



## ELECTRONICA DE POTENCIA

### COMPETENCIA GENERAL

COMPETENCIA GENERAL instala sistemas de potencia, utilizando material y equipo de acuerdo a los requerimientos del sector industrial

Competencia particular 1 emplea el diodo semiconductor en circuitos electrónicos utilizados en sector industrial  
**social**

### COMPETENCIAS PARTICULARES

**Competencia particular 1 emplea el diodo semiconductor en circuitos electrónicos utilizados en sector industrial**

RAP 1: interpreta la polarización directa e inversa del diodo semiconductor a partir de la estructura atómica

RAP 2: utilizar el diodo semiconductor como rectificador en sus tipos monofásicos y trifásicos para amplificarlos en una fuente de alimentación

**Competencia particular 2 aplica las características eléctricas del principio de funcionamiento y operación de los transistores bipolares utilizando los manuales del fabricante.**

RAP 1: maneja la constitución operación y funcionamiento de los transistores bipolares

RAP 2: realiza pruebas y cálculos a partir de las características de operación de transistor conmutable

**Competencia particular 3 emplear los semiconductores SRC DIAC TRIAC para el control de potencia eléctrica.**

RAP 1: identifica las características de funcionamiento de los transistores así como las aplicaciones de los mismos

RAP 2: utiliza las diferentes opciones de salida de la interface con transistores y transistores así como relevadores en los sistemas.

**UNIDAD 1 DEL PROGRAMA: ELECTRONICA DE POTENCIA**

Competencia particular 1 emplea el diodo semiconductor en circuitos electrónicos utilizados en sector industrial

RAP 1: interpreta la polarización directa e inversa del diodo semiconductor a partir de la estructura atómica  
RAP 2: utilizar el diodo semiconductor como rectificador en sus tipos monofásicos y trifásicos para amplificarlos en una fuente de alimentación

## UNIDADES 1 y 2

### ELECTRONICA I GUIA PARA EL 1º EXAMEN DEPARTAMENTAL

- 1) Que son las capas orbitales
- 2) Según el átomo de Bohor donde está la valencia
- 3) Cuantos átomos tiene en su última orbita los conductores
- 4) Cuantos átomos tiene en su última orbita los aisladores
- 5) Cuantos átomos tiene en su última orbita los semiconductores
- 6) Con que elementos se contamina el Si y Ge para tener un semiconductor tipo P
- 7) Con que elementos se contamina el Si y Ge para tener un semiconductor tipo N
- 8) Que es un semiconductor Intrínsecos
- 9) Que es un semiconductor Extrínsecos
- 10) Dibuje el símbolo del diodo
- 11) Cuál es el voltaje de polarización de un diodo Si para conducir
- 12) Cuál es el voltaje de polarización de un diodo Ge para conducir
- 13) Dibujar la barrera de potencial en polarización Directa
- 14) Dibujar la barrera de potencial en polarización Inversa
- 15) Como se comporta como contacto un diodo con polaridad directa.
- 16) Como se comporta como contacto un diodo con polaridad inversa.

- 17) Con polaridad inversa un diodo de que orden de corriente es. Amp, mA ò  $\mu$ A.
- 18) Como afecta el efecto Joule en un diodo.
- 19) Con el ohmetro (milímetro) como se prueba un diodo.
- 20) Dibujar el símbolo del LED.
- 21) Cuál es el voltaje de polarización de un LED.
- 22) Cuál es el rango de corriente necesaria para emitir luz.
- 23) Como se pueden distinguir las terminales de un LED.
- 24) Cuantas configuraciones existen para un display de 7 segmentos.
- 25) Dibujar un rectificador de  $\frac{1}{2}$  onda.
- 26) Dibujar la señal de salida de un rectificador  $\frac{1}{2}$  onda.
- 27) Dibujar un rectificador de onda completa Tap central.
- 28) Dibujar la señal de salida de un rectificador onda completa Tap central.
- 29) Dibujar un rectificador de onda completa tipo puente.
- 30) Dibujar la señal de salida de un rectificador onda completa tipo puente.

## Semiconductor

Un semiconductor es una sustancia que se comporta como conductor o como aislante dependiendo de la temperatura del ambiente en el que se encuentre. Los elementos químicos semiconductores de la tabla periódica se indican en la tabla siguiente.

Elemento	Grupo	Electrones en la última capa
<a href="#">Cd</a>	II B	2 e-
Al, <a href="#">Ga</a> , B, In	III A	3 e-
Si, C, Ge	IV A	4 e-
P, As, Sb	V A	5 e-
Se, Te, (S)	VI A	6 e-

El elemento semiconductor más usado es el silicio, aunque idéntico comportamiento presentan las combinaciones de elementos de los grupos II y III con los de los grupos VI y V respectivamente (AsGa, PIn, AsGaAl, TeCd, SeCd y SCd). Posteriormente se ha comenzado a emplear también el azufre. La característica común a todos ellos es que son tetravalentes, teniendo el silicio una configuración electrónica  $s^2p^2$ .

### Conducción eléctrica

Para que la conducción de la electricidad sea posible es necesario que haya electrones que no estén ligados a un enlace determinado (banda de valencia), sino que sean capaces de desplazarse por el cristal (banda de conducción). La separación entre la banda de valencia y la de conducción se llama banda prohibida, porque en ella no puede haber portadores de corriente. Así podemos considerar tres situaciones:

Los metales, en los que ambas bandas de energía se superponen, son conductores.

Los aislantes (o dieléctricos), en los que la diferencia existente entre las bandas de energía, del orden de 6 eV impide, en condiciones normales el salto de los electrones.

Los semiconductores, en los que el salto de energía es pequeño, del orden de 1 eV, por lo que suministrando energía pueden conducir la electricidad; pero además, su conductividad puede regularse, puesto que bastará disminuir la energía aportada

para que sea menor el número de electrones que salte a la banda de conducción; cosa que no puede hacerse con los metales, cuya conductividad es constante, o más propiamente, poco variable con la temperatura.

## **Tipos de semiconductores**

### **Semiconductores intrínsecos**

Un cristal de silicio forma una estructura tetraédrica similar a la del carbono mediante enlaces covalentes entre sus átomos, en la figura representados en el plano por simplicidad. Cuando el cristal se encuentra a temperatura ambiente, algunos electrones pueden, absorbiendo la energía necesaria, saltar a la banda de conducción, dejando el correspondiente hueco en la banda de valencia (1). Las energías requeridas, a temperatura ambiente son de 1,12 y 0,67 eV para el silicio y el [germanio](#) respectivamente.

Obviamente el proceso inverso también se produce, de modo que los electrones pueden caer desde el estado energético correspondiente a la banda de conducción, a un hueco en la banda de valencia liberando energía. A este fenómeno, se le denomina recombinación. Sucede que, a una determinada temperatura, las velocidades de creación de pares e-h, y de recombinación se igualan, de modo que la concentración global de electrones y huecos permanece invariable. Siendo "n" la concentración de electrones (cargas negativas) y "p" la concentración de huecos (cargas positivas), se cumple que:

$$n_i = n = p$$

siendo  $n_i$  la concentración intrínseca del semiconductor, función exclusiva de la temperatura. Si se somete el cristal a una diferencia de tensión, se producen dos corrientes eléctricas. Por un lado la debida al movimiento de los electrones libres de la banda de conducción, y por otro, la debida al desplazamiento de los electrones en la banda de valencia, que tenderán a saltar a los huecos próximos (2), originando una corriente de huecos en la dirección contraria al campo eléctrico cuya velocidad y magnitud es muy inferior a la de la banda de conducción.

### **Semiconductores extrínsecos**

Si a un semiconductor intrínseco, como el anterior, se le añade un pequeño porcentaje de impurezas, es decir, elementos trivalentes o pentavalentes, el semiconductor se denomina extrínseco, y se dice que está dopado. Evidentemente, las impurezas deberán formar parte de la estructura cristalina sustituyendo al correspondiente átomo de silicio.

### **Semiconductor tipo N**

Un Semiconductor tipo N se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado añadiendo un cierto tipo de átomos al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso negativas o electrones).

Cuando el material dopante es añadido, éste aporta sus electrones más débilmente vinculados a los átomos del semiconductor. Este tipo de agente dopante es también conocido como material donante ya que da algunos de sus electrones.

El propósito del dopaje tipo n es el de producir abundancia de electrones portadores en el material. Para ayudar a entender cómo se produce el dopaje tipo n considérese el caso del silicio (Si). Los átomos del silicio tienen una valencia atómica de cuatro, por lo que se forma un enlace covalente con cada uno de los átomos de silicio adyacentes. Si un átomo con cinco electrones de valencia, tales como los del grupo VA de la tabla periódica (ejem. fósforo (P), arsénico (As) o antimonio (Sb)), se incorpora a la red cristalina en el lugar de un átomo de silicio, entonces ese átomo tendrá cuatro enlaces covalentes y un electrón no enlazado. Este electrón extra da como resultado la formación de "electrones libres", el número de electrones en el material supera ampliamente el número de huecos, en ese caso los electrones son los portadores mayoritarios y los huecos son los portadores minoritarios. A causa de que los átomos con cinco electrones de valencia tienen un electrón extra que "dan", son llamados átomos donadores. Nótese que cada electrón libre en el semiconductor nunca está lejos de un ion dopante positivo inmóvil, y el material dopado tipo N generalmente tiene una carga eléctrica neta final de cero....

### **Semiconductor tipo P**

Un Semiconductor tipo P se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado, añadiendo un cierto tipo de átomos al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso positivos o huecos).

Cuando el material dopante es añadido, éste libera los electrones más débilmente vinculados de los átomos del semiconductor. Este agente dopante es también conocido como material aceptor y los átomos del semiconductor que han perdido un electrón son conocidos como huecos.

El propósito del dopaje tipo P es el de crear abundancia de huecos. En el caso del silicio, un átomo tetravalente (típicamente del grupo IVA de la tabla periódica) de los átomos vecinos se le une completando así sus cuatro enlaces. Así los dopantes crean los "huecos". Cada hueco está asociado con un ion cercano cargado negativamente, por lo que el semiconductor se mantiene eléctricamente neutro en general. No obstante, cuando cada hueco se ha desplazado por la red, un protón del átomo situado en la posición del hueco se ve "expuesto" y en breve se ve equilibrado por un electrón. Por esta razón un hueco se comporta como

una cierta carga positiva. Cuando un número suficiente de aceptores son añadidos, los huecos superan ampliamente la excitación térmica de los electrones. Así, los huecos son los portadores mayoritarios, mientras que los electrones son los portadores minoritarios en los materiales tipo P. Los diamantes azules (tipo IIb), que contienen impurezas de boro (B), son un ejemplo de un semiconductor tipo P que se produce de manera natural.

**UNIDAD 2 DEL PROGRAMA: ELECTRONICA DE POTENCIA**

Competencia particular 2 aplica las características eléctricas del principio de funcionamiento y operación de los transistores bipolares utilizando los manuales del fabricante.

RAP 1: maneja la constitución operación y funcionamiento de los transistores bipolares  
RAP 2: realiza pruebas y cálculos a partir de las características de operación de transistor conmutable

**UNIDADES 3  
ELECTRONICA I  
GUIA PARA EL 2º EXAMEN DEPARTAMENTAL**

- 1) Que significa transistor
- 2) Que elementos componen un transistor
- 3) En el símbolo de transistor elemento que se representa por medio de una flecha
- 4) Cuantos tipos de transistores BJT existen y dibuje su diagrama
- 5) Mencione 3 formas de polarizar un transistor
- 6) En la polarización de transistores como debe ser en el circuito de entrada y la polarización del circuito de salida.
- 7) Si usamos un transistor como amplificador de corriente cual polarización es más deficiente.

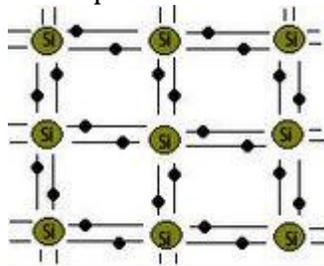
- 8) Si usamos el transistor como amplificador de corriente cual polarización es la más eficiente.
- 9) Dibujar la polarización de base común para un transistor NPN
- 10) Dibujar la polarización de base común para un transistor PNP
- 11) Porque se llama polarización base común
- 12) La ganancia de corriente en configuración base común con que letra griega se representa.
- 13) Cuál es la relación de corrientes para la ganancia de corrientes con  $\alpha$
- 14) Cuál es la relación de corriente para  $\beta$
  
- 15) Un transistor configuración base común con una  $\alpha = 0.99$  y una resistencia de salida de  $20\text{ K}\Omega$ , calcular:
  - La ganancia de corriente
  - La ganancia de voltaje
  - La ganancia de potencia
  
- 16) Dibujar el diagrama de un transistor emisor común NPN
- 17) Dibujar el diagrama de un transistor emisor común PNP
  
- 18) La ganancia de corriente configuración emisor común con que letra griega se representa.
- 19) Cuál es la relación de corriente para  $\beta$
- 20) Si tenemos una  $I_E = 50\text{ mA}$  y  $I_C = 46\text{ mA}$  cuanto vale  $I_B$
- 21) Cuale es la  $I_C$  teniendo  $I_B = 48\text{ }\mu\text{A}$  y una  $I_E = 250\text{ mA}$
- 22) Suponga que un transistor tiene una  $\beta = 120$  con una  $R_{ENTRADA}$  de  $800\Omega$  y una  $R_{SALIDA}$  DE  $90\text{ K}\Omega$  calcular:
  - $R_{gan}$
  - $E_{gan}$
  - $P_{gan}$
  
- 23) Si tenemos un transistor con colector común tenemos una ganancia de corriente  $(\beta + 1) = 40$  con una  $R_{ENT} = 400\text{ K}\Omega$  mientras  $R_{SAL} = 450\Omega$  CALCUAR:

- Rgan
- Egan
- Pgan

## Unión PN

Se denomina unión P-N a la estructura fundamental de los componentes electrónicos comúnmente denominados semiconductores, principalmente diodos y transistores BJT. Está formada por la unión metalúrgica de dos cristales, generalmente de Silicio (Si), aunque también se fabrican de [Germanio](#) (Ge), de naturalezas P y N según su composición a nivel atómico. Estos tipos de cristal se obtienen al dopar cristales de metal puro intencionadamente con impurezas, normalmente con algún otro metal o compuesto químico.

Silicio puro o "intrínseco"



### Malla cristalina del Silicio puro.

Los cristales de Silicio están formados a nivel atómico por una malla cristalina basada en enlaces covalentes que se producen gracias a los 4 electrones de valencia del átomo de Silicio. Junto con esto existe otro concepto que cabe mencionar: el de hueco. Los huecos, como su nombre indica, son el lugar que deja un electrón cuando deja la capa de valencia y se convierte en un electrón libre. Esto es lo que se conoce como pares electrón - hueco y su generación se debe a la temperatura (como una

aplicación, al caso, de las leyes de la termodinámica) o a la luz (efecto fotoeléctrico). En un semiconductor puro (intrínseco) se cumple que, a temperatura constante, el número de huecos es igual al de electrones libres.

### **Silicio "extrínseco" tipo "P"**

Un Semiconductor tipo P se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado, añadiendo un cierto tipo de elemento, normalmente trivalente, es decir con 3 electrones en la capa de valencia, al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso positivos, huecos).

Cuando el material dopante es añadido, éste libera los electrones más débilmente vinculados de los átomos del semiconductor. Este agente dopante es también conocido como material aceptador.

El propósito del dopaje tipo P es el de crear abundancia de huecos. En el caso del silicio, una impureza trivalente deja un enlace covalente incompleto, haciendo que, por difusión, uno de los átomos vecinos le ceda un electrón completando así sus cuatro enlaces. Así los dopantes crean los "huecos". Cada hueco está asociado con un ion cercano cargado negativamente, por lo que el semiconductor se mantiene eléctricamente neutro en general. No obstante, cuando cada hueco se ha desplazado por la red, un protón del átomo situado en la posición del hueco se ve "expuesto" y en breve se ve equilibrado por un electrón. Por esta razón un hueco se comporta como una cierta carga positiva. Cuando un número suficiente de aceptores son añadidos, los huecos superan ampliamente la excitación térmica de los electrones. Así, los huecos son los portadores mayoritarios, mientras que los electrones son los portadores minoritarios en los materiales tipo P. Los diamantes azules (tipo IIb), que contienen impurezas de [boro](#) (B), son un ejemplo de un semiconductor tipo P que se produce de manera natural.

### **Silicio "extrínseco" tipo "N"**

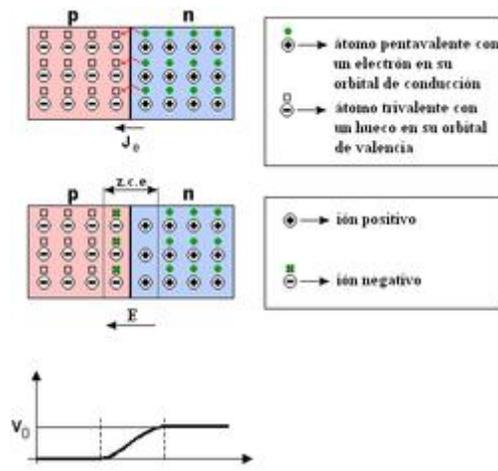
Un Semiconductor tipo N se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado añadiendo un cierto tipo de elemento, normalmente pentavalente, es decir con 5 electrones en la capa de valencia, al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso, negativos, electrones libres).

Cuando el material dopante es añadido, éste aporta sus electrones más débilmente vinculados a los átomos del semiconductor. Este tipo de agente dopante es también conocido como material donador ya que cede uno de sus electrones al semiconductor.

El propósito del dopaje tipo N es el de producir abundancia de electrones libres en el material. Para ayudar a entender cómo se produce el dopaje tipo N considérese el caso del silicio (Si). Los átomos del silicio tienen una valencia atómica de cuatro, por lo que se forma un enlace covalente con cada uno de los átomos de silicio adyacentes. Si un átomo con cinco electrones de

valencia, tales como los del grupo VA de la tabla periódica (ej. fósforo (P), arsénico (As) o antimonio (Sb)), se incorpora a la red cristalina en el lugar de un átomo de silicio, entonces ese átomo tendrá cuatro enlaces covalentes y un electrón no enlazado. Este electrón extra da como resultado la formación de electrones libres, el número de electrones en el material supera ampliamente el número de huecos, en ese caso los electrones son los portadores mayoritarios y los huecos son los portadores minoritarios. A causa de que los átomos con cinco electrones de valencia tienen un electrón extra que "dar", son llamados átomos donadores. Nótese que cada electrón libre en el semiconductor nunca está lejos de un ion dopante positivo inmóvil, y el material dopado tipo N generalmente tiene una carga eléctrica neta final de cero.

### Barrera interna de potencial



### Formación de la zona de la barrera interna de potencial

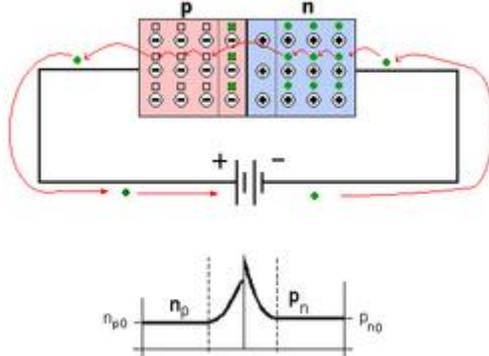
Al unir ambos cristales, se manifiesta una difusión de electrones del cristal n al p ( $J_e$ ). Al establecerse estas corrientes aparecen cargas fijas en una zona a ambos lados de la unión, zona que recibe diferentes denominaciones como barrera interna de potencial, zona de carga espacial, de agotamiento o empobrecimiento, de deplexión, de vaciado, etc.

A medida que progresa el proceso de difusión, la zona de carga espacial va incrementando su anchura profundizando en los cristales a ambos lados de la unión. Sin embargo, la acumulación de iones positivos en la zona n y de iones negativos en la zona p, crea un campo eléctrico ( $E$ ) que actuará sobre los electrones libres de la zona n con una determinada fuerza de desplazamiento, que se opondrá a la corriente de electrones y terminará deteniéndolos.

Este campo eléctrico es equivalente a decir que aparece una diferencia de tensión entre las zonas p y n. Esta diferencia de potencial ( $V_0$ ) es de 0,7 V en el caso del silicio y 0,3 V si los cristales son de [germanio](#).

La anchura de la zona de carga espacial una vez alcanzado el equilibrio, suele ser del orden de 0,5 micras pero cuando uno de los cristales está mucho más dopado que el otro, la zona de carga espacial es mucho mayor.

### Polarización directa de la unión P - N



### Polarización directa del diodo p-n.

En este caso, la batería disminuye la barrera de potencial de la zona de carga espacial, permitiendo el paso de la corriente de electrones a través de la unión; es decir, el diodo polarizado directamente conduce la electricidad.

Para que un diodo esté polarizado directamente, tenemos que conectar el polo positivo de la batería al ánodo del diodo y el polo negativo al cátodo. En estas condiciones podemos observar que:

El polo negativo de la batería repele los electrones libres del cristal n, con lo que estos electrones se dirigen hacia la unión p-n.

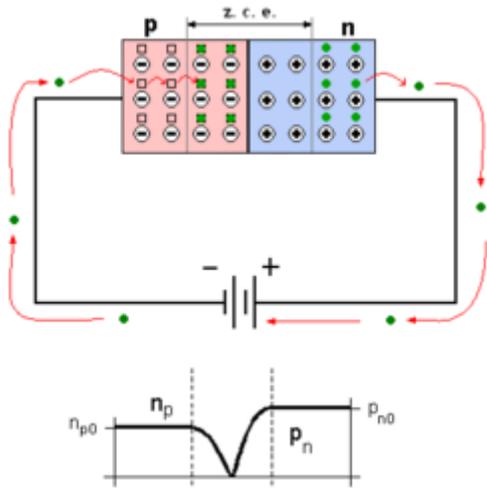
El polo positivo de la batería atrae a los electrones de valencia del cristal p, esto es equivalente a decir que empuja a los huecos hacia la unión p-n.

Cuando la diferencia de potencial entre los bornes de la batería es mayor que la diferencia de potencial en la zona de carga espacial, los electrones libres del cristal n, adquieren la energía suficiente para saltar a los huecos del cristal p, los cuales previamente se han desplazado hacia la unión p-n.

Una vez que un electrón libre de la zona n salta a la zona p atravesando la zona de carga espacial, cae en uno de los múltiples huecos de la zona p convirtiéndose en electrón de valencia. Una vez ocurrido esto el electrón es atraído por el polo positivo de la batería y se desplaza de átomo en átomo hasta llegar al final del cristal p, desde el cual se introduce en el hilo conductor y llega hasta la batería.

De este modo, con la batería cediendo electrones libres a la zona n y atrayendo electrones de valencia de la zona p, aparece a través del diodo una corriente eléctrica constante hasta el final. Polarización directa: se produce cuando se conecta el polo positivo de la pila a la parte P de la unión P - N y la negativa a la N.

**Polarización inversa de la unión P - N**



Polarización inversa del diodo pn.

En este caso, el polo negativo de la batería se conecta a la zona p y el polo positivo a la zona n, lo que hace aumentar la zona de carga espacial, y la tensión en dicha zona hasta que se alcanza el valor de la tensión de la batería, tal y como se explica a continuación:

El polo positivo de la batería atrae a los electrones libres de la zona n, los cuales salen del cristal n y se introducen en el conductor dentro del cual se desplazan hasta llegar a la batería. A medida que los electrones libres abandonan la zona n, los átomos pentavalentes que antes eran neutros, al verse desprendidos de su electrón en el orbital de conducción, adquieren estabilidad (8 electrones en la capa de valencia, ver semiconductor y átomo) y una carga eléctrica neta de +1, con lo que se convierten en iones positivos.

El polo negativo de la batería cede electrones libres a los átomos trivalentes de la zona p. Recordemos que estos átomos sólo tienen 3 electrones de valencia, con lo que una vez que han formado los enlaces covalentes con los átomos de silicio, tienen solamente 7 electrones de valencia, siendo el electrón que falta el denominado hueco. El caso es que cuando los electrones libres cedidos por la batería entran en la zona p, caen dentro de estos huecos con lo que los átomos trivalentes adquieren estabilidad (8 electrones en su orbital de valencia) y una carga eléctrica neta de -1, convirtiéndose así en iones negativos.

Este proceso se repite una y otra vez hasta que la zona de carga espacial adquiere el mismo potencial eléctrico que la batería. En esta situación, el diodo no debería conducir la corriente; sin embargo, debido al efecto de la temperatura se formarán pares electrón-hueco (ver semiconductor) a ambos lados de la unión produciendo una pequeña corriente (del orden de  $1 \mu\text{A}$ ) denominada corriente inversa de saturación. Además, existe también una denominada corriente superficial de fugas la cual, como su propio nombre indica, conduce una pequeña corriente por la superficie del diodo; ya que en la superficie, los átomos de silicio no están rodeados de suficientes átomos para realizar los cuatro enlaces covalentes necesarios para obtener estabilidad. Esto hace que los átomos de la superficie del diodo, tanto de la zona n como de la p, tengan huecos en su orbital de valencia con lo que los electrones circulan sin dificultad a través de ellos. No obstante, al igual que la corriente inversa de saturación, la corriente superficial de fugas es despreciable.

**UNIDAD 3 DEL PROGRAMA: ELECTRONICA DE POTENCIA**

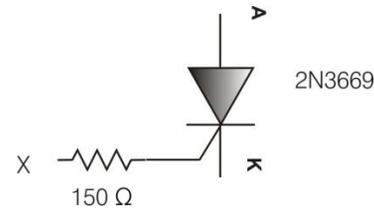
Competencia particular 3 emplear los semiconductores SRC  
DIAC TRIAC para el control de potencia eléctrica

RAP 1: identifica las características de funcionamiento de los transistores así como las aplicaciones de los mismos  
RAP 2: utiliza las diferentes opciones de salida de la interface con transistores y trinsistores así como relevadores en los sistemas

**UNIDADES 4 y 5  
ELECTRONICA I  
GUIA PARA EL 3º EXAMEN DEPARTAMENTAL**

- 1) Mencione los tipos de tiristores que conozca
- 2) Que terminales componen un SCR
- 3) Que rango de corriente circula por la puerta (G) de un SCR
- 4) Cuando se utiliza un SCR en CD a que se le llama cebado
- 5) Utilizando un SCR para control de potencia eléctrica a que se le denomina ángulo de disparo y ángulo de conducción.
- 6) Utilizando un SCR para control de potencia eléctrica cuantos grados eléctricos puede controlar.
- 7) Si tenemos una resistencia conectada a la compuerta cuantos grados eléctricos se pueden controlar.
- 8) Si tenemos una resistencia y condensadores conectada a la compuerta cuantos grados eléctricos se pueden controlar.
- 9) Dibujar el ángulo de disparo para  $60^\circ$  en un tiristor
- 10) Dibujar el ángulo de disparo para  $120^\circ$  en un tiristor
- 11) Dibujar el ángulo de conducción para  $60^\circ$  en un tiristor
- 12) Dibujar el ángulo de conducción para  $45^\circ$  en un tiristor
- 13)Cuál es la finalidad de usar una resistencia (R1) y un potenciómetro (R2) en serie en la compuerta.

- 14) En el siguiente diagrama que nivel de voltaje se necesita en el punto X para cebar el SCR, la corriente necesaria para cebar el SCR es de 20 mA



- 15) Dibujar un circuito típico de control de potencia con un SCR
- 16) En la figura de control tenemos un voltaje de la fuente de 115 Vrms,  $I_G=15$  mA y  $R_1=3$  K $\Omega$  se desea un ángulo de disparo de  $90^\circ$  ¿A qué valor se debe ajustar  $R_2$ ?
- 17) En la figura de control tenemos un voltaje de la fuente de 127 Vrms,  $I_G=20$  mA y  $R_1=2$  K $\Omega$  se desea un ángulo de disparo de  $90^\circ$  ¿A qué valor se debe ajustar  $R_2$ ?
- 18) Si el voltaje del condensador conectado en la compuerta está por debajo de su valor de disparo de qué tiristor podemos auxiliarnos
- 19) Dibujar el símbolo del triac indicando cada uno de sus componentes
- 20) Teniendo un triac para control de potencia cuántos grados eléctricos se pueden controlar

## 10) GLOSARIO DE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS

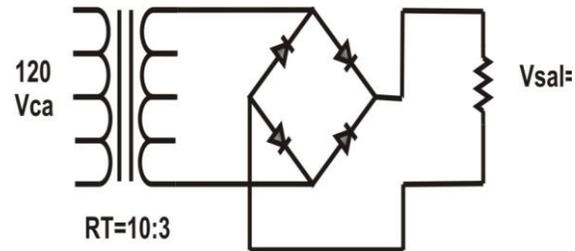
### CLAVES

- 1) Electrón libre.- Son aquellos electrones en un material que no están unidos fuertemente a los átomos o moléculas de éste y pueden desprenderse fácilmente de la estructura.
- 2) Un hueco.- Es la ausencia de un electrón en la banda de valencia

- 3) La corriente que fluye en un semiconductor.- Es cuando la corriente que circula por el diodo sigue la ruta de la flecha (la del diodo), o sea del ánodo al cátodo. En este caso la corriente atraviesa el diodo con mucha facilidad comportándose prácticamente como un corto circuito.
- 4) Se agregan impurezas a los semiconductores puros.- Con el fin de cambiar sus propiedades eléctricas
- 5) Un material semiconductor tipo n a pesar de que tiene un exceso de electrones libres se considera eléctricamente neutro.- Se llama material tipo N es el que posee átomos de impurezas que permiten la aparición de electrones sin huecos asociados a los mismos. Los átomos de este tipo se llaman *donantes* ya que "donan" o entregan electrones y serán de [valencia](#) cinco como el [Arsénico](#) y el [Fósforo](#). De esta forma no se ha desbalanceado la neutralidad eléctrica, ya que el átomo introducido al semiconductor es neutro; pero, a diferencia de los átomos que conforman la estructura original, posee un electrón no ligado, por lo tanto la energía necesaria para separarlo del átomo será menor que la necesitada para romper una ligadura en el cristal de [silicio](#) (o del semiconductor original). Finalmente tendremos más electrones que huecos por lo que los primeros serán los portadores mayoritarios y los últimos los minoritarios. La cantidad de portadores mayoritarios será función directa de la cantidad de átomos de impurezas introducidos.
- 6) El funcionamiento de un rectificador de media onda.- Circuito empleado para convertir una señal de corriente alterna de entrada ( $V_i$ ) en corriente continua de salida ( $V_o$ ) pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa
- 7) Como se forma un rectificador de onda completa con elementos conductores

Se emplean cuatro diodos. Al igual que antes, sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en directa

- 8) Dibuje un diagrama del rectificador tipo puente



- 9) Se usan transformadores con las fuentes de alimentación.-

Debido a la forma de onda cuadrada resultante es aplicada a transformadores con núcleo de [ferrita](#) (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias) para obtener uno o varios voltajes de salida de [corriente alterna](#) (CA) que luego son rectificadas (Con diodos rápidos) y filtradas (Inductores y capacitores) para obtener los voltajes de salida de [corriente continua](#) (CC). Las ventajas de este método incluyen menor tamaño y peso del núcleo, mayor eficiencia por lo tanto menor calentamiento.

- 10) El valor rms de una onda obtenida de un rectificador de onda completa.-

Es el valor del voltaje o corriente en C.A. que produce el mismo efecto de disipación de calor que su equivalente de voltaje o corriente directa

- 11) El valor rms de una onda obtenida de un rectificador de media onda.-

La polaridad del voltaje aplicado  $V_{rms}$  es igual a la que contiene el diodo cuando sé esta polarizado directamente, por lo que conduce el diodo y permite el pico positivo, pero cuando  $T/2 \rightarrow T$ , la polarización de la entrada se invierte y el diodo no conduce.

La polaridad del voltaje aplicado  $V_{rms}$  es inverso a la que contiene el diodo cuando sé esta polarizado directamente, por lo que el diodo no conduce en el primer semiciclo, pero cuando  $T/2 \rightarrow T$ , la polarización de la entrada cambia el diodo conduce.

12) La ventaja tiene el rectificador de media onda sobre el rectificador tipo puente.-

El rectificador de media onda generalmente se usa sólo para aplicaciones de baja corriente, o de alta frecuencia, ya que requiere una capacitancia de filtrado mayor para mantener el mismo voltaje de rizado que un rectificador de onda completa.

13) Para activar un diodo de cuatro capas se necesita.-

Se necesita energizar la puerta y el dispositivo tendrá conducción bidireccional

14) Dibuje un interruptor SCR básico. ¿Cuál es la teoría de funcionamiento de este circuito? En otras palabras dígame todos los detalles de cómo funciona.



Al aplicarse una tensión a la G que es la puerta, existe conducción entre ánodo A y cátodo K

15) Describa como se puede activar un tiristor (que condiciones son necesarias)

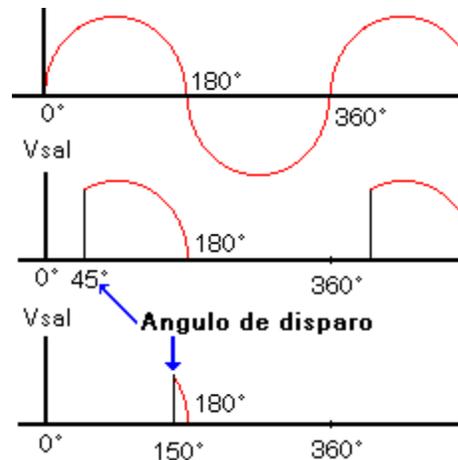
El diseño del tiristor permite que éste pase rápidamente a encendido al recibir un pulso momentáneo de corriente en su terminal de control, denominada puerta (o en inglés, gate) cuando hay una tensión positiva entre

ánodo y cátodo, es decir la tensión en el ánodo es mayor que en el cátodo. Solo puede ser apagado con la interrupción de la fuente de voltaje, abriendo el circuito, o bien, haciendo pasar una corriente en sentido inverso por el dispositivo. Si se polariza inversamente en el tiristor existirá una débil corriente inversa de fugas hasta que se alcance el punto de tensión inversa máxima, provocándose la destrucción del elemento (por avalancha en la unión).

16) Dibuje la forma de onda de un SCR

Formas de onda de la señal de entrada y en la carga para diferentes corrimientos de fase.

Vent



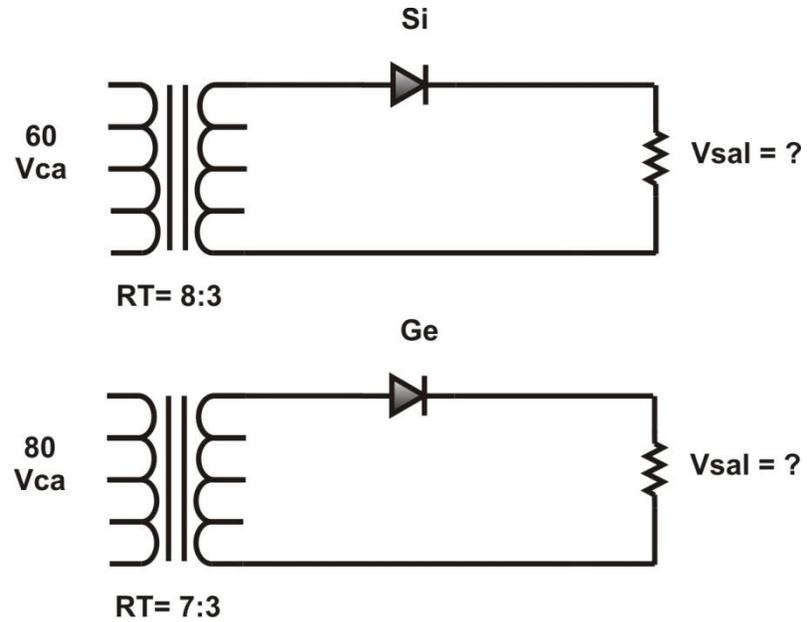
17) En el campo de la electrónica ¿Dónde podría encontrar un técnico un tiristor en funcionamiento

En las alarmas de diferentes tipos u circuitos a diferentes tensiones

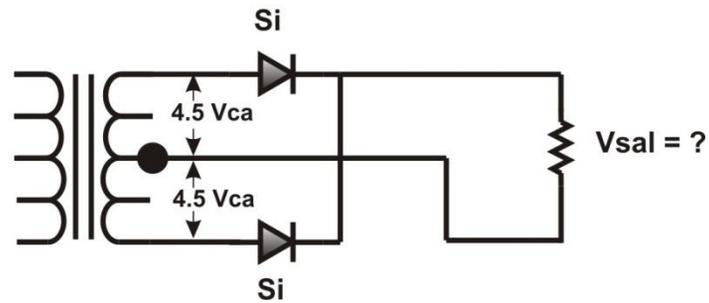
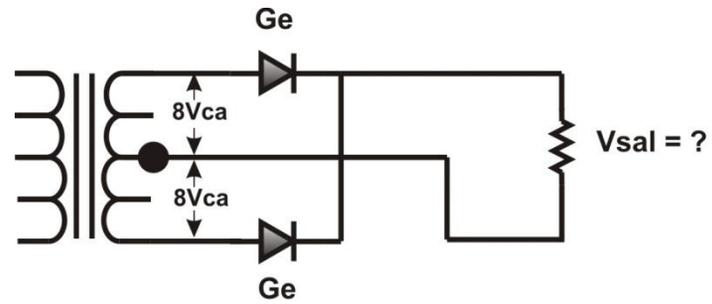
# 1) PROBLEMAS DE APLICACIÓN Y SUGERENCIA METODOLOGIAS

## UNIDADES 1 y 2

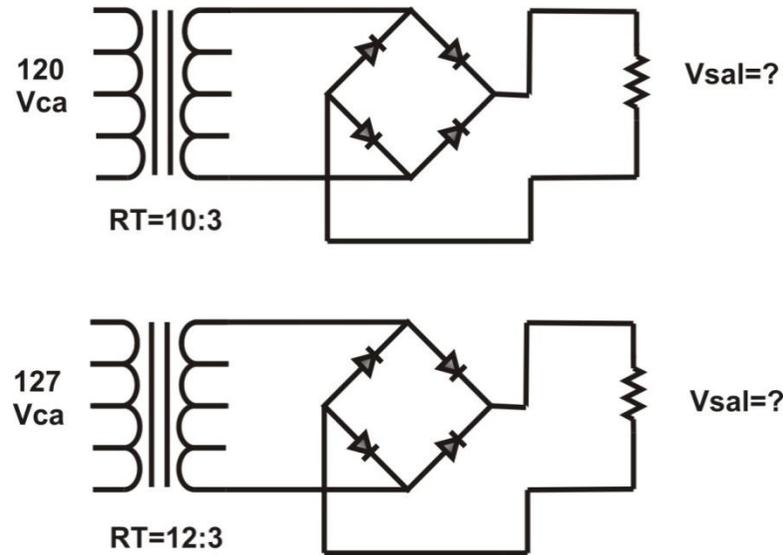
- 1) Calcular el voltaje de salida en los siguientes rectificadores de  $\frac{1}{2}$  onda.



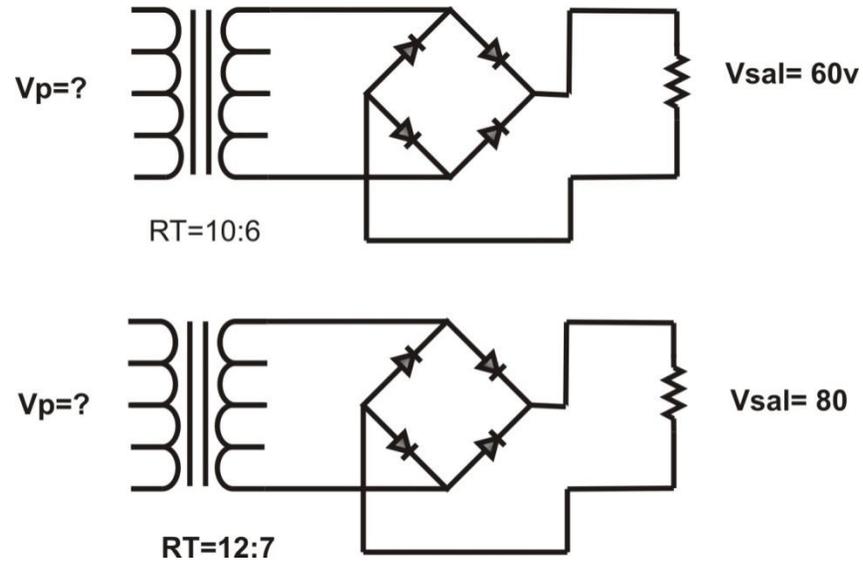
2) Calcular el voltaje de salida de un rectificador de onda completa tap central.



3) Calcular el voltaje de salida del rectificador de onda completa



4) Calcular el voltaje de primario del transformador de los siguientes circuitos.



### UNIDADES 3

5) Calcular los parámetros en cada uno de los siguientes circuitos

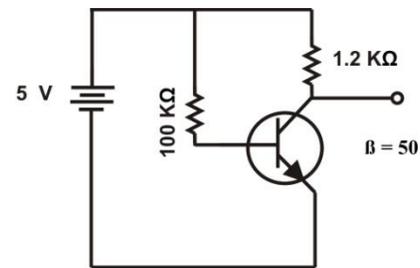
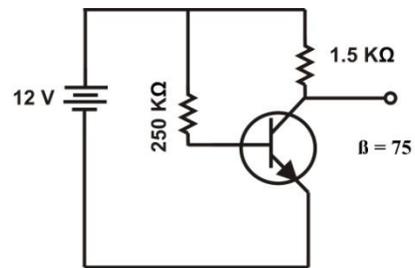
Calcular

$I_B =$

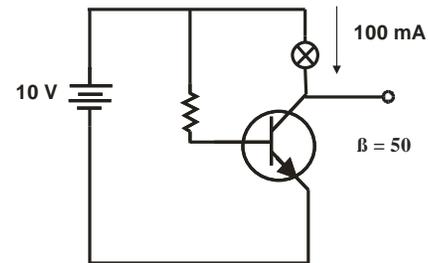
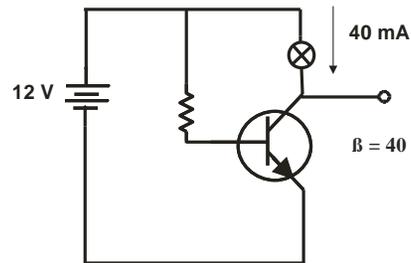
$I_C =$

$I_E =$

$V_{CE} =$



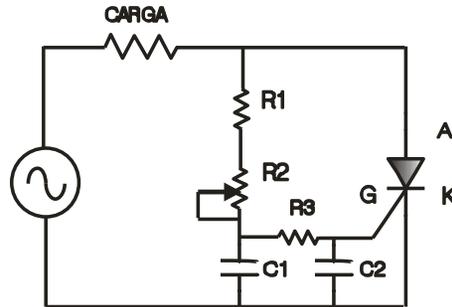
6) Calcule la resistencia de base de los siguientes circuitos.



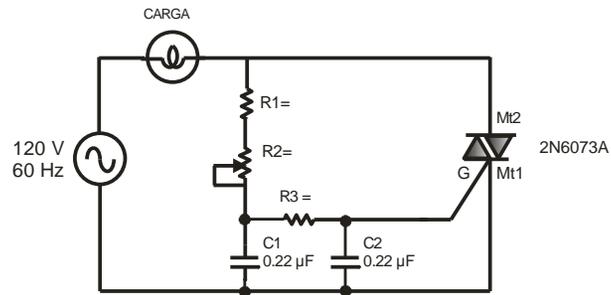
## UNIDADES 4 y 5

7) Supongamos el siguiente circuito se ha decidido utilizar condensadores  $C1=0.068 \mu\text{F}$  y  $C2=0.033\mu\text{F}$

- a) Determine los valores de  $R_1, R_2$  y  $R_3$  para tener un ángulo de cebado.
- b) Una vez construido el circuito se encuentra que no se puede ajustar el ángulo de disparo a un valor menor de  $40^\circ$  que resistencias se deben cambiar para tener un ajuste por debajo de  $40^\circ$



- 8) Calcular el valor de las resistencias  $R_1, R_2$  y  $R_3$  para el dimer siguiente.



#### BIBLIOGRAFIA

- 1) **Principios de Electrónica A.P. MALVINO Ed. McGRAW-HILL**
- 2) **Circuitos Electrónicos D. L. SCHILLING y C. BELOVE Ed. MARCOMBO**
- 3) **Electrónica Integrada J. MILLMAN y C. C. HALKIAS Ed. HISPANO EUROPEA**
- 4) **Electrónica Analógica L. CUESTA, A. GIL PADILLA y F. REMIRO Ed. McGRAW-HILL (Colección SCHAUM)**
- 5) **Dispositivos Electrónicos y Circuitos JIMMIE J. CATHEY Ed. McGRAW-HILL (SCHAUM)**