-valve, la diferencia es que el diodo se utiliza en la electrónica y el check-valve se utiliza en sistemas de agua. Utilizando esta propiedad veremos que un Diodo puede funcionar para proteger, rectificar, recortar señales, fijar señales en una referencia deseada, junto con capacitores hace la función de multiplicar voltaje, entre otras funciones.

Medición de Diodos:

Esencialmente los diodos se pueden medir con un multímetro en la función de medir semiconductores (Esta función en el multímetro la seleccionamos donde aparece el símbolo de diodo). Se coloca la punta positiva del multímetro en el terminal de ánodo y la punta negativa en el terminal de cátodo. La lectura será similar al voltaje de barrera del diodo (0.3 si es de germanio y 0.7 V si es de silicio). Si invertimos las puntas del multímetro (Punta positiva en el cátodo y punta negativa en el ánodo) obtenemos un valor de Resistencia alta, prácticamente infinito. Lo importante es que obtengamos lecturas diferentes al invertir las puntas. Esto nos indica que el diodo está en buen estado.



Diodos defectuosos:

1. Diodos cruzados

Si al medir el diodo, obtenemos en ambas lecturas resistencia baja, entonces debemos considerar que el diodo está cruzado. Un diodo cruzado puede ser dañino para el circuito, ya que no estaría haciendo el trabajo para el que se colocó en el mismo. Puede estar dejando pasar un voltaje no deseado al circuito que continua. Esto puede causar que las protecciones del equipo desconecten la

fuelle. Podemos encontrar fusibles abiertos, disyuntores en protección o tal vez otro dispositivo como por ejemplo una Resistencia abierta en la Fuente de alimentación.

2. Diodos abiertos

Si al medir el diodo, ambas lecturas dan infinito (Resistencia muy alta), se dice que éste está abierto. Un diodo abierto simplemente no hace su función ya que no permite el paso de corriente através de él. No causa daños terribles en el circuito, sin embargo, el mismo no funcionará. Podemos apreciar, por ejemplo, que el equipo no prende o no realiza una función específica de la sección del circuito donde se encuentra el dispositivo abierto.

Ejercicio: Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo es el nombre del dispositivo que obtenemos al dopar un material, la mitad para que resulte un material Tipo N y la otra mitad para que resulte Material Tipo P?
2. ¿Cuál es el nombre del terminal que se conecta al material Tipo N?
3. ¿Cómo llamamos al terminal que se conecta al material Tipo P?
4. ¿Para qué se puede utilizar un diodo? (indique al menos dos funciones)
5. ¿Qué lecturas me debe dar un diodo que está en buen estado?
6. ¿Cuál es la diferencia entre un diodo cruzado y un Diodo abierto?
7. De estos dos defectos ¿Cuál entiendes que puede ser más dañino para el circuito?
8. De la pregunta anterior ¿Por qué entiendes que es así?

Espero que hayan disfrutado esta lección. Es provechoso conocer cómo funciona un diodo y que puede hacer en un circuito. Para un técnico de electrónica es necesario saber como detector cuando un dispositivo tan versátil está o no en buen estado.

En el siguiente veremos como se utilizan en los equipos electrónicos éstos dispositivos y su polarización. También compararemos diferentes diodos. Conoceremos la forma de buscar reemplazos de ser necesarios utilizando las guías y aplicaciones para este propósito.

Lección 3: Polarización de los Diodos

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

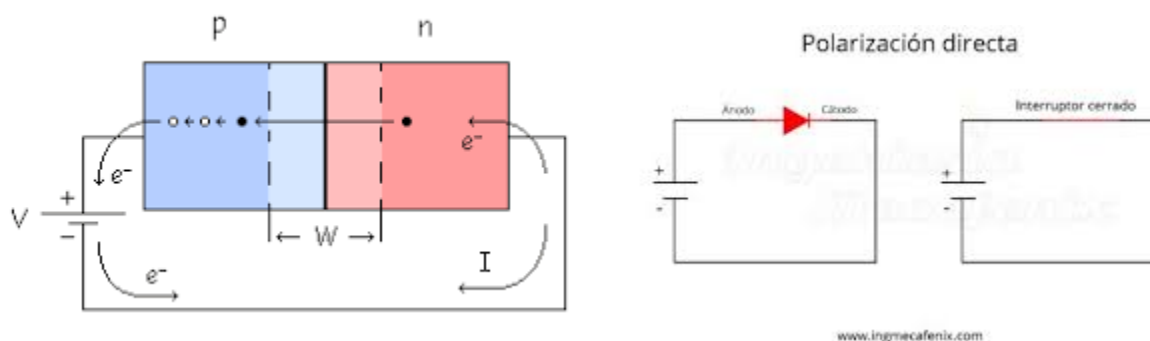
En la lección anterior vimos como al adular la mitad de un cristal para lograr un material Tipo N y la otra mitad para lograr un material Tipo P obtenemos un dispositivo Electrónico muy versátil al que llamamos Diodo. En esta lección Podemos ver como al conectar de forma adecuada este dispositivo éste nos realiza el trabajo que esperamos de él. Primero veremos la Polarización Directa y luego lo veremos en Polarización Inversa.

Instrucciones:

Luego de estudiar el material expuesto en este módulo y ver el video que pueden accesar en el link a continuación, contestarán los ejercicios que encontrarán al final del mismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=LxtPmvpiuh8>

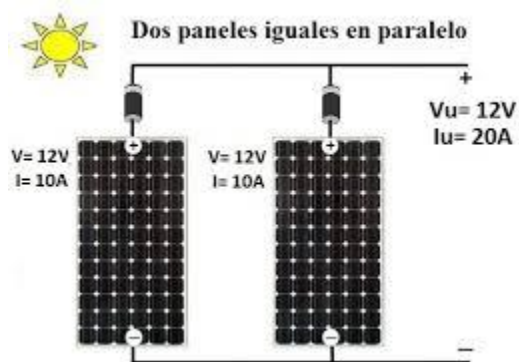
Para que un diodo funcione correctamente debemos saber conectarlo, según el trabajo que queremos que realice. Como regla general para que un diodo conduzca corriente a través de él, debemos conectarlo en Polarización Directa. Esto es Conectar el positivo de la Fuente de alimentación al terminal ánodo y el negativo al terminal cátodo.



Como hemos podido ver en la figura anterior, al conectarlo en polarización Directa, se puede comparar con un circuito cerrado. Esto es para propósito ideal. En realidad, el diodo, al conectarlo en Polarización Directa tiene que superar la tensión de barrera que es en el caso de silicio 0.7V y si es de Germanio 0.3V. Por esta razón a través de sus terminales el diodo tendrá una caída de voltaje del mismo valor de su tensión de barrera (0.7V para silicio y 0.3V para Germanio). Es muy importante saber que, al conectar un diodo en un circuito, debemos conectar en serie al menos un resistor para limitar la corriente que pasa por el mismo. Para saber el valor de corriente que puede soportar un

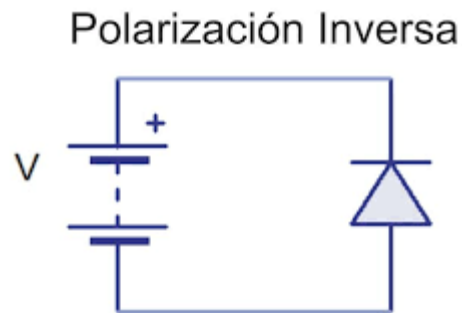
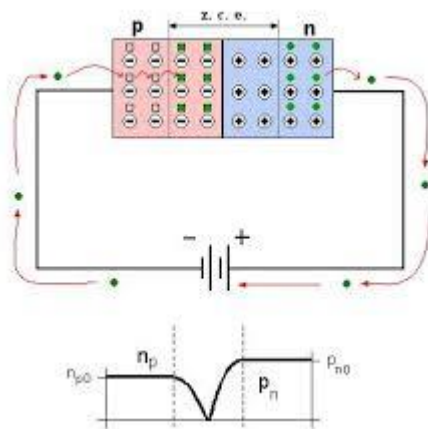
diodo debemos leer las especificaciones que nos da el fabricante de éste. También podemos buscar una guía de reemplazo como lo es NTE. Recomendando la aplicación NTE Quick Cross que puede bajar desde su teléfono móvil. Para dar un ejemplo, si busca en esta aplicación al diodo 1N4001, encontrará que el mismo puede soportar hasta 1 Amperio de corriente constante cuando se polariza Directamente. Aunque en cuanto a picos momentáneos soporta hasta 30 A. Siempre es recomendable leer las especificaciones que nos da el fabricante si vamos a construir un circuito, así también si vamos a sustituir el componente por otro que cumpla con las especificaciones que necesita el circuito donde lo vamos a colocar.

En ocasiones para que un diodo realice una función específica, debemos conectarlo en polarización Inversa. Por ejemplo, si queremos que proteja para que no pase corriente por determinados componentes en una dirección específica. Un caso bien conocido es el módulo fotovoltaico el cual nos convierte energía solar en energía eléctrica, la corriente debe salir del módulo. Sin embargo, si se les aplica corriente a estos módulos, los mismos podrían dañarse. Para evitar esto se coloca un Diodo el cual permitirá que la corriente salga de éste, pero impedirá el paso de la corriente que pueda llegar al mismo.

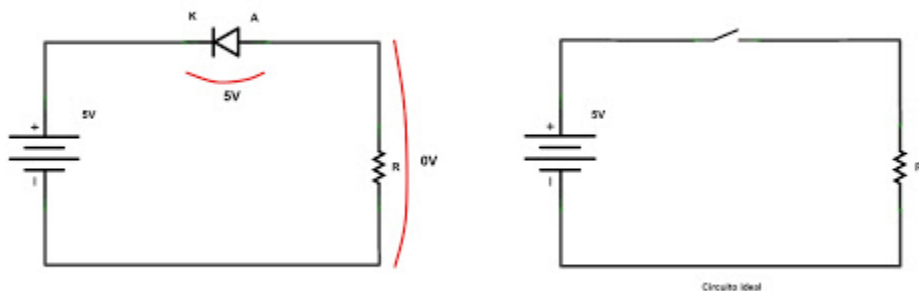


Este es el caso donde se colocan los diodos para proteger a los módulos fotovoltaicos. Noten que, según la conexión, los diodos permiten que fluya corriente desde los módulos, pero no permitirán que entre corriente a los mismos.

Veamos cómo se conecta un diodo en polarización inversa. Se conecta el positivo de la fuente de alimentación al cátodo del diodo y el negativo de la misma al ánodo del dispositivo. Veamos la siguiente figura:



Al conectar un diodo en polarización inversa, el diodo se comporta como un circuito abierto. Esto es que no fluirá corriente a través de él. Si medimos el voltaje del dispositivo en esta configuración, será el voltaje aplicado por la fuente. Esto último ocurre con todos los circuitos abiertos.



De esta manera no fluirá corriente por el circuito. Cabe señalar que existen diodos que operan normalmente de esta manera para realizar unas funciones específicas. Tal es el caso de un diodo Zener, por ejemplo, que su operación nos permitirá regular voltajes. Esto lo veremos en detalle más adelante.

Al conectar diodos en polarización inversa Debemos considerar las especificaciones del fabricante mediante una hoja de datos del dispositivo. Esto lo podemos conseguir en la página oficial del fabricante ó utilizando una guía de reemplazos como lo es NTE. A través de la aplicación Quick Cross de NTE podemos ver que el diodo 1N4001 puede soportar 600V en polarización Inversa. En la misma hoja de datos de este dispositivo vemos que puede tolerar picos no repetitivos de hasta 720 voltios.

También es importante señalar que en cuanto a voltaje RMS, realmente el valor que soporta es 420V. Aunque ya ustedes saben la diferencia entre voltajes picos y voltajes RMS. Nuevamente quiero recordar que esto se utiliza al construir circuitos o sustituir el dispositivo por otro que cumpla las especificaciones. Normalmente, de ser posible recomiendo que al sustituir dispositivos, se utilicen los valores originales. De utilizar reemplazos, que sean confiables. Preferiblemente los recomendados por una guía tal como NTE.

Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo debemos conectar un diodo para que este conduzca corriente a través de él?
2. ¿Cómo se comporta un diodo al conectarlo de esa manera?
3. ¿Para esta conexión en que terminal debemos conectar el positivo de la fuente?
4. Al conectar un diodo de silicio de esta manera, ¿Cuál será la caída de voltaje a través de él?
5. ¿Qué es polarización inversa?
6. ¿Qué es NTE Quick Cross?
7. ¿Para qué sirve esta última?
8. ¿Para qué se pueden conectar los diodos en polarización inversa?
9. Utilizando la aplicación Quick Cross de NTE, Busque las especificaciones de un diodo 1N4148.

Indique:

- a. La corriente máxima que soporta en polarización directa.
- b. El voltaje máximo que soporta en polarización Inversa
- c. La disipación de potencia del dispositivo a +45 grados centígrados
- d. La disipación de potencia del dispositivo a +25 grados centígrados
- e. ¿Cuál es el reemplazo directo de este dispositivo en NTE?
- f. ¿Cuál es la función de este diodo?

Espero que hayan disfrutado de esta lección. La polarización de los diodos es muy importante para que operen correctamente. Recordemos que un diodo deja pasar corriente en una sola dirección. En base a esto los diodos nos permiten obtener múltiples funciones. En la siguiente lección veremos de forma matemática la polarización directa de este versátil dispositivo. Obtendremos los distintos valores de los factores eléctricos cuando se opera el diodo en dicha polarización. De esta manera podemos comparar dichos valores con los que nos da el fabricante. Siempre recordemos que para sustituir un diodo de ser posible debemos utilizar el reemplazo correcto del mismo. Sin embargo, si no encontramos el reemplazo correcto, Podemos comparar los factores que nos da el fabricante con los del dispositivo a sustituir. Los factores del dispositivo que vamos a colocar deben

igualar o superar los del dispositivo original. También debemos conocer estos valores en caso de que diseñemos un circuito para la función que queremos que realice.

Lección 4: Cálculo de circuitos en Polarización Directa del Diodo

Tiempo de Trabajo (en minutos)

200 Minutos

En la lección anterior vimos como conectar un diodo y polarizarlo directa e inversamente. Pudimos observar la diferencia al polarizarlo. Cuando lo polarizamos directamente el Diodo conduce, mientras que cuando lo conectamos inversamente el mismo no permite el paso de corriente a través de él.

En esta lección podremos comprobar el funcionamiento del diodo en polarización directa de forma matemática.

Instrucciones:

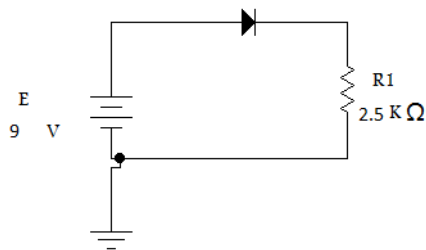
Luego de ver las demostraciones de cálculo de los diodos en polarización directa y el video que se presenta en el siguiente Link, resolverá ejercicios de esta polarización del diodo.

<https://www.youtube.com/watch?v=am0uaFW0BY4>

Explicación:

Al conectar un diodo de tal manera que su ánodo se conecte en el positivo de la fuente y el negativo al cátodo del dispositivo, decimos que está en Polarización Directa. Veamos como se realiza:

Ejemplo 1



Para comenzar a determinar los valores debemos recordar que el diodo en polarización directa debe superar el voltaje de barrera para comenzar a conducir. Por esta razón tendrá una diferencia de potencial entre sus terminales. Si el diodo es de silicio esta caída de voltaje es 0.7 V mientras que si es de germanio su caída de voltaje es 0.3 V. Para que no nos confundamos, si en el circuito no aparece de qué material está construido el diodo, vamos a asumir que el diodo es de silicio. Solamente asumiremos que el diodo está hecho de germanio cuando se especifique. En el caso que presentamos el voltaje del diodo es 0.7 V ($V_D = 0.7 \text{ V}$). Al estar el diodo en serie con el resistor calculemos el voltaje de este último dispositivo:

$$\begin{aligned} V_R &= E - V_D \\ &= 9 \text{ V} - 0.7 \text{ V} \\ &= \mathbf{8.3 \text{ V}} \end{aligned}$$

Ahora calcularemos la corriente:

$$\begin{aligned} I &= V_R / R \\ &= 8.3 \text{ V} / 2.5 \text{ K } \Omega \\ &= \mathbf{3.32 \text{ mA}} \end{aligned}$$

Esto último lo realizamos de esa manera debido a que la resistencia del diodo es una dinámica ya que varía de acuerdo al voltaje que se le aplica. Es más práctico calcular la corriente que pasa por el resistor. Al estar este último dispositivo en serie con el diodo, la intensidad del diodo y la del resistor será la misma, o sea que $I_R = I_D$.

Una vez que conocemos la corriente que pasa através del diodo, Podemos calcular la resistencia dinámica de este dispositivo:

$$\begin{aligned} R_D &= V_D / I \\ &= 0.7 \text{ V} / 3.32 \text{ mA} \\ &= \mathbf{210.84 \Omega} \end{aligned}$$

Debemos recordar que esta resistencia va a variar de acuerdo al voltaje aplicado al diodo. Si variamos el voltaje, este factor dinámico variará también.

Ya que tenemos estos valores, calcularemos ahora las potencias:

$$PR = I \times VR$$

$$= 3.36 \text{ mA} \times 8.3 \text{ V}$$

$$= \mathbf{27.89 \text{ mW}}$$

A nivel comercial podemos conseguir un resistor de $\frac{1}{4}$ W (250 mW) e inclusive uno de $\frac{1}{8}$ W (125 mW) y funcionará cómodo.

$$PD = I \times VD$$

$$= 3.36 \text{ mA} \times 0.7 \text{ V}$$

$$= \mathbf{2.35 \text{ mW}}$$

El valor máximo permitido de esta última podemos calcularla con la hoja de datos del dispositivo que nos provee el fabricante.

Por ejemplo, para un diodo 1N4001 según la aplicación Quick Cross de NTE, cuyo reemplazo es el NTE 116:

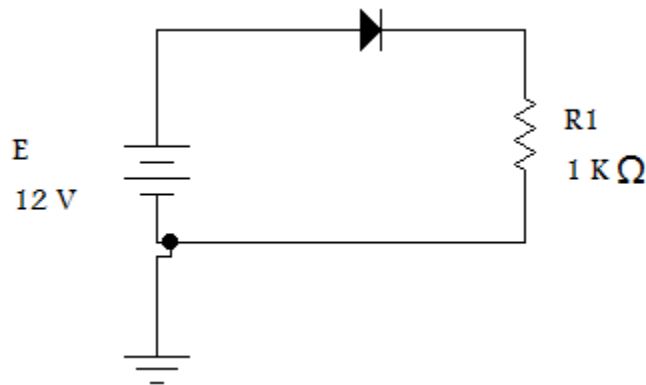
$$PD = VF \text{ (AV)} \times IO \text{ (Average Rectified Forward Current)}$$

$$= 0.8 \text{ V} \times 1 \text{ A}$$

$$= \mathbf{0.8 \text{ W (800 mW)}}$$

Quiere decir que un NTE 116 puede disipar hasta 800 mW y en el cálculo de nuestro circuito solamente disipa 2.35 mW. Esto significa que el diodo trabaja cómodo. También este dispositivo puede manejar una corriente de hasta 1 A a una temperatura de ambiente de 25 grados Celsius. En cuanto a corriente de nuestro circuito también vemos que trabaja cómodo ya que la corriente que estamos manejando es solo 3.36 mA. Esto es lo que tenemos que tener en cuenta al diseñar circuitos o sustituir un diodo de equipos que estemos reparando, si no pudieramos conseguir el reemplazo de la parte original.

Ejercicio: Resuelve este ejercicio de diodo en polarización directa:



$V_D =$ _____

$I =$ _____

$V_R =$ _____

$P_D =$ _____

$R_D =$ _____

$P_R =$ _____

Espero que hayan disfrutado la lección. Es importante recordar que si polarizamos directamente un diodo el permite el flujo de corriente a través de él. Mientras que, si lo polarizamos inversamente, el mismo no permitirá flujo de corriente a través de él. También que debemos saber el valor de los factores eléctricos para el mismo al momento de sustituir un diodo o cuando diseñamos un circuito para que realice una operación específica.

Lección 5: Cálculo de circuitos en Polarización Inversa del Diodo

Tiempo de Trabajo (En Minutos)

200 Minutos

En la lección anterior vimos como comprobar el funcionamiento del diodo en polarización Directa de forma matemática.

En esta lección podremos comprobar el funcionamiento del diodo en polarización inversa de forma matemática.

Instrucciones:

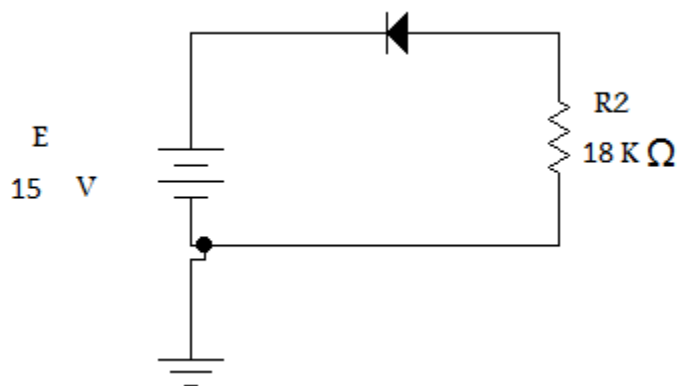
Luego de ver las demostraciones de cálculo de los diodos en polarización inversa y el video que se presenta en el siguiente Link, resolverá ejercicios de esta polarización del diodo.

<https://www.youtube.com/watch?v=X0XscX9ugp0>

Explicación:

Al conectar un diodo de tal manera que su cátodo se conecte en el positivo de la fuente y el negativo al ánodo del dispositivo, decimos que está en polarización inversa. Veamos como se realiza:

Ejemplo 1



Al conectar un diodo en esta polarización sabemos que el diodo no conducirá corriente a través de él. Aún así veamos que valores debemos tener en sus componentes. Ya que en polarización inversa el diodo presenta un valor de resistencia infinita a través de sus terminales. El valor de voltaje a través de los mismos será el voltaje aplicado en nuestro ejemplo el voltaje de la fuente.

$$V_D = 15 \text{ V}$$

Y como expresamos, la resistencia del diodo es infinita:

$$R_D = \infty \text{ (infinita)}$$

Si el voltaje a través del diodo es el aplicado y el resistor está en serie con dicho dispositivo, su voltaje será 0 V. O sea, $V_R = 0 \text{ V}$

Si el voltaje del resistor es 0 V, la corriente del circuito es **0 A, o sea $I = 0 \text{ A}$**

Si tenemos 0 A de corriente y 0 V a través del resistor, las potencias serán 0 W. Debemos recordar que para que haya potencia, debemos tener corriente y voltaje a través de cada dispositivo. Por tal razón:

$$P_R = 0 \text{ W}$$

$$P_D = 0 \text{ W}$$

En resumen:

$$V_D = E = 15 \text{ V}$$

$$V_R = 0 \text{ V}$$

$$I = 0 \text{ A}$$

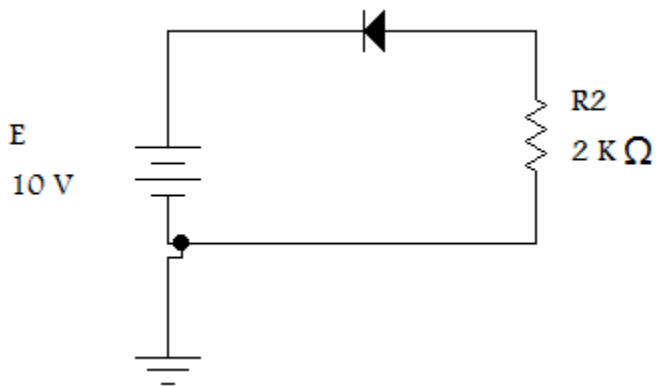
$$R_D = \infty$$

$$P_D = 0 \text{ W}$$

$$P_R = 0 \text{ W}$$

Esta polarización del diodo nos permite realizar diferentes funciones tal como mencionamos en la lección 2. Nos puede servir para proteger y también podemos tener una rectificación de voltaje. Esto precisamente es lo que veremos en la próxima lección del módulo.

Ejercicio de práctica: Resuelve este ejercicio de polarización inversa



$V_D =$ _____

$I =$ _____

$V_R =$ _____

$R_D =$ _____

$P_D =$ _____

$P_R =$ _____

Espero que hayan disfrutado la lección. En la siguiente lección veremos la función de rectificador que nos permite el diodo. Una vez haya sido esto explicado, comenzaremos a trabajar con un rectificador de media onda. Este es el más simple, pero de gran uso en la actualidad en las fuentes conmutadas. Estas últimas han tenido gran auge en los equipos electrónicos de uso doméstico tales como televisores, equipos de audio y tarjetas de electrónica Blanca. Estas son ampliamente utilizadas en enseres como neveras, lavadoras y acondicionadores de aire.

UNIDAD 2: RECTIFICADORES

Lección 1: Rectificador de Media Onda

Estándares y Expectativas

Modifica, mantiene o repara equipos o sistemas electrónicos para garantizar el correcto funcionamiento. Demuestra conocimiento práctico de las políticas de empleo en tecnología de la información y la observancia de las mejores prácticas de seguridad. Interpreta esquemas eléctricos y dibujos mecánicos. Configura y opera equipos de prueba especializados o estándar para diagnosticar, probar o analizar el rendimiento de componentes electrónicos, ensamblajes o sistemas. Prepara o mantiene el diseño, las pruebas o los registros operativos y la documentación. Ensambla circuitos para sistemas electrónicos de acuerdo con las instrucciones de ingeniería, las especificaciones de producción o los manuales técnicos.

Tiempo de Trabajo (en minutos)

200 Minutos

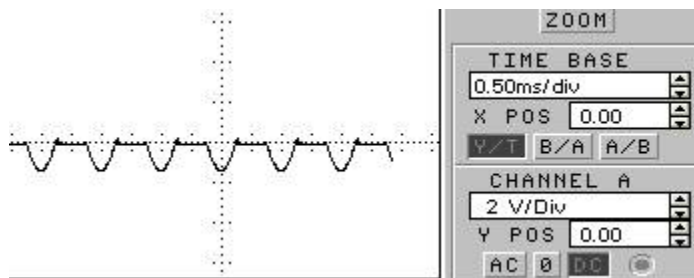
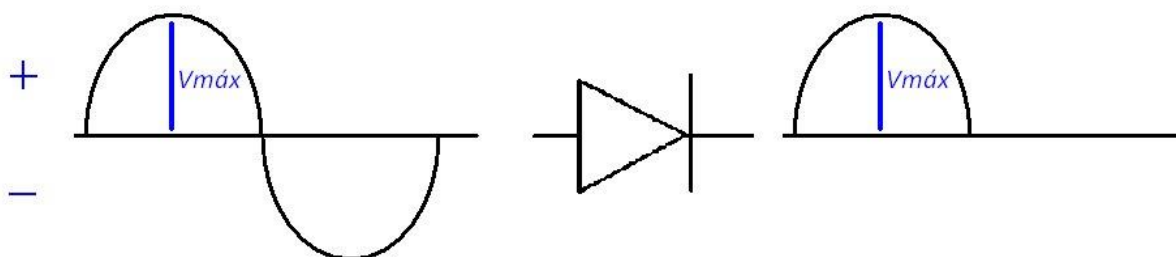
En la Unidad 1 las lecciones anteriores a ésta fueron la base para explicar el funcionamiento de los diodos y esto nos ayudará a entender el funcionamiento de los diodos como rectificadores, ya que se aprovecha al máximo el principio de operación de los mismos. En las lecciones anteriores calculamos valores para circuitos en polarización Inversa En las siguientes lecciones se presenta el primer rectificador y éste nos ayudará a entender otros rectificadores más complejos que veremos próximamente.

Información:

Cuando leemos la palabra Rectificador pueden venir a nuestra mente muchas ideas. Rectificar suena como “arreglar” algo que no estaba muy bien. En el caso de los circuitos electrónicos rectificar significa convertir una señal o voltaje alterno en un voltaje con corriente Directa. Los equipos y dispositivos electrónicos operan con voltaje directo. La corriente y voltaje que nos ofrece nuestra compañía de suministro de electricidad (Autoridad de Energía Eléctrica) es un voltaje alternante. Lo primero que se debe hacer en nuestros equipos electrónicos es convertir esos voltajes y Corrientes Alternos en voltajes y Corrientes Directos. El dispositivo que logra este propósito es el Diodo.

Debemos recordar que un Diodo deja pasar corriente en una sola dirección. Esto se aprovecha para dejar pasar solo una de dos alternaciones de las que se compone un ciclo de corriente alterna. Se puede decir que un diodo “recorta” la señal. A este circuito entra un ciclo completo de corriente alterna y su salida será solo la mitad de ese ciclo conocido como un voltaje DC pulsante.

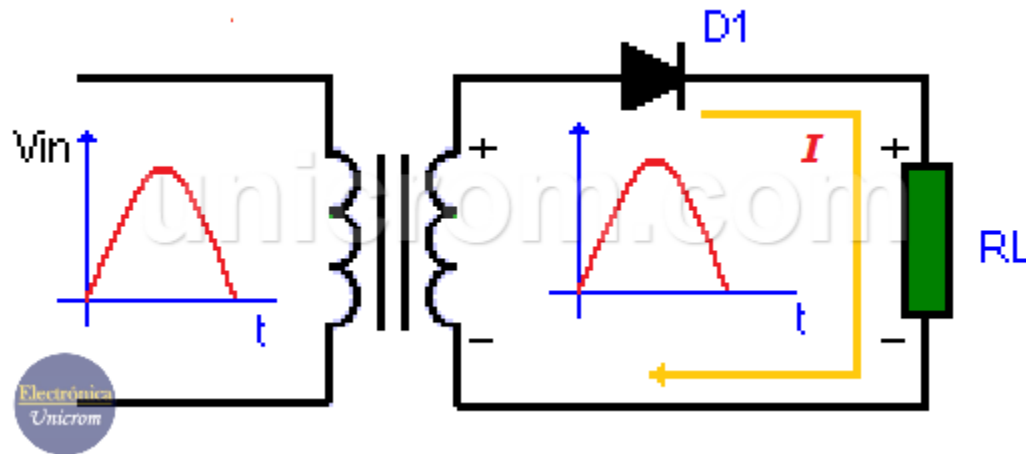
Si el cátodo del diodo se conecta a la salida del circuito, el medio ciclo resultante es positivo. Mientras que si es el ánodo el que se conecta a la salida, el medio ciclo resultante es negativo



Un rectificador de media onda se compone de un diodo semiconductor. En otras palabras, el rectificador en sí es el diodo. Antes del diodo podemos tener un voltaje alterno y a su salida el voltaje será directo pulsante. Claro para limpiar la señal, mas adelante se coloca un filtro. Este puede ser por lo general un capacitor electrolítico solo, aunque Podemos tener también Inductores o combinaciones de inductores y capacitores. Más adelante se cubrirá con más detalle este tema.

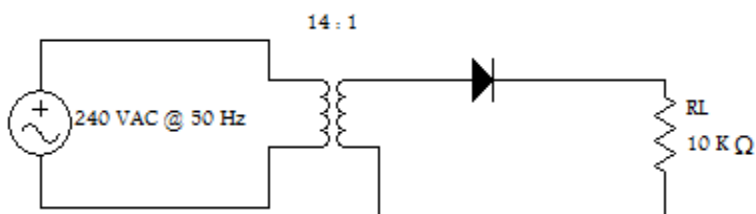
En muchas ocasiones antes del diodo se coloca un Transformador para bajar el voltaje e inclusive en otras ocasiones para subir este factor eléctrico. En nuestro ejemplo

veremos un Transformador de bajada como entrada, aunque cabe señalar que no siempre lo veremos de esa manera.



Otra cosa que debemos tomar en consideración es que el diodo tendrá una caída de voltaje y que por lo general para este tipo de rectificador se utilizan diodos de Silicio. Por tal razón a través de cada diodo tendremos una caída de voltaje de 0.7 V . Al momento de analizar estos circuitos, esto último no se nos puede olvidar.

Tomemos en consideración el siguiente ejemplo:



Veamos que la entrada del circuito es una fuente alternante de 240 VAC con una frecuencia de 50 Hz. En este análisis no utilizaremos la frecuencia, pero es importante que nos acostumbremos a verla ya que en futuros circuitos si la vamos a utilizar. Luego pasa al transformador, que en esta ocasión es de bajada con una relación de vueltas de 14 a 1. Esto es que, por cada 14 vueltas en el primario, tendremos 1 en el secundario. Después vemos el diodo y este a su vez se conecta a la Resistencia con valor de 10 K W que representa la carga (De ahí el nombre R_L).

El primer paso a realizar es convertir el voltaje de entrada que tenemos en el primario del Transformador, que como vemos está en RMS, en voltaje de Pico. Esto es:

$$VP (PRI) = VAC / 0.7071$$

$$= 240 VAC / 0.7071$$

$$= \mathbf{339.42 VP}$$

Ahora calcularemos el voltaje que tenemos en el secundario del transformador. Es importante señalar que este voltaje sigue siendo alternante, debido a que todavía no pasa por el diodo. Para esto dividiremos el voltaje pico primario entre la relación de vueltas o ratio del transformador.

$$VP (sec) = VP (Pri) / ratio$$

$$= 339.42 / 14$$

$$= \mathbf{24.24 VP}$$

Una vez que tenemos el voltaje pico secundario, debemos calcular el voltaje pico de salida. Esto se logra restando el voltaje del diodo al voltaje pico secundario. De esta manera:

$$VP (out) = VP (SEC) - VD$$

$$= 24.24 VP - 0.7 v$$

$$= \mathbf{23.54 VP}$$

A estas alturas, si utilizamos un osciloscopio, Podemos ver la salida del circuito rectificador con su valor de voltaje pico.

Finalmente, si utilizamos un voltímetro, la lectura que obtendremos será en voltaje promedio (Avg). De esta misma manera, si medimos con un amperímetro la corriente de salida para este circuito, obtendremos un valor promedio (Avg).

$$V Avg (out) = VP (out) \times 0.318$$

$$= 23.54 VP \times 0.318$$

$$= \mathbf{7.49 V Avg}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{Avg (out)}} &= V_{\text{Avg (out)}} / R_L \\
 &= 7.49 \text{ V Avg} / 10 \text{ KW} \\
 &= \mathbf{749 \text{ mA}}
 \end{aligned}$$

Estos valores promedio se deben a que el multímetro realiza un cálculo de los valores de la señal y su resultado es un promedio. Debido a que falta medio ciclo de la señal o hay un espacio vacío entre un medio ciclo y el siguiente medio ciclo, este valor promedio se reduce a la mitad del valor promedio que tendría un ciclo completo. Para una señal de un ciclo completo se multiplicaría por 0.636, en este caso se multiplica por la mitad de ese valor que es 0.318.

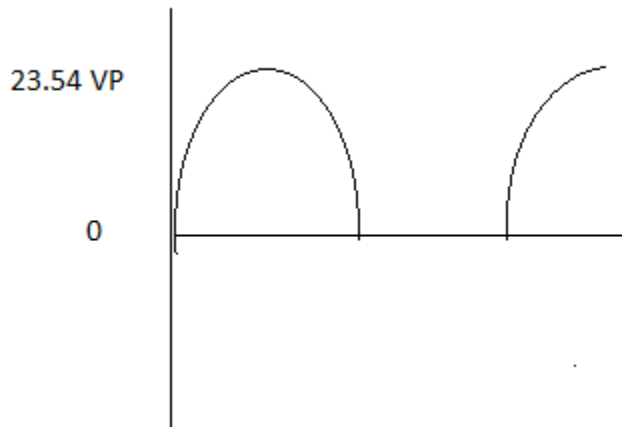
A estas alturas tenemos todos los valores para poder determinar las potencias disipadas por el diodo (PD) y el resistor (PR).

$$\begin{aligned}
 PD_{\text{(Avg)}} &= I_{\text{Avg}} \times V_D \\
 &= 749 \text{ mA} \times 0.7 \text{ V} \\
 &= \mathbf{524.3 \text{ mW}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PR_{\text{(Avg)}} &= I_{\text{Avg (out)}} \times V_{\text{Avg (out)}} \\
 &= 749 \text{ mA} \times 7.49 \text{ V Avg} \\
 &= \mathbf{5.61 \text{ mW}}
 \end{aligned}$$

Esta última también se conoce como **P Avg (out)**

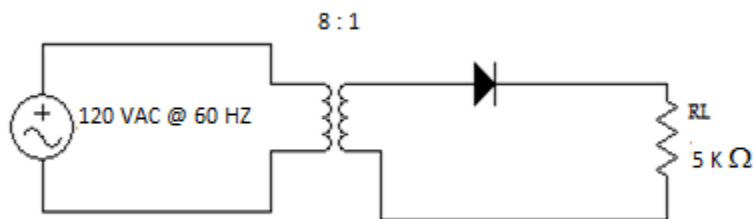
Finalmente debemos dibujar la señal de salida y expresar el voltaje pico de salida:



Es importante notar que entre pulso y pulso hay un espacio vacío. En ese espacio se supone que estuviese el medio ciclo negativo. Pero como ustedes saben ese es el pulso que el diodo no dejó pasar y por lo que esta salida se conoce como DC pulsante.

Ejercicio de Práctica:

1.



$V_p(\text{pri}) =$ _____

$V_{\text{Avg}}(\text{out}) =$ _____

$V_p(\text{sec}) =$ _____

$I_{\text{Avg}}(\text{out}) =$ _____

$V_p(\text{out}) =$ _____

Dibuja la señal de salida:



Espero que hayan disfrutado la lección. Es importante recordar que un rectificador es un circuito que convierte un voltaje alterno en directo. Y que este rectificador de media onda utiliza un diodo. En ocasiones tenemos un transformador para disminuir el voltaje que se aplica y en otras ocasiones aumenta el voltaje aplicado para obtener un nivel de salida deseado. Tuvimos la oportunidad de calcular los valores de los factores eléctricos y de esta manera poder saber si dichos valores no superan los que nos da el fabricante. Esto último en caso de que no hayamos conseguido el reemplazo directo al momento de sustituir un diodo rectificador en un circuito existente o cuando vayamos a diseñar un circuito rectificador de media onda. En la siguiente lección veremos un rectificador de onda completa. También calcularemos los valores de los factores eléctricos para el mismo. Va a ser interesante ver más de un diodo trabajando para rectificar la onda completa

Lección 2: Rectificador de Onda Completa

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la lección anterior pudimos observar el funcionamiento de un rectificador de Media Onda. Calculamos los valores para el mismo y de esa manera pudimos saber que valores utilizar en caso de sustituir un diodo cuando no tengamos el reemplazo directo o si vamos a diseñar un rectificador de este tipo. En esta lección veremos un rectificador de Onda Completa. También calcularemos los valores para el mismo.

Instrucciones:

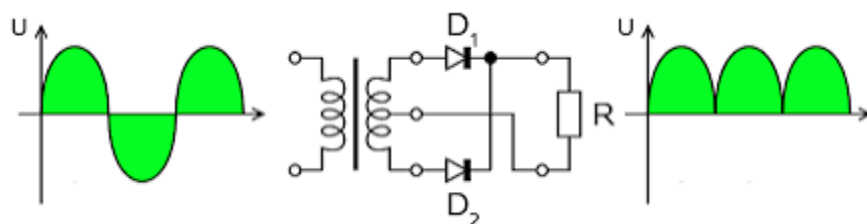
Una vez completada la explicación del Rectificador de Onda Completa y visto el video del link que sigue a continuación, realizará cálculos para un rectificador de Onda Completa.

<https://www.youtube.com/watch?v=IVgfiiiieosE>

Información:

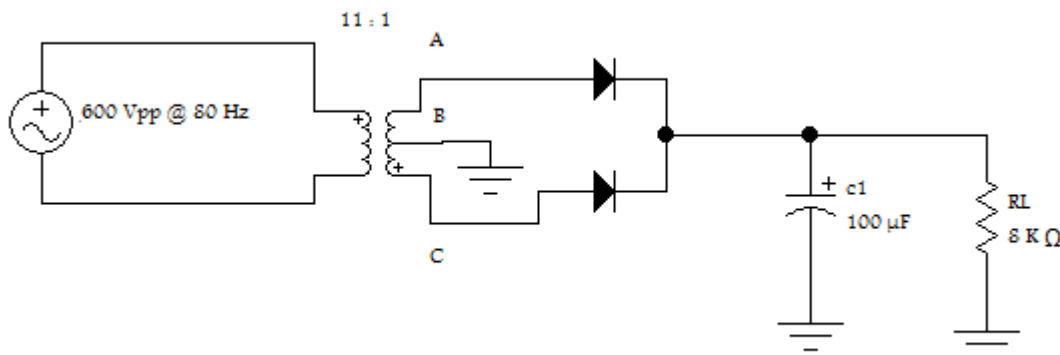
Un Rectificador de Onda completa, como lo indica su nombre rectifica la onda completa o mejor dicho el ciclo completo de una onda alternante. En un rectificador de media onda uno de los dos medios ciclos se pierde completamente en el proceso. En un rectificador de onda completa se aprovechan ambos medios ciclos de una señal alternante. El detalle que debemos tener en cuenta es que este rectificador requiere de un transformador con toma central para realizar este proceso. Esto puede hacer que este rectificador sea mas caro. Por tal razón si fuéramos a diseñar un rectificador de este tipo, el costo de los dispositivos es un factor a considerar. Esto también es importante conocerlo al sustituir dispositivos en un circuito de algún equipo que estemos reparando.

. Veamos en la siguiente figura un rectificador de onda completa:



Notemos que para este rectificador se necesita un transformador con toma central. Este nos permite obtener la entrada de cada diodo de los extremos del transformador, que sus salidas se encuentren y en este punto de conexión se conecta un resistor que hace las veces de carga y esta finalmente se conecta a la toma central. Esto permite que uno de los diodos deje pasar medio ciclo y el otro deja pasar el otro medio ciclo. Es por esto que se aprovecha el ciclo completo al momento de rectificar. Al pasar la corriente de ambos medios ciclos en la misma dirección através dell resistor, la Salida de este circuito será dos medios ciclos en la misma polaridad. Si en ambos diodos los cátodos se conectan al resistor, la salida será positiva. Por el contrario, si ambos ánodos se conectan al resistor, la salida será negativa. Otro detalle a tomar en consideración es que, al tener un transformador con toma central, este divide a la mitad el voltaje del secundario. O sea que a cada diodo se le aplica la mitad del voltaje que obtenemos en los extremos del secundario del transformador.

Veamos todo esto a continuación:



En este circuito rectificador de Onda Completa tenemos primeramente la fuente alternante que tiene un voltaje de 600 Vpp @ 80 HZ. Este voltaje se nos puede dar en VPP, VP o VAC. Si es VPP este se divide entre dos, si se nos da en VAC lo dividimos entre 0.7071 y si se nos da en VP no hay que hacer nada, ya que el voltaje a utilizar en los siguientes cálculos es voltaje pico. Luego tenemos un transformador con toma central. Le siguen los diodos, estos deben ser idénticos para que la señal sea rectificada debidamente. Luego vemos un capacitor con el que trabajaremos el filtrado y finalmente un resistor, el cuál representará la carga para este circuito. A este punto podemos darnos cuenta de que la señal de salida será positiva ya que los cátodos de los diodos están conectados al resistor y al capacitor, esta es la salida del circuito.

Comencemos los cálculos:

$$\begin{aligned} 1. \quad V_p (\text{PRI}) &= V_{PP} / 2 \\ &= 600 \text{ VPP} / 2 \\ &= \mathbf{300 \text{ VP}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad V_P (\text{Sec}) &= V_P (\text{Pri}) / \text{ratio} \\ &= 300 \text{ VP} / 11 \\ &= \mathbf{27.27 \text{ VP}} \end{aligned}$$

- Ratio es la razón de vueltas del transformador. En este caso el Transformador tiene razón de vueltas de 11:1. Por esta razón la ratio de vueltas del transformador es $11 / 1 = 11$.

$$\begin{aligned} 3. \quad V_P (\text{AB}) &= V_p (\text{Sec}) / 2 \\ &= 27.27 \text{ VP} / 2 \\ &= \mathbf{13.64 \text{ VP}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad V_P (\text{out}) &= V_P (\text{Sec}) - V_D \\ &= 13.64 \text{ VP} - 0.7 \text{ V} \\ &= \mathbf{12.94 \text{ VP}} \end{aligned}$$

- Se utiliza solo V_D ya que cada medio ciclo pasa por un diodo, por lo tanto, se le resta solo una caída de voltaje.

Todo lo calculado hasta el momento es sin considerar al capacitor. Este es el voltaje que obtendríamos si el capacitor no estuviera conectado. Si en ese caso midiéramos con el voltímetro, obtuviéramos voltaje promedio. Pero al tener el capacitor, los siguientes son los cálculos:

$$\begin{aligned} 5. \quad V(\text{rizado}) &= (1 / (F)(RL) (C)) V_P (\text{out}) \\ &= (1 / (160 \text{ Hz}) (8 \text{ KW}) (100\text{mF})) 12.94 \text{ VP} \end{aligned}$$

$$= (1 / (128)) 12.94 \text{ VP}$$

$$= (.00781) 12.94 \text{ VP}$$

$$= \mathbf{101.09 \text{ mV}}$$

$$6. \text{ VDC (out)} = (1 - (1 / ((2)(F) (RL) (C)))) \text{ VP (out)}$$

$$= (1 - (1 / ((2) (160 \text{ HZ}) (8\text{KW}) (100 \text{ mF})))) 12.94 \text{ VP}$$

$$= (1 - (1 / (256))) 12.94 \text{ VP}$$

$$= (1 - (.003906)) 12.94 \text{ VP}$$

$$= (0.99609) 12.94 \text{ VP}$$

$$= \mathbf{12.89 \text{ VDC}}$$

$$7. \text{ IDC (out)} = \text{VDC (out)} / \text{RL}$$

$$= 12.89 \text{ VDC} / 8 \text{ KW}$$

$$= \mathbf{1.61 \text{ mA}}$$

$$8. \text{ PR (DC out)} = \text{I DC (out)} \times \text{VDC (out)}$$

$$= 1.61 \text{ mA} \times 12.89 \text{ VDC}$$

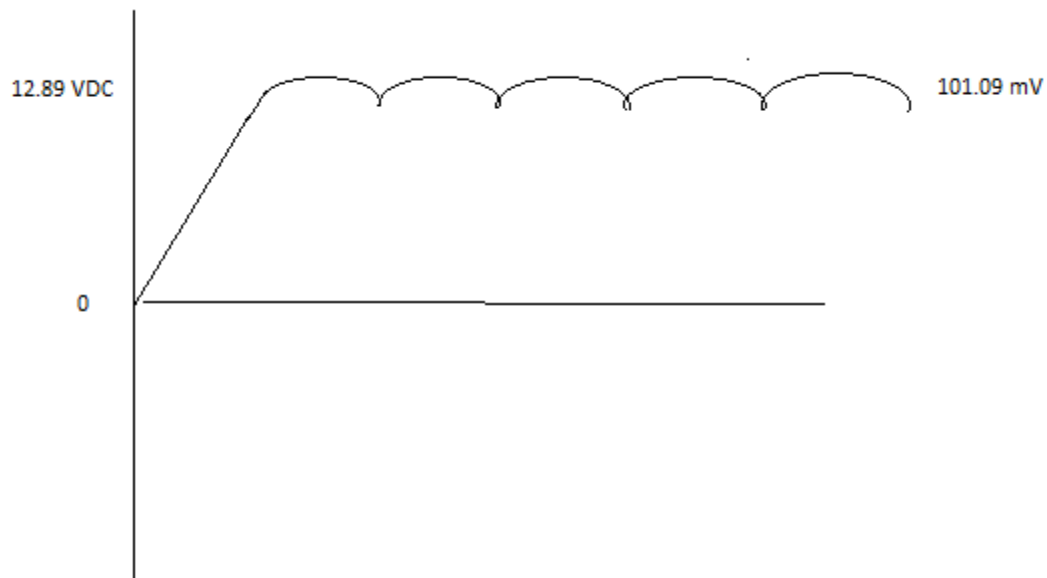
$$= \mathbf{20.75 \text{ m W DC}}$$

$$9. \text{ PD} = \text{I (DC out)} \times \text{VD}$$

$$= 1.61 \text{ mA} \times 0.7 \text{ V}$$

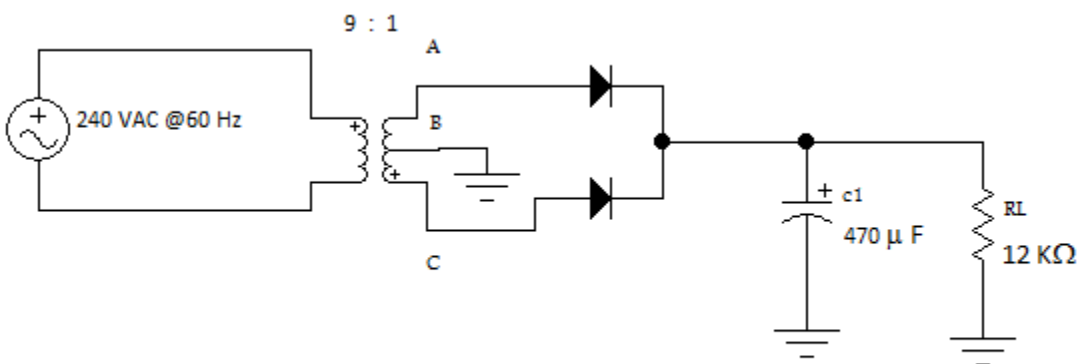
$$= \mathbf{1.127 \text{ m W}}$$

Señal de salida:



Ejercicio de Práctica:

1.



Vp (pri) = _____

Vp (out) = _____

Vp (sec) = _____

V rizado = _____

Vp (AB) = _____

V DC = _____

Dibuje la señal de salida:



Espero que hayan disfrutado la lección. Es importante recordar que un rectificador es un circuito que convierte un voltaje alterno en directo. Y que este rectificador de onda Completa utiliza dos diodos y un transformador con toma central. En ocasiones tenemos un transformador para disminuir el voltaje que se aplica y en otras ocasiones aumenta el voltaje aplicado para obtener un nivel de salida deseado. Tuvimos la oportunidad de calcular los valores de los factores eléctricos y de esta manera poder saber si dichos valores no superan los que nos da el fabricante. Esto último en caso de que no hayamos conseguido el reemplazo directo al momento de sustituir un diodo rectificador en un circuito existente o cuando vayamos a diseñar un circuito rectificador de onda completa. En la siguiente lección veremos un rectificador de onda completa Tipo Puente, también calcularemos los valores de los factores eléctricos para el mismo. Va a ser interesante ver cuatro diodos trabajando para rectificar la onda completa.

Lección 3: Rectificadores de Onda Completa Tipo Puente

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la lección anterior pudimos ver el funcionamiento de un rectificador de Onda Completa. Es interesante ver como con dos diodos y un transformador con toma central pueden coordinarse y rectificar cada mitad del ciclo de una señal alternante. De esta manera no se pierde nada de la señal que se trabaja. La salida es más limpia y los circuitos que reciben este voltaje pueden funcionar mejor.

En esta lección estaremos viendo un rectificador que trabaja también la señal completa sin tener que colocar un transformador con toma central. Recordemos que este último es más costoso y se divide el voltaje del secundario a la mitad para poder rectificar. El rectificador de onda completa tipo puente utiliza cuatro diodos para para realizar este trabajo. Su salida será una más limpia y de mayor tensión.

Instrucciones:

Luego de la explicación del rectificador de onda completatTipo puente con los cálculos pertinentes para el mismo y haber visto el video que se presenta en el siguiente Link, completará el ejercicio que aparece al final de esta lección. Espero que lo encuentren tan interesante y lo disfruten.

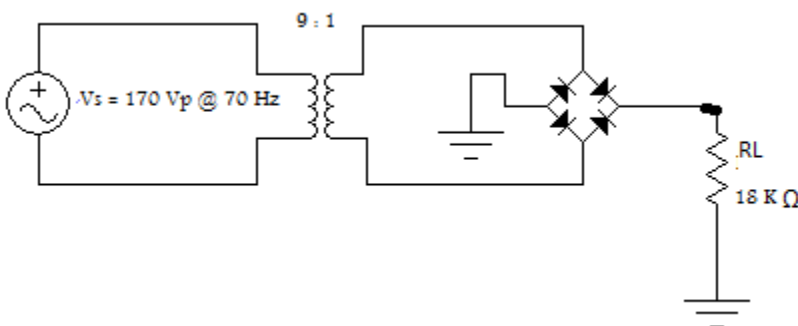
<https://www.youtube.com/watch?v=sA0vdTJKmNO>

Explicación:

El rectificador de Onda Completa Tipo Puente es de mucha utilidad y lo encontramos prácticamente en todos los equipos electrónicos que utilizamos actualmente. Como sabemos todos la Electrónica ha entrado en prácticamente todos los equipos electrónicos e inclusive eléctricos que utilizamos en casa. Ejemplo de ello son la lavadora moderna, la nevera, los acondicionadores de aire. Estos últimos no utilizaban tarjetas electrónicas en el pasado. En la actualidad todos estos equipos utilizan la Electrónica. Los automóviles cada vez utilizan más electrónica también. Por tal razón los técnicos automotrices cada vez más necesitan saber más de esta tecnología para poder trabajar en los automóviles. No obstante, existen áreas especializadas donde se recomienda que la trabaje personal más especializado. Los técnicos de Electrónica se pueden especializar en la reparación de circuitos electrónicos de automóviles y trabajar mano a

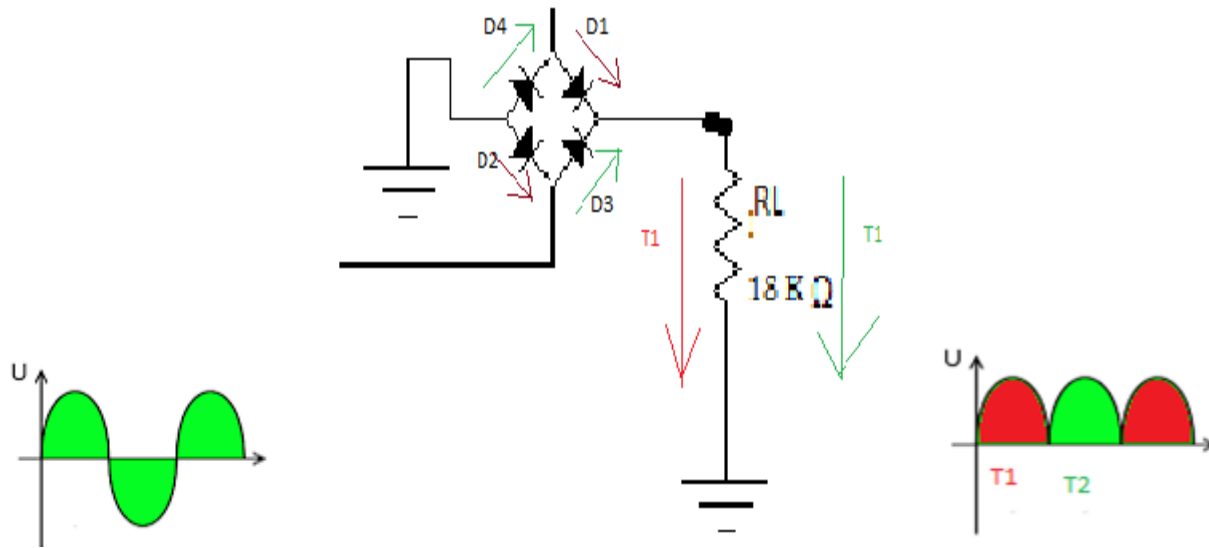
mano con el técnico automotriz. Puede inclusive un técnico automotriz, diagnosticar la falla de un determinado módulo electrónico y llevárselo a un técnico de electrónica especializado para que este último lo repare. Volviendo a los rectificadores Tipo Puente, ya conocemos que los equipos electrónicos que utilizamos en casa utilizan rectificadores para poder preparar la corriente a utilizar en los mismos. Ejemplo de esto son los televisores, la computadora, los equipos móviles, que, aunque utilizan baterías, estas son recargables y requieren de una Fuente de alimentación para recargarlas. El rectificador de onda completa Tipo Puente utiliza cuatro diodos y un Transformador. Este último no tiene Toma Central, por lo que es más económico. En este trabajan dos diodos a la vez para dejar pasar medio ciclo. Por esta razón al realizar los cálculos y restar la caída de voltaje de los diodos debemos restar la caída de voltaje de dos diodos. Si los diodos fueran de silicio, debemos restar $0.7\text{ V} + 0.7\text{ V} = 1.4\text{ V}$. Nos debemos fijar que el voltaje que se le aplica a cada par de diodos es el voltaje del secundario del Transformador. Recordemos que en el rectificador de Onda Completa de dos diodos este último lo dividíamos entre dos antes de aplicarlo a los diodos. En este caso ese paso no se tiene que realizar.

Veamos ahora el circuito rectificador de Onda Completa Tipo Puente:



Podemos ver que este circuito se compone de una Fuente de alimentación alternante, un transformador sin toma central. Inmediatamente después tenemos el arreglo de los cuatro diodos y finalmente tenemos nuestro resistor que representa la carga. Las siglas RL significa "Resistance Load" que en español se traduce a resistor de carga.

Veamos como fluye la corriente para este circuito:

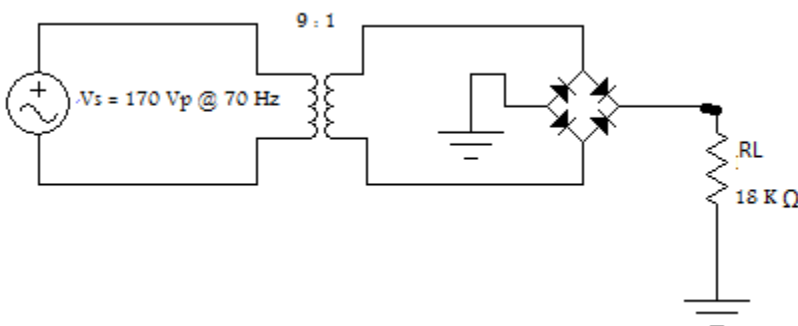


Podemos observar que, en un circuito rectificador tipo Puente, durante T1, la corriente sale primeramente del terminal de arriba del Transformador, pasa por D1, de ahí pasa por el resistor de carga y luego entra a D2 y de allí regresa al terminal de abajo del transformador. Para entender este flujo las flechas son de color Rojo.

Luego, durante T2, La corriente sale del Terminal de abajo del Transformador, pasa por D3, de ahí pasa por el resistor de carga. Esto en la misma dirección que pasó la corriente de T1. Luego entra al D4 y finalmente regresa al terminal de arriba del Transformador. Notemos que este flujo está en color verde para diferenciarlo.

De esta manera ambas corrientes van en la misma dirección a través del resistor de carga por lo que la salida en este caso es positiva, ya que su amplitud es por arriba de Cero. Si los diodos estuvieran puestos en dirección contraria la corriente a través del resistor de carga fluiría en dirección contraria por lo que la salida sería negativa.

Ya que hemos visto el flujo de la corriente de este rectificador, ahora procederemos a los cálculos para el mismo.



Notemos que el voltaje de entrada está en su valor pico por lo que no hay que realizar el primer cálculo.

Podemos ya decir que **VP(Pri) = 170 VP**

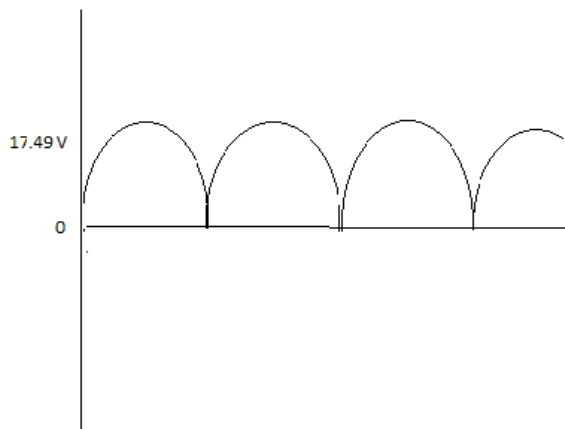
Sabemos que si estuviera en VPP habría que dividirlo entre dos y si estuviera en VAC se debería de dividir entre 0.7071.

Continuemos:

$$\begin{aligned}VP(\text{Sec}) &= Vp(\text{pri}) / \text{ratio} \\&= 170 \text{ VP} / 9 \\&= \mathbf{18.89 \text{ VP}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}VP(\text{out}) &= VP(\text{Sec}) - (2) VD \\&= 18.89 \text{ VP} - (2)0.7V \\&= 18.89 \text{ VP} - 1.4 \text{ V} \\&= \mathbf{17.49 \text{ VP}}\end{aligned}$$

Una vez obtenemos este valor, Podemos hacer la gráfica de la señal de salida:



No obstante, esa es la salida que tenemos en un osciloscopio. Si medimos con un multímetro a estas alturas tenemos un valor promedio. Esto es debido a que no tenemos un filtro. Calculemos:

$$V_{\text{Avg}}(\text{out}) = 0.636 \times VP(\text{Out})$$

$$= 0.636 \times 17.49 \text{ VP}$$

$$= \mathbf{11.12 \text{ V Avg}}$$

$$I_{\text{Avg}} (\text{out}) = V_{\text{Avg}} (\text{out}) / R_L$$

$$= 11.12 \text{ V Avg} / 18 \text{ KW}$$

$$= \mathbf{617.94 \text{ mA Avg}}$$

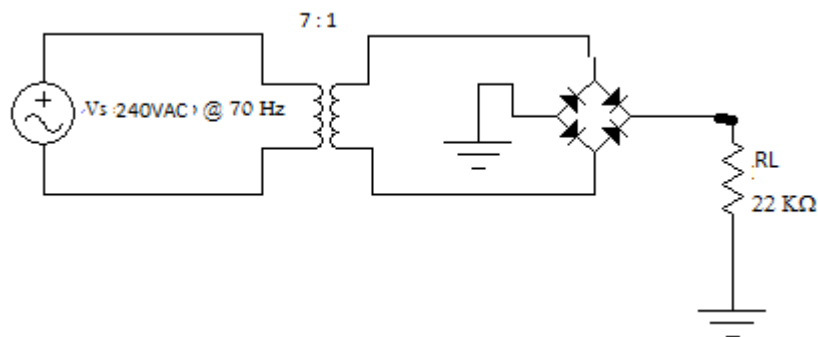
$$P_{\text{Avg}} (\text{out}) = V_{\text{Avg}} (\text{out}) \times I_{\text{Avg}} (\text{out})$$

$$= 11.12 \text{ V Avg} \times 617.94 \text{ mA Avg}$$

$$= \mathbf{6.87 \text{ mW Avg}}$$

Ejercicio de Práctica:

1.



V p (pri) = _____

V Avg (out) = _____

Vp (sec) = _____

I Avg (out) = _____

Vp (out) = _____

Dibuja la señal de salida:



Espero que hayan disfrutado. Es importante recordar que un rectificador es un circuito que convierte un voltaje alterno en directo. Y que este rectificador de onda Completa Tipo Puente utiliza cuatro diodos y un Transformador sin Toma Central. En ocasiones tenemos un transformador para disminuir el voltaje y en otras para aumentarlo. Hasta el momento analizamos este circuito sin filtro ni regulador. En la siguiente lección veremos este mismo rectificador con la diferencia de que le añadiremos un filtro capacitivo y un regulador de voltaje Zener. Este último hace las veces de regulador de voltaje, lo que nos permitirá tener un voltaje más estable. De todas formas, los primeros pasos son similares a los vistos en el presente módulo hasta el voltaje pico out (VPOut). La diferencia estriba de este paso en Adelante.

Lección 4: Rectificador de Onda Completa con filtro Capacitivo y Regulador Zener

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la lección anterior pudimos ver el funcionamiento de un rectificador de Onda Completa Tipo Puente. Es interesante ver como con cuatro diodos y un Transformador sin Toma Central pueden coordinarse y rectificar cada mitad del ciclo de una señal alternante. De esta manera no se pierde nada de la señal que se trabaja. La salida es más limpia y los circuitos que reciben este voltaje pueden funcionar mejor.

En esta lección estaremos viendo un Rectificador Tipo Puente que trabaja también la señal completa sin tener que colocar un Transformador con Toma Central. En esta ocasión lo analizaremos con un filtro capacitivo y un diodo Zener que fungirá como regulador de voltaje. Esto último para mantener un voltaje más estable.

Instrucciones:

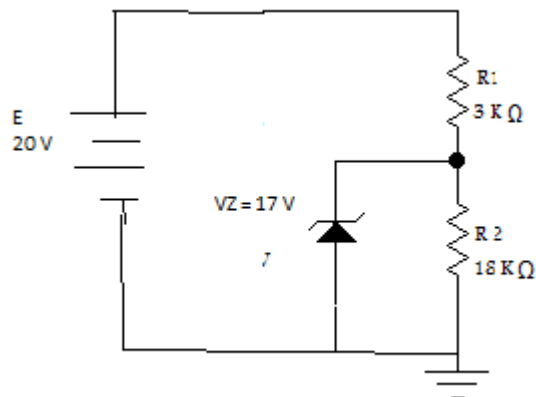
Luego de estudiar el material que expondremos en la explicación y ver los videos de los cuales tenemos los siguientes links, resolveremos el problema que aparece al final de este módulo.

<https://www.youtube.com/watch?v=T6RbvrATtuw>

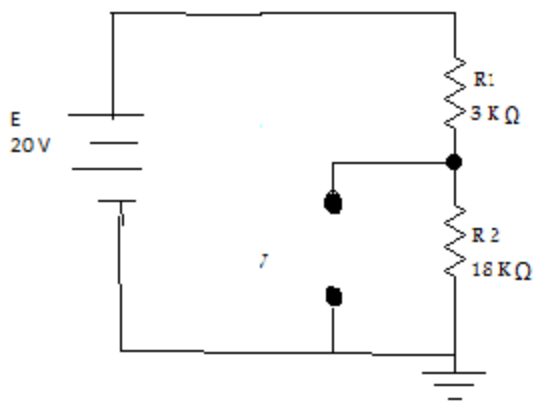
<https://www.youtube.com/watch?v=LXdQIR3y5tY>

Primeramente, debemos comprender como funciona un diodo Zener. Este se conecta inversamente para llevar a cabo su función. Veremos un circuito con una Fuente de voltaje Directo y un divisor de voltaje. El diodo Zener se conecta de forma inversa através del resistor # 2. Esto garantizará un voltaje regulado através de este último resistor.

Veamos el circuito:



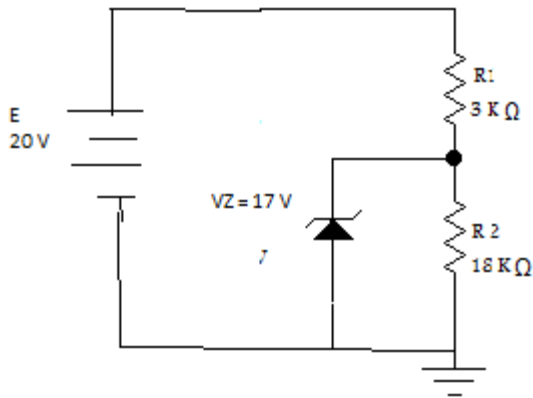
Primeramente, calcularemos el voltaje del resistor R2, Esto es como si sacáramos el diodo Zener momentáneamente para analizarlo.



Al quitar el diodo Zener:

$$\begin{aligned}
 V_{R2} (\text{sin diodo Zener}) &= (R2 / R1 + R2) E \\
 &= (18 \text{ KW} / (3 \text{ KW} + 18 \text{ KW})) 20 \text{ V} \\
 &= (18 \text{ KW} / 21 \text{ KW}) 20 \text{ V} \\
 &= (0.857) 20 \text{ V} \\
 &= \mathbf{17.14 \text{ V}}
 \end{aligned}$$

En este momento nos damos cuenta de que el voltaje de R2 sin diodo Zener superó el voltaje Zener. Esto significa que el diodo Zener entró en regulación. Si el voltaje de R2 no supera el voltaje Zener dicho dispositivo no entrará en regulación. Podemos seguir con nuestro análisis.



Colocamos nuevamente el diodo Zener en el circuito:

Al colocar nuevamente el Zener, el voltaje através de R2 será el mismo Zener. O sea, bajóde 17.14V a 17V. Ese voltaje extra pasa a R1 y se calcula de la siguiente manera. Este se pasa a llamar VR2'. Esto porque sale de VR2.

$$VR2' = VR2 \text{ (sin diodo Zener)} - VZ$$

$$= 17.14 \text{ V} - 17 \text{ V}$$

$$= \mathbf{0.14 \text{ V}}$$

Ahora procedemos a calcular la corriente del Zener:

$$IZ = VR2' / R1$$

$$= 0.14 \text{ V} / 3 \text{ KW}$$

$$= \mathbf{46.67 \text{ mA}}$$

Se utiliza R1 ya que es la única Resistencia que encuentra la misma antes de entrar al diodo Zener. Este último tendrá una Resistencia dinámica (RZ) que calcularemos de la siguiente manera:

$$RZ = VZ / IZ$$

$$= 17 \text{ V} / 46.67 \text{ mA}$$

$$= \mathbf{364.26 \text{ KW}}$$

Esta última es una Resistencia dinámica debido a que varía de acuerdo al voltaje aplicado al Zener. A mayor voltaje aplicado al Zener, menor será la Resistencia através

de éste para mantener la regulación. Siempre y cuando no se superen los parámetros establecidos por el fabricante.

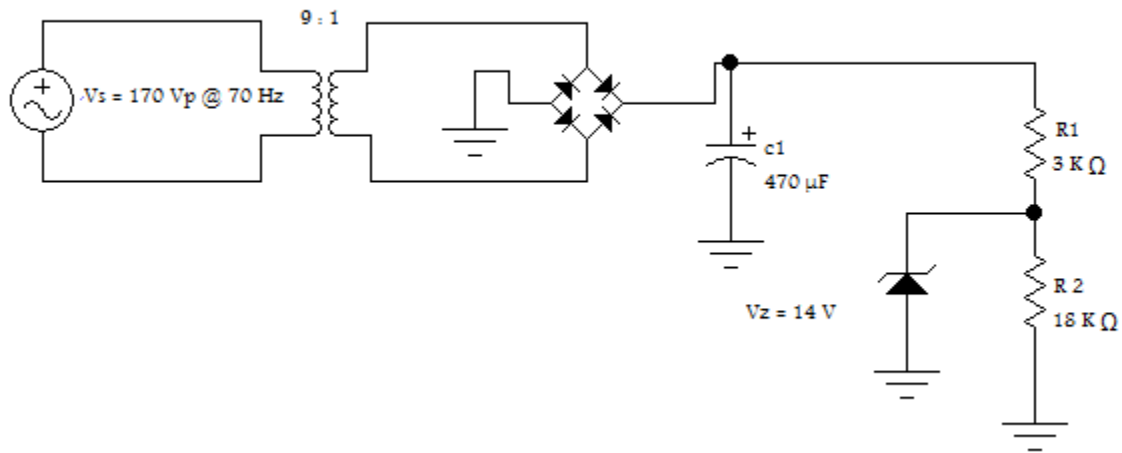
Por último, veremos la potencia disipada por el diodo Zener:

$$P_Z = I_Z \times V_Z$$

$$= 46.67 \text{ mA} \times 17 \text{ V}$$

$$= \mathbf{793.39 \text{ mW}}$$

Una vez calculados todos estos valores, Podemos ya aplicar este conocimiento al tema que estamos tratando que es rectificador tipo Puente. Apliquemos pues, este conocimiento:



Calculemos primeramente los valores utilizados en el módulo anterior:

$$\mathbf{VP(Pri) = 170 \text{ VP}}$$

$$VP(\text{Sec}) = V_p(\text{pri}) / \text{ratio}$$

$$= 170 \text{ VP} / 9$$

$$= \mathbf{18.89 \text{ VP}}$$

$$\begin{aligned}
 VP(out) &= VP (Sec) - (2) VD \\
 &= 18.89 VP - (2)0.7V \\
 &= 18.89 VP - 1.4 V \\
 &= \mathbf{17.49 VP}
 \end{aligned}$$

Hasta este punto los valores son similares a los que tenemos en un rectificador Tipo Puente sin filtro y sin diodo Zener.

En Adelante veremos las diferencias:

Al tener un filtro vamos a calcular V(rizado) y VDC (out)

$$\begin{aligned}
 V(rizado) &= (1 / ((F)(RL) (C))) \times VP(Out) \\
 &= (1 / (140 HZ) (21 KW) (470mF)) \times 17.49 VP \\
 &= (1 / (1.38K) \times 17.49 VP \\
 &= (723.69m) \times 17.49 VP \\
 &= \mathbf{12.65 mV}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VDC (out) &= ((1 - (1/(2)(F) (RL)(C)))) \times VP (Out) \\
 &= ((1 - (1/2.76 K)) \times 17.49 VP \\
 &= ((1 - 361.85 m)) \times 17.49 VP \\
 &= (.99964) \times 17.49 VP \\
 &= \mathbf{17.48 VDC}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VR2(\sin \text{ diodo Zener}) &= (R2 / (R1 + R2)) \times VDC(Out) \\
 &= (18 K W / (3 K W + 18 K W)) \times 17.48 VDC \\
 &= (18 K W / 21 K W) \times 17.48 VDC \\
 &= (0.85714) \times 17.48 VDC \\
 &= \mathbf{14.98 VDC}
 \end{aligned}$$

$$VR2' = VR2 \text{ (sin diodo Zener)} - VZ$$

$$= 14.98 \text{ VDC} - 14 \text{ V}$$

$$= \mathbf{0.98 \text{ V}}$$

$$IZ = VR2' / R1$$

$$= 0.98 \text{ V} / 3 \text{ K } \Omega$$

$$= \mathbf{327.62 \text{ mA}}$$

$$RZ = VZ / IZ$$

$$= 14 \text{ V} / 327.62 \text{ mA}$$

$$= \mathbf{42.73 \text{ K } \Omega}$$

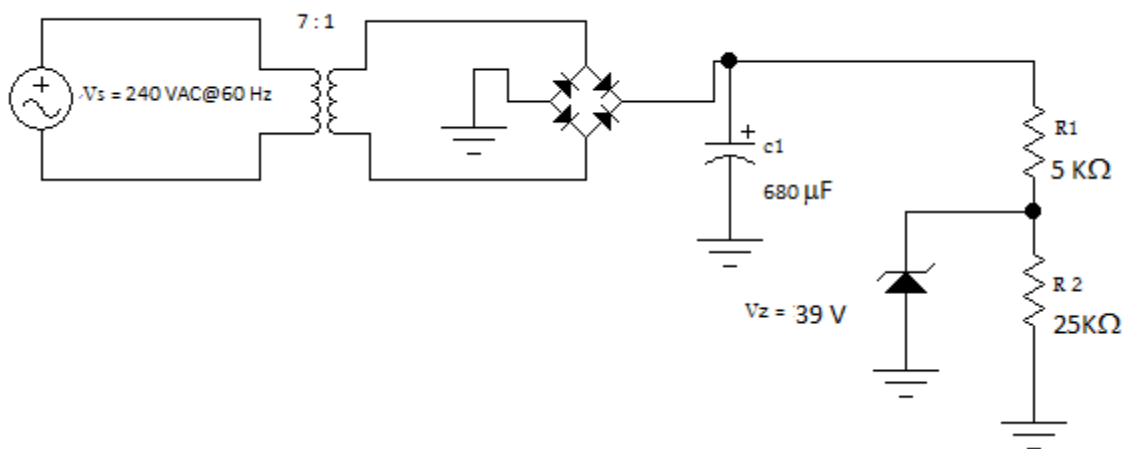
$$PZ = IZ \times VZ$$

$$= 327.62 \text{ mA} \times 14 \text{ V}$$

$$= \mathbf{4.59 \text{ mW}}$$

Ejercicio de Práctica:

1.



$V_p \text{ (pri)} = \underline{\hspace{2cm}}$

$VR2 \text{ (sin diodoZener)} = \underline{\hspace{2cm}}$

V_p (sec) = _____

$VR_2' =$ _____

V_p (out) = _____

$I_Z =$ _____

V rizado = _____

$P_Z =$ _____

VDC = _____

$R_Z =$ _____

Espero que hayan disfrutado. Es importante recordar que un rectificador es un circuito que convierte un voltaje alterno en directo. Y que este rectificador de onda Completa Tipo Puente utiliza cuatro diodos y un Transformador sin Toma Central. En ocasiones tenemos un transformador para disminuir el voltaje y en otras para aumentarlo. También espero que les haya agradado el análisis de este rectificador con filtro capacitivo y con regulador Zener. Se puede considerar esta una Fuente de alimentación ya que toma el voltaje provisto por la compañía de servicio eléctrico y lo prepara para alimentar circuitos electrónicos. Cabe señalar que hay una gama de diodos Zener con diversos voltajes. De acuerdo al voltaje que necesitemos Podemos escoger el diodo Zener que mejor cumpla con dichos requerimientos. Recordemos que este último hace las veces de regulador de voltaje, lo que nos permitirá tener un voltaje más estable.

Algo que es muy importante señalar a estas alturas es que los leds, los cuales son dispositivos que se utilizan hoy en día en muchas aplicaciones, son diodos. Si los polarizamos directamente, éstos emiten luz. Para ello debemos localizar el terminal cátodo del dispositivo. Este lo identificamos por la parte chata de la base del dispositivo. Si el dispositivo es nuevo y nadie ha cortado sus terminales aún, el cátodo es el terminal más corto. La luz que emiten estos dispositivos la aprovechamos en múltiples funciones. Son tan versátiles éstos que entre otras cosas, encuentran aplicación para alumbrarnos y también para iluminar las pantallas de muchos equipos tales como computadoras, tabletas, televisores y teléfonos inteligentes.

En la próxima lección estaremos conociendo un nuevo dispositivo que aprovecha las características que hemos aprendido hasta el momento. Este nuevo dispositivo es el Transistor Bipolar. Mediante éste es que nos es posible tener toda la Tecnología con la que contamos en la actualidad. Esto se debe a que el transistor es la unidad fundamental para toda la Tecnología que ha evolucionado en los últimos años.

UNIDAD 3: TRANSISTORES

Estandares y Expectativas

Modifica, mantiene o repara equipos o sistemas electrónicos para garantizar el correcto funcionamiento. Demuestra conocimiento práctico de las políticas de empleo en tecnología de la información y la observancia de las mejores prácticas de seguridad. Interpreta esquemas eléctricos y dibujos mecánicos. Configura y opera equipos de prueba especializados o estándar para diagnosticar, probar o analizar el rendimiento de componentes electrónicos, ensamblajes o sistemas. Prepara o mantiene el diseño, las pruebas o los registros operativos y la documentación. Ensambla circuitos para sistemas electrónicos de acuerdo con las instrucciones de ingeniería, las especificaciones de producción o los manuales técnicos.

Lección 1: Transistor Bipolar

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la unidad anterior vimos el funcionamiento de los diodos. Este es un dispositivo muy versátil que entre otras cosas prepara los voltajes alternos par poder alimentar los dispositivos electrónicos cuando la entrada inicial para los mismos es una corriente alterna. Es utilizado en una amplia gama de aplicaciones, entre otras como ya explicamos los famosos leds. En el presente modulo estaremos tratando al transistor Bipolar. Este encuentra aplicación en prácticamente todos los dispositivos modernos y equipos de Tecnología actual. Se ha desarrollado una gran variedad de estos dispositivos. Veremos más Adelante que que existen otros transistores para aplicaciones más especializadas. Al comprender el funcionamiento del transistor Bipolar sentamos las bases para poder entender estos otros transistors más especializados y también la Tecnología de los circuitos Integrados. En estos últimos se concentran circuitos complejos en una sola unidad. También esto lo veremos mas Adelante. Por ahora comencemos la explicación de los Transistores Bipolares.

Instrucciones:

Luego de estudiar la información provista en este módulo y ver los videos cuyos links aparecen a continuación, contestarán los ejercicios que aparecen al final de éste.

https://www.youtube.com/watch?v=dIV5l9cx_ck

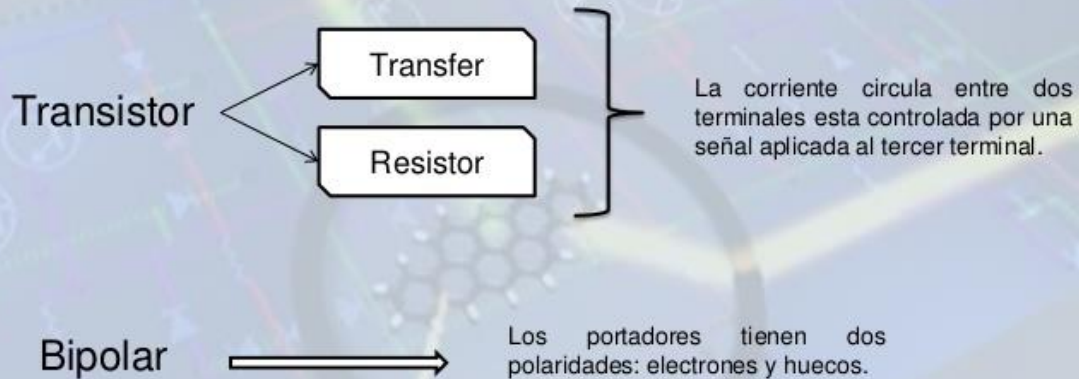
https://www.youtube.com/watch?v=vE_bQivEVuE

Explicación:

La palabra transistor viene de las palabras Transfer- Resistor. Esto significa que es un dispositivo que transfiere resistencia. Realmente si vamos a entender al Transistor es un dispositivo de control de corriente. Esto último lo logra variando su resistencia interna debido a que precisamente la polaridad de la mitad del dispositivo es inversa. A medida que variamos la tensión aplicada a esta mitad del dispositivo, la Resistencia de esa mitad varía También de forma directamente proporcional. Esto es que a mayor cantidad de voltaje se le aplique a esa mitad, mayor será la Resistencia de la misma. La otra mitad del dispositivo se polariza directamente. Esto último hace que esa otra mitad tenga una Resistencia baja que permite que fluya corriente a través de ella. Por esta razón a este dispositivo se le llama Bipolar. En inglés se utilizan las siglas BJT por Bipolar Junction Transistor. Esto es Transistor de juntura Bipolar que se resume a Transistor Bipolar.

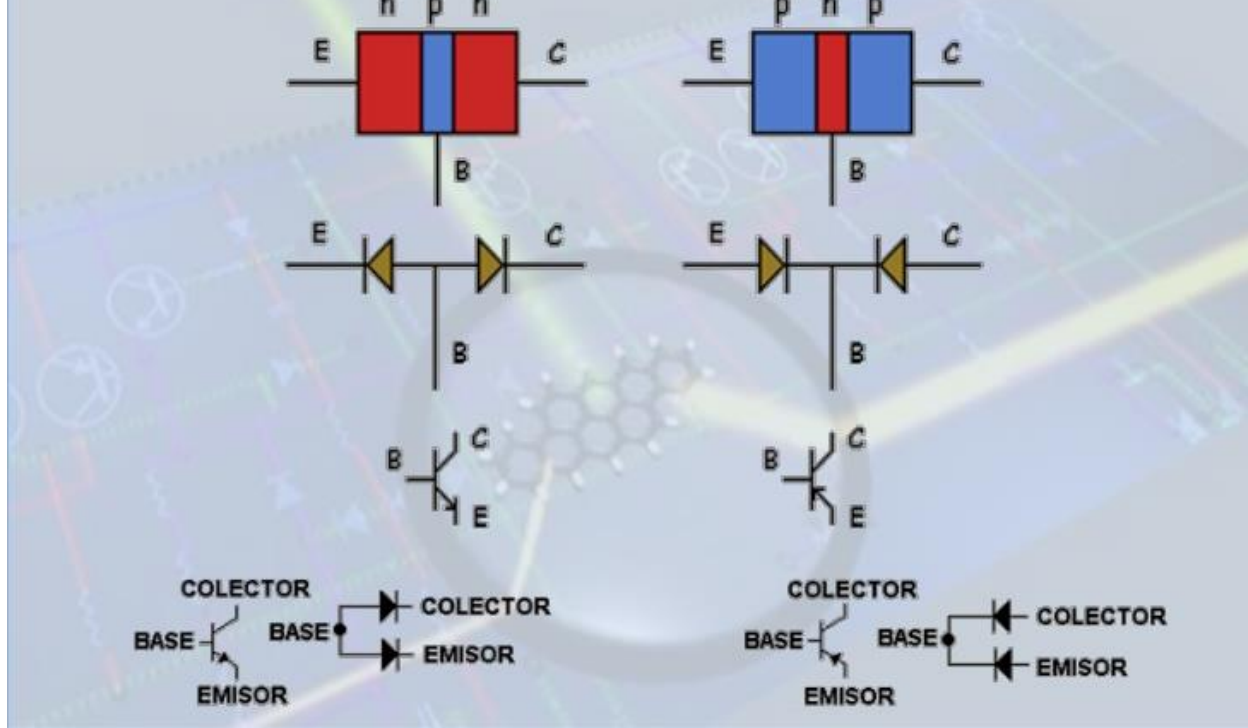
Introducción

- Acrónimo de BJT (***Bipolar Junction Transistor***, transistor bipolar de unión).



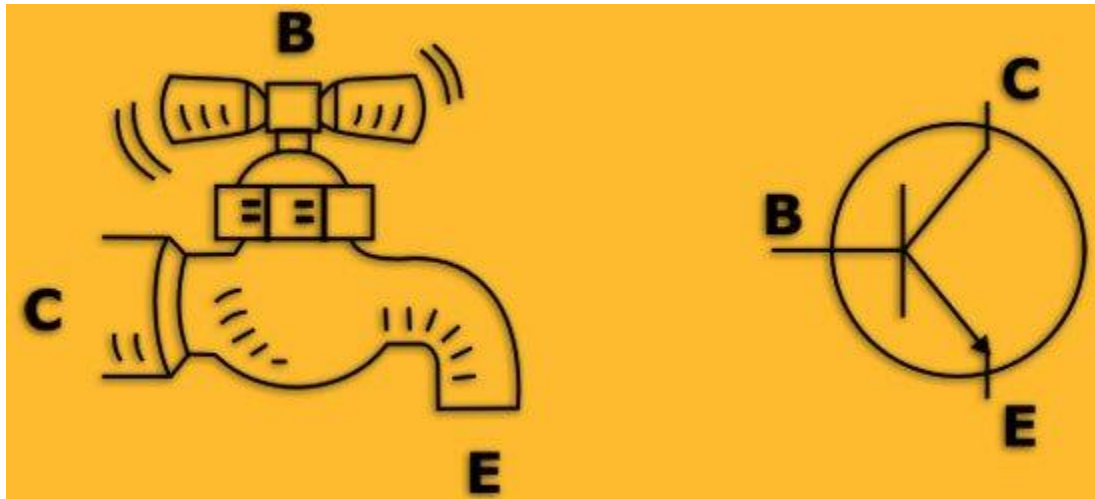
Este dispositivo tiene tres terminales y sus nombres son Colector, Base y Emisor. Como nos sugiere la gráfica la corriente del transistor fluirá a través de dos de sus terminales que son colector y emisor una vez que aplicamos corriente a su tercer terminal de Base. En la siguiente gráfica, Podemos observar la construcción de este dispositivo, su construcción y sus símbolos.

Constitución de un BJT



De esta gráfica también se desprende que existen dos tipos de Transistores Bipolares. Estos son el NPN y el PNP. Esto ultimo de acuerdo a su construcción. Si tiene dos materiales Tipo N uno Tipo P, el Transistor es un NPN. De otra manera si tiene dos materiales Tipo P y uno Tipo N, el Transistor es PNP. Nada que ver con la política.

Como les indiqué anteriormente para que el Transistor opere la mitad de éste se polariza inversamente, esto es que se conectan los terminales de colector y base de forma inversa. Mientras que los terminales de emisor y base se conectan directamente. De acuerdo a esto ultimo y que conocemos como funciona un diodo, sabemos que el voltaje entre base y emisor será aproximadamente 0.7 V si es de silicio. Tomando esto en consideración, entre los terminales de colector y base se controlará la corriente del dispositivo. Por esta razón es que el terminal de base controla la corriente del mismo y se dice que la corriente que controla es la que va de colector a emisor. Para entender esto veamos en la siguiente gráfica la comparación que se hace del Transistor con una llave de agua.



En la gráfica anterior podemos ver que la corriente entra por el colector y sale por el emisor. Para que esto ocurra se debe aplicar corriente a la base. En la llave de agua se compara el colector con el tubo que entra a la pluma y el emisor con la salida de agua de la misma. También se compara la “llave” o control de la pluma con la base del dispositivo. A medida que abrimos la llave, mas agua fluirá através de la entrada y salida de ésta. Si cerramos la llave, el flujo de agua disminuirá. Esto mismo ocurre con la corriente en un transistor bipolar. A medida que aplicamos más corriente a la base, más corriente fluirá entre colector y emisor. Si disminuimos la corriente aplicada a la base, también disminuirá la corriente entre colector y emisor.

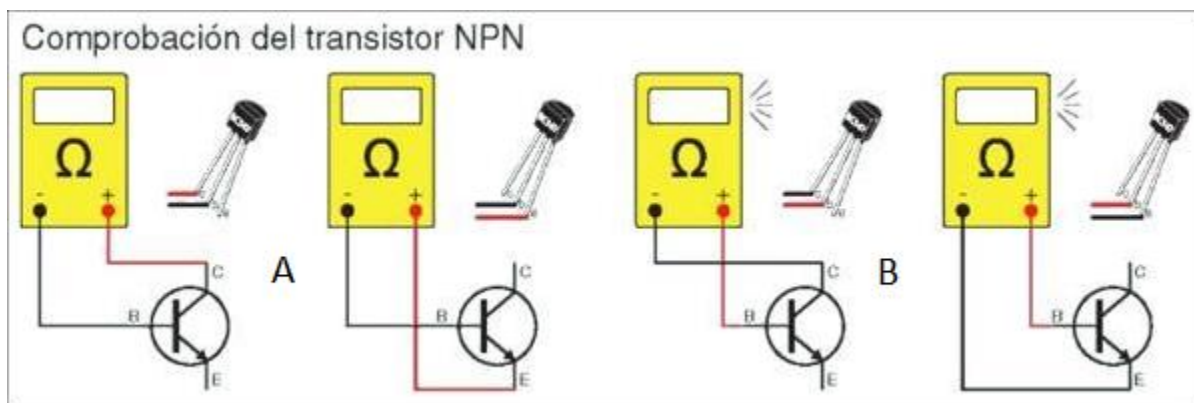
Veamos ahora algo interesante. Si cerramos completamente la llave, el agua no fluirá. A esto en el transistor se le llama corte. O sea que si no le aplicamos nada de corriente a la base, no fluirá ninguna corriente entre colector y emisor. En ese momento la Resistencia interna del dispositivo es muy alta (prácticamente infinita). Esto lo podemos medir entre colector y emisor del dispositivo. Literalmente si usted mide la Resistencia entre colector y emisor de un transistor Bipolar esta será una muy alta o infinita. Recuerden que para medir Resistencia en un dispositivo, éste no puede estar conectado a una Fuente de voltaje. Si entre estos dos terminales del dispositivo tuviéramos conectada una Fuente de voltaje, claro con un resistor en serie, todo el voltaje estaría presente entre los terminales mencionados. Cuando un transistor está en corte, el voltaje entre colector y emisor es máximo. Como sabemos la corriente no fluye en el dispositivo, o sea que en ese momento la corriente entre colector y emisor es cero.

También les hablaré de mi observación. Cuando abro una llave al máximo antes de llegar a este punto hay un momento en que ya el flujo de agua es máximo. Aunque siga abriendo la llave, el flujo de agua no aumenta mas. En el Transistor a esto se le llama

saturación. No importa que se aplique mas corriente a la base, la corriente entre colector y emisor no aumenta mas. En ese momento, no podemos medir la Resistencia del dsiposiitivo ya que está conectada una fuente de alimentación. Sin embargo por los valores obtenidos, sabemos que la Resistencia interna del dispositivo es cero. Esto es como si fuera un cable en ese momento. El valor de voltaje entre colector y emisor es cero voltios. El transistor está en máxima conducción.

Entre estos dos puntos de corte y saturación existe una región que conocemos como región de operación del Transistor. En esta región es que el transistor realiza la mayoría de sus funciones o aplicaciones. No obstante cabe señalar que las regiones de corte y saturación se utilizan para algunas de las aplicaciones del mismo. Esto lo estaremos viendo a medida que entremos en detalle en estas funciones del dispositivo. Por ahora lo importante es conocer de lo que es capaz el transistor.

En la siguiente figura nos muestra como probar un transistor NPN:



Podemos considerar que un transistor se puede comparar con dos diodos conectados de tal forma que entre colector y base es como si fuera un diodo y entre emisor y base es como si fuera otro diodo. Si el transistor es NPN estos estarían conectados por sus ánodos. Esto es solo para entender como medirlos, la realidad es que dos diodos no pueden sustituir a un transistor.

En la gráfica notemos que las medidas que están marcadas con la letra A, la lectura debe ser una Resistencia alta, prácticamente infinita. Mientras que las lecturas marcadas con la letra B deben ser una Resistencia baja. Si utilizamos la escala de medir dispositivos semiconductores, que tiene un símbolo de diodo en el multímetro, esta última lectura coincide con el voltaje de operación de los diodos, osea 0.7 aproximadamente. Las

lecturas que nos faltarían serían las de los terminales de colector a emisor. Ambas lecturas deben ser Resistencia alta, prácticamente infinita, ya que estas serían de extremo a extremo y consideran la Resistencia interna del dispositivo. Esta como ustedes ya saben es muy alta hasta que se le aplica corriente a la base. De esta manera no se puede medir ya que según lo explicado no Podemos medir Resistencia en dispositivos, si estos están conectados a una Fuente de alimentación. Solo podemos ver los efectos mediante la corriente que fluye por el dispositivo y el voltaje através de sus terminales.

Si las lecturas coinciden con lo explicado hasta el momento, se dice que el Transistor **está en buen estado**.

Si al invertir las puntas de prueba del multímetro, entre colector y base ambas lecturas dan Resistencia alta, se dice que esa sección del transistor **está abierta**.

Si ambas lecturas dan Resistencia baja, se dice que esta sección del Transistor **está cruzada**.

Si entre colector y emisor la lectura fuera Resistencia baja, el transistor **está cruzado**.

Para medir un transistor PNP, solo se cambia completamente su polaridad con respecto al transistor NPN. Donde colocamos la punta positiva, se coloca la negativa y viceversa.

Por último, para efectos de comprobar un transistor debemos conocer que estos tienen un parámetro conocido como HFE o Beta (β). Esto último lo Podemos comparar con la información provista por el fabricante. También con la aplicación Quick Cross de la que les escribí anteriormente. Tomemos por ejemplo al transistor NPN 2N3904 cuyo reemplazo es el NTE 123AP. Este debe tener una ganancia mínima de 100 y una máxima de 300. Muchos multímetros actualmente tienen una función para realizar esta medición. Para esto debe tener unos terminales especiales como los que aparecen en la gráfica de abajo. Si utilizamos nuestro multímetro en esta función debemos medir una ganancia mínima de acuerdo a la que nos presenta el fabricante. Si esta es menor de este valor, Podemos descartar el dispositivo ya que no cumple con el mínimo para este factor. Por esta razón el Transistor no realizará su función de manera apropiada y es mejor sustituirlo.



Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Qué significan las palabras Transfer- Resistor?
2. El Transistor es un dispositivo de _____ de _____.
3. ¿Cuáles son los tipos de los Transistores Bipolares?
4. ¿Cuál será el voltaje de los terminales Base y emisor al polarizarlo correctamente?
5. En un Transistor NPN la corriente Sale por el _____.
6. Para medir la resistencia de un dispositivo, este no puede estar conectado a la _____.
7. Si medimos la Resistencia entre los terminales de Base y emisor del Transistor e invertimos las puntas del multímetro y ambas medidas nos dan Resistencia baja se dice que el Transistor está _____.

Espero que hayan disfrutado la lección. Es importante recordar que un Transistor es un dispositivo de control de corriente que opera por Transferencia de Resistencia. Esto es que a medida que se le aplica corriente a la base, la Resistencia entre colector y emisor baja. Siempre debemos estar al pendiente de las características que nos da el fabricante y en su defecto, Podemos trabajar con una guía de reemplazo confiable como lo es la aplicación Quick Cross de NTE. Algo que a estas alturas es importante señalar es que la temperature afecta a los dispositivos electrónicos. Por esta razón debemos procurar que el lugar donde operen éstos sea uno donde la temperatura sea adecuada. Esto ultimo también lo obtenemos en la información provista por el fabricante o en la guía de reemplazo. En la siguiente lección estaremos viendo las Corrientes de un Transistor Bipolar y su correlación con el parámetro Beta. Con esto en mente debemos recabar en la importancia de entender este dispositivo para estar claros en su funcionamiento y en la forma que podemos determinar si están en buen estado o no.

Lección 2: Corrientes del Transistor Bipolar

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la lección anterior pudimos ver el funcionamiento del Transistor Bipolar. Es interesante ver como con dos uniones polarizadas de distinta manera Podemos tener el control de la corriente en el dispositivo. Este es bien versátil y prácticamente la base sobre la cual se cimenta toda la Tecnología de la que nos beneficiamos hoy día. Ahora conoceremos las diferentes corrientes para este componente, pilar de nuestra tecnología.

Instrucciones:

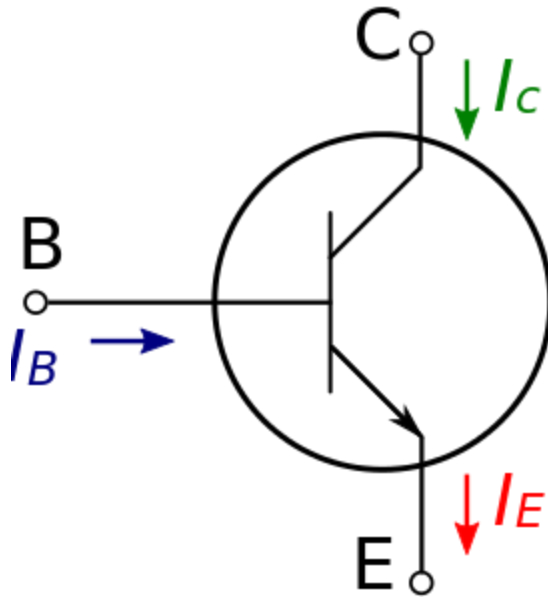
Luego de estudiar la información provista en este módulo y ver el video cuyo link se presenta a continuación contestará los problemas que se presentan al final del mismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=lkvGYqe4Ins>

Explicación:

Como ya hemos sabido el Transistor Bipolar es un dispositivo de control de Corriente. Esto lo logra mediante la transferencia de Resistencia que vimos en el módulo anterior. También sabemos que a medida que aplicamos corriente a la base, podemos controlar la corriente que va de colector a emisor.

En la siguiente gráfica podemos observar que las Corrientes de colector y base entran al transistor y la corriente de emisor, sale del mismo.



https://www.google.com/search?q=corrientes+del+transistor+bjt&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewjEtpTHtLHqAhVihuAKHbNcByoQ_AUoAXoECBIQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=rCeTz3Q2QmQluM

De aquí Podemos deducir que las Corrientes de base y colector se suman y el resultado es la corriente que sale por el emisor. Esto es:

$$I_B + I_C = I_E$$

También:

$$I_B = I_E - I_C \quad \text{y}$$

$$I_C = I_E - I_B$$

También debemos saber que el parámetro Beta del que hablamos anteriormente Podemos calcularlo de la siguiente manera:

$$\beta = I_C / I_B$$

$$I_C = \beta \times I_B$$

$$I_B = I_C / \beta$$

Veamos varios ejemplos de ello:

$$\begin{aligned} 1. \quad I_C &= 10 \text{ mA} \\ I_B &= 30 \text{ mA} \\ I_E &= \underline{\hspace{2cm}} \\ \beta &= \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

Para obtener la corriente de Emisor (I_E) debemos sumar las corrientes de base y collector. Esto es:

$$\begin{aligned} I_E &= I_C + I_B \\ &= 10 \text{ mA} + 30 \text{ } \mu\text{A} \\ &= \mathbf{10.03 \text{ mA}} \end{aligned}$$

Y para obtener β debemos dividir la corriente del collector entre la corriente de la base:

$$\begin{aligned} \beta &= I_C / I_B \\ &= 10 \text{ mA} / 30 \text{ } \mu\text{A} \\ &= 333.33 \end{aligned}$$

Notemos que la ganancia Beta no lleva unidad de medida.

$$\begin{aligned} 2. \quad I_C &= 20 \text{ mA} \\ I_B &= \underline{\hspace{2cm}} \\ I_E &= 20.04 \text{ mA} \\ \beta &= \underline{\hspace{2cm}} \end{aligned}$$

Para obtener I_B debemos restar la corriente de collector a la corriente de emisor de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} I_B &= I_E - I_C \\ &= 20.04 \text{ mA} - 20 \text{ mA} \\ &= \mathbf{40 \text{ } \mu\text{A}} \end{aligned}$$

Para obtener Beta ya sabemos que se obtiene dividiendo la corriente del collector entre la corriente de la Base

$$\beta = I_C / I_B$$

$$= 20 \text{ mA} / 40 \text{ }\mu\text{A}$$

$$= \mathbf{500}$$

Esto implicaría que la ganancia de este Transistor sería 500. Sabemos que esta es una ganancia muy alta, pero recordemos que este es un ejercicio para entender el concepto.

$$3. \text{ } I_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_B = 33 \text{ }\mu\text{A}$$

$$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\beta = 100$$

En este caso tenemos una ganancia mas real. Comencemos:

Primero debemos obtener el valor de la corriente de collector

$$I_C = I_B \times \beta$$

$$= 33 \text{ }\mu\text{A} \times 100$$

$$= \mathbf{3.3 \text{ mA}}$$

Luego de esto podemos calcular la corriente de emisor:

$$I_E = I_C + I_B$$

$$= 3.3 \text{ mA} + 33 \text{ }\mu\text{A}$$

$$= \mathbf{3.333 \text{ mA}}$$

$$I_C = 15 \text{ mA}$$

$$I_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\beta = 150$$

En este caso primeramente debemos obtener la corriente de la Base (I_B), para ello dividiremos la corriente del collector entre la Beta.

$$I_B = I_C / \square$$

$$= 15 \mu\text{A} / 150$$

$$= 100 \mu\text{A}$$

Luego debemos sumar las Corrientes de la Base y la del collector para obtener la corriente del Emisor

$$I_E = I_B + I_C$$

$$= 100 \mu\text{A} + 15 \text{ mA}$$

$$= \mathbf{15.1 \text{ mA}}$$

Con esta explicación espero que estemos mas preparados para comenzar a calcular los valores en un Transistor Bipolar. Antes de continuar debo señalar que hemos estudiado un Transistor NPN. En caso de que tengamos uno PNP las Corrientes van en dirección contraria. O sea que una corriente mayor entra por el emisor y esta se divide y sale la mayor parte por el collector y una pequeña corriente por la base. Ahora practicaremos varios ejercicios para perfeccionarnos:

Ejercicios de Práctica:

Determine los valores requeridos a continuación:

1. $I_C = 2.2 \text{ mA}$

$I_B = 200 \mu\text{A}$

$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

2. $I_C = \underline{\hspace{2cm}}$

$I_B = 15 \mu\text{A}$

$I_E = 5 \text{ mA}$

$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

3. $I_C = 25 \text{ mA}$

$I_B = 110 \mu\text{A}$

$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

4. $I_C = \underline{\hspace{2cm}}$

$I_B = 750 \mu\text{A}$

$I_E = 30 \text{ mA}$

$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

5. $I_C = 20 \text{ mA}$

$I_B = \underline{\hspace{2cm}}$

$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta = 200$

6. $I_C = \underline{\hspace{2cm}}$

$I_B = 175 \mu\text{A}$

$I_E = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta = 100$

Espero que hayan disfrutado Es importante recordar que un Transistor es un dispositivo de control de corriente que opera por Transferencia de Resistencia. Esto es que que a medida que se le aplica corriente a la base, la Resistencia entre colector y Emisor baja. Siempre debemos estar al pendiente de las características que nos da el fabricante y en su defecto, Podemos trabajar una guía de reemplazo confiable como lo es la aplicación Quick Cross de NTE. Algo que reitero en este módulo es que la temperatura afecta a los dispositivos electrónicos. Por esta razón debemos procurar que el lugar donde operen éstos sea uno donde la temperatura sea adecuada. Esto último también lo obtenemos en la información provista por el fabricante o en la guía de reemplazo. Vimos como se ven afectadas las Corrientes y su correlación de unas y otras con el parámetro Beta. Esto da pie a poder continuar analizando los transistores para poderlos entender mejor. En la lección siguiente estaremos tratando los voltajes del transistor. Con esto en consideración estaremos listos para poderlos analizar en detalle.

Lección 3: Voltajes del Transistor Bipolar

Tiempo de Trabajo (en minutos)

300 Minutos

En la lección anterior pudimos ver las diferentes Corrientes para un Transistor Bipolar. Como sabemos es bien versátil y prácticamente la base sobre la cual se cimenta toda la Tecnología de la que nos beneficiamos hoy día. Ya observamos y trabajamos con las Corrientes que hacen operar a este dispositivo y su relación con el parámetro Beta. En el presente módulos estaremos trabajando con los voltajes de este dispositivo y mediante los cuales se polariza y funciona el mismo. Prestemos mucha atención ya que esto es muy importante para futuros análisis.

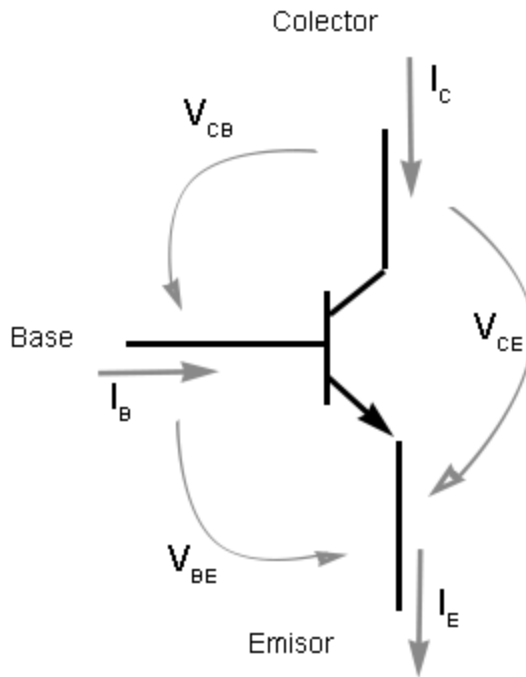
Instrucciones:

Luego de estudiar la información provista en este módulo y ver el video cuyo link se presenta a continuación contestará los problemas que se presentan al final del mismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=6dsr3e5ngjl>

Explicación:

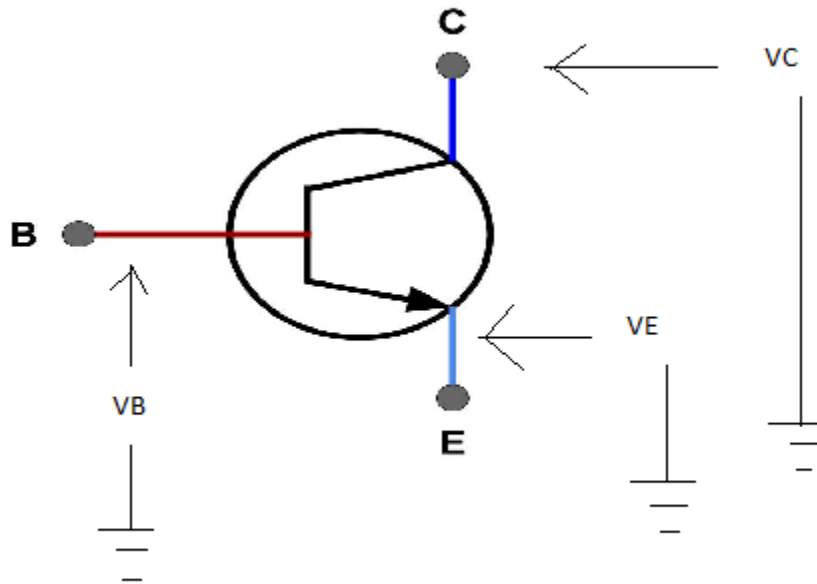
Para que un transistor opera debidamente debe estar bien polarizado. A estas alturas debemos conocer los voltajes para este versátil dispositivo. Veamos la siguiente gráfica:



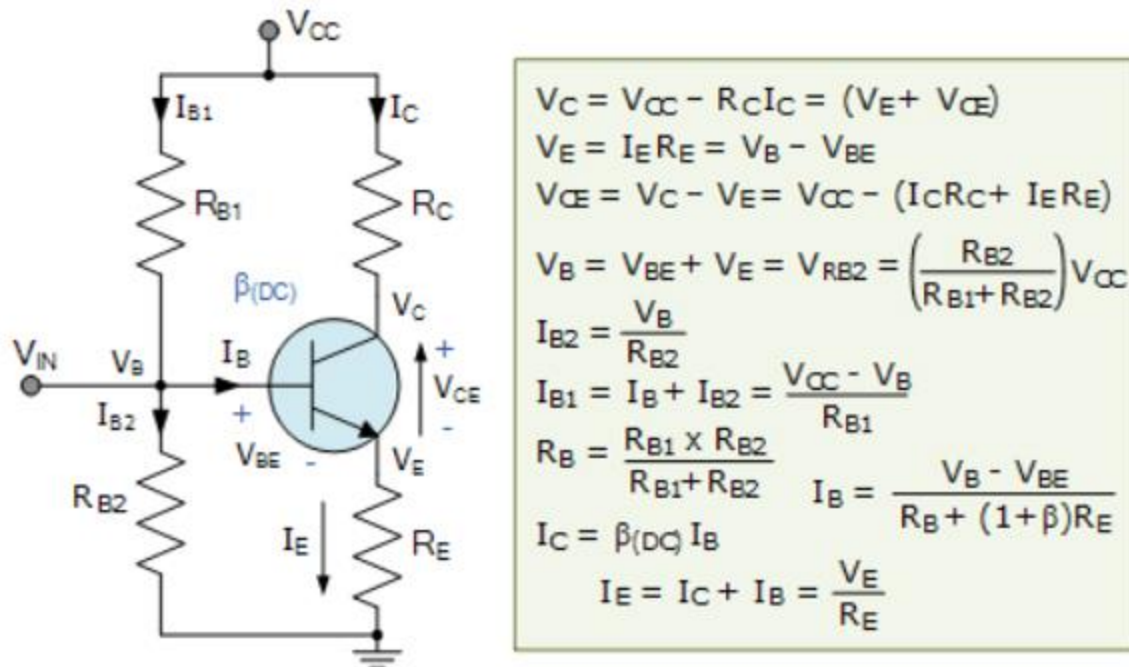
https://www.google.com/search?q=voltaje+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjVvN3rgLLqAhXpnuAKHQRjD6sQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625

Podemos notar que los voltajes del transistor en esta gráfica llevan las letras de los terminales del dispositivo. Con esto queremos decir que, por ejemplo, el voltaje de polarización que podemos utilizar para saber si el transistor está funcionando es el voltaje V_{BE} . Este voltaje lo obtenemos entre los terminales base y emisor. Este voltaje será aproximadamente 0.7 V, considerando que el transistor es de silicio. Si medimos dicho voltaje y obtenemos esta lectura, podemos decir que el dispositivo está prendido. Por el contrario, si este voltaje no está presente, el transistor está apagado. Luego tenemos el voltaje de colector a emisor. El mismo lo obtenemos entre los terminales de colector y emisor del transistor. Este voltaje será inversamente proporcional a la corriente que se aplica a la base. Esto es debido a que, como habíamos explicado anteriormente, al aplicar corriente a la base del dispositivo, la resistencia entre colector y emisor baja. Como el voltaje será proporcional a la resistencia que tengamos entre estos terminales. Si aumenta la resistencia, el voltaje aumenta y si disminuye esta resistencia, el voltaje disminuye también. Para propósitos del funcionamiento del dispositivo esto es de gran importancia debido a que se relaciona con la amplificación. Significa que a mayor voltaje entre colector y emisor, mayor será la amplitud de la señal de salida del mismo. Por último tenemos el voltaje entre colector y base. A este por ahora

no se le dará mayor importancia pero sabemos su existencia. Para configuraciones especiales, este voltaje adquirirá una mayor importancia. En la gráfica repasamos también las Corrientes de este transistor I_C , I_B e I_E trabajadas en el módulo anterior. En la siguiente gráfica observaremos los voltajes de cada terminal del Transistor con respecto a Tierra una vez está polarizado y funciona correctamente.



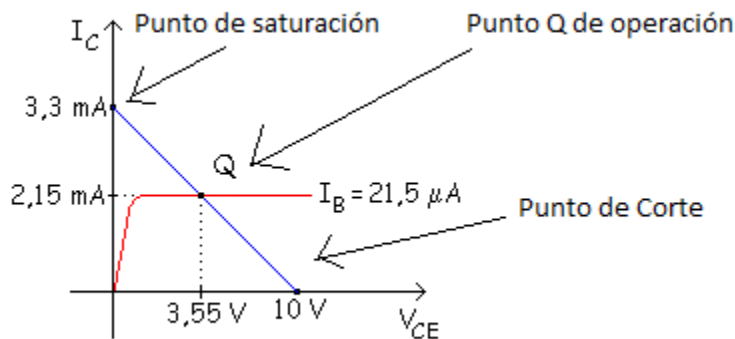
Si medimos de Base a tierra, obtenemos el voltaje de Base (V_B). Así también si medimos de colector a Tierra obtenemos el voltaje de colector (V_C). Finalmente si medimos de emisor a Tierra Obtenemos el voltaje del emisor (V_E). Estos valores son importantes para comprobar su buen desempeño y en el proceso de búsqueda de falla en el caso que estemos diagnosticando y reparando un equipo con transistores.



https://www.google.com/search?q=voltajes+de+los+terminales+del+transistor+bjt&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwijnvn0hbLgAhXRg-AKHZ1CDJ8Q_AUoAXoECAgQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=g5lInlo5O2KrXM

En esta última gráfica Podemos constatar que el voltaje que alimenta al transistor se denominará con la repetición de las letras donde conecta la Fuente de alimentación. En este caso VCC. Esto por que el positivo de la Fuente se conecta al colector y polariza debidamente al Transistor. En diferentes configuraciones denominaremos las fuentes de alimentación según el terminal donde se conecten. Por ejemplo, veremos fuentes denominadas VBB y también algunas serán VEE.

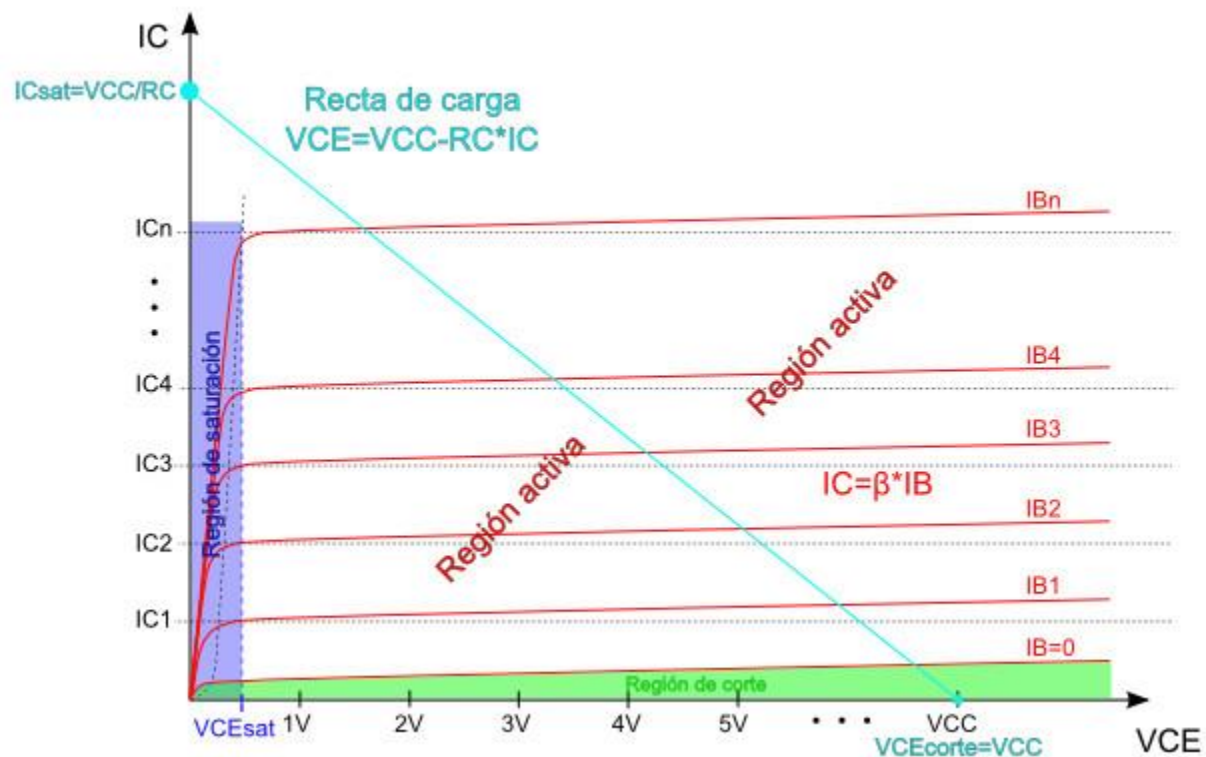
Veamos ahora las gráficas mediante las cuales obtenemos información del funcionamiento del Transistor:



https://www.google.com/search?q=linea+de+carga+del+transistor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj-scZr1bPqAhXjmuAKHdWGAIkQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=H2bMJevScbRIJM

Podemos observar el punto de corte. En este punto la corriente es 0A y el voltaje es el máximo aplicado. Luego ponemos nuestra atención en el punto de saturación. Aquí el voltaje es 0V y la corriente es máxima. En cualquier lugar entre estos dos puntos Podemos encontrar el punto Q de operación. En este es donde el transistor opera y Podemos obtener la salida del mismo, de acuerdo a la función que esté realizando el dispositivo. También Podemos visualizarlo como regions. Se divide en la region de corte donde el transistor tiene máximo voltaje y 0A de corriente, Región de saturación, donde el voltaje es 0V y la corriente es máxima. Por último tenemos la región de operación por donde se puede ubicar el punto Q, de acuerdo a los componentes del circuito que estén conectados al Transistor. Es importante conocer que la función del transistor está relacionada con la ubicación de este punto Q. Por ejemplo, si hablamos de amplificación, si el punto Q está cerca de saturación, el Transistor casi no amplifica. A medida que se va alejando de saturación, el Transistor va aumentando su amplificación. A medida que se va acercando a corte, es cuando más está amplificando. Sin embargo, aunque está amplificada, la salida se va recortando hasta casi perderla por completo. Algo que debemos saber también es que donde tenemos el punto Q de operación, observamos en roja la curva característica. Esta muestra la intersección de los valores de voltaje y corriente para señalarnos el punto Q. Veamos que en esta gráfica el punto Q es la intersección de 3.55 V de VCE y 2.15 mA de IC. Todo esto cuando en la base la corriente es 21.5 μ A. Para tener una idea, si la corriente de la base aumenta, la corriente de collector también aumentará. Esto causará que el punto Q se mueva hacia arriba. De la misma manera, si la corriente de base disminuye, la corriente de collector también disminuirá. Esto hará que el punto Q se mueva hacia abajo en la gráfica.

La siguiente se conoce como gráfica de curvas características:



https://www.google.com/search?q=linea+de+carga+del+transistor&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjscr1bPqAhXjmuAKHdWGAJkQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=HtExoh1pmr aprM

Notemos en esta que para diferentes valores de corriente de base, tendremos diferentes valores de corriente de Colector.

Ejercicios de práctica:

Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿ Que valor de voltaje debemos tener entre los terminales de Base y Emisor?
2. ¿ Con qué se relaciona el voltaje de colector a emisor?
3. ¿ Como identificamos al voltaje de la Fuente aplicada a un Transistor?
4. ¿Cuál es el nombre del voltaje que obtenemos entre el colector del Transistor y Tierra?
5. ¿ Que voltaje tenemos entre la base del transistor y Tierra?

6. Al punto donde la corriente del Transistor es 0A y el voltaje es máximo se le conoce como: _____.
7. La region donde opera el Transistor se le conoce como: _____.
8. El punto de saturación es donde el voltaje es _____ y la corriente es _____.
9. En términos de amplificación que ocurre cerca de la región de saturación?
10. El punto Q es la _____ de los valores de corriente y Voltaje del Transistor.

Con esto hemos cubierto los voltajes del Transistor. También vimos las gráficas de funcionamiento de este dispositivo para Corrientes y voltajes. Esto nos permitirá entender mejor el funcionamiento de este gran dispositivo. En la siguiente lección comenzaremos el análisis en detalle de circuitos con Transistores. Recomiendo que si al momento tienes alguna duda referente a las Corrientes o voltajes del transistor le des un repaso a las dos últimas lecciones. Tómate tu tiempo, lo importante es que puedas entender bien los conceptos para que los puedas aplicar en las siguientes lecciones. Repasa éstos y otros de los cuáles puedas tener alguna duda o para reforzar tu conocimiento acerca de éstos temas.

Espero que hayas enriquecido tu conocimiento. En la siguiente lección analizaremos el transistor de acuerdo a la configuración de base común para visualizar la amplificación y como Podemos aprovechar al máximo la misma.

Lección 4: Transistor Bipolar en Configuraciones Comunes

Tiempo de Trabajo (en minutos)

400 Minutos

Anteriormente mostramos los voltajes del Transistor. También vimos las gráficas de funcionamiento de este dispositivo para corrientes y voltajes. Esto nos permitió entender mejor el funcionamiento de este gran dispositivo. Si tuviste alguna duda, esperamos que la hayas aclarado con el repaso de los módulos según te fué recomendado. En este módulo comenzaremos el análisis en detalle de circuitos con Transistores en configuraciones comunes.

Instrucciones:

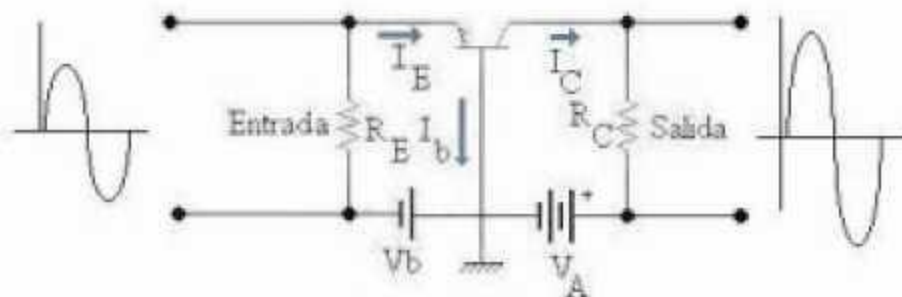
Luego de estudiar la información provista en la explicación del presente módulo y ver el video cuyo link aparece a continuación, contestará los ejercicios que aparecen al final del mismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=BfHwApQ8T2I>

Explicación:

Veamos el transistor de acuerdo a la configuración de base común para realizar la amplificación y como podemos aprovechar al máximo la misma. Para ello veamos la siguiente gráfica:

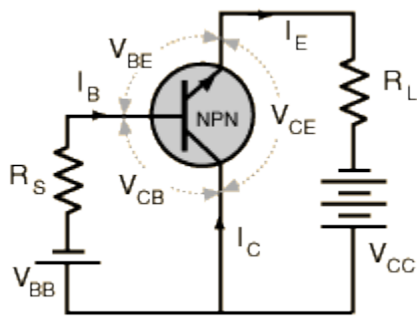
CONFIGURACION BASE COMÚN



https://www.google.com/search?q=configuracion+de+base+comun+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjTs43m57PqAhXDVt8KHUOpA9gQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=jMHeckru4un7tM

Notemos en ésta que el terminal de base es común para entrada y para salida. La entrada es por el emisor y la salida es por el Colector. Es importante señalar que en esta configuración el transistor amplifica voltaje. Esto es que si solo queremos amplificar voltaje y no corriente, podemos conectar al transistor en esta configuración. La salida de voltaje tendrá más amplitud que la entrada. Pero si viéramos los valores de corriente, esta última no tendría ninguna ganancia. Otra cosa que quiero que tomen en consideración es que para esta configuración tenemos dos fuentes de voltaje. Los nombres para las mismas deben ser VEE para la que conecta con el emisor y VCC para la que conecta con el Colector. Al ser la base común para entrada y salida, esta no se conecta con ninguna fuente. Por ahora no entraré en mayores detalles para esta configuración. Aún así es necesario saber para que se puede utilizar la misma.

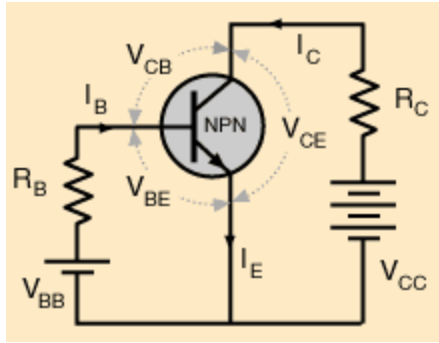
Veamos ahora la configuración de Colector común. Para ello observemos la siguiente gráfica:



https://www.google.com/search?q=configuracion+de+colector+comun+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj-xOHR8LPqAhVlleAKHTsDIUQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=kepXBPejQ-9fM

Notemos en esta configuración que el terminal de colector es común tanto para entrada como para salida. Veamos también que la Fuente que se conecta a la base se llama V_{BB} , mientras que la que se conecta al colector se llama V_{CC} . La entrada para este circuito es por la base y la salida será por el emisor. Este amplificador de colector común amplifica solo la corriente. Esto es que la ganancia será en corriente y no tendrá ganancia en voltaje. La ganancia en corriente para este amplificador es $\beta + 1$. Así que si necesitamos que un amplificador solo nos amplifique corriente y no voltaje, podemos utilizar el colector común. De igual manera que en la configuración anterior, no entraremos en mayores detalles para ésta. Sin embargo reitero que es importante que sepamos de su existencia y que su ganancia es en corriente.

La siguiente configuración que estaremos viendo es la configuración de emisor común. En esta configuración si entraremos en detalle debido a que es la más que se utiliza en circuitos electrónicos. Esto se debe a que es un amplificador de corriente y de voltaje. Veremos sus características y analizaremos su funcionamiento. También se le conoce como amplificador de Potencia ya que si multiplicamos corriente y voltaje, por ley de Watts, obtenemos potencia. Esta es la razón por la que esta configuración haya tanta acogida entre los fabricantes. Veamos pues la siguiente gráfica:

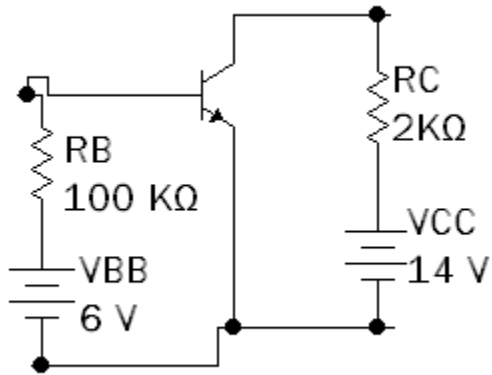


https://www.google.com/search?q=configuracion+de+emisor+comun+del+transistor+bjt&tbm=isch&ved=2ahUKEwjn0vPU8LPqAhUgQ1MKHTLiCc8Q2-cCegQIABAA&oeq=configuracion+de+emisor+comun+del+transistor+bjt&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQE1DqgzxYssM8YK_bPGgAcAB4AIABmwKIAYEKkgEFMC45LjGYAQGgAQGgAQtn3Mtd2l6LWltZw&scient=img&ei=4psAX-fZHqCGzQKyxKf4DA&bih=625&biw=1366#imgrc=U0AW-meATi8HM

Notemos en la gráfica que el emisor es común tanto para entrada como para salida. También que la Fuente que alimenta la unión BE del dispositivo y conecta con el terminal de base del transistor es V_{BB} . Por otro lado vemos que la Fuente que alimenta la unión BC, la resistencia interna R_C y está conectada al terminal colector del transistor es V_{CC} . De esta manera es fácil visualizar que la entrada del circuito es por la base del transistor y que la salida es por el colector. Si se aplica una señal alternante a la entrada del circuito (terminal de base) en la salida obtendremos la misma señal amplificada y con polaridad contraria. Esto se debe a que este amplificador tiene una salida 180 Grados fuera de fase. Si la entrada es positiva, la salida será negativa y viceversa. Esto no tendrá un efecto de mayor embergadura para propósito de funcionamiento. No obstante es un dato que debemos conocer.

Antes de comenzar a trabajar con las fórmulas es importante recordar un dato que hemos tratado anteriormente. Si el transistor está funcionando correctamente, el voltaje de base a emisor (V_{BE}) será 0.7 V. Ahora podemos trabajar el análisis.

Analicemos el siguiente circuito:



$$\beta = 100$$

Las siguientes son las fórmulas a utilizar para el análisis DC del dispositivo en esta configuración:

$$V_{RB} = V_{BB} - V_{BE}$$

$$I_B = V_{RB} / R_B$$

$$I_C = I_B \times \beta$$

$$V_{RC} = I_C \times R_C$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC}$$

Para la gráfica de este análisis:

$$V_{CE}(\text{corte}) = V_{CC}$$

$$I_{C(\text{saturación})} = V_{CC} / R_C$$

Comencemos el análisis:

$$V_{RB} = V_{BB} - V_{BE}$$

$$= 6V - 0.7V$$

$$= \mathbf{5.3V}$$

$$I_B = V_{RB} / R_B$$

$$= 5.3V / 100K\Omega$$

$$= \mathbf{53\mu A}$$

$$I_C = \beta \times I_B$$

$$= 100 \times 53\mu A$$

$$= \mathbf{5.3mA}$$

$$V_{RC} = I_C \times R_C$$

$$= 5.3mA \times 2K\Omega$$

$$= \mathbf{10.6V}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC}$$

$$= 14V - 10.6V$$

$$= \mathbf{3.4V}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$= 5.3mA + 53\mu A$$

$$= \mathbf{5.353mA}$$

Para la gráfica de este análisis:

$$V_{CE}(\text{corte}) = V_{CC}$$

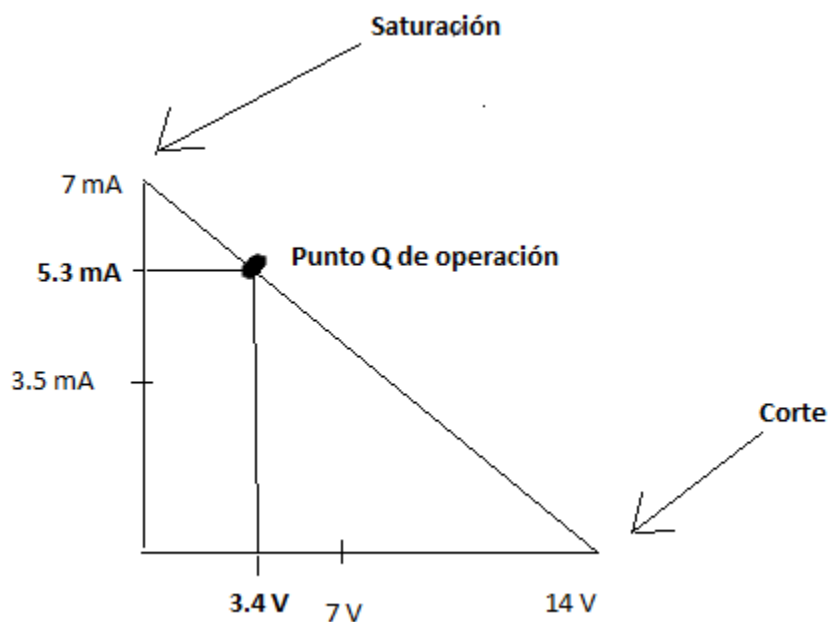
$$= 14 \text{ V}$$

$$I_C(\text{saturación}) = V_{CC} / R_C$$

$$= 14 \text{ V} / 2 \text{ K}\Omega$$

$$= 7 \text{ mA}$$

Con esto en mente, dibujemos la gráfica para este circuito con los puntos de corte, saturación y operación para este circuito en análisis DC:



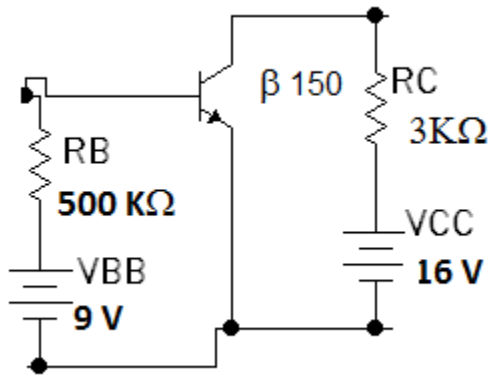
Con esto concluimos el análisis DC de la configuración de emisor común. Es en el punto Q donde este transistor realiza su función. Notemos que este está bastante cerca del punto de saturación. De esta manera no amplifica mucho, pero la señal sale completa. Recordemos que a medida que el punto Q se aleja de saturación, su amplificación será mayor. Claro, sin que se acerque mucho al punto de corte, pues sabemos que allí la señal se empieza a recortar.

Completen los siguientes ejercicios:

A. Llene los Espacios en Blancos requeridos a continuación:

1. En una amplificador base común el terminal _____ es común a la señal AC de entrada y salida.
2. Un amplificador Base Común amplifica _____.
3. La salida del amplificador de base común es por el terminal _____.
4. El amplificador de Colector común amplifica _____.
5. La entrada del amplificador de colector común es por el terminal de _____.
6. La ganancia de corriente del amplificador de colector común es _____.
7. Las fuentes de alimentación para un amplificador de collector común son _____ y _____.
8. En la configuración de Emisor común el _____ es común para la entrada y para la salida.
9. En un amplificador de Emisor común la señal de entrada y la salida están _____ de _____.
10. El amplificador de Emisor común es el _____ que se utiliza por sus características de Amplificación.

B. Determinen los valores para el circuito a continuación:



$V_{RB} =$ _____

$I_C =$ _____

$V_{RC} =$ _____

$V_{CE} =$ _____

$I_B =$ _____

$I_E =$ _____

Dibuje la gráfica del análisis DC con todos sus valores:

Recuerde marcar los puntos de corte, saturación y de operación para la misma.

En la proxima lección analizaremos el transistor de acuerdo a la configuración de emisor común en el análisis AC para visualizar la amplificación y como podemos aprovechar al máximo la misma. Tomaremos como base lo aprendido en esdta lección acerca del análisis DC para esta configuración.

Lección 5: Análisis AC de Configuración de emisor Común

Tiempo de Trabajo (en minutos)

400 Minutos

En la lección anterior vimos las diferentes configuraciones comunes del Transistor y sus características. También vimos las gráficas de funcionamiento de este dispositivo para Corrientes y voltajes. Esto nos permitió entender mejor el funcionamiento de este gran dispositivo. Si tuviste alguna duda, esperamos que la hayas aclarado con el repaso de las lecciones según te fué recomendado. Ahora comenzaremos el análisis AC del transistor en configuración de Emisor Común. Sabemos que en esta configuración es que más se utiliza este dispositivo.

Instrucciones:

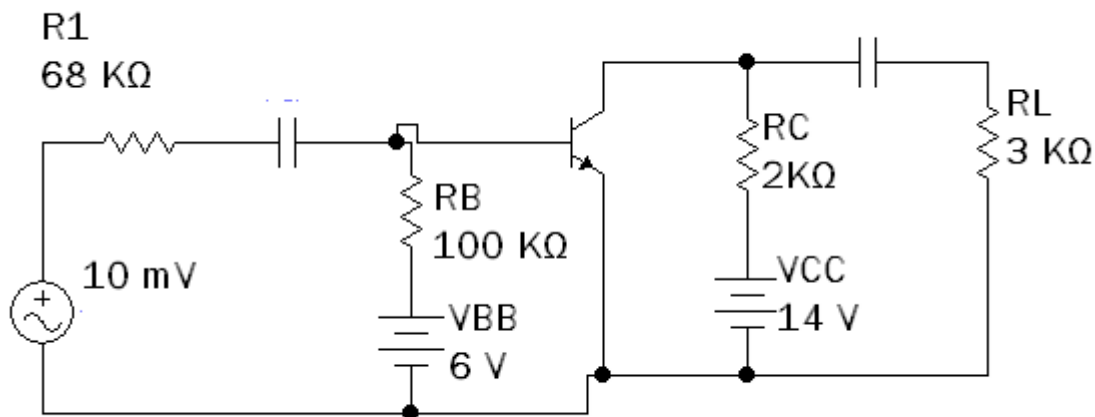
Luego de estudiar la información que aquí se te explica y ver el video del link que se te presenta a continuación, contestarás los ejercicios que aparecen al final de este modulo.

<https://www.youtube.com/watch?v=B3UPbR8wN64>

Explicación:

Hasta el momento hemos analizado el transistor en configuración de emisor común en términos de corriente Directa. Hemos analizado la primera parte de este circuito y tenemos los valores en esta ocasión nos enfocaremos en el análisis AC de esta configuración. De todas maneras comenzaremos con el repaso del análisis DC de esta configuración y continuaremos con el análisis AC de la misma. Sugerimos que si todavía tiene dudas acerca del análisis Dc de esta configuración repase la lección anterior antes de continuar con este.

Comencemos presentando el circuito con todas las partes a considerar en los análisis DC y AC. He aquí el circuito:



Notemos que comenzamos con la aplicación de la señal AC de entrada de una Fuente de 10 mV, le sigue un resistor de 68 K Ω e inmediatamente tenemos un capacitor para acoplar la señal alternante y dejar atrás cualquier voltaje DC que pueda estar presente. Esta señal se le aplica a la base del Transistor. Este circuito es el que ya analizamos en el análisis DC de esta configuración. Del colector tomamos la salida que se acopla con un capacitor para dejar atrás cualquier voltaje DC presente. Solo tendremos a la salida una señal alternante que se aplicará al resistor de carga RL de 3K Ω .

Comencemos con el repaso del análisis DC:

$$V_{RB} = V_{BB} - V_{BE}$$

$$= 6V - 0.7V$$

$$= \mathbf{5.3V}$$

$$I_B = V_{RB} / R_B$$

$$= 5.3V / 100K\Omega$$

$$= \mathbf{53\mu A}$$

$$I_C = \beta \times I_B$$

$$= 100 \times 53\mu A$$

$$= 5.3 \text{ mA}$$

$$V_{RC} = I_C \times R_C$$

$$= 5.3 \text{ mA} \times 2 \text{ K } \Omega$$

$$= 10.6 \text{ V}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC}$$

$$= 14 \text{ V} - 10.6 \text{ V}$$

$$= 3.4 \text{ V}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$= 5.3 \text{ mA} + 53 \text{ } \mu\text{A}$$

$$= 5.353 \text{ mA}$$

Para la gráfica de este análisis:

$$V_{CE} (\text{corte}) = V_{CC}$$

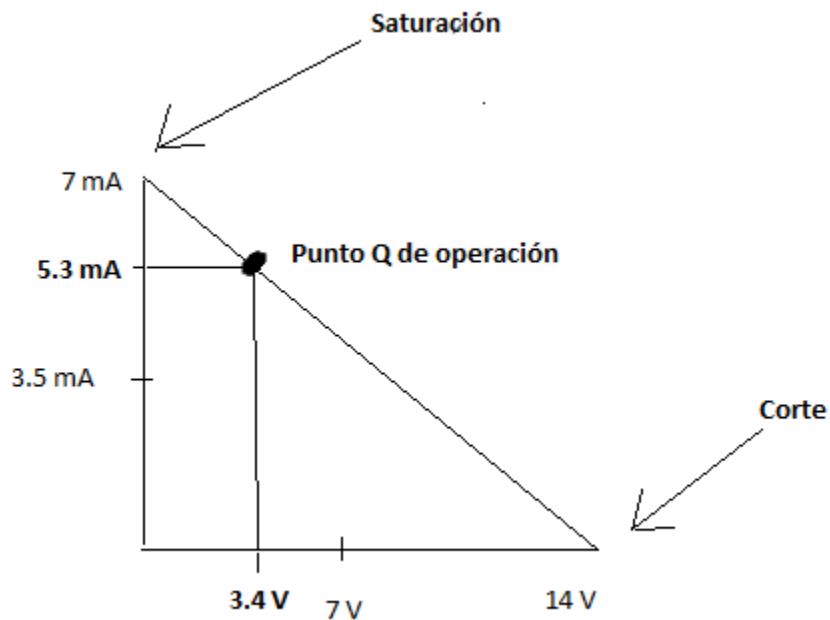
$$= 14 \text{ V}$$

$$I_{C(\text{saturación})} = V_{CC} / R_C$$

$$= 14 \text{ V} / 2 \text{ K } \Omega$$

$$= 7 \text{ mA}$$

Con esto en mente dibujemos la gráfica para este circuito con los puntos de corte, saturación y operación para este circuito en análisis DC:



Ya que hemos terminado el repaso del análisis DC de esta configuración veamos las diferentes fórmulas a utilizar para el análisis AC:

El valor de la resistencia interna entre base y emisor (r'_e) se calcula de la siguiente manera:

$$r'_e = 25 \text{ mV} / I_E$$

$$Z_{in} = \beta \times r'_e$$

$$Z_{out} = R_C \times R_L / R_C + R_L$$

$$A_V = Z_{out} / r'_e$$

$$V_{out} = A_v \times V_{in}$$

$$A_P = A_i \times A_v$$

Para la gráfica del análisis AC

$$I_c (\text{sat}) = I_C (Q) + V_{CE}(Q) / Z_{\text{out}}$$

$$V_c (\text{corte}) = V_{CE} (Q) + I_C (Q) Z_{\text{out}}$$

Conociendo las fórmulas ahora es más fácil entender el análisis AC:

$$r'_e = 25 \text{ mV} / I_E$$

$$= 25 \text{ mV} / 5.353 \text{ mA}$$

$$= \mathbf{4.67 \, \Omega}$$

$$Z_{\text{in}} = \beta \times r'_e$$

$$= 100 \times 4.67 \, \Omega$$

$$= \mathbf{467.03 \, \Omega}$$

$$Z_{\text{out}} = R_c \times R_L / R_c + R_L$$

$$= 2 \text{ K } \Omega \times 3 \text{ K } \Omega / 2 \text{ K } \Omega + 3 \text{ K } \Omega$$

$$= 6 \text{ M } \Omega / 5 \text{ K } \Omega$$

$$= \mathbf{1.2 \text{ K } \Omega}$$

$$A_v = z_{\text{out}} / r'_e$$

$$= 1.2 \text{ K } \Omega / 4.67 \, \Omega$$

$$= 256.96$$

$$A_P = A_i \times A_v$$

$$= 100 \times 256.96$$

$$= \mathbf{25,696}$$

Debemos notar que la ganancia de corriente A_i es Beta (β)

$$V_{out} = A_v \times v_{in}$$

$$= 256.96 \times 10 \text{ mV}$$

$$= \mathbf{2.57 \text{ V}}$$

Esto lo que significa es que en este circuito entran 10 mV AC y salen 2.57 V AC.

Aquí vemos como se amplificó el voltaje que entró. Como podemos deducir se amplificó unas 256.96 veces el voltaje de entrada.

En este momento nos toca calcular los valores para poder hacer la gráfica del análisis AC de nuestro circuito.

$$I_c(\text{sat}) = I_C(Q) + V_{CE}(Q) / z_{out}$$

$$= 5.3 \text{ mA} + 3.4 \text{ V} / 1.2 \text{ K } \Omega$$

$$= 5.3 \text{ mA} + 2.833 \text{ mA}$$

$$= \mathbf{8.133 \text{ mA}}$$

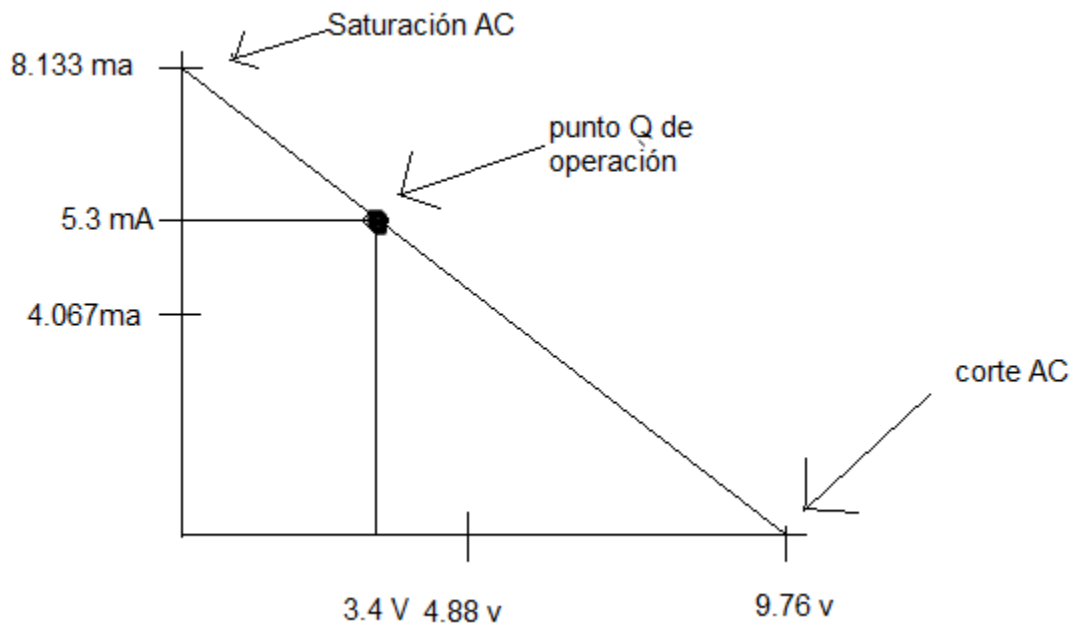
$$V_c(\text{corte}) = V_{CE}(Q) + I_C \times z_{out}$$

$$= 3.4 \text{ V} + 5.3 \text{ mA} \times 1.2 \text{ K } \Omega$$

$$= 3.4 \text{ V} + 6.36 \text{ V}$$

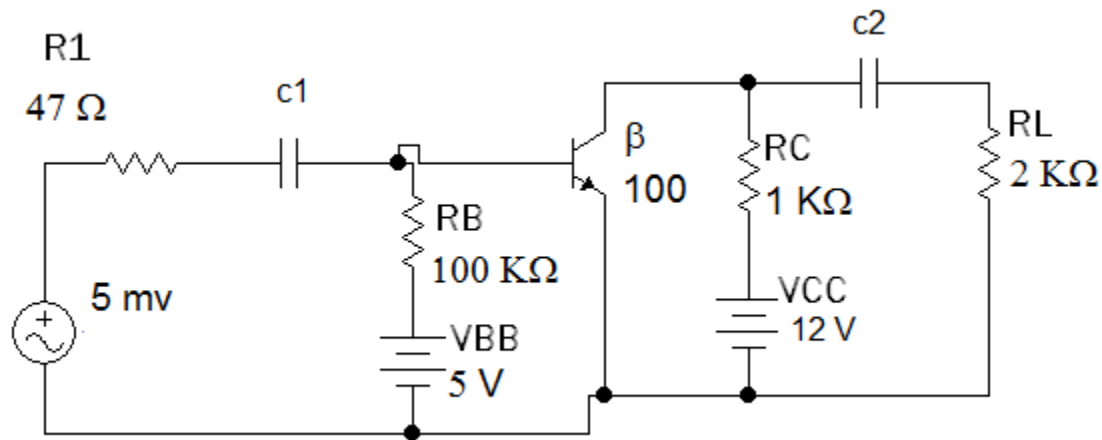
$$= 9.76 \text{ v}$$

Ahora nos toca hacer la gráfica para este análisis AC:



Con esto hemos concluido nuestro análisis AC del transistor en configuración de emisor común. Ahora nos toca practicar lo aprendido. Para esto completaremos los ejercicios de práctica a continuación.

Ejercicio de práctica para calcular valores DC y AC para un transistor en configuración de emisor común.



$V_{RB} =$ _____

$I_C =$ _____

$V_{RC} =$ _____

$V_{CE} =$ _____

$I_B =$ _____

$I_E =$ _____

$r'_e =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

$A_V =$ _____

$V_{out} =$ _____

$A_p =$ _____

Dibuje la gráfica del análisis DC y AC con todos sus valores:

Espero que hayas disfrutado la lección, al igual que las anteriores para enriquecer tu conocimiento, En la próxima lección analizaremos el transistor polarizado con una sola

Fuente. Tomaremos como base lo aprendido en este módulo acerca del análisis de esta configuración. óSerá muy interesante ver como con una misma fuente se polarizan ambas secciones del dispositivo. El análisis será sencillo, sin embargo, se aprenderá mucho del mismo. Continúen repasando el material en caso de tener alguna duda. Los vídeos cuyos links aparecen en cada modulo son de gran provecho en los temas que estamos tratando. Nos leeremos en la siguiente lección.

Lección 6: Análisis de circuito de Transistor con una sola Fuente de alimentación

Tiempo de Trabajo (en minutos)

400 Minutos

En la lección anterior vimos el análisis AC del transistor en configuración de Emisor Común. Luego de ver los análisis DC y AC de este dispositivo estamos listos para analizarlo con una sola Fuente. Utilizando las gráficas de ambos análisis tenemos una mayor idea del funcionamiento de este gran dispositivo. Ahora aplicaremos todo ese conocimiento para realizar un análisis conciso de este circuito. De esta manera es que lo veremos en equipos electrónicos y en los circuitos más conocidos por la mayoría de los técnicos e ingenieros.

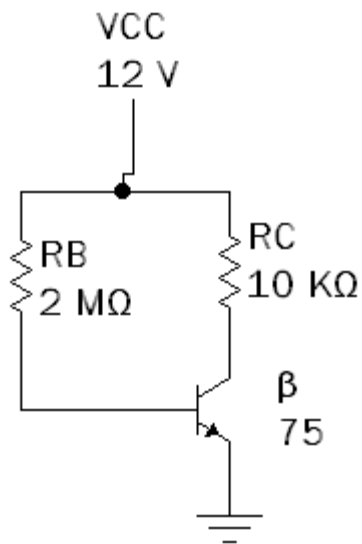
Instrucciones:

Luego de estudiar la información que aquí se te explica y ver el video del link que se te presenta a continuación, contestarás los ejercicios que aparecen al final de este modulo.

https://www.youtube.com/watch?v=ptMsRHz-d_w

Explicación:

Comenzaremos el análisis del circuito de polarización del Transistor con una sola Fuente. Veamos la siguiente Figura:



Podemos observar que hay una sola Fuente de 12 VDC. Los resistors RB y RC Dividen la corriente y producen diferentes caídas de voltaje. Debemos recordar que las caídas de voltaje serán proporcionales a la Resistencia del dispositivo. De inmediato Podemos asumir que la caída de voltaje através del resistor de 2 MΩ. Sin embargo debemos recordar que la Resistencia entre colector y emisor es una que variará de forma inversa a la corriente aplicada a la base. Esto es algo que en todo análisis de transistores debemos recordar.

Comencemos pues nuestro análisis:

Si nos vamos inicialmente por el lado de RB y trazamos un lazo, obtendremos la siguiente ecuación:

$$V_{CC} - V_{RB} - V_{BE} = 0$$

Debido a que conocemos ya el valor de VBE para un transistor Bipolar, Podemos rearmar nuestra ecuación:

$$V_{RB} = V_{CC} - V_{BE}$$

$$= 12 \text{ V} - 0.7 \text{ V}$$

$$= 11.3 \text{ V}$$

Una vez tenemos este valor Podemos calcular IB.

$$I_B = V_{RB} / R_B$$

$$= 11.3 \text{ V} / 2 \text{ M}\Omega.$$

$$= \mathbf{5.65 \text{ }\mu\text{A}}$$

De aquí por el conocimiento que tenemos de Beta y sus relación con las Corrientes de base y collector podemos realizar el siguiente paso:

$$I_C = I_B \times \beta$$

$$= 5.65 \text{ }\mu\text{A} \times 75$$

$$= 423.75 \text{ }\mu\text{A}$$

De aquí podemos ahora calcular VRC:

$$V_{RC} = I_C \times R_C$$

$$= 423.75 \text{ }\mu\text{A} \times 10 \text{ K}\Omega$$

$$= \mathbf{4.24 \text{ V}}$$

Teniendo ya estos cálculos podemos determinar el voltaje de colector a emisor (VCE)

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC}$$

$$= 12 \text{ V} - 4.24 \text{ V}$$

$$= 7.76 \text{ V}$$

Por ultimo podemos calcular la corriente de Emisor:

$$I_E = I_C + I_B$$

$$= 423.75 \mu\text{A} + 5.65 \mu\text{A}$$

$$= \mathbf{429.4 \mu\text{A}}$$

Con estos datos ya podemos dibujar la gráfica de operación para este Transistor. Para ello debemos establecer los puntos de corte y saturación:

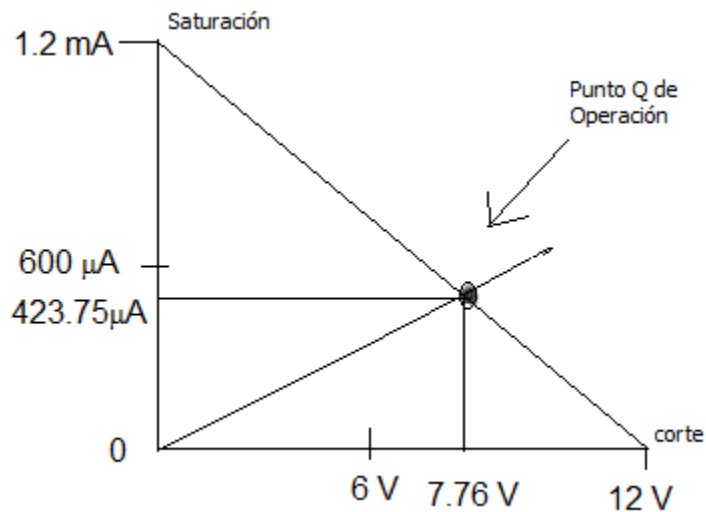
$$V_{CE} (\text{corte}) = V_{CC} = \mathbf{12 \text{ V}}$$

$$I_C (\text{saturación}) = V_{CC} / R_C$$

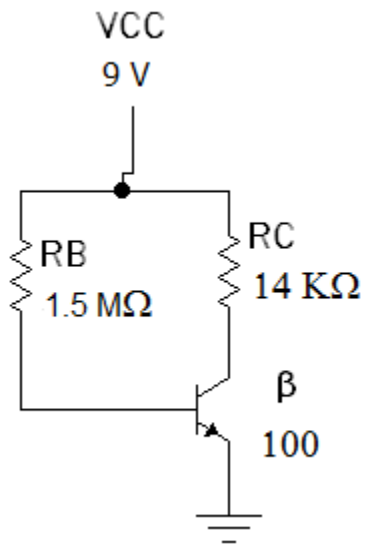
$$= 12 \text{ V} / 10 \text{ K } \Omega$$

$$= \mathbf{1.2 \text{ mA}}$$

Gráfica de operación del Transistor:



Ejercicio de práctica:



$I_B =$ _____

$I_C (\text{sat}) =$ _____

$I_C =$ _____

$V_{CE} (\text{corte}) =$ _____

$V_{CE} =$ _____

$V_{RC} =$ _____

$V_{RB} =$ _____

Haga una gráfica que muestre el punto de Corte, de Saturación y el Punto Q

REFERENCIAS

<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fjscucaitam.blogspot.com%2F2014%2F10%2Fsemiconductores-dopaje-y-conduccion-por.html&psig=AOvVaw3exdaCrWGOg4eDfHDDoWv1&ust=1592319834296000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCIj53eeLhOoCFQAAAAAdAAAAABAD>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FSemiconductor&psig=AOvVaw1EDMRedYnjc2apEOnjPcGm&ust=1592319912730000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCIj0n4yMhOoCFQAAAAAdAAAAABAD>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftallerelectronica.com%2Fdiodo%2F&psig=AOvVaw1MqxKKXUuEec7PdFNKm3t9&ust=1592319380495000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCKCY7o2KhOoCFQAAAAAdAAAAABAD>

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.es%2Fpin%2F368310075768410233%2F&psig=AOvVaw0ThUDAKEWcuw0UUD26PaH-&ust=1592321711710000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCPiUuu6ShOoCFQAAAAAdAAAAABAP>

https://www.google.com/search?q=protecci%C3%B3n+de+modulo+fotovoltaico+con+diodo&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0xMOc9o3qAhWLOFMKHY_dDDAQ2-cCegQIABAA&oq=protecci%C3%B3n+de+modulo+fotovoltaico+con+diodo&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHjoFCAAQsQM6AggAOgYIABAFEB46BggAEAgQHID5EFidmAFgqJ0BaABwAHgFgAGHD4gB05MBkgESMC40My4xLjEuMC4yLjluNC4zmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWewAQAsclient=img&ei=cLXsXvTMMouhzwKPU7OAAw&bih=625&biw=1366

https://www.google.com/search?q=diodo+en+polarizaci%C3%B3n+directa&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiTyK2a9o3qAhWSTd8KHx_7DwUQ_AUoAXoECA4QAw&biw=1366&bih=625

https://www.google.com/search?q=diodo+en+polarizaci%C3%B3n+inversa&tbm=isch&ved=2ahUKEwj0xMOc9o3qAhWLOFMKHY_dDDAQ2-cCegQIABAA&oq=diodo+en+polarizaci%C3%B3n+inversa&gs_lcp=CgNpbWcQAziGCAAQBRAeMgYIABAFEB46BAGAEb5Q0BJYoSxgsDVoAHAAeAGAAaALiAHKJIBCTAuNs42LTEuM5gBAKABAAoBC2d3cy13aXotaW1n&sclient=img&ei=cLXsXvTMMouhzwKPU7OAAw&bih=625&biw=1366

https://www.google.com/search?q=diodo+semiconductor+rectificando+un+voltaje+alterno&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiAzeDq95rqAhVmkeAKHSdHAjwQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=0JNAAX3iD8L2M

https://www.google.com/search?q=rectificador+con+salida+negativa&tbm=isch&ved=2ahUKEwj655Dt95rqAhUHWIMKHRSHCW8Q2-cCegQIABAA&oq=rectificador+con+salida+negativa&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQZoFCAAQsQM6AggAOgQIABAEogQIABAToggIABAFEB4QEzoICAAQCBAeEBM6BggAEAUQHICBi05YquVOYITzTmgAcAB4A4AB9Q2IAfdakgESMC4xMS4xLjluMi4yLjluMy4xmAEAoAEBggELZ3dzLXdpei1pbWewAQa&scient=img&ei=-ofzXvqCN4e0zQKUjqb4Bg&bih=625&biw=1366#imgsrc=TrwZaog6Zfy7EM

https://www.google.com/search?q=rectificador+de+media+onda&tbm=isch&ved=2ahUKEwj655Dt95rqAhUHWIMKHRSHCW8Q2-cCegQIABAA&oq=rectificador+de+media+onda&gs_lcp=CgNpbWcQAzoICCAAYAggAMgIIADIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjoECAAQZoFCAAQsQNO_sQyWlAPM2DJmDNOAHAAeASAAZIGiAH3QJIBDjAuNDEuMC4yLjAuMi4ymAEAoAEBggELZ3dzLXdpei1pbWewAQa&scient=img&ei=-ofzXvqCN4e0zQKUjqb4Bg&bih=625&biw=1366#imgsrc=mEXmLVADxNLruM

https://www.google.com/search?q=rectificador+de+onda+completa+con+2+diodos&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=kXFdGH6mht41EM%252CPtWU4GVrLLda6M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kQM8sPxvs9ENrMemqxuFVTLVmd7Ew&sa=X&ved=2ahUKEwjBrbzF56TqAhXkYN8KHYYuBCV0Q9QEwCnoECAUQKQ&biw=1366&bih=625#imgsrc=kXFdGH6mht41EM

https://www.google.com/search?q=construccion+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiiwLm6kazqAhWjd98KHb3LCLkQ_AUoAXoECA8QAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=a56oTC4P4-UPOM

https://www.google.com/search?q=comparacion+del+transistor+con+una+llave+de+agua&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwckOhl6zqAhXpUt8KHZciC4QQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=Y8czW_Xnw_ZnjM

https://www.google.com/search?q=como+probar+la+gancia+de+un+transistor&tbm=isch&ved=2ahUKEwit1ZmloqzqAhWk8VMKHaxxDLUQ2-cCegQIABAA&oq=como+probar+la+gancia+de+un+transistor&gs_lcp=CgNpbWcQAzoCCAA6BAgAEB5QIJmnAVij3KcBYOzppwFoAHAAeAKAAcsKiAGoRJIBDzAuOC4xLjEuMC4yLjEuNjgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1n&scient=img&ei=Lp78Xq2GFKTjzwKs47GoCw&bih=625&biw=1366#imgsrc=k89MjErRi6wfPM

https://www.google.com/search?q=corrientes+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjEtpTHtLHqAhVihuAKHbNcByoQ_AUoAXoECBIQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=rCeTz3Q2QmQluM

https://www.google.com/search?q=voltaje+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjVvN3rgLLqAhXpnuAKHQJRjD6sQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625

https://www.google.com/search?q=voltajes+de+los+terminales+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwijnvn0hbLqAhXRg-AKHZ1CDJ8Q_AUoAXoECAgQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=g5llnlo5O2KrXM

https://www.google.com/search?q=linea+de+carga+del+transistor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj-sczr1bPqAhXjmuAKHdWGAJkQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=H2bMJevScbRIJM

https://www.google.com/search?q=linea+de+carga+del+transistor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjsczr1bPqAhXjmuAKHdWGAJkQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=HtExoh1pmrprM

https://www.google.com/search?q=configuracion+de+base+comun+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjTs43m57PqAhXDvt8KHUopA9gQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=jMHeckru4un7tM

https://www.google.com/search?q=configuracion+de+colector+comun+del+transistor+bjt&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj-xOHR8LPqAhVlleAKHTsDIUQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgsrc=kepXBPejQ-9fM

https://www.google.com/search?q=configuracion+de+emisor+comun+del+transistor+bjt&tbm=isch&ved=2ahUKEwjn0vPU8LPqAhUgQ1MKHTLiCc8Q2-cCegQIABAA&oeq=configuracion+de+emisor+comun+del+transistor+bjt&gs_lcp=CgNpbWcQAziECAAAQE1DqqzxYssM8YK_bPGgAcAB4AIABmwKIAYEKkgEFMC45LjGYAQCgAQGgAQtnD3Mtd2l6LWltZw&scclient=img&ei=4psAX-fZHqCGzQKyxKf4DA&bih=625&biw=1366#imgsrc=U0AW-meATi8HM

GUÍA DE ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES

Estimada familia:

El Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) tiene como prioridad el garantizar que a sus hijos se les provea una educación pública, gratuita y apropiada. Para lograr este cometido, es imperativo tener presente que los seres humanos son diversos. Por eso, al educar es necesario reconocer las habilidades de cada individuo y buscar estrategias para minimizar todas aquellas barreras que pudieran limitar el acceso a su educación.

La otorgación de acomodados razonables es una de las estrategias que se utilizan para minimizar las necesidades que pudiera presentar un estudiante. Estos permiten adaptar la forma en que se presenta el material, la forma en que el estudiante responde, la adaptación del ambiente y lugar de estudio y el tiempo e itinerario que se utiliza. Su función principal es proveerle al estudiante acceso equitativo durante la enseñanza y la evaluación. Estos tienen la intención de reducir los efectos de la discapacidad, excepcionalidad o limitación del idioma y no, de reducir las expectativas para el aprendizaje. Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se debe tener altas expectativas con nuestros niños y jóvenes.

Esta guía tiene el objetivo de apoyar a las familias en la selección y administración de los acomodados razonables durante el proceso de enseñanza y evaluación para los estudiantes que utilizarán este módulo didáctico. Los acomodados razonables le permiten a su hijo realizar la tarea y la evaluación, no de una forma más fácil, sino de una forma que sea posible de realizar, según las capacidades que muestre. El ofrecimiento de acomodados razonables está atado a la forma en que su hijo aprende. Los estudios en neurociencia establecen que los seres humanos aprenden de forma visual, de forma auditiva o de forma kinestésica o multisensorial, y aunque puede inclinarse por algún estilo, la mayoría utilizan los tres.

Por ello, a continuación, se presentan algunos ejemplos de acomodados razonables que podrían utilizar con su hijo mientras trabaja este módulo didáctico en el hogar. Es importante que como madre, padre o persona encargada en dirigir al estudiante en esta tarea los tenga presente y pueda documentar cuales se utilizaron. Si necesita más información, puede hacer referencia a la **Guía para la provisión de acomodados razonables** (2018) disponible por medio de la página www.de.pr.gov, en educación especial, bajo Manuales y Reglamentos.

GUÍA DE ACOMODOS RAZONABLES PARA LOS ESTUDIANTES QUE TRABAJARÁN BAJO MÓDULOS DIDÁCTICOS

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
Cambian la manera en que se presenta la información al estudiante. Esto le permite tener acceso a la información de diferentes maneras. El material puede ser presentado de forma auditiva, táctil, visual o multisensorial.	Cambian la manera en que el estudiante responde o demuestra su conocimiento. Permite a los estudiantes presentar las contestaciones de las tareas de diferentes maneras. Por ejemplo, de forma verbal, por medio de manipulativos, entre otros.	Cambia el lugar, el entorno o el ambiente donde el estudiante completará el módulo didáctico. Los acomodos de ambiente y lugar requieren de organizar el espacio donde el estudiante trabajará.	Cambian la cantidad de tiempo permitido para completar una evaluación o asignación; cambia la manera, orden u hora en que se organiza el tiempo, las materias o las tareas.
Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras Uso de láminas, videos pictogramas. Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (highlighters), subrayar palabras importantes. Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones. Hablar con claridad, pausado Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante Añadir al material información complementaria Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el 	Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Utilizar la computadora para que pueda escribir. Utilizar organizadores gráficos. Hacer dibujos que expliquen su contestación. Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual. Contestar en el folleto. Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Grabar sus contestaciones Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado. 	Aprendiz visual: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores. Lugar ventilado, con buena iluminación. Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija. Aprendiz auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas. Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material. Aprendiz multisensorial: <ul style="list-style-type: none"> Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar. Permitir que realice las actividades en 	Aprendiz visual y auditivo: <ul style="list-style-type: none"> Preparar una agenda detallada y con códigos de colores con lo que tienen que realizar. Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda. Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear. Utilizar “post-it” para organizar su día. Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas. Brindar tiempo extendido para completar sus tareas. Aprendiz multisensorial: <ul style="list-style-type: none"> Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas. Establecer mecanismos para

Acomodos de presentación	Acomodos en la forma de responder	Acomodos de ambiente y lugar	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>texto en formato audible.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leer en voz alta las instrucciones. ▪ Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material. ▪ Audiolibros ▪ Repetición de instrucciones ▪ Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer ▪ Utilizar el material grabado ▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentar el material segmentado (en pedazos) ▪ Dividir la tarea en partes cortas ▪ Utilizar manipulativos ▪ Utilizar canciones ▪ Utilizar videos ▪ Presentar el material de forma activa, con materiales comunes. ▪ Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará ▪ Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer presentaciones orales. ▪ Hacer videos explicativos. ▪ Hacer exposiciones <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Señalar la contestación a una computadora o a una persona. ▪ Utilizar manipulativos para representar su contestación. ▪ Hacer presentaciones orales y escritas. ▪ Hacer dramas donde represente lo aprendido. ▪ Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material. ▪ Utilizar un comunicador electrónico o manual. 	<p>diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio.</p>	<p>recordatorios que le sean efectivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido. ▪ Establecer horarios flexibles para completar las tareas. ▪ Proveer recesos entre tareas. ▪ Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas. ▪ Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas. ▪ Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.

HOJA DE DOCUMENTAR LOS ACOMODOS RAZONABLES UTILIZADOS AL TRABAJAR EL MÓDULO DIDÁCTICO

Nombre del estudiante: _____

Número de SIE: _____

Materia del módulo: _____

Grado: _____

Estimada familia:

1.

Utiliza la siguiente hoja para documentar los acomodados razonables que utiliza con tu hijo en el proceso de apoyo y seguimiento al estudio de este módulo. Favor de colocar una marca de cotejo [✓] en aquellos acomodados razonables que utilizó con su hijo para completar el módulo didáctico. Puede marcar todos los que aplique y añadir adicionales en la parte asignada para ello.

Acomodos de presentación	Acomodos de tiempo e itinerario
<p>Aprendiz visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Usar letra agrandada o equipos para agrandar como lupas, televisores y computadoras <input type="checkbox"/> Uso de láminas, videos pictogramas. <input type="checkbox"/> Utilizar claves visuales tales como uso de colores en las instrucciones, resaltadores (<i>highlighters</i>), subrayar palabras importantes. <input type="checkbox"/> Demostrar lo que se espera que realice el estudiante y utilizar modelos o demostraciones. <input type="checkbox"/> Hablar con claridad, pausado <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <input type="checkbox"/> Añadir al material información complementaria <p>Aprendiz auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Leerle el material o utilizar aplicaciones que convierten el texto en formato audible. <input type="checkbox"/> Leer en voz alta las instrucciones. <input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante se grabe mientras lee el material. <input type="checkbox"/> Audiolibros <input type="checkbox"/> Repetición de instrucciones <input type="checkbox"/> Pedirle al estudiante que explique en sus propias palabras lo que tiene que hacer <input type="checkbox"/> Utilizar el material grabado <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Presentar el material segmentado (en pedazos) <input type="checkbox"/> Dividir la tarea en partes cortas <input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos 	<p>Aprendiz visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Utilizar la computadora para que pueda escribir. <input type="checkbox"/> Utilizar organizadores gráficos. <input type="checkbox"/> Hacer dibujos que expliquen su contestación. <input type="checkbox"/> Permitir el uso de láminas o dibujos para explicar sus contestaciones <input type="checkbox"/> Permitir que el estudiante escriba lo que aprendió por medio de tarjetas, franjas, láminas, la computadora o un comunicador visual. <input type="checkbox"/> Contestar en el folleto. <p>Aprendiz auditivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Grabar sus contestaciones <input type="checkbox"/> Ofrecer sus contestaciones a un adulto que documentará por escrito lo mencionado. <input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales. <input type="checkbox"/> Hacer videos explicativos. <input type="checkbox"/> Hacer exposiciones <p>Aprendiz multisensorial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Señalar la contestación a una computadora o a una persona. <input type="checkbox"/> Utilizar manipulativos para representar su contestación. <input type="checkbox"/> Hacer presentaciones orales y escritas. <input type="checkbox"/> Hacer dramas donde represente lo aprendido. <input type="checkbox"/> Crear videos, canciones, carteles, infografías para explicar el material. <input type="checkbox"/> Utilizar un comunicador electrónico o manual.

Acomodos de presentación	Acomodos de tiempo e itinerario
<input type="checkbox"/> Utilizar canciones <input type="checkbox"/> Utilizar videos <input type="checkbox"/> Presentar el material de forma activa, con materiales comunes. <input type="checkbox"/> Permitirle al estudiante investigar sobre el tema que se trabajará <input type="checkbox"/> Identificar compañeros que puedan servir de apoyo para el estudiante	
Acomodos de respuesta	Acomodos de ambiente y lugar
<p>Aprendiz visual:</p> <input type="checkbox"/> Ambiente silencioso, estructurado, sin muchos distractores. <input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación. <input type="checkbox"/> Utilizar escritorio o mesa cerca del adulto para que lo dirija. <p>Aprendiz auditivo:</p> <input type="checkbox"/> Ambiente donde pueda leer en voz alta o donde pueda escuchar el material sin interrumpir a otras personas. <input type="checkbox"/> Lugar ventilado, con buena iluminación y donde se les permita el movimiento mientras repite en voz alta el material. <p>Aprendiz multisensorial:</p> <input type="checkbox"/> Ambiente se le permita moverse, hablar, escuchar música mientras trabaja, cantar. <input type="checkbox"/> Permitir que realice las actividades en diferentes escenarios controlados por el adulto. Ejemplo el piso, la mesa del comedor y luego, un escritorio.	<p>Aprendiz visual y auditivo:</p> <input type="checkbox"/> Preparar una agenda detalladas y con códigos de colores con lo que tienen que realizar. <input type="checkbox"/> Reforzar el que termine las tareas asignadas en la agenda. <input type="checkbox"/> Utilizar agendas de papel donde pueda marcar, escribir, colorear. <input type="checkbox"/> Utilizar “post-it” para organizar su día. <input type="checkbox"/> Comenzar con las clases más complejas y luego moverse a las sencillas. <input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas. <p>Aprendiz multisensorial:</p> <input type="checkbox"/> Asistir al estudiante a organizar su trabajo con agendas escritas o electrónicas. <input type="checkbox"/> Establecer mecanismos para recordatorios que le sean efectivos. <input type="checkbox"/> Utilizar las recompensas al terminar sus tareas asignadas en el tiempo establecido. <input type="checkbox"/> Establecer horarios flexibles para completar las tareas. <input type="checkbox"/> Proveer recesos entre tareas. <input type="checkbox"/> Tener flexibilidad en cuando al mejor horario para completar las tareas. <input type="checkbox"/> Comenzar con las tareas más fáciles y luego, pasar a las más complejas. <input type="checkbox"/> Brindar tiempo extendido para completar sus tareas.
<p>Otros:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

2.

Si tu hijo es un candidato o un participante de los servicios para estudiantes aprendices del español como segundo idioma e inmigrantes considera las siguientes sugerencias de enseñanza:

- Proporcionar un modelo o demostraciones de respuestas escritas u orales requeridas o esperadas.
- Comprobar si hay comprensión: use preguntas que requieran respuestas de una sola palabra, apoyos y gestos.
- Hablar con claridad, de manera pausada.
- Evitar el uso de las expresiones coloquiales, complejas.
- Asegurar que los estudiantes tengan todos los materiales necesarios.
- Leer las instrucciones oralmente.
- Corroborar que los estudiantes entiendan las instrucciones.
- Incorporar visuales: gestos, accesorios, gráficos organizadores y tablas.
- Sentarse cerca o junto al estudiante durante el tiempo de estudio.
- Seguir rutinas predecibles para crear un ambiente de seguridad y estabilidad para el aprendizaje.
- Permitir el aprendizaje por descubrimiento, pero estar disponible para ofrecer instrucciones directas sobre cómo completar una tarea.
- Utilizar los organizadores gráficos para la relación de ideas, conceptos y textos.
- Permitir el uso del diccionario regular o ilustrado.
- Crear un glosario pictórico.
- Simplificar las instrucciones.
- Ofrecer apoyo en la realización de trabajos de investigación.
- Ofrecer los pasos a seguir en el desarrollo de párrafos y ensayos.
- Proveer libros o lecturas con conceptos similares, pero en un nivel más sencillo.
- Proveer un lector.
- Proveer ejemplos.
- Agrupar problemas similares (todas las sumas juntas), utilizar dibujos, láminas, o gráficas para apoyar la explicación de los conceptos, reducir la complejidad lingüística del problema, leer y explicar el problema o teoría verbalmente o descomponerlo en pasos cortos.
- Proveer objetos para el aprendizaje (concretizar el vocabulario o conceptos).
- Reducir la longitud y permitir más tiempo para las tareas escritas.
- Leer al estudiante los textos que tiene dificultad para entender.
- Aceptar todos los intentos de producción de voz sin corrección de errores.
- Permitir que los estudiantes sustituyan dibujos, imágenes o diagramas, gráficos, gráficos para una asignación escrita.
- Esbozar el material de lectura para el estudiante en su nivel de lectura, enfatizando las ideas principales.
- Reducir el número de problemas en una página.
- Proporcionar objetos manipulativos para que el estudiante utilice cuando resuelva problemas de matemáticas.

3.

Si tu hijo es un estudiante dotado, es decir, que obtuvo 130 o más de cociente intelectual (CI) en una prueba psicométrica, su educación debe ser dirigida y desafiante. Deberán considerar las siguientes recomendaciones:

- Conocer las capacidades especiales del estudiante, sus intereses y estilos de aprendizaje.
- Realizar actividades motivadoras que les exijan pensar a niveles más sofisticados y explorar nuevos temas.
- Adaptar el currículo y profundizar.
- Evitar las repeticiones y las rutinas.
- Realizar tareas de escritura para desarrollar empatía y sensibilidad.
- Utilizar la investigación como estrategia de enseñanza.
- Promover la producción de ideas creativas.
- Permitirle que aprenda a su ritmo.
- Proveer mayor tiempo para completar las tareas, cuando lo requiera.
- Cuidar la alineación entre su educación y sus necesidades académicas y socioemocionales.