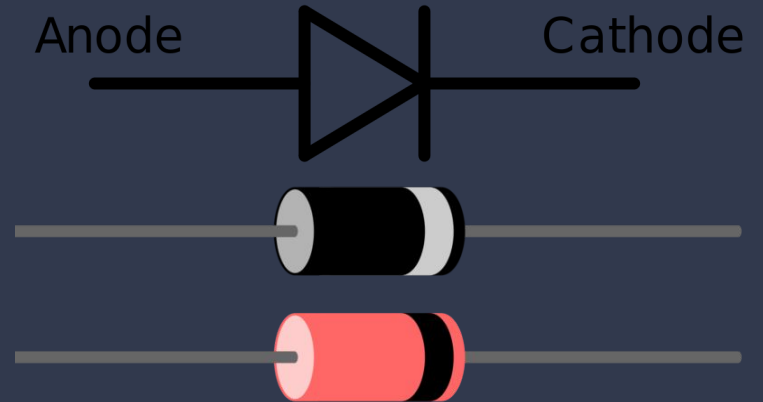
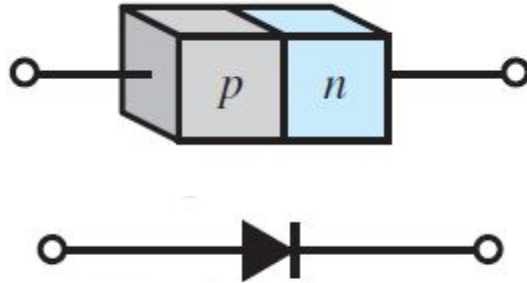


DIODO SEMICONDUCTOR



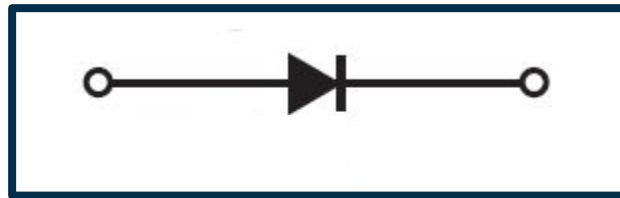
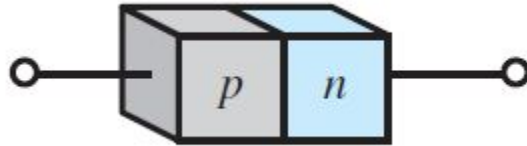
DIODO SEMICONDUCTOR

Se crea uniendo un material tipo n a un material tipo p



DIODO SEMICONDUCTOR

Se crea uniendo un material tipo n a un material tipo p



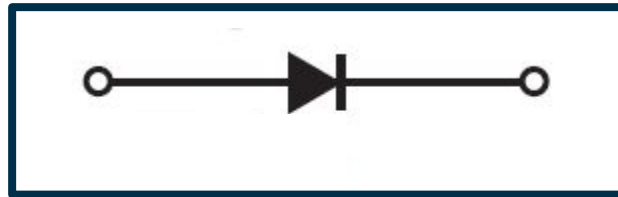
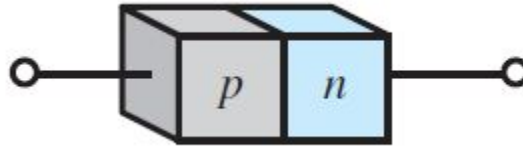
SÍMBOLO ELÉCTRICO

DIODO SEMICONDUCTOR

Se crea uniendo un material tipo n a un material tipo p

ÁNODO (A)

CÁTODO(K)



SÍMBOLO ELÉCTRICO

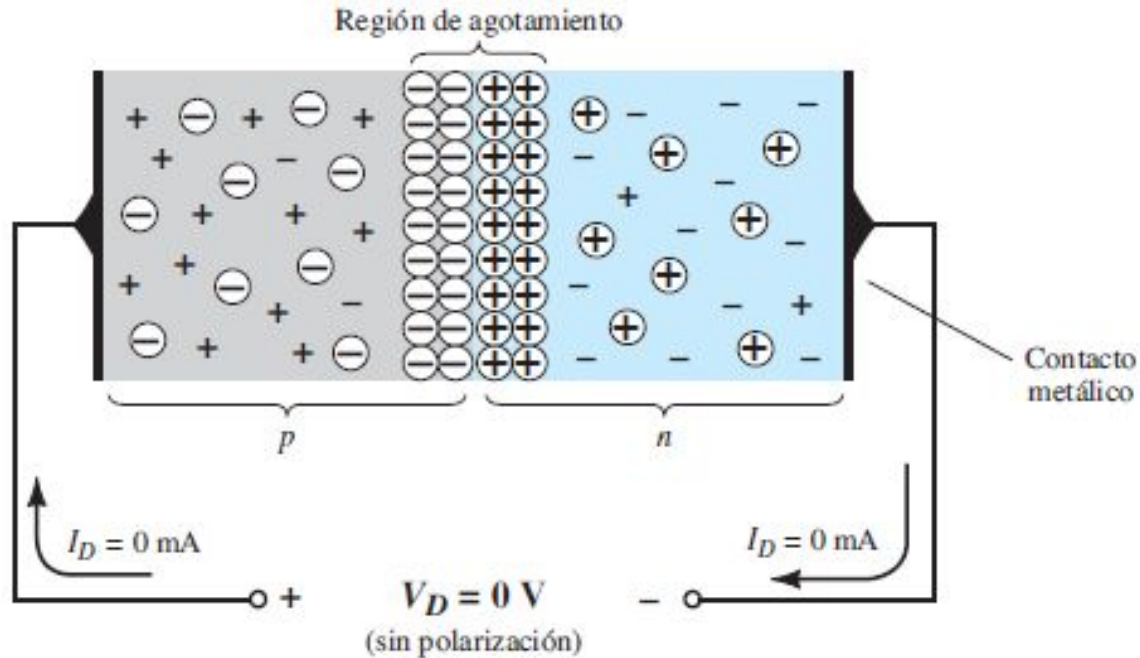
DIODO SIN POLARIZACIÓN

TENSIÓN NULA
ENTRE ÁNODO Y CÁTODO

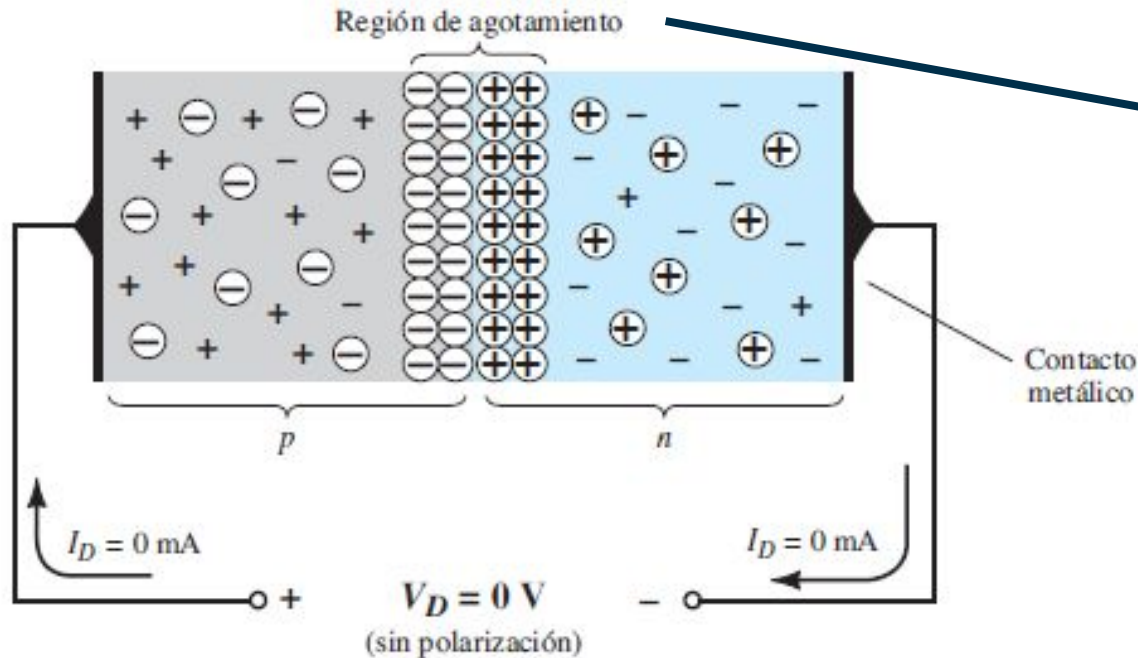


DIODO SEMICONDUCTOR

SIN POLARIZACIÓN $V_D = 0\text{ V}$



SIN POLARIZACIÓN $V_D = 0V$

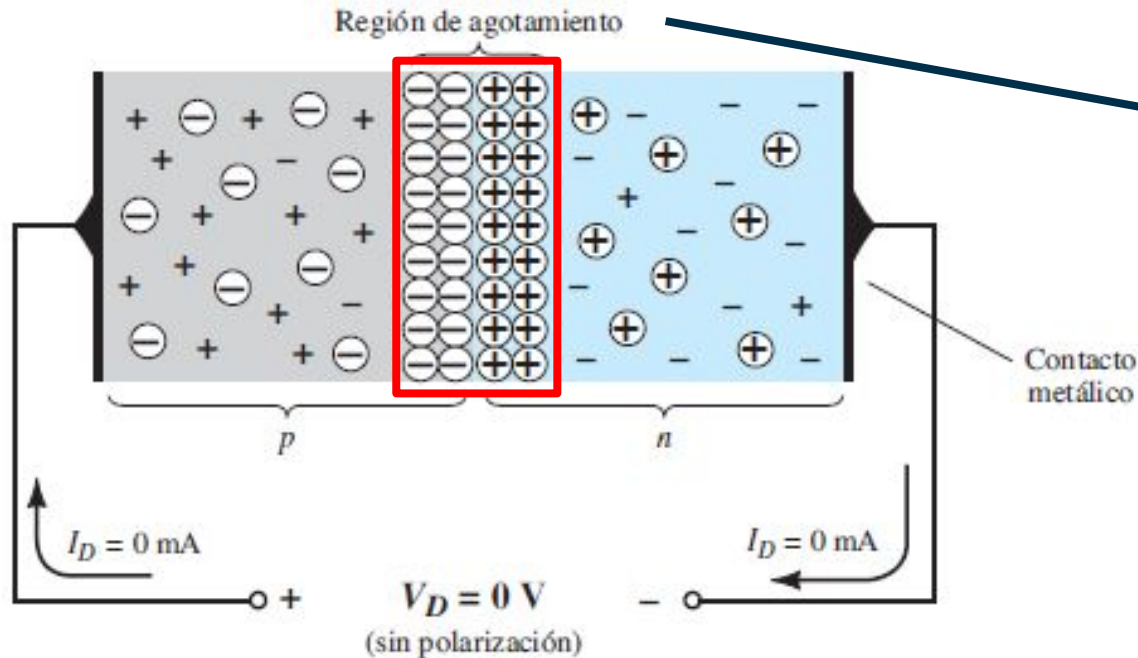


Región de Empobrecimiento
Región de Agotamiento
Zona de depleción

Son todos sinónimos, que expresan que es una zona que se ha vaciado de portadores libres por recombinación.

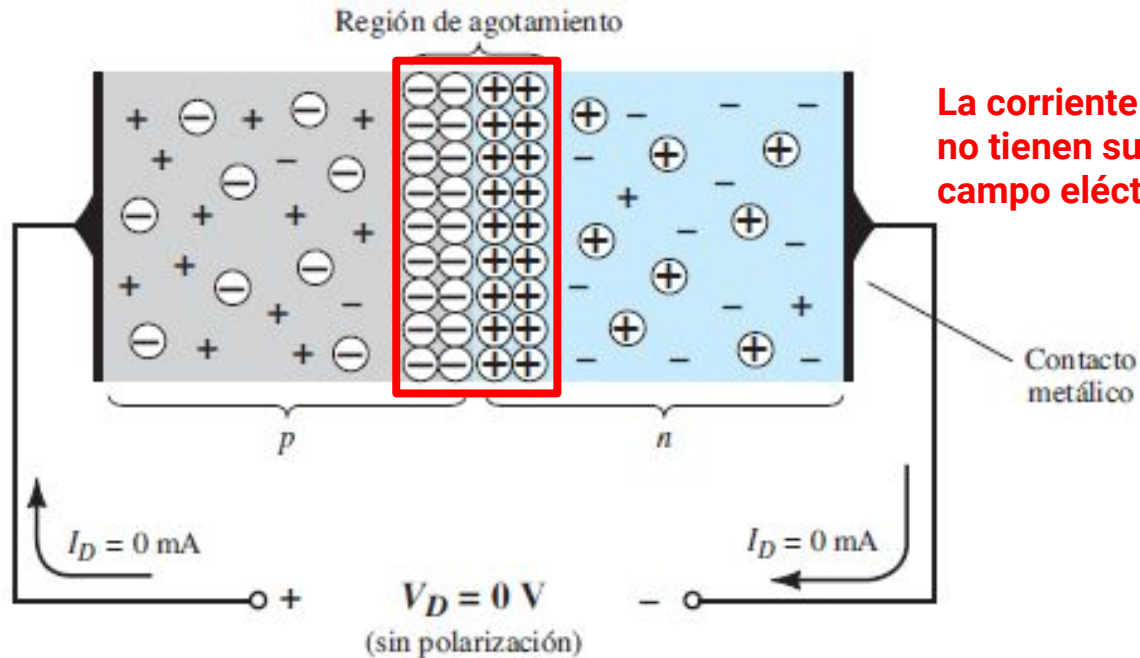
DIODO SEMICONDUCTOR

SIN POLARIZACIÓN $V_D = 0V$



DIODO SEMICONDUCTOR

SIN POLARIZACIÓN $V_D = 0\text{V}$



La corriente por el diodo es cero - Los portadores no tienen suficiente energía para atravesar el campo eléctrico de la zona de deplexión

DIODO

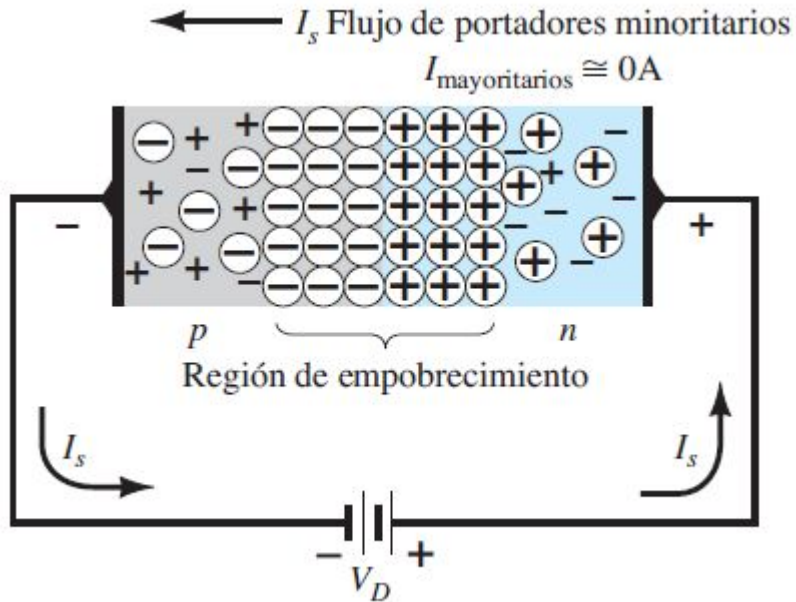
POLARIZACIÓN INVERSA

TENSIÓN NEGATIVA
ENTRE ÁNODO Y CÁTODO



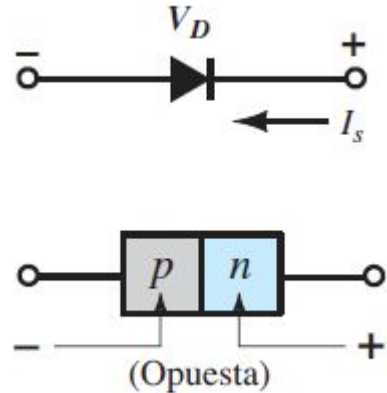
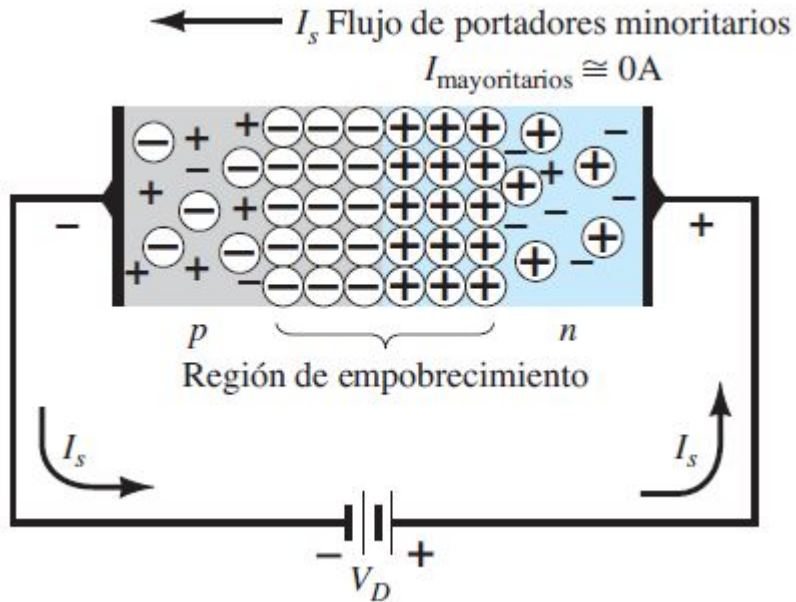
DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN INVERSA $V_D < 0$



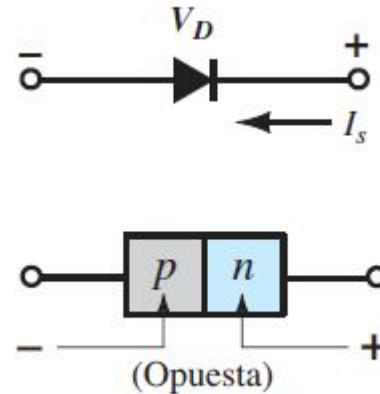
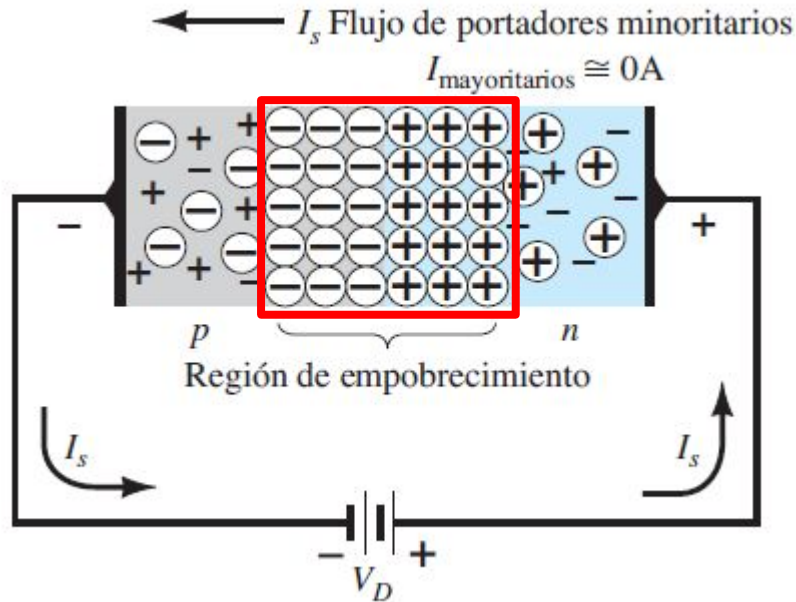
DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN INVERSA $V_D < 0$



DIODO SEMICONDUCTOR

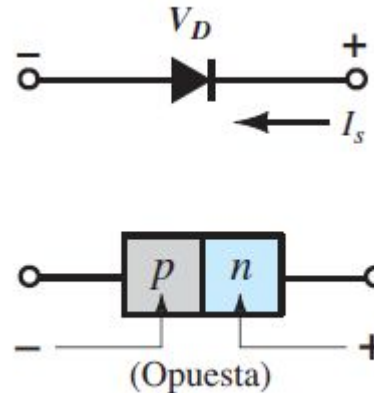
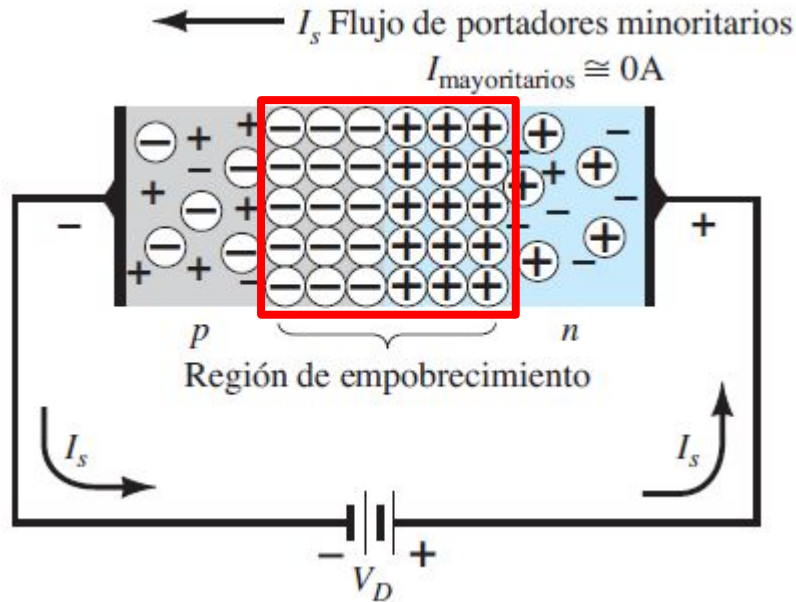
POLARIZACIÓN INVERSA $V_D < 0$



Aumenta la zona de empobrecimiento, generando un campo eléctrico mayor. La corriente de portadores mayoritarios se reduce a cero.

DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN INVERSA $V_D < 0$



Aumenta la zona de empobrecimiento, generando un campo eléctrico mayor. La corriente de portadores mayoritarios se reduce a cero.

El flujo de portadores minoritarios no se modifica. A esta corriente de portadores minoritarios se la conoce como:
Corriente de saturación inversa

DIODO

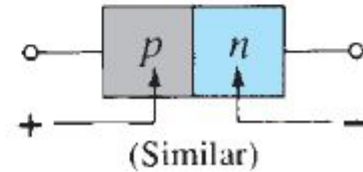
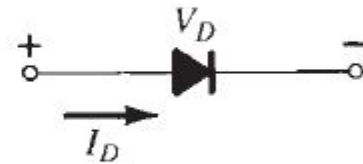
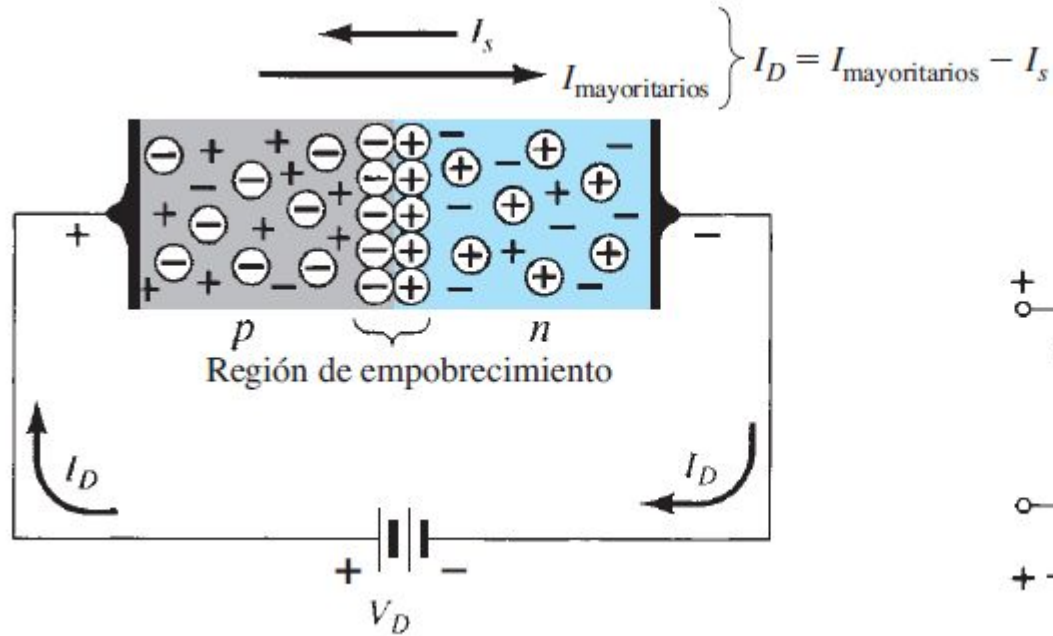
POLARIZACIÓN DIRECTA

TENSIÓN POSITIVA
ENTRE ÁNODO Y CÁTODO



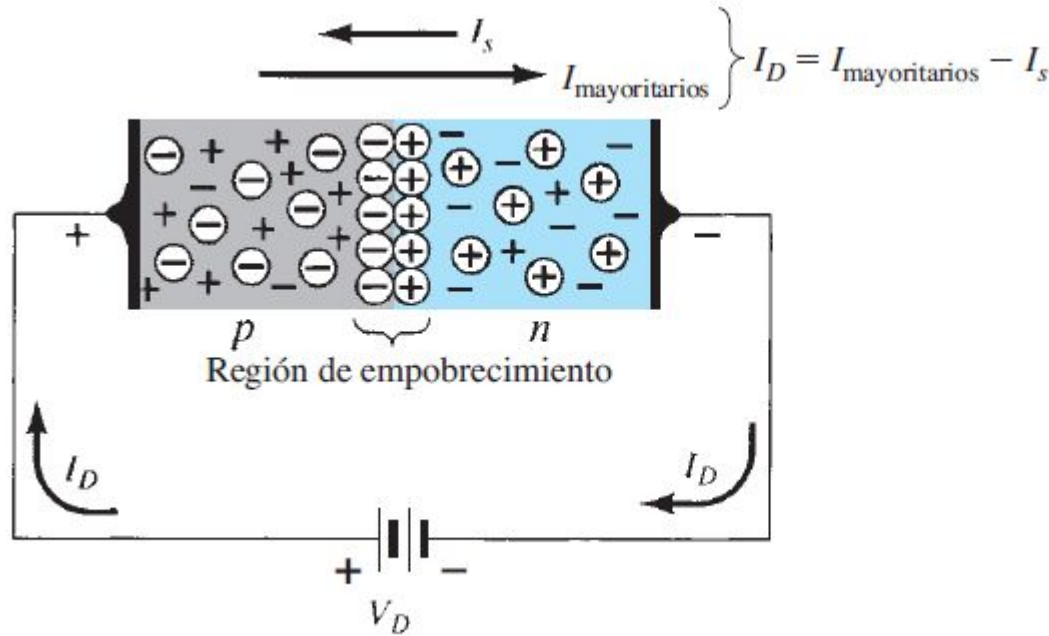
DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN DIRECTA $V_D > 0$



DIODO SEMICONDUCTOR

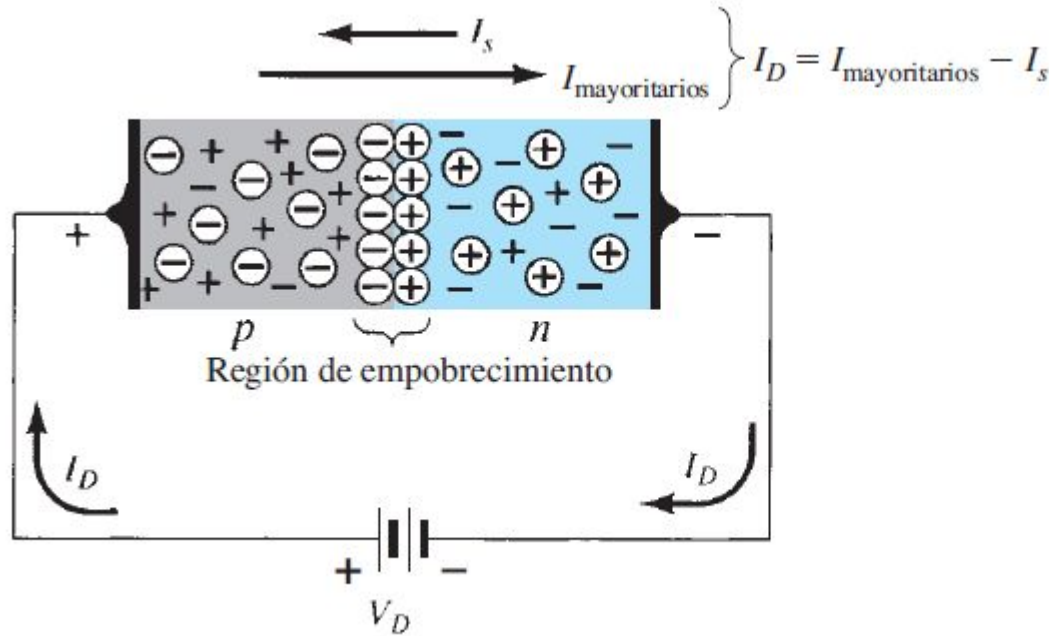
POLARIZACIÓN DIRECTA $V_D > 0$



El terminal negativo de la fuente repele a los electrones libres del material n .
El terminal positivo atrae a los electrones de valencia del material p (o empuja a los huecos hacia la barrera)

DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN DIRECTA $V_D > 0$



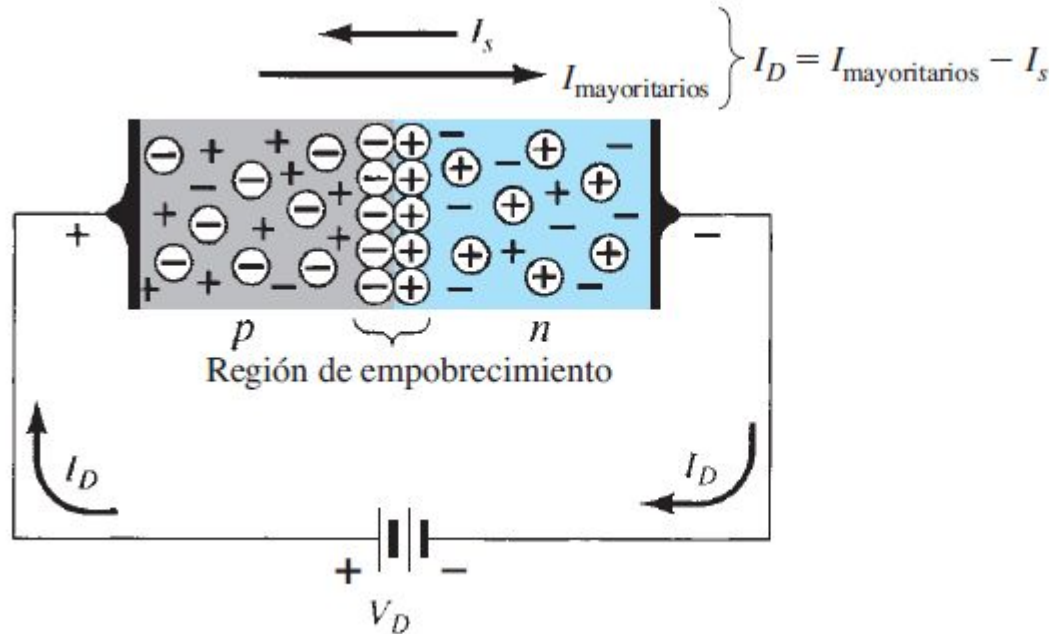
El terminal negativo de la fuente repele a los electrones libres del material n .

El terminal positivo atrae a los electrones de valencia del material p (o empuja a los huecos hacia la barrera)

Disminución de la zona de deplexión. Si V_D es lo suficientemente grande, los electrones de la región n tienen suficiente energía para pasar la barrera.

DIODO SEMICONDUCTOR

POLARIZACIÓN DIRECTA $V_D > 0$



El terminal negativo de la fuente repele a los electrones libres del material n .

El terminal positivo atrae a los electrones de valencia del material p (o empuja a los huecos hacia la barrera)

Disminución de la zona de depleción. Si V_D es lo suficientemente grande, los electrones de la región n tienen suficiente energía para pasar la barrera.

Una vez que el electrón libre pasa a la zona p , se recombina con un hueco y pasa a ser un electrón de valencia. Por efecto de la fuente es atraído hacia el terminal positivo y se genera una corriente.

ECUACIÓN DE SHOCKLEY

**Mediante esta ecuación
describimos
las características generales de
un diodo**



DIODO SEMICONDUCTOR

Ecuación de Shockley

Las características generales de un diodo se pueden describir mediante la ecuación de Shockley:

$$I_D = I_s(e^{V_D/nV_T} - 1)$$

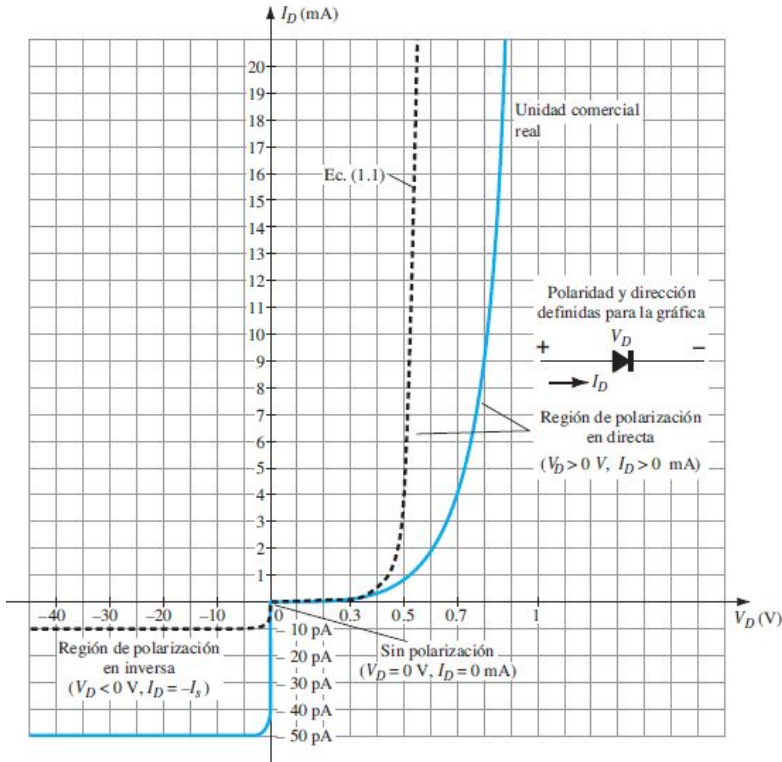
- I_s = corriente inversa de saturación
- V_D = voltaje de polarización directa aplicado al diodo
- n = factor de idealidad, varía entre 1 y 2 (vamos a suponerlo 1)
- V_T = voltaje térmico

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

- k = cte. de Boltzmann = 1.38×10^{-23} J/K
- T temperatura en °K
- q = carga del electrón = 1.6×10^{-19} C

DIODO SEMICONDUCTOR

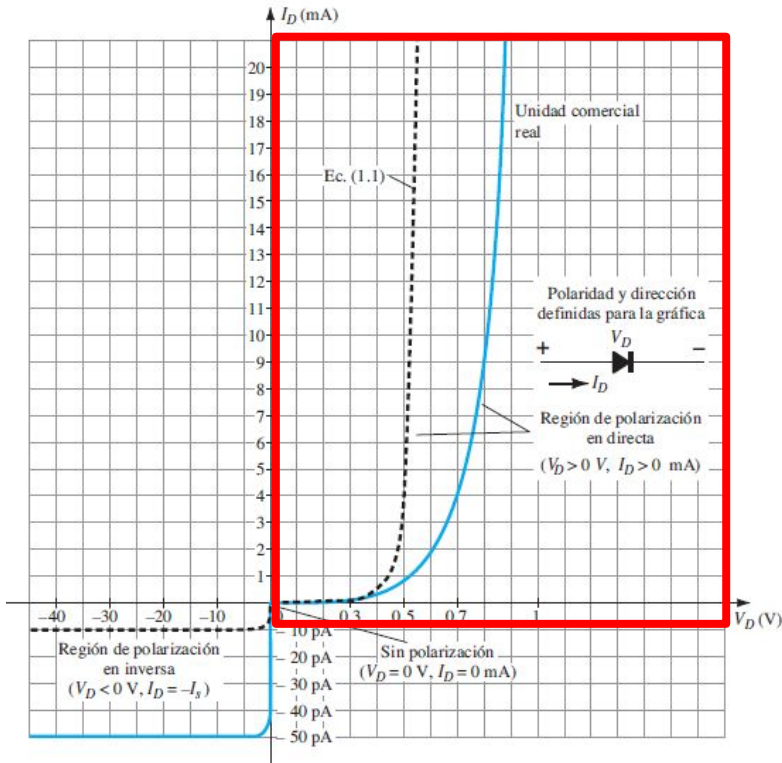
Ecuación de Shockley - Gráfico



$$I_D = I_s(e^{V_D/nV_T} - 1)$$

DIODO SEMICONDUCTOR

Ecuación de Shockley - Gráfico

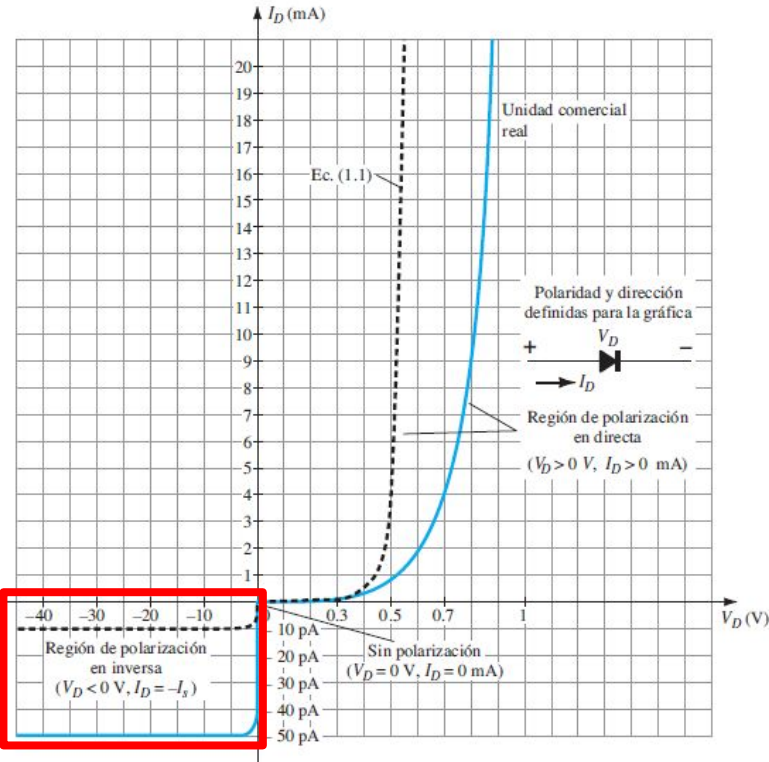


$$I_D = I_s(e^{V_D/nV_T} - 1)$$

Para tensiones positivas, la corriente aumenta exponencialmente, siendo preponderante el primer término

DIODO SEMICONDUCTOR

Ecuación de Shockley – Gráfico

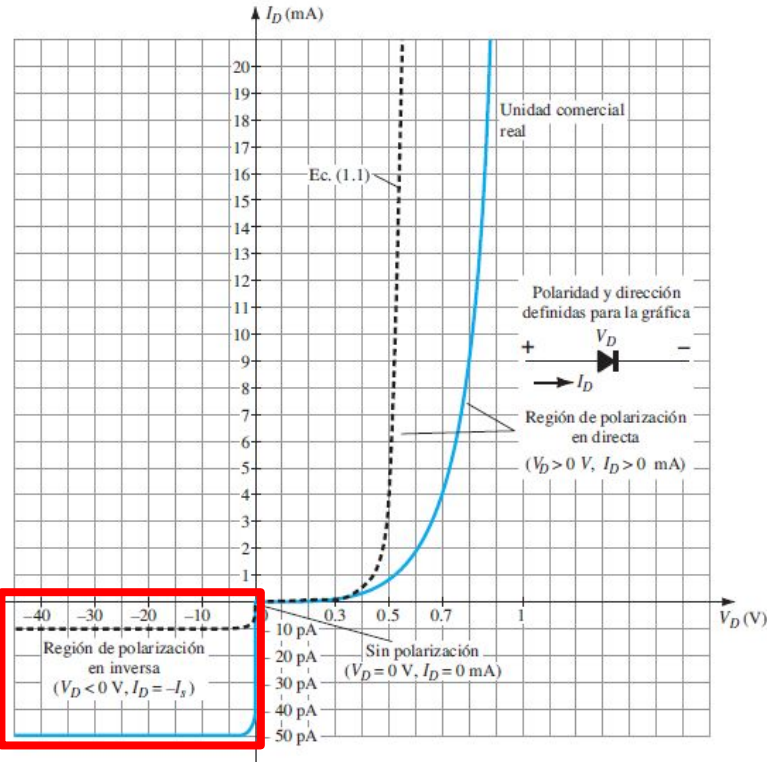


$$I_D = I_s (e^{V_D/nV_T} - 1)$$

Para tensiones negativas, el término exponencial rápidamente se hace despreciable, convergiendo la corriente a la corriente inversa de saturación (afectada por el -1).

DIODO SEMICONDUCTOR

Ecuación de Shockley – Gráfico



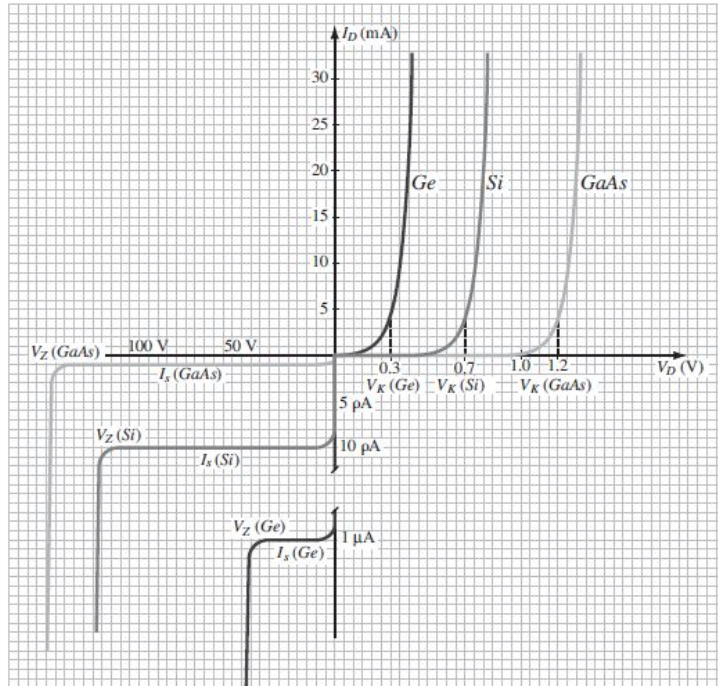
$$I_D = I_s (e^{V_D/nV_T} - 1)$$

Para tensiones negativas, el término exponencial rápidamente se hace despreciable, convergiendo la corriente a la corriente inversa de saturación (afectada por el -1).

Notar que para corrientes positivas y negativas la escala utilizada es distinta

ECUACIÓN DEL DIODO

Comparativa entre distintos tipos de semiconductores



Voltaje de codo (V_F)

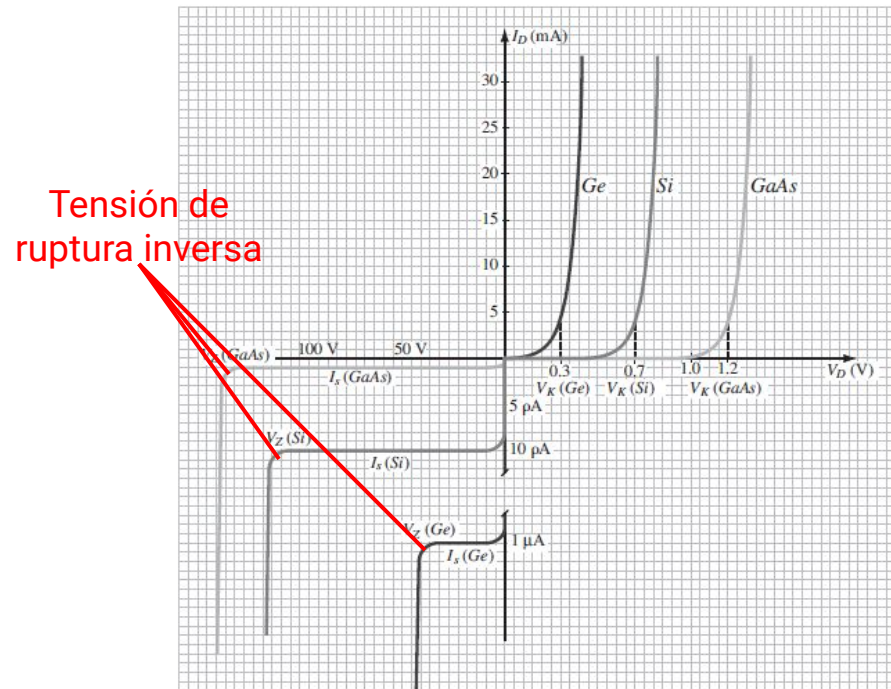
- Germanio $\rightarrow V_F(\text{Ge}) = 0.3 \text{ V}$
- Silicio $\rightarrow V_F(\text{Si}) = 0.7 \text{ V}$
- GaAs $\rightarrow V_F(\text{GaAs}) = 1.2 \text{ V}$

Corriente inversa de saturación

- GaAs $\rightarrow I_s \approx 1 \text{ pA}$
- Si $\rightarrow I_s \approx 10 \text{ pA}$
- Ge $\rightarrow I_s \approx 1 \mu\text{A}$

ECUACIÓN DEL DIODO

Comparativa entre distintos tipos de semiconductores



Voltaje de codo (V_K)

- Germanio $\rightarrow V_K(Ge) = 0.3$ V
- Silicio $\rightarrow V_K(Si) = 0.7$ V
- GaAs $\rightarrow V_K(GaAs) = 1.2$ V

Corriente inversa de saturación

- GaAs $\rightarrow I_s \approx 1 pA$
- Si $\rightarrow I_s \approx 10 pA$
- Ge $\rightarrow I_s \approx 1 \mu A$

Tensión de ruptura inversa

- Para un mismo nivel de potencia, la tensión soportada por GaAs es 10% mayor al Si
- Para GaAs y Si, el voltaje oscila entre 50V y 1kV
- Para el Ge suele ser menor a 100V

RESUMEN TECNOLÓGICO

- Germanio (Ge):
 - Alta sensibilidad a la temperatura
 - Alta corriente de saturación inversa
 - Limitado a aplicaciones de alta velocidad y/o aplicaciones que utilizan su sensibilidad a la luz y al calor como fotodetectores y sistemas de seguridad
- Silicio (Si):
 - Es el semiconductor más utilizado en todo tipo de dispositivos electrónicos
 - Su principal ventaja es su bajo costo
 - Corrientes de saturación relativamente bajas
 - Buena respuesta ante la temperatura
 - Excelentes niveles de voltajes de ruptura
 - Se ha beneficiado de las décadas de investigación y desarrollo
- Arseniuro de Galio (GaAs):
 - Alta velocidad de respuesta
 - Muy bajas corrientes de saturación
 - Excelente sensibilidad a la temperatura
 - Altos voltajes de ruptura
 - Aplicaciones en optoelectrónica / celdas solares y circuitos foto detectores

DIODO REAL VS DIODO IDEAL VS OTROS MODELOS

Recordemos que todos los casos estamos hablando de **modelos** que representan las características de un diodo.

Modelar un sistema es obtener una representación simplificada del mismo para poder comprender, predecir y controlar el comportamiento de dicho sistema.



DIODO REAL VS DIODO IDEAL

Como se vio previamente, un diodo es un dispositivo (juntura pn), que permite un flujo abundante de carga cuando la polarización es en directa, y un nivel muy pequeño de corriente cuando la polarización es en inversa.

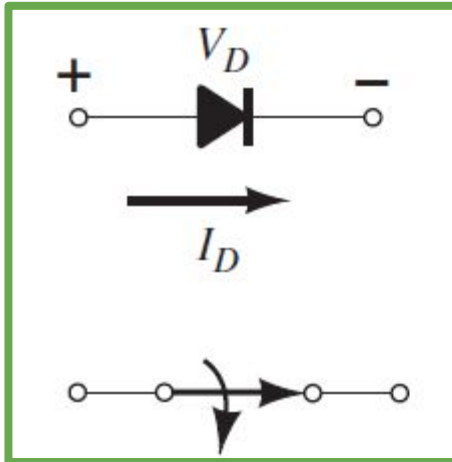
En forma idealizada, podríamos decir que un diodo es una llave que cuando está cerrada permite el paso de corriente y cuando está abierta no.

DIODO REAL VS DIODO IDEAL

Como se vio previamente, un diodo es un dispositivo (juntura pn), que permite un flujo abundante de carga cuando la polarización es en directa, y un nivel muy pequeño de corriente cuando la polarización es en inversa.

En forma idealizada, podríamos decir que un diodo es una llave que cuando está cerrada permite el paso de corriente y cuando está abierta no.

Diodo en directa



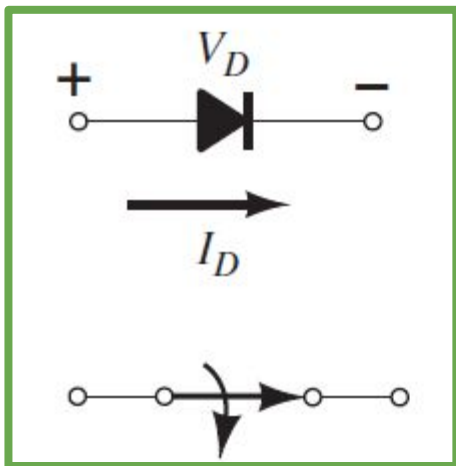
Llave cerrada

DIODO REAL VS DIODO IDEAL

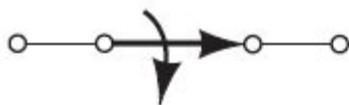
Como se vio previamente, un diodo es un dispositivo (juntura pn), que permite un flujo abundante de carga cuando la polarización es en directa, y un nivel muy pequeño de corriente cuando la polarización es en inversa.

En forma idealizada, podríamos decir que un diodo es una llave que cuando está cerrada permite el paso de corriente y cuando está abierta no.

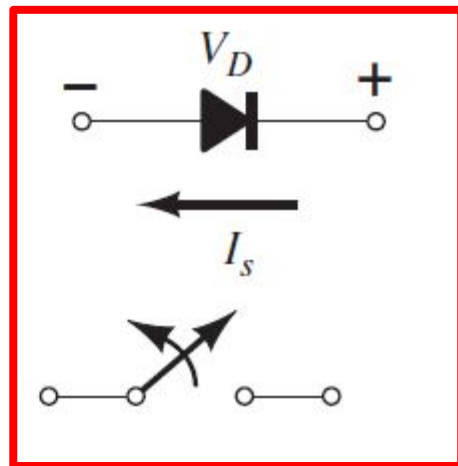
Diodo en directa



Llave cerrada



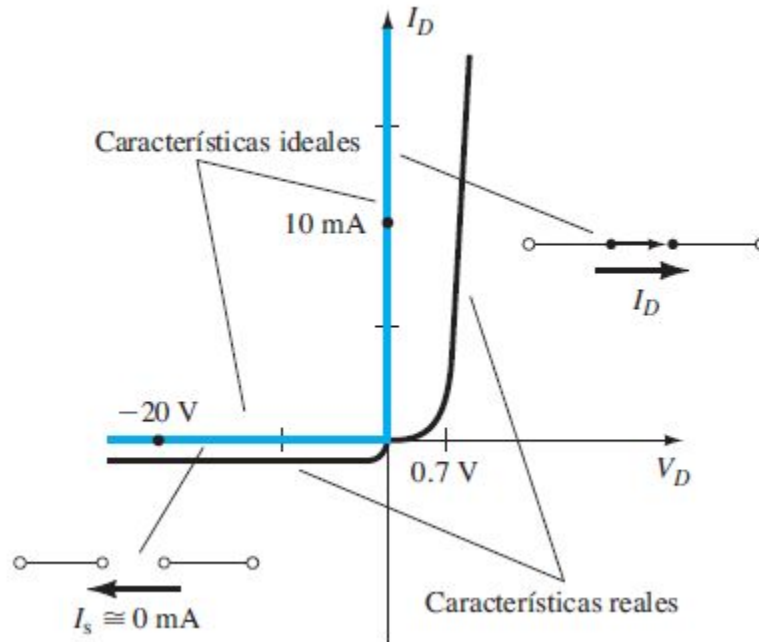
Diodo en inversa



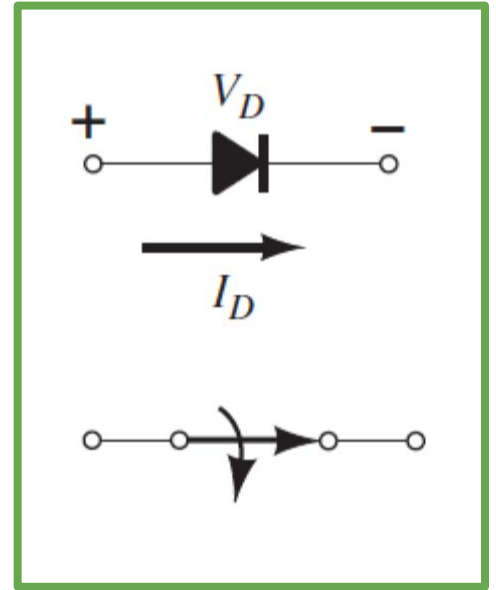
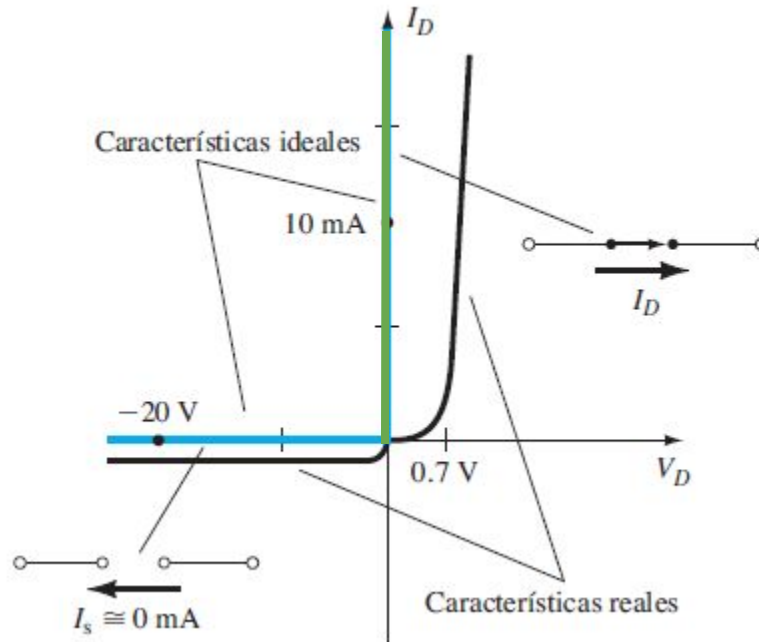
Llave abierta



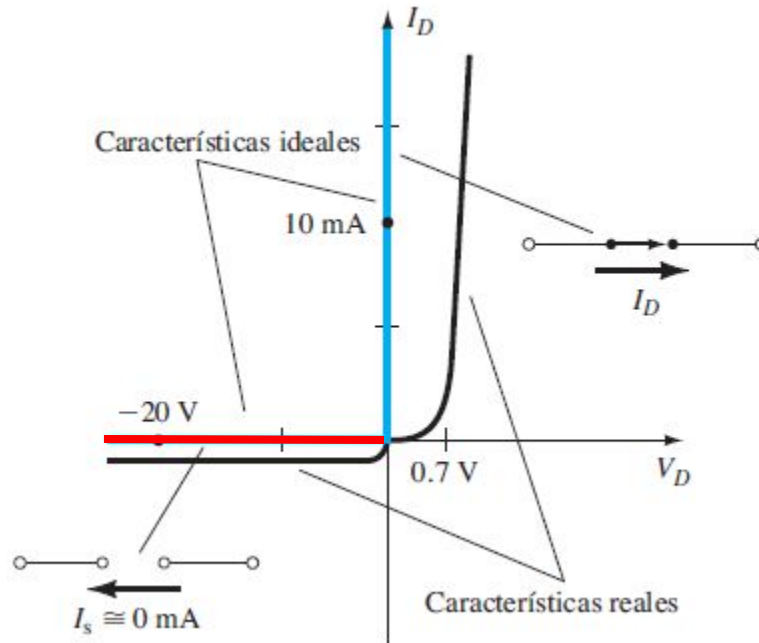
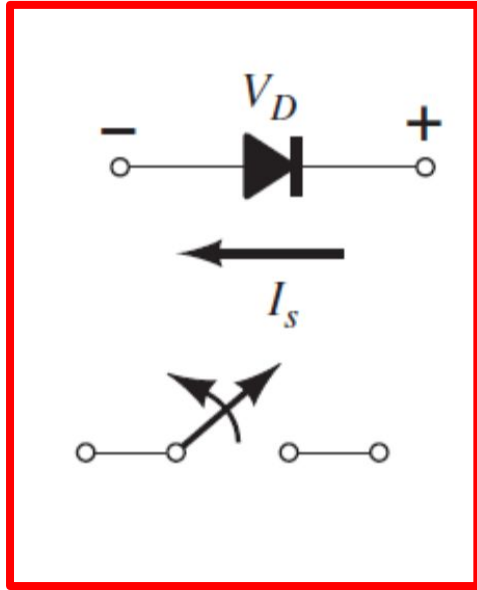
DIODO REAL VS DIODO IDEAL



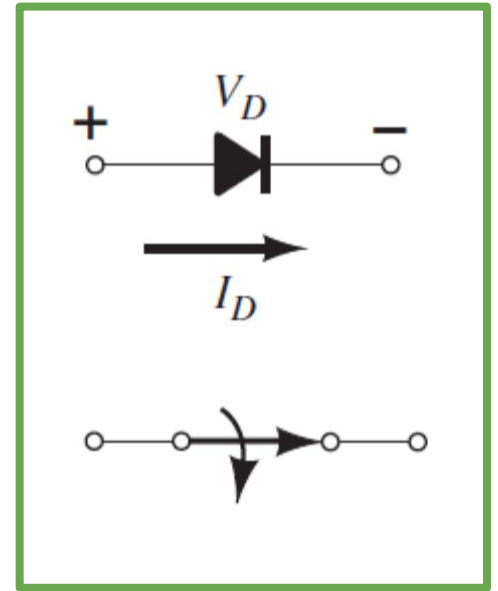
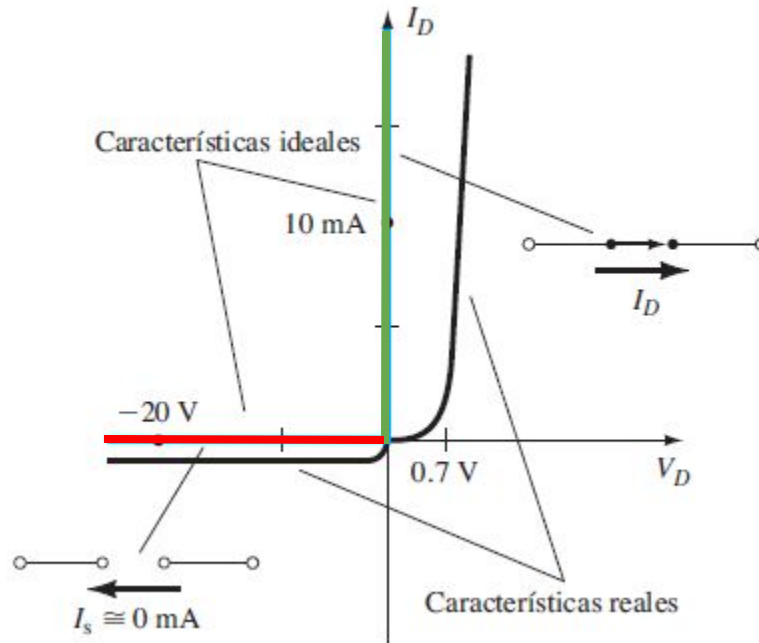
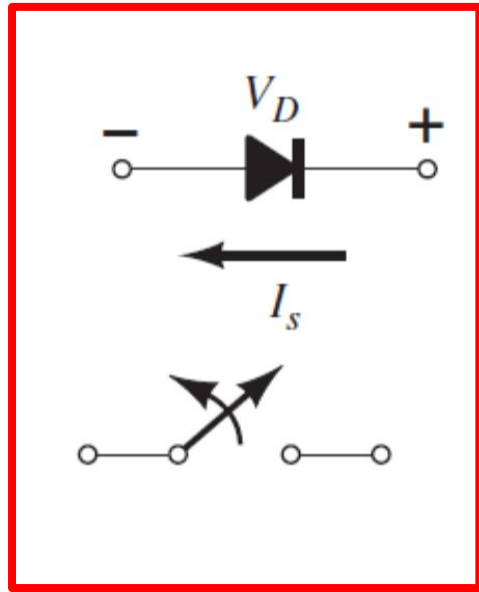
DIODO REAL VS DIODO IDEAL



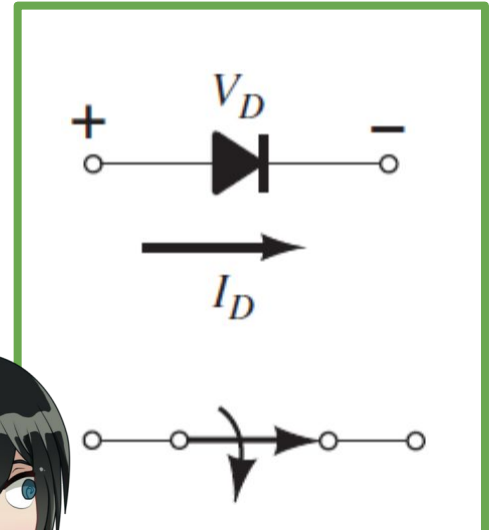
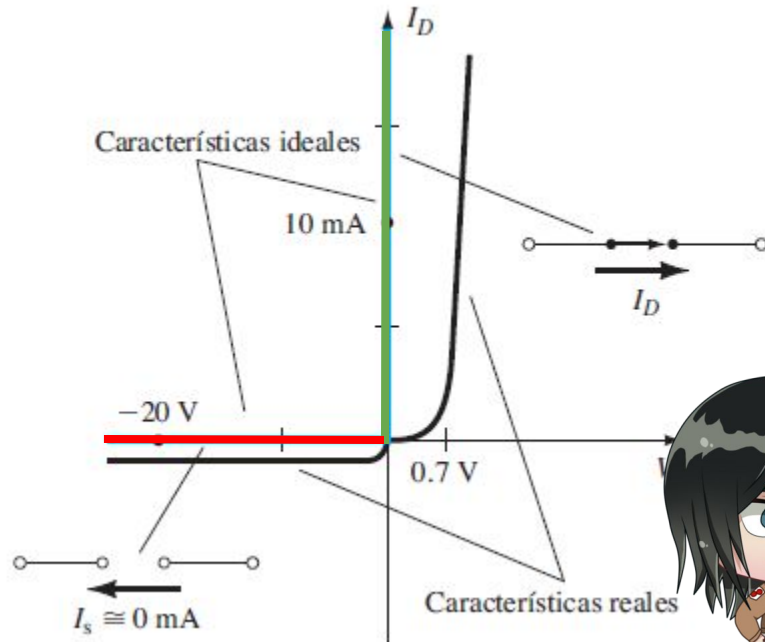
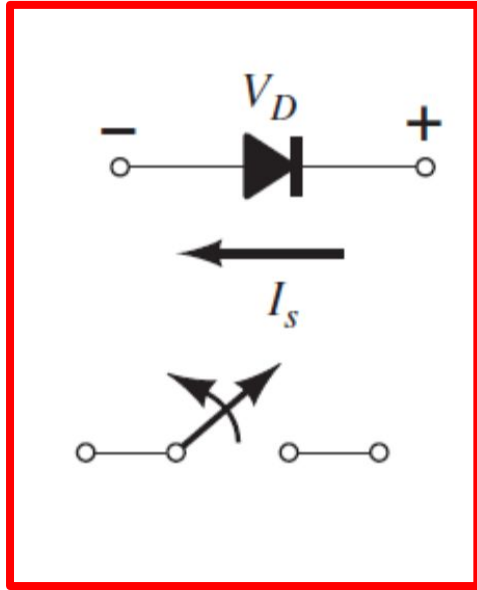
DIODO REAL VS DIODO IDEAL



DIODO REAL VS DIODO IDEAL

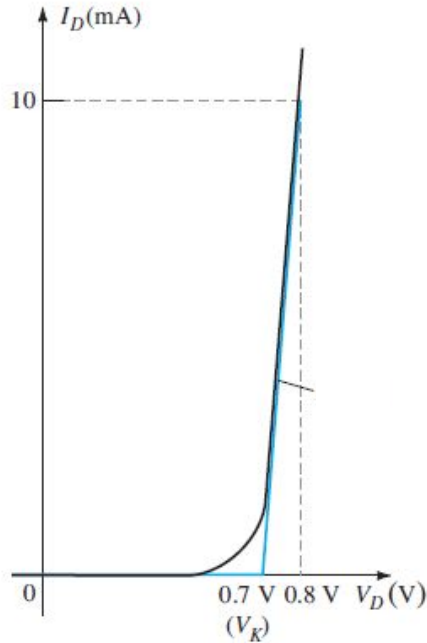


DIODO REAL VS DIODO IDEAL



Este es un modelo
"ideal" → Llave ideal

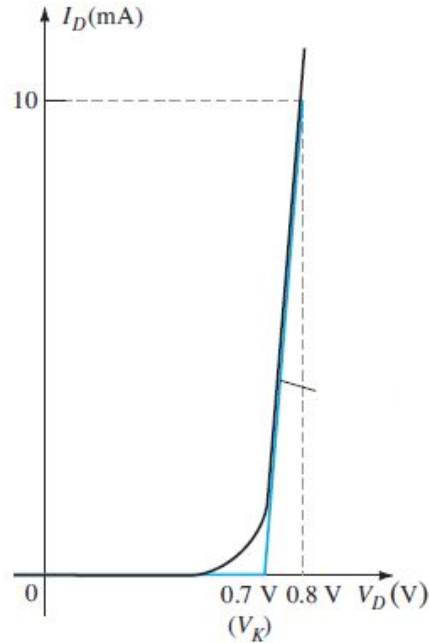
MODELO LINEAL DEL DIODO



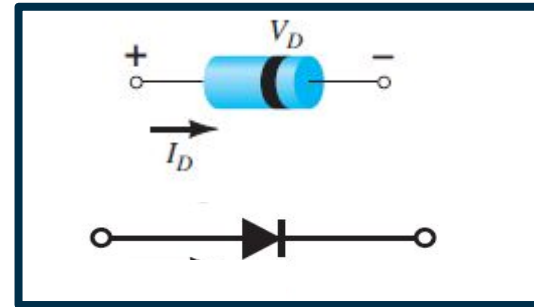
PODRÍAMOS BUSCAR UNA
SOLUCIÓN INTERMEDIA...

NI TAN IDEAL NI TAN REAL...

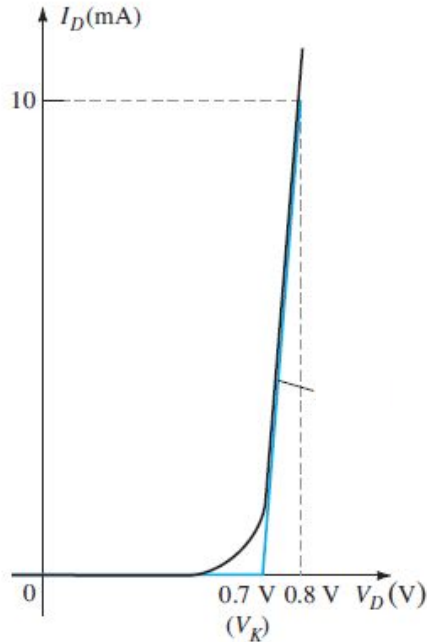
MODELO LINEAL DEL DIODO



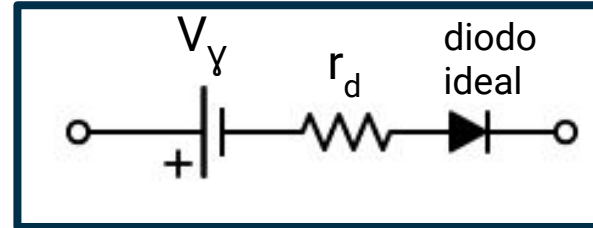
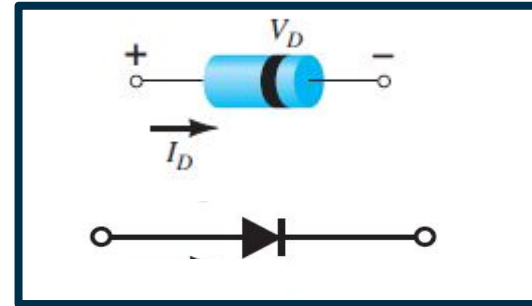
Diodo Real



MODELO LINEAL DEL DIODO

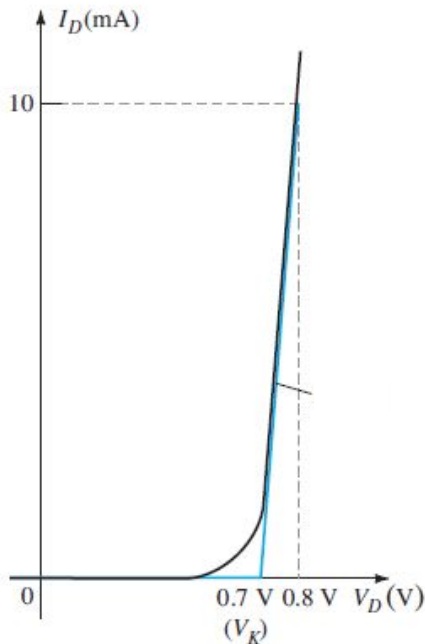


Diodo Real



Modelo lineal del diodo

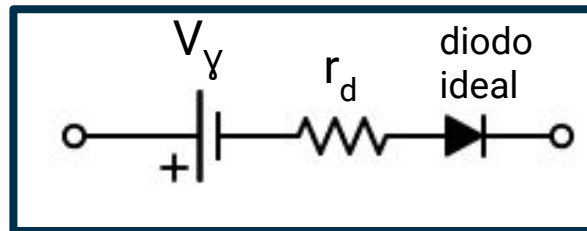
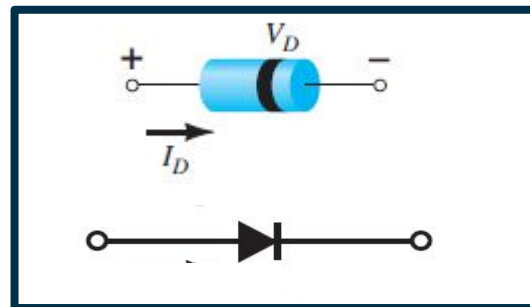
MODELO LINEAL DEL DIODO



$$V_D = V_Y + r_d I_D$$

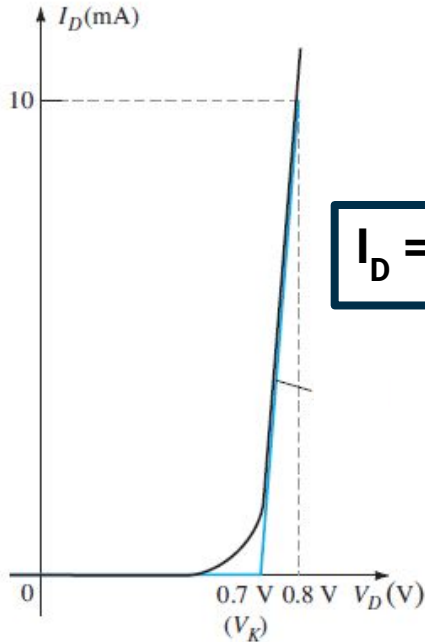


Diodo Real



Modelo lineal del diodo

MODELO LINEAL DEL DIODO

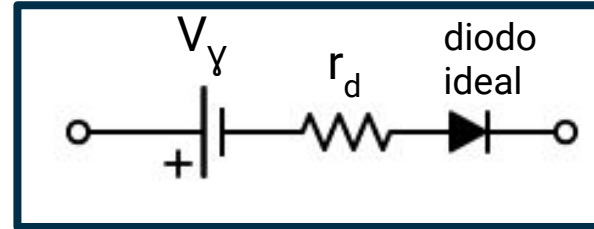
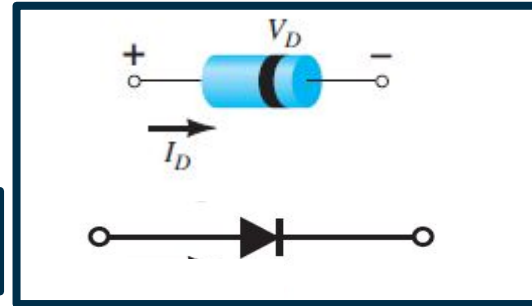


$$V_D = V_Y + r_d I_D$$

$$I_D = (-1/r_d) V_D - (V_Y/r_d)$$

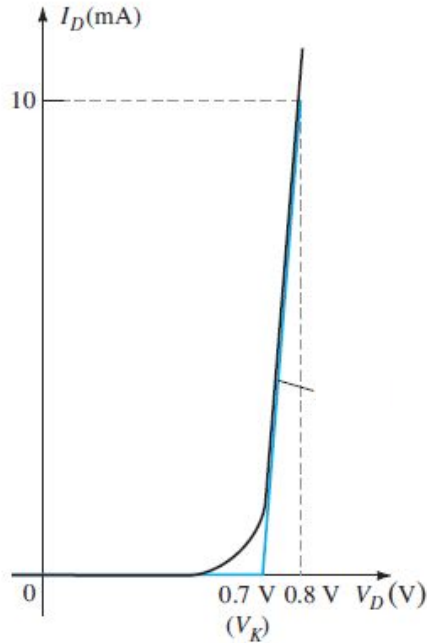


Diodo Real



Modelo lineal del diodo

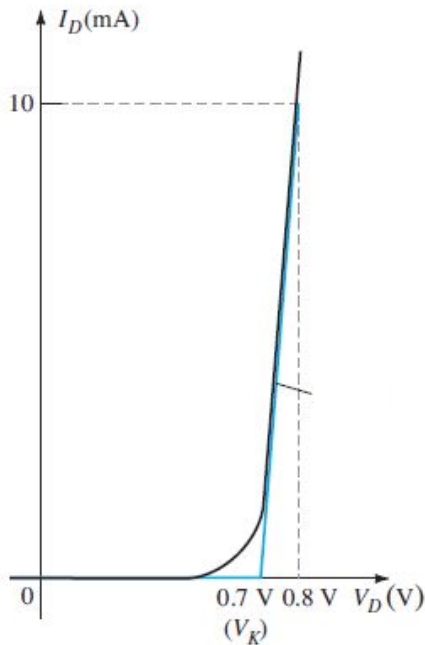
MODELO LINEAL DEL DIODO



**Y CÓMO MODELAMOS LA ZONA
INVERSA DEL DIODO?**



MODELO LINEAL DEL DIODO



**Y CÓMO MODELAMOS LA ZONA
INVERSA DEL DIODO?**

**LO VAMOS A VER
CUANDO HABLEMOS
DE LOS DIODOS
ZENER**



FIN DE LA PRESENTACIÓN

SIGUIENTE TEMA: APLICACIONES DEL DIODO SEMICONDUCTOR