



**ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD**

**MÓDULO FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**PROFESOR JULIO MARÍN RUBIO**

**ALUMNO**

**FECHA**

**TEMA MEDICIÓN DEL DIODO**

# 1

**PROYECTO**

## APRENDIZAJE ESPERADO: ¿PARA QUÉ ME SIRVE LO QUE APRENDERÉ?

- Instala circuitos electrónicos para la alimentación de circuitos eléctricos de control y comando de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas, de acuerdo a la normativa vigente (1).

## OBJETIVOS: ¿QUÉ APRENDERÉ? ¿QUÉ HARÉ?

- Conoce los semiconductores utilizados en los circuitos electrónicos básicos (diodos, transistores, amplificadores operacionales) (1.1).
- Relaciona los elementos reales con sus correspondientes representaciones simbólicas y esquemáticas (1.2).
- Interpreta hojas de datos de los componentes (1.3).
- Comprueba el estado de los componentes del circuito por medio de mediciones (1.4).
- Arma circuitos con semiconductores utilizados en los circuitos electrónicos básicos (fuentes de poder, controladores, amplificadores, comparadores) (1.5)

## OBJETIVOS GENÉRICOS: ¿CÓMO APRENDERÉ?

- Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral (B).
- Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes (D).
- Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas (H).
- Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente (K).

## OBJETIVOS TRANSVERSALES Y ACTITUDINALES: ¿A QUÉ ME AYUDA EN LA CONSTRUCCIÓN DE MI PERFIL PERSONAL?

- Un **agente de su propio aprendizaje** y constructor de su proyecto de vida.
- Capaz de **aprender a convivir, aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser.**
- Una persona culta, **crítica, fraterna, tolerante, solidaria**, libertaria, amante de la justicia y de la paz.

## INTRODUCCIÓN

Como hemos comentado en clase, una de las principales diferencias que existen entre circuitos eléctricos y electrónicos, es que estos últimos utilizan dispositivos semiconductores, o también llamados: activos, debido a que almacenan energía en su interior. Observamos, entonces, que el semiconductor es el material esencial de todo dispositivo electrónico. En este sentido, como primer objetivo, es necesario estudiar las características de los materiales llamados semiconductores, para luego, conocer sus aplicaciones: DIODOS, TRANSISTORES, CIRCUITOS INTEGRADOS, etc.

### 1. SEMICONDUCTORES INTRÍNSECOS

---

El término semiconductor revela por sí mismo una idea de sus características. El prefijo *semi*, suele aplicarse a un rango de niveles situado a la mitad entre dos límites. El término conductor se aplica a cualquier material que soporte un flujo “generoso” de carga (electrones), cuando una fuente de voltaje de magnitud limitada se aplica a través de sus terminales. Mientras que un aislante es un material que ofrece un nivel muy bajo de conductividad bajo la aplicación de una fuente de voltaje.

Un semiconductor, por tanto, es un material que posee un nivel de conductividad sobre algún punto entre los extremos de un aislante y un conductor.

Los mejores conductores (plata, cobre y oro) tienen un electrón de valencia, mientras que los mejores aislantes poseen ocho electrones de valencia. Un semiconductor es un elemento con propiedades eléctricas entre las de un conductor y las de un aislante. Los semiconductores tienen 4 electrones de valencia.

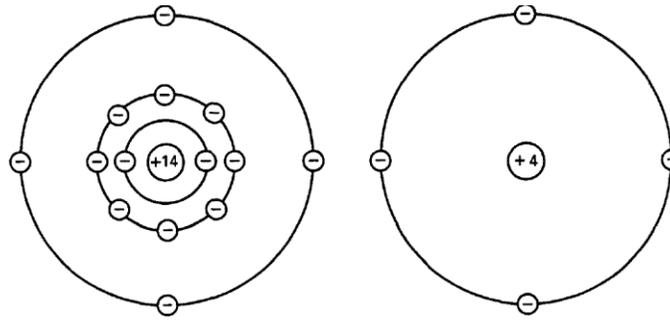
#### 1.1. GERMANIO

El germanio es un ejemplo de semiconductor. Tiene cuatro electrones en su orbital de valencia. Por muchos años, el germanio fue el único material adecuado para la fabricación de dispositivos semiconductores. Sin embargo, estos dispositivos de germanio tenían un grave inconveniente que no pudo ser resuelto por los ingenieros: su excesiva corriente inversa (cuando un diodo está inverso, debe comportarse como un aislante, es decir, no debe conducir corriente entre KA, sin embargo, en la realidad, el diodo inverso se comporta como una gran resistencia, por lo que conduce pequeños niveles de corriente en sentido KA, a ese tipo de corriente se le llama “corriente” inversa). Más tarde, otro semiconductor, el silicio, dejó obsoleto al germanio en la mayoría de las aplicaciones electrónicas, porque sus niveles de corriente inversa son menores que la del germanio.

#### 1.2. SILICIO

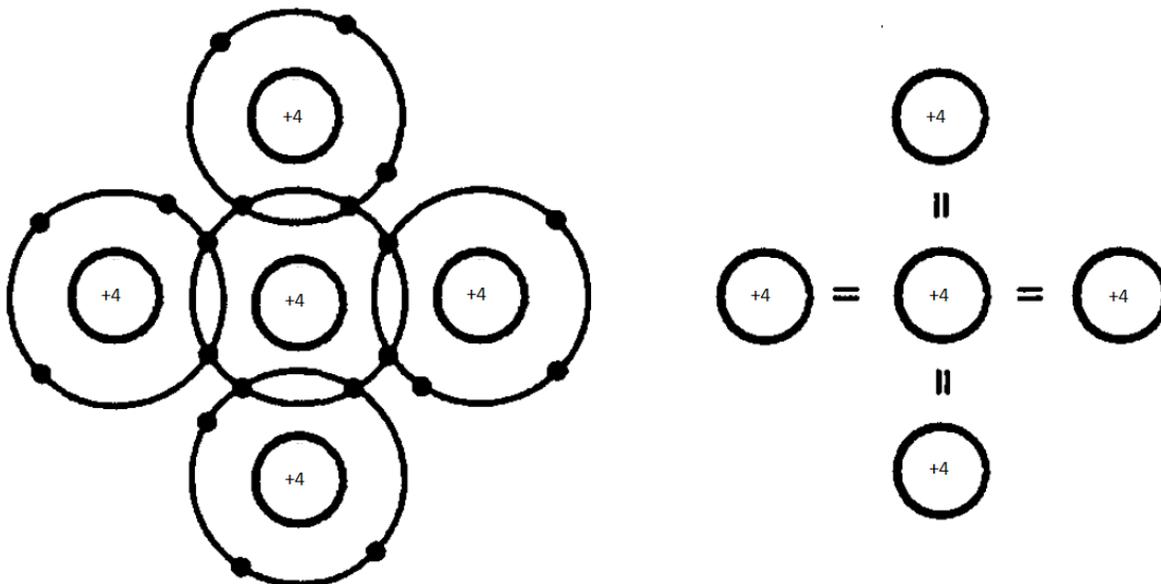
Después del oxígeno, el silicio es el elemento más abundante de la tierra. Sin embargo, existieron algunos problemas que impidieron su uso en los primeros días de los semiconductores. Una vez resueltos, las ventajas del silicio lo convirtieron inmediatamente en el semiconductor a elegir. Sin él, la electrónica moderna, las comunicaciones y los computadores serían imposibles.

Un átomo de silicio aislado tiene 14 protones y 14 electrones (Figura N°1); el primer orbital contiene 2 electrones y el segundo 8. Los 4 electrones restantes se encuentran en el orbital de valencia. La parte interna tiene una carga resultante de +4 porque contiene 14 protones en el núcleo y 10 electrones en los dos primeros orbitales. Los 4 electrones de valencia nos indican que el silicio es un semiconductor.



**FIGURA N°1: ÁTOMO DE SILICIO Y ESTRUCTURA INTERNA**

Cuando los átomos de silicio se unen para formar una estructura sólida, se le llama cristal. Cada átomo de silicio comparte sus electrones de valencia con los átomos de silicio vecinos, a lo cual llamamos enlace covalente (porque posee 2 electrones) de tal manera que tiene 8 electrones en el orbital de valencia, gracias al aporte de los electrones de los átomos vecinos. (Figura N°2)



**FIGURA N°2: CRISTAL DE SILICIO Y ENLACES COVALENTES**

Este tipo de estructuras se encuentra en la naturaleza, por lo cual las llamamos intrínsecas (Figura N°3) y su principal propiedad es que a bajas temperaturas, menos de 20°C, se comportan como aislantes, pero a temperaturas altas, sobre 20°C, se comportan como conductores. Notamos que un semiconductor intrínseco se comporta como switch dependiendo de la temperatura aplicada, ya que, cuando se comporta como aislante no conduce corriente, asemejándose a un switch abierto, pero cuando se comporta como conductor permite el paso de los electrones libres, por lo que se comporta como un switch cerrado.

En general, los dispositivos electrónicos mantienen la característica de los semiconductores intrínsecos: comportarse como switch. Sin embargo, estos dispositivos no cambian su estado entre abierto y cerrado según la temperatura, sino que lo hacen a través de la diferencia de potencial aplicada entre sus terminales. Esta propiedad es posible gracias a impurezas que se agregan a los semiconductores intrínsecos, formándose los semiconductores extrínsecos.



FIGURA N°3: CRISTAL DE SILICIO – SEMICONDUCTOR INTRÍNSECO

## 2. SEMICONDUCTORES EXTRÍNSECOS

Las características de los materiales semiconductores pueden ser alteradas significativamente por la adición de ciertos átomos de impureza a un material semiconductor intrínseco (proceso de dopado). Estas impurezas, aunque sólo haya sido añadida 1 parte en 10 millones, pueden alterar en forma suficiente la estructura cristalina y cambiar totalmente las propiedades eléctricas del material. Un material semiconductor que haya sido sujeto al proceso de dopado se denomina semiconductor extrínseco. Existen dos materiales extrínsecos de gran importancia para la fabricación de dispositivos semiconductores: el tipo N y el tipo P.

### 2.1. MATERIAL TIPO N

¿Cuál es el proceso de dopaje de un cristal de silicio? El primer paso consiste en fundir un cristal puro de silicio para romper los enlaces covalentes y cambiar el estado del silicio de sólido a líquido. Con el fin de aumentar el número de electrones libres se añaden átomos pentavalentes al silicio fundido. Los átomos pentavalentes tienen 5 electrones en el orbital de valencia. El arsénico, el antimonio y el fósforo son ejemplos de átomos pentavalentes. Como estos materiales donarán un electrón extra al cristal de silicio, se les conocen como impurezas donadoras.

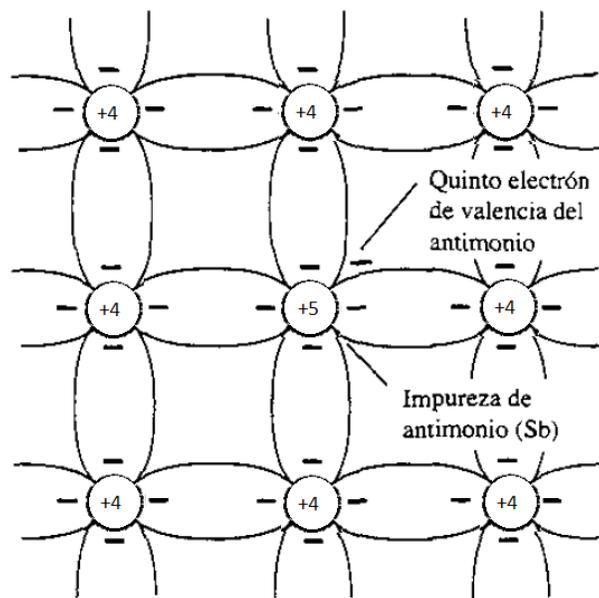


FIGURA N°4: MATERIAL TIPO N

La Figura N°4 representa como queda el cristal de silicio después de enfriarse y volver a formar su estructura de cristal sólido. En el centro se halla un átomo pentavalente rodeado por cuatro átomos de silicio. Como antes, los átomos vecinos comparten un electrón con el átomo central, pero en este caso queda un electrón adicional. Cada átomo pentavalente tiene 5 electrones de valencia. Como únicamente pueden situarse ocho electrones en la orbital de valencia, el electrón adicional queda en un orbital mayor. Por tanto, se trata de un electrón libre. Se observa que la carga total neta del material tipo N es negativa, pues le “sobran electrones”. De esta manera se aumenta la conductividad del semiconductor: mientras más impurezas se le agreguen al semiconductor extrínseco, más aumenta su conductividad.

## 2.2. MATERIAL TIPO P

Cuando se agrega al semiconductor intrínseco una impureza trivalente; es decir, una impureza cuyos átomos tengan sólo 3 electrones de valencia, como, por ejemplo, el aluminio, el boro o el galio, el cristal resultante tiene una falta de electrones en uno de sus enlaces. La Figura N°5 muestra un átomo trivalente en el centro de la estructura electrónica. Está rodeado por cuatro átomos de silicio, cada uno compartiendo uno de sus electrones de valencia. Como el átomo trivalente tenía al principio sólo 3 electrones de valencia y comparte un electrón con cada uno de sus vecinos, hay sólo 7 electrones en el orbital de valencia. Esto significa que aparece un hueco en el orbital de valencia de cada átomo trivalente. Un átomo trivalente se denomina también: átomo aceptor, porque cada uno de sus huecos con que contribuye puede aceptar un electrón libre. Se observa que la carga total neta del material tipo P es positiva, pues le sobran huecos.

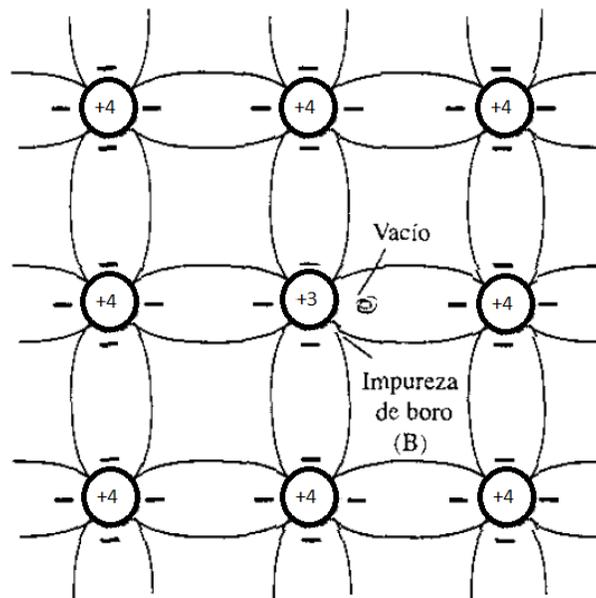
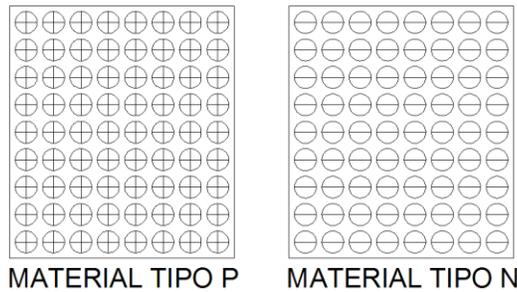


FIGURA N°5: MATERIAL TIPO P

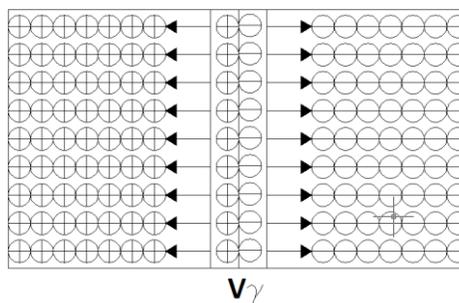
## 3. JUNTURA PN

Como su nombre lo indica, la juntura PN no es más que la unión de un material semiconductor tipo P con otro tipo N, a través de diferentes técnicas electroquímicas. Sin embargo, más que el procedimiento para fabricar la juntura PN, nos centraremos en sus características eléctricas y/o electrónicas. Una de ellas es que: en el momento en que estos materiales son “unidos”, los electrones del material tipo N y los huecos del material tipo P que están más próximos, se recombinan debido a la fuerza de atracción que existe entre ellos (Ley de Coulomb), generando una diferencia de potencial en la zona de la unión, llamada tensión de barrera ( $V_{\gamma}$ : Ve sub gama – Figura N° 7). Al generarse esta tensión de barrera, los electrones están impedidos de cruzar al material tipo P, ya que, cuando intentan hacerlo, se encuentran con los electrones que se han recombinado y se repelen. Por su parte, cuando los iones positivos intentan cruzar a hacia

el material tipo N, sucede que se encuentran con los iones positivos recombinados, por lo que también se repelen. Por estos motivos, tanto electrones como iones positivos se alejan de la juntura hacia los extremos de sus respectivos materiales.



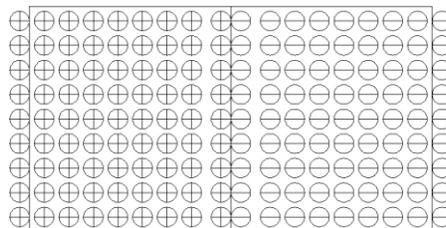
**FIGURA N°6: MATERIAL TIPO P y N ANTES DE LA UNIÓN**



**FIGURA N°7: MATERIAL TIPO P y N DESPUÉS DE LA UNIÓN – JUNTURA PN**

Debido a la naturaleza semiconductor de la juntura PN, esta también se puede comportar como conductor o aislante, sin embargo, la manera de cambiar entre estos dos estados ya no depende de la temperatura, sino de una variable eléctrica: TENSIÓN.

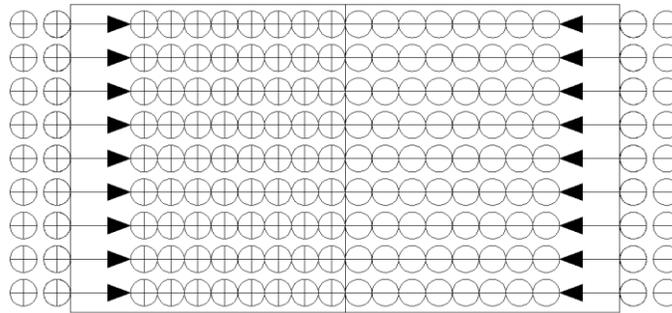
De la figura N°7, observamos que las cargas positivas y negativas están repelidas por la tensión de barrera en sus respectivos materiales semiconductores. La pregunta es: ¿qué sucedería si se aplica una diferencia de potencial, por fuera de la juntura, del mismo signo de cada material y de igual valor que la tensión de barrera? (Figura N°8)



**FIGURA N°8: JUNTURA PN CON DIFERENCIA DE POTENCIAL EXTERNA IGUAL A  $V_\gamma$**

La respuesta es que tanto iones positivos como electrones se acercan a la juntura, puesto que la tensión externa aplicada los repele, sin embargo no hay recombinación de cargas del material P y N, puesto que la tensión externa tiene el mismo valor que la tensión de barrera, por este motivo, no hay corriente a través de la juntura.

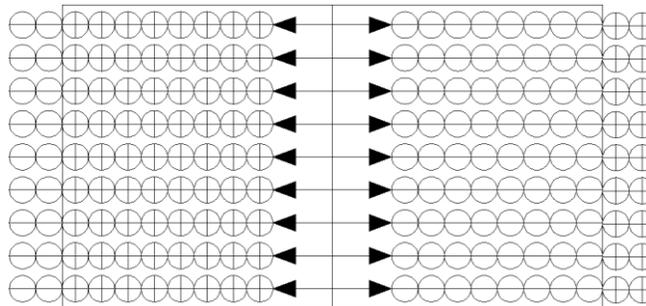
¿Qué sucedería si se aplica una tensión externa mayor que la tensión de barrera? (Figura N°9?)



**FIGURA N°9: JUNTURA PN CON DIFERENCIA DE POTENCIAL EXTERNA MAYOR A  $V_{\gamma}$**

La respuesta: como se aplica una tensión mayor a la de  $V_{\gamma}$ , tanto electrones como iones positivos son repelidos, “empujados”, hacia la juntura, rompiendo la fuerza de repulsión producida por la tensión de barrera, generando, de esta manera, corriente eléctrica a través de la juntura. En este caso, la juntura PN se comporta como conductor.

¿Qué sucedería si se aplica una tensión externa menor que la tensión de barrera? (Figura N°10)

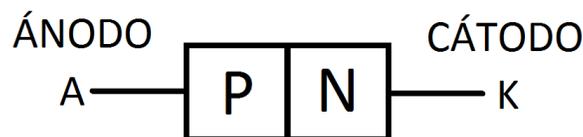


**FIGURA N°10: JUNTURA PN CON DIFERENCIA DE POTENCIAL EXTERNA MENOR A  $V_{\gamma}$**

La respuesta: como se aplica una tensión menor a la de  $V_{\gamma}$ , tanto electrones como iones positivos son atraídos por la diferencia de potencial aplicada, con lo cual se refuerza la tensión de barrera, por lo que no existe corriente a través de la juntura. En este caso, la juntura PN se comporta como aislante.

#### 4. DIODO

Para aplicar tensiones externas a la juntura PN, tanto al material P como al material N se le han adherido terminales conductores (Figura N°11), formando, de esta manera, un dispositivo semiconductor llamado DIODO. Cuando esto ocurre, al material tipo P se le llama **ÁNODO** y al material tipo N **CÁTODO**.



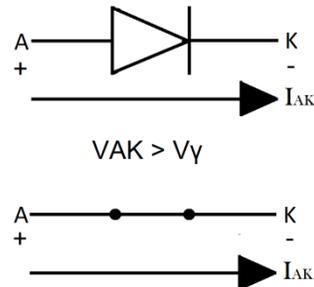
**FIGURA N°11: DIODO SEMICONDUCTOR**

Uno de los conocimientos que tiene que manejar toda persona asociada a las áreas de la electricidad y/o electrónica, es la simbología con la cual se representan los diferentes dispositivos ocupados, de esta manera, se ahorra tiempo y espacio en dibujarlos. En este sentido, es imprescindible memorizar, al menos, los símbolos más importantes. La figura N°13, muestra los diferentes símbolos asociados a los diodos, dependiendo de la función que cumplen.

Según lo anterior, podemos decir que el diodo es un switch semiconductor, el cual se abre o se cierra dependiendo de la tensión externa aplicada entre ánodo y cátodo. De esta manera, se cumple que, para hacer conducir al diodo, es decir, para dejarlo como un switch cerrado, se necesita:

$$V_{AK} > V_{\gamma}$$

A esta condición se le conoce como POLARIZACIÓN DIRECTA del diodo, representado en la figura N°12.



**FIGURA N°12: DIODO POLARIZADO DIRECTO – REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA EQUIVALENTE**

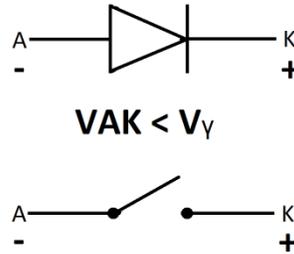
	Diodo rectificador *		Diodo rectificador
	Diodo rectificador		Diodo zener
	Diodo zener		Diodo zener
	Diodo zener		Diodo zener *
	Diodo varicap *		Diodo varicap
	Diodo varicap		Diodo Gunn Impatt
	Diodo supresor de tensión *		Diodo supresor de tensión
	Diodo de corriente constante		Diodo de recuperación instantánea, Snap
	Diodo túnel *		Diodo túnel
	Diodo rectificador túnel		Diodo Schottky
	Diodo Pin *		Diodo Pin
	Fotodiodo		Diodo LED
	Fotodiodo bidireccional NPN		Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP
	Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP		Diodo sensible a la temperatura

FIGURA N°13: SÍMBOLOS DE LOS DIODOS SEGÚN FUNCIÓN

Para dejar al diodo como switch abierto se necesita:

$$V_{AK} \leq V_{\gamma}$$

A esta condición se le conoce como POLARIZACIÓN INVERSA del diodo, representada en la figura N°14. Recordar que cuando el diodo se abre no conduce corriente (idealmente).



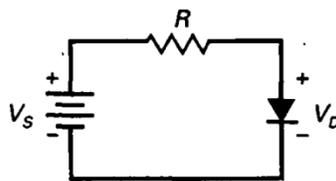
**FIGURA N°14: DIODO POLARIZADO INVERSO – REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA EQUIVALENTE**

NOTA: DEPENDIENDO DEL SEMICONDUCTOR CON EL QUE SE CONSTRUYE EL DIODO, ENTONCES SU  $V_{\gamma}$  VARIARÁ. PARA EL SILICIO  $V_{\gamma} = 0.7[v]$ , PARA EL GERMANIO  $V_{\gamma} = 0.2[v]$

Finalmente, no hay que olvidar que, en la realidad, el diodo no es igual a un switch mecánico, sólo se parece, puesto que un switch mecánico se mueve y conduce corriente en cualquier sentido, sin embargo, el diodo no se mueve y conduce SÓLO EN DIRECCIÓN ÁNODO CÁTODO. Por ese motivo se le conoce como dispositivo unidireccional. Además, como el diodo no se mueve, al polarizarse inverso sí existe una corriente que tiene sentido cátodo – ánodo, la cual se conoce como corriente inversa. Desde otra perspectiva existen muchos parámetros que influyen en el correcto comportamiento del diodo, sin embargo, independiente de estos parámetros y el tipo de diodo, se ha definido una característica general para todos ellos llamada “curva característica”.

#### 4.1. CURVA CARACTERÍSTICA

En la Figura N°15 se muestra un circuito con un diodo, en el cual está polarizado directo. ¿Cómo lo sabemos? Porque el terminal positivo de la batería está conectado al material tipo p del diodo a través de una resistencia, y el terminal negativo está conectado al material tipo n, es decir, el voltaje aplicado al ánodo es mayor que el voltaje aplicado al cátodo. Con esta conexión, el circuito está tratando de empujar huecos y electrones libres hacia la unión.



**FIGURA N°15: POLARIZACIÓN DIRECTA DEL DIODO**

La Figura N°15 es un circuito que puede montarse en el laboratorio. Tras conectarlo, es posible medir la tensión en el diodo y la corriente que lo atraviesa. También se puede invertir la polaridad de la fuente de tensión continua y medir la corriente y la tensión del diodo polarizado inverso. Si se representa la corriente a través del diodo en función de la tensión del diodo, se obtendrá una gráfica parecida a la de la Figura N°16.

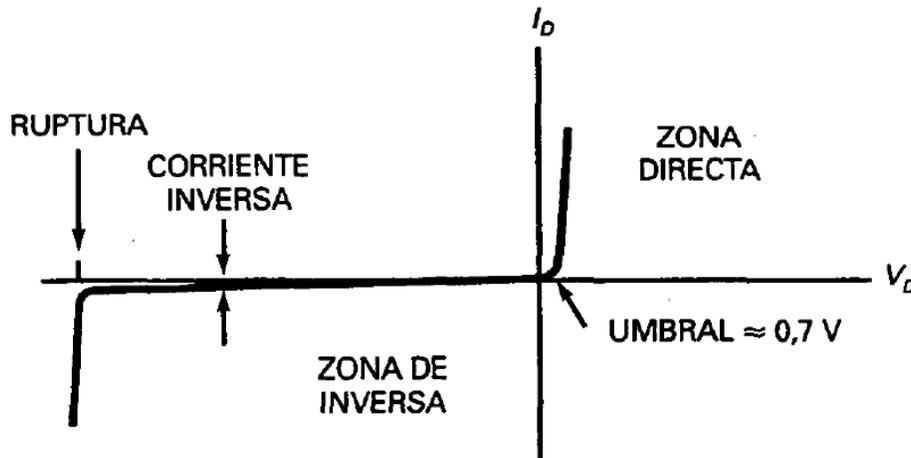


FIGURA N°16: CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO

Ésta curva es un resumen visual de las ideas expuestas anteriormente (y también en clase). Por ejemplo, cuando el diodo está polarizado directo no hay una corriente significativa hasta que la tensión en el diodo sea superior a la barrera de potencial. Por otro lado, cuando el diodo está polarizado inverso, casi no hay corriente inversa hasta que la tensión del diodo alcanza la tensión de ruptura. Entonces, la avalancha produce una gran tensión inversa, destruyendo el diodo. En la zona directa, la tensión a partir de la cual la corriente empieza a incrementarse rápidamente se denomina tensión umbral del diodo (o tensión de barrera  $V_\gamma$ ), que es igual a la barrera de potencial. Los análisis de circuitos con diodos se dirigen normalmente a determinar si la tensión del diodo es mayor o menor que la tensión umbral. Si es mayor, el diodo conduce, si es menor, no lo hace.

## 5. MEDICIÓN DEL DIODO

Como se ha comentado en clases, la competencia laboral de identificar fallas en dispositivos electrónicos es fundamental para desempeñarse con éxito en las tareas asociadas al mantenimiento de equipos electrónicos, por lo que el procedimiento, o los procedimientos, que permiten identificar el estado de funcionamiento de un diodo es un aprendizaje importante que no se debe olvidar. En este sentido, el tema de la medición de estado de los componentes es fundamental, ya que al reconocer un dispositivo defectuoso es posible realizar un diagnóstico y reparación de la falla detectada.

Sabemos que existen varios métodos para comprobar el estado de funcionamiento de un diodo, entre ellos destacan:

- Método con multímetro: utilizando la función de diodo, o bien, de resistencia, consiste en polarizar al diodo directo e inverso y medir su voltaje de barrera (entre 0,2 y 0,7 [V] o BAJA RESISTENCIA y OL o GRAN RESISTENCIA, respectivamente).
- Método del circuito: aplicando un circuito de prueba que polarice al diodo directo e inverso. Si se dispone de un led, entonces este brillará cuando el diodo esté directo y se apagará cuando esté inverso. Si no se dispone de un led, basta con medir voltaje y corriente en el diodo

Ambos métodos son muy útiles cuando se desea saber el estado de un diodo, sin embargo, en el sentido práctico, el método con multímetro es el más utilizado, debido a que es más rápido y no necesita de otros componentes. Lo negativo es que este método no puede aplicarse a todos los diodos (esto se explicó en los laboratorios de instrucción).

### ACTIVIDAD N°1: MULTÍMETRO

1. Aplique el procedimiento de medición del diodo con multímetro en función de DIODO y complete la tabla correspondiente.
2. Aplique el procedimiento de medición del diodo con multímetro en función de RESISTENCIA y complete la tabla correspondiente.

### ACTIVIDAD N°2: SIMULADOR

1. En el espacio asignado, dibuje el plano de un circuito de prueba de diodos que incluya: pulsador para controlar la corriente del circuito y led, que se encienda cuando el diodo a probar esté directo y se apague cuando esté inverso.
2. Simule el circuito para comprobar su funcionamiento.

### ACTIVIDAD N°3: PROTOBOARD

1. Monte el circuito de prueba.
2. Compruebe el estado de TODOS los diodos que dispone y complete la tabla correspondiente.

DIODO 1:				
A	K	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE DIODO	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE ÓHMETRO	LED CIRCUITO DE PRUEBA
+	-			
-	+			

DIODO 2:				
A	K	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE DIODO	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE ÓHMETRO	LED CIRCUITO DE PRUEBA
+	-			
-	+			

DIODO 3:				
A	K	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE DIODO	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE ÓHMETRO	LED CIRCUITO DE PRUEBA
+	-			
-	+			

DIODO 4:				
A	K	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE DIODO	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE ÓHMETRO	LED CIRCUITO DE PRUEBA
+	-			
-	+			

DIODO 5:				
A	K	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE DIODO	MEDICIÓN CON MULTÍMETRO EN POSICIÓN DE ÓHMETRO	LED CIRCUITO DE PRUEBA
+	-			
-	+			

CIRCUITO DE PRUEBA



## OBSERVACIONES, CONCLUSIONES, ESQUEMAS, APUNTES, ETC...

¿Qué puede concluir de las mediciones de cada diodo?

## CHECKLIST

CRITERIO/INDICADOR	CL	NL
1. Es puntual en el horario de llegada al laboratorio.		
2. Mantiene una actitud acorde a normas de seguridad y reglamento escolar.		
3. Mantiene el lugar de trabajo limpio y ordenado.		
4. Comprueba correctamente el estado de funcionamiento de los diodos. (MULTÍMETRO DIODO)		
5. Comprueba correctamente el estado de funcionamiento de los diodos. (MULTÍMETRO ÓHMETRO)		
6. Comprueba correctamente el estado de funcionamiento de los diodos (CIRCUITO DE PRUEBA)		
7. Completa la información solicitada.		
8. Monta correctamente el circuito de prueba.		
9. Opera equipos y herramientas en forma correcta.		
10. Mantiene en buenas condiciones el material asignado.		
11. Trabaja eficazmente en equipo		
12. Termina actividad en el tiempo asignado.		

**CL** : COMPLETAMENTE LOGRADO - 1 PTO.

**ML** : MEDIANAMENTE LOGRADO - 0,5 PTO.

**NL** : NO LOGRADO – 0 PTO.

### ESCALA DE NOTAS – CALIFICACIÓN

PUNTAJE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NOTA	2.0	2.3	2.6	2.8	3.1	3.4	3.7	3.9	4.5	5.1	5.8	6.4	7.0

PUNTAJE ALUMNO	
NOTA ALUMNO	

### MATERIAL REQUERIDO PARA EL PROYECTO

**MATERIAL FUNGIBLE** : 20 [m] CABLE DE RED, 20 1N4148, 20 1N4007, 20 1N3936, 20 LED VERDE, 20 LED AMARILLO, 20 LED ROJO, 20 LED NARANJO, 20 MICROPULSADORES, 20 RESISTECIA 200[Ω], 20 RESISTENCIA 330[Ω], 20 RESISTENCIA 470[Ω]

**MATERIAL NO FUNGIBLE** : 20 ALICATE CORTANTE, 20 ALICATE DE PUNTA, 20 DESGUARNECEDOR, 20 MULTÍMETRO DIGITAL, 20 SET DE ATORNILLADORES, 20 PROTOBOARD, 20 FUENTES DE PODER