

Resumen-COMPLETO-Primer-Parcial.pdf



Alvaroo_04



Tecnología de Computadores



1º Grado en Ingeniería Informática



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad Politécnica de Valencia**

WUOLAH + BBVA

Hazte **cliente de BBVA y...**
ahórrate 6 meses
de suscripción

BOOM

1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Ahora, si te abres una Cuenta Online en BBVA, te reembolsamos una de estas suscripciones durante 6 meses (hasta 9,99€/mes) al pagarla con tu tarjeta Aqua Débito

NETFLIX

Spotify

HBOmax

Disney+

PlayStation Plus

DAZN

Promoción solo para nuevos clientes de BBVA. Válida hasta el 30/06/2023. Estas empresas no colaboran en la promoción.

Abre tu cuenta



Hazte cliente de BBVA y ... ahórrate 6 meses de suscripción

WUOLAH
+ BBVA

NETFLIX

Spotify

HBOmax

Disney+

PlayStation.Plus

DAZN

Ahora, si te abres una Cuenta Online en BBVA, te reembolsamos una de estas suscripciones durante 6 meses (hasta 9,99€/mes) al pagarla con tu tarjeta Aqua Débito

Promoción solo para nuevos clientes de BBVA. Válida hasta el 30/06/2023. Estas empresas no colaboran en la promoción.

1/6

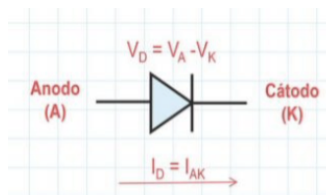
Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

TEMA 1 – DISPOSITIVOS

El diodo

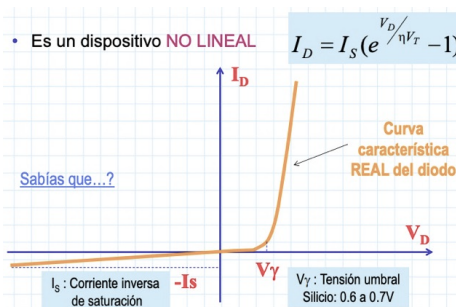
El diodo es una unión P-N que conduce más fácilmente en el sentido directo (de P hacia N) que en sentido inverso. Los terminales del diodo son: *ánodo* (material tipo P), y *cátodo* (material tipo N). También cabe mencionar la existencia del *fotodiodo*, que cuenta con unas curvas similares a las del diodo, pero éste está polarizado en la zona inversa.



Hay que conocer los siguientes términos sobre el diodo: $V_D = V_A - V_K$ es la tensión entre los terminales del diodo. I_D es la corriente que circula por el diodo en sentido de ánodo (A) a cátodo (K).

Cuando se representa la curva $I_D = f(V_D)$ se observa una relación exponencial donde:

- $V_T = \frac{KT}{q}$ o tensión de temperatura, es una constante cuando lo es la temperatura.
- η es una constante que depende del material semiconductor.
- I_S es la corriente inversa de saturación. Su valor es prácticamente nulo. Es despreciable frente a la corriente directa, y también depende de la temperatura. Se suelen denominar *corrientes de fuga*.
- V_γ es la tensión de codo, a partir de la cual comienza a conducir el diodo. También se le llama "tensión Gamma".

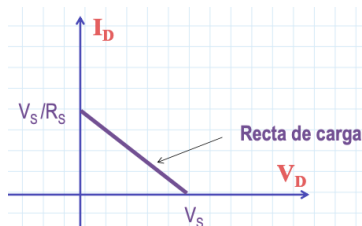


En resumen: $I_D > 0$ para $V \geq V_\gamma$ con un crecimiento exponencial con V_D .

$$I_D \approx 0 \text{ para } V < V_\gamma.$$

¿Cómo averiguar la I_D y la V_D del diodo en un circuito?

Un método posible es el de la recta de carga. Se trata de un método de análisis gráfico, empleado cuando existen dispositivos no lineales, como es el caso del diodo.



Dicha recta no depende de la característica del dispositivo. Sólo depende de la tensión de alimentación (V_S) y del valor de la resistencia serie del generador (R_S). Al igualar dichas variables a cero, obtenemos respectivamente los puntos de corte con el eje X y con el eje Y.

Fórmulas de los puntos de corte:

$$\text{Si } I_D = 0 \rightarrow V_D = V_S$$

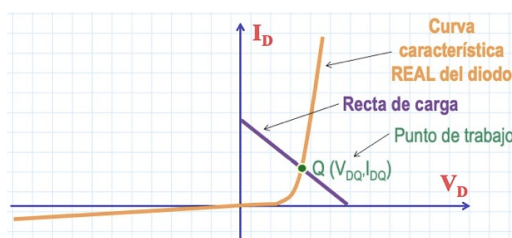
$$I_D = \frac{V_S}{R_S} - \frac{V_D}{R_S}$$

$$\text{Si } V_D = 0 \rightarrow \frac{V_S}{R_S}$$

WUOLAH

El punto de trabajo

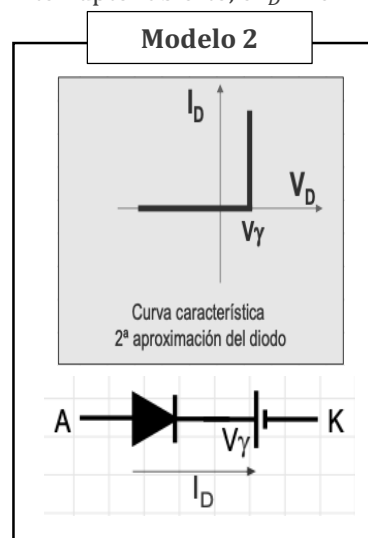
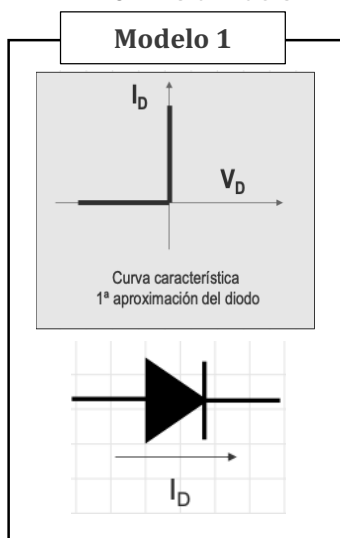
El diodo ha de cumplir necesariamente su *curva característica*. Ésta representa el lugar geométrico con todo el conjunto de pares-tensión posibles (V_D, I_D) . Gráficamente, el punto de trabajo corresponde con el punto de intersección de la recta de carga y la ecuación no lineal del diodo, las cuales deben satisfacerse de forma simultánea.



Modelos de los Diodos

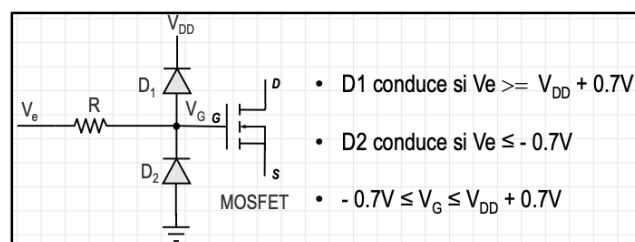
Se abordará el estudio de los dos primeros modelos, que son los que más se utilizan:

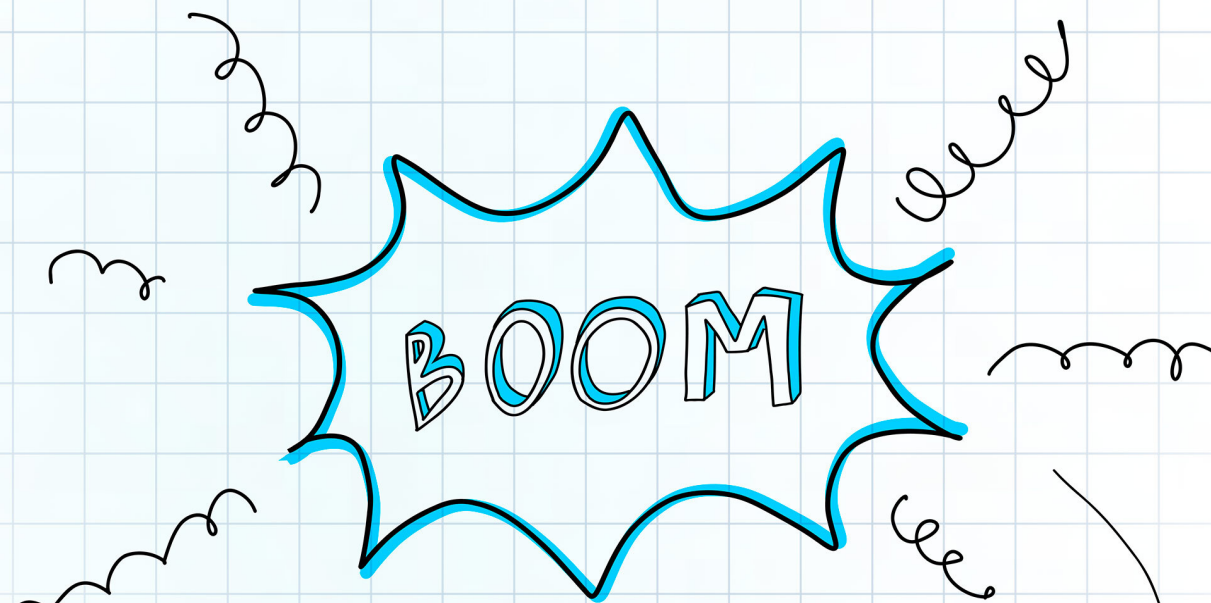
- **Modelo 1 - El diodo ideal:** aproxima el comportamiento del diodo con el de un interruptor. Tiene dos posiciones:
 - **Polarización directa:** *cerrado (ON)*. $V_D = 0$ para toda $I_D > 0$.
 - **Polarización inversa:** *abierto (OFF)*. $I_D = 0$ para toda $V_D < 0$.
- **Modelo 2 - El diodo ideal con Tensión Umbral V_γ :** este se refleja en el circuito añadiendo en serie con el diodo ideal un generador de valor V_γ .
 - **Polarización directa:** $V_D \approx 0.7V$, $I_D > 0$
 - **Polarización inversa:** se comporta como un interruptor abierto, e $I_D = 0$.



Diodos recortadores

Estos protegen las entradas de los circuitos con MOSFET ante sobretensiones. La resistencia R limita la corriente por los diodos e impide que se destruyan por excesiva disipación de potencia.





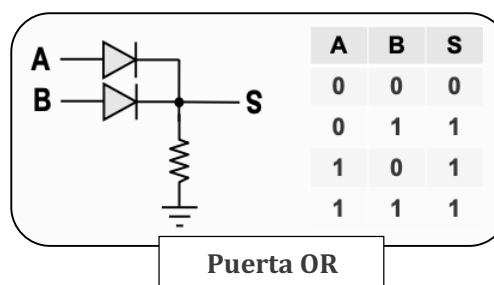
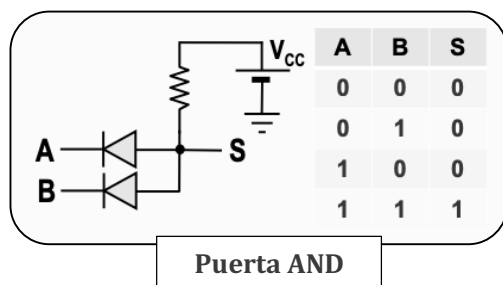
Hazte cliente de BBVA y ... **ahórrate 6 meses** **de suscripción**

Ahora, si te abres una Cuenta Online en BBVA, te reembolsamos una de estas suscripciones durante 6 meses (hasta 9,99€/mes) al pagarla con tu tarjeta Aqua Débito

NETFLIX**HBOmax** **Spotify** **PlayStation.Plus**[Abre tu cuenta](#)

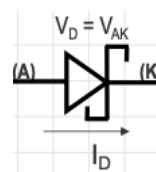
Aplicaciones digitales del Diodo

Existen dos puertas lógicas que han sido diseñadas con el diodo. Estas son:

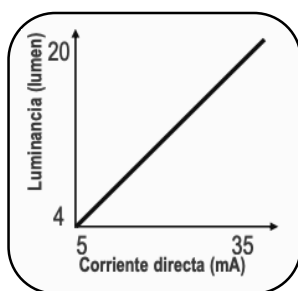


Diodos Schottky

Estos son diodos especiales para aumentar la velocidad de conmutación de las puertas lógicas. Se construyen mediante la unión de *aluminio* y un *semiconductor de tipo N poco dopado*. La corriente de saturación es aproximadamente 1000 veces mayor, y presenta una tensión gamma $V_\gamma \approx 0,4V$.



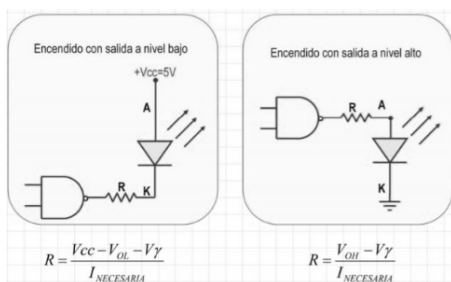
Fundamentos de los LED



El LED es un Diodo Emisor de Luz. Cuando se polarizan en directo se inyectan portadores mayoritarios. Para reestablecer el equilibrio, se recombinan los portadores, desprendiendo energía en forma de calor o luz.

El color depende del material empleado, y el valor de tensión de codo aumenta con la frecuencia de radiación. Existen 2 parámetros fundamentales del LED: $V_F = V_\gamma$ y I_F = Intensidad necesaria para tener una buena visibilidad (V_F = forward).

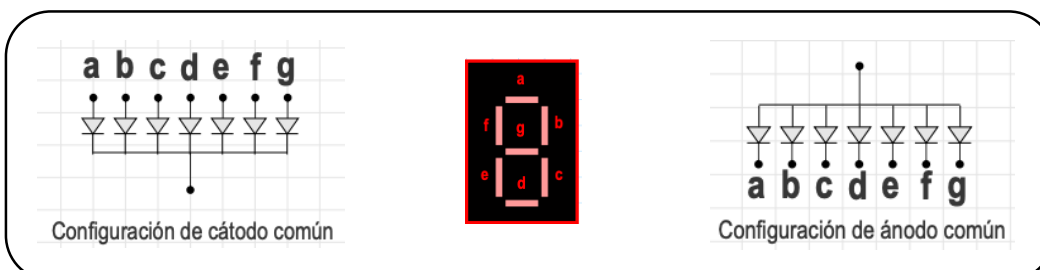
Circuitos con LED



- V_{OL} = tensión de salida a nivel bajo de la puerta. (Equivalente a "0" lógico)
- V_{OH} = tensión de salida a nivel alto de la puerta. (Equivalente a "1" lógico)
- $I_{NECESARIA}$ = valor de la corriente que aporta una buena visibilidad del LED.

Visualizadores de 7 Segmentos

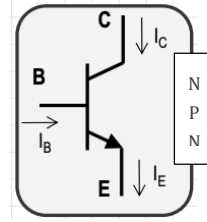
Son dispositivos constituidos por 7 LEDs, configurados en cátodo común o en ánodo común.



El Transistor Bipolar – Fundamentos

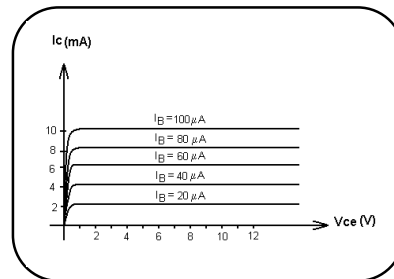
Un transistor bipolar de unión es un dispositivo de tres terminales que, en la mayoría de los circuitos lógicos, trabaja como un interruptor controlado por corriente.

- Si circula una pequeña corriente por uno de los terminales, llamado la *base*, entonces el interruptor está en ON. (La corriente puede circular entre los otros dos terminales, llamados el emisor y el colector).
- Si no circula corriente por la base, entonces el interruptor está en OFF. (No circula corriente entre el emisor y el colector).



Hay que recordar que las corrientes se definen siempre en su sentido real para los transistores. Así, la tensión base-emisor de un NPN en activa será positiva, al igual que la tensión colector-emisor.

Las **curvas características** de salida muestran la corriente del colector (I_C) de la malla de salida. Esta corriente depende de V_{CE} , así como de la corriente de base I_B , por ello hay varias curvas, cada una para una corriente de base diferente.

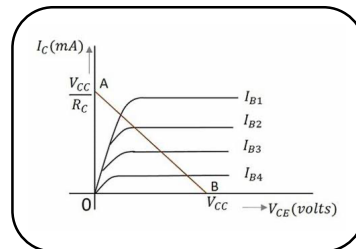


Para corriente de base igual a 0, el transistor está en corte, por lo que no conduce y se corresponde a la curva pegada al eje horizontal.

Por otro lado, tenemos la **recta de carga**, la cual nos ayuda a determinar el punto de trabajo por la intersección de la curva característica con ella. Gráficamente, se puede resolver empleando la ecuación ya conocida del circuito de colector: $V_{CE} = V_{CC} - R_C \times I_C$

Para dibujar la recta de carga $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C}$, debe tenerse en cuenta que cortará a los ejes en dos puntos:

- La tensión V_{CC} , cuando $I_C = 0 \text{ mA}$
- La corriente de cortocircuito $I_{Cmax} = \frac{V_{CC}}{R_C}$, correspondiente a $V_{CE} = 0 \text{ V}$



En los transistores existe una **zona de corte** que se da cuando $V_{CE} = V_{CC}$. En esta situación todas las corrientes del transistor serán nulas. El modelo del transistor en esta zona es un circuito abierto en todos sus terminales.

Sin embargo, cuando el transistor no se halla en la zona de corte, decimos que se encuentra **activo**. Si se encuentra en esta zona, se cumplirá que: $I_C = \beta \cdot I_B$

Por lo que: $V_{CE} = V_C = V_{CC} - i_C \cdot R_C$, y sustituyendo obtenemos:

$$V_C = V_{CC} = - \frac{(V_{BB} - 0.7V) \cdot \beta \cdot R_C}{R_B}$$

Hazte cliente de BBVA y ... ahórrate 6 meses de suscripción

WUOLAH
+ BBVA

NETFLIX

Spotify

HBOmax

Disney+

PlayStation.Plus

DAZN

Ahora, si te abres una Cuenta Online en BBVA, te reembolsamos una de estas suscripciones durante 6 meses (hasta 9,99€/mes) al pagarla con tu tarjeta Aqua Débito

Promoción solo para nuevos clientes de BBVA. Válida hasta el 30/06/2023. Estas empresas no colaboran en la promoción.

1/6

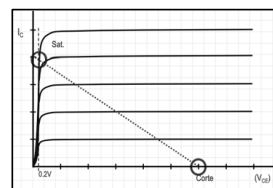
Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Por último, también encontramos una zona de saturación, la cual se da en el momento en el que se alcance una tensión que aproximadamente es: $V_{CE} = V_{CE_{SAT}} = 0.2V$. La saturación se produce porque el circuito de salida impide el paso de más corriente, aunque la I_B aumente.

Trabajo del transistor en Conmutación

Un transistor se dice que trabaja en conmutación cuando se encuentra exclusivamente en el corte o en la saturación, que son dos estados claramente diferenciados, pasando de un estado al otro lo más rápido posible. En este modo de funcionamiento se basan los circuitos digitales.



Inversor con el Transistor BJT

Un inversor se puede construir fácilmente con un transistor BJT debidamente polarizado. Si V_{BB} es una tensión que varía entre 0 y 5V, la salida será:

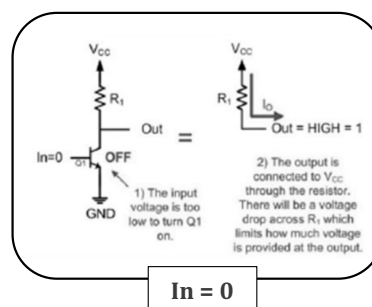
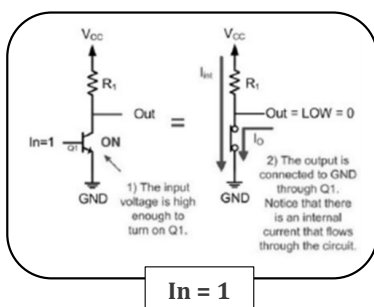
- **Estado OFF:** cuando $V_{BB} = 0$; $I_C = 0$; $V_C = 5V$
- **Estado ON:** cuando $V_{BB} = 5V$; $V_C \approx 0$ (Suponiendo que el transistor está saturado)

Para que el transistor esté saturado, hará falta una $I_{BminSAT}$ que valdrá:

$$I_{BminSAT} = \frac{V_{CC} - V_{CE_{SAT}}}{R_C \beta}$$

En el inversor se pueden dar dos casos dependiendo de la entrada:

- **In = 1:** la tensión de entrada es suficientemente alta para hacer conducir a $Q_1 \rightarrow Q_{1SAT}$. Q_1 se puede aproximar a un cortocircuito.
- **In = 0:** la tensión de entrada es muy baja y Q_1 está en corte, entonces $Q_1 \rightarrow OFF$. Q_1 se puede aproximar a un circuito abierto.



Abre tu cuenta



WUOLAH
+ BBVA

WUOLAH

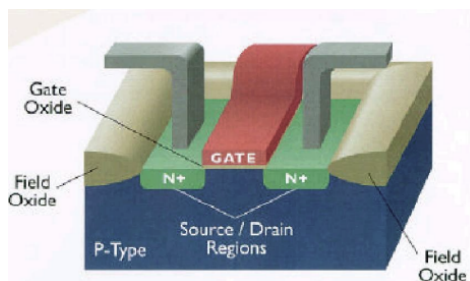
TEMA 2 – EL TRANSISTOR MOSFET

En el transistor de efecto de campo (FET), la regulación de la corriente depende del ancho de un canal, y éste a su vez depende de un campo eléctrico. No hay estímulo de corriente (I_B) como en el BJT.

El MOSFET es unipolar porque la corriente la constituye un solo tipo de portador, electrones en el de tipo N, y huecos en el de tipo P. Sin embargo, en el BJT, las uniones en directa hacen participar simultáneamente a los dos tipos de portadores, de ahí el apelativo de bipolar.

Los Mosfet presentan bajo consumo en general, dado que no tienen corriente permanente de entrada ($I_{GATE} = 0$). En BJT, $I_B > 0$. Además, las corrientes de salida son menores que en los BJTs.

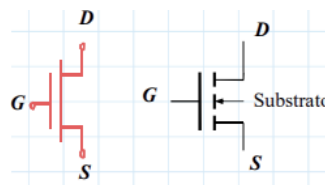
La Estructura de un Mosfet



En la simbología del Mosfet, podemos apreciar los contactos:

- **S** = Fuente (*Source*)
- **G** = Puerta (*Gate*)
- **D** = Drenador (*Drain*)

S y D son zonas semiconductoras altamente dopadas, y definen el tipo de canal. Tienen contacto metálico (*Al, Cu*). En cambio, G puede ser metálica o de polisilicio. Se emplea también una capa muy fina de aislante (dieléctrico) de SiO_2 para aislar la puerta. Substrato semiconductor, en ocasiones conectado a la fuente. De tipo contrario a las zonas S y D. El *Field Oxide* se refiere a la capa ancha de aislante usada para separar el transistor de otros dispositivos, dentro de la misma oblea.



El Mosfet tiene dos parámetros básicos:

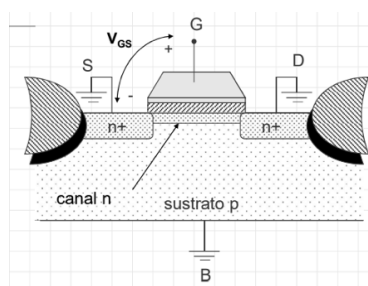
- **K** – (*Orden 0.1, 0.5, 1, 2, etc.*) directamente proporcional a la capacidad de la puerta, la movilidad de los portadores de carga y a la relación ancho/largo del canal (W/L).
- **V_T** – Tensión necesaria en V_{GS} para formar canal.

Funcionamiento del Mosfet

Primero, analizaremos la formación de un canal, el cual se forma si:

- **$V_{GS} > V_T$** : se induce un canal tipo N entre S y D por *acumulación* de electrones.

El Mosfet tiene tres zonas de funcionamiento, que vienen determinadas por la tensión aplicada en V_{GS} y V_{DS} , que son: *corte*, *lineal* (o *zona Óhmica*) y *saturación*.

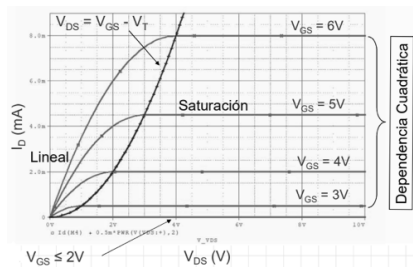


Dichas zonas se ocasionan si:

1. **Corte:** $V_{GS} \leq V_T \rightarrow$ no se forma canal.
2. **Lineal:** Para poder darse tiene que haber canal, y que $V_{DS} > 0$. Entonces $I_{DS} > 0$.
 - 2.1. **Óhmica Resistiva:** Para V_{DS} pequeñas, el término V_{DS}^2 pierde relevancia al estar al cuadrado, y como resultado hay una dependencia lineal entre V_{DS} e I_D , de ahí el nombre de zona óhmica resistiva. Este, en esencia, es equivalente a una resistencia variable R_{ON} , que depende de V_{GS} . En la fórmula vemos como la resistencia es menor al aumentar K y/o V_{GS} :

$$R_{DSon} = R_{ON} \approx \frac{1}{2 \cdot K (V_{GS} - V_T)}$$
3. **Saturación:** el control sobre el flujo de corriente depende solo de la variable V_{GS} , tensión o puerta de control. El circuito de polarización puede conducir más, pero el transistor "no lo permite". Digamos que el funcionamiento del transistor es semejante a una válvula, en la que una variable de control V_{GS} regula el paso de una corriente I_{DS} . En este caso, el Mosfet equivale a una fuente de corriente I_{DS} controlada por tensión V_{GS} .

Curvas I-V del NMOS

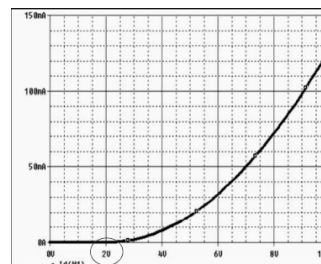


La línea punteada separa la zona lineal de la saturación. A partir de este punto, en cada curva es donde la I_{DS} permanece constante, de forma independiente a V_{DS} .

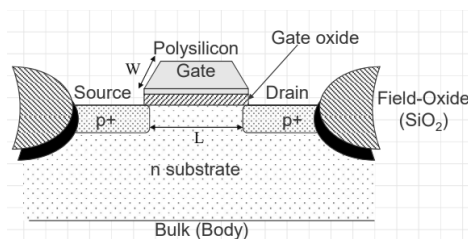
La curva de $V_{GS} = V_T$ coincide con el eje X, y delimita el corte del transistor.

Todas las curvas con $V_{GS} \leq V_T$ coinciden con el eje X, y delimitan el corte del transistor.

La parábola de saturación muestra la corriente I_{DS} en función de la tensión de puerta V_{GS} , que es de lo único que depende en la zona de saturación. Si está en zona óhmica, ésta será un límite superior. Se puede apreciar como la parábola arranca en $V_{GS} = V_T$.

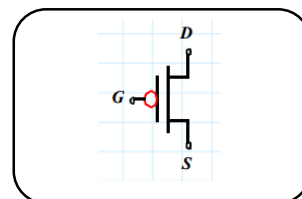
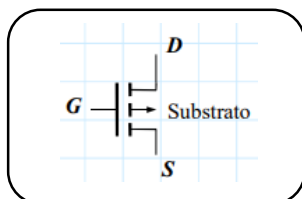


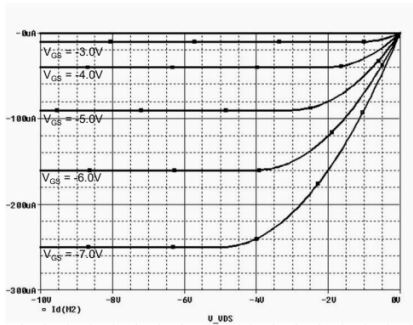
El transistor PMOS



S y D son zonas P+, el sustrato es N y los portadores son huecos que se mueven de S a D.

La corriente, a su vez, es de S a D y mayor que 0, ($I_{SD} > 0$), y para formar el canal: $V_{GS} < -V_T$. En resumen, las tensiones y corrientes tienen signo





Las curvas para el PMOS son similares a las del NMOS, pero se trasladan al tercer cuadrante, debido a que ahora la I_{DS} y V_{DS} son negativas.

También se puede representar en el segundo cuadrante, cuando se toma como corriente la I_{SD} , que ya lleva implícito el sentido contrario de la corriente.

Fórmulas – NMOS vs PMOS

NMOS	Zona	PMOS
$V_{GS} > V_T$	Conduce	$V_{GS} < -V_T$
$V_{DS} > V_{GS} - V_T$	Condición de Saturación	$V_{DS} < V_{GS} + V_T$
$I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$	Saturación	$I_{SD} = K(V_{GS} + V_T)^2$
$I_{DS} = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$	Óhmica o Lineal	$I_{DS} = K[2(V_{GS} + V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$
$R_{ON} \approx \frac{1}{2 \cdot K(V_{GS} - V_T)}$		$R_{ON} \approx \frac{1}{2 \cdot K(V_{GS} + V_T)}$

Resumen de Zonas NMOS

Zona NMOS	Ecuación	Comprobación
Corte	$I_{DS} = 0$	$V_{GS} < V_T$
Saturación	$I_{DS} = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$	$V_{DS} > V_{GS} - V_T$
Óhmica	$I_{DS} = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$ $R_{ON} \approx \frac{1}{2 \cdot K(V_{GS} - V_T)}$	$V_{DS} < V_{GS} - V_T$

El Mosfet de Acumulación – Polarización

Se divide en 4 fases:

1. Planteamos la ecuación de la malla G-S y calculamos V_{GS} . Importante comprobar que $V_{GS} > V_T$ para que el transistor conduzca. Si no conduce, $I_{DS} = 0$ y saltamos a la fase 3.
2. Suponemos saturación, con la ecuación de saturación, y relacionamos V_{GS} con I_{DS} . Si en la fase 1 no obtuvimos valor para V_{GS} , nos saldrá una ecuación de segundo grado. Descartaremos aquel valor en que $V_{GS} < V_T$. En cambio, si el circuito es digital, supondremos óhmica y calculamos la resistencia equivalente del Mosfet con la expresión simplificada que implica que $V_{DS} \approx 0V$.
3. Malla de salida D-S, obtenemos una ecuación donde aparecerá la variable V_{DS} , que será la ecuación correspondiente a la recta de carga estática. Si supusimos óhmica, se hace la malla D-S y despeja I_{DS} .
4. Con todas las variables anteriores, ya podemos comprobar la suposición del punto 2. Para un NMOS hay que comprobar:
 - 4.1. $V_{DS} > V_{GS} - V_T$ para saturación o lo contrario para óhmica.
 - 4.2. $V_{DS} = V_{GS} - V_T$, entonces estamos en el punto intermedio entre ambas zonas, y son válidas las ecuaciones de ambas.

Hazte cliente de BBVA y ...

ahórrate 6 meses de suscripción

WUOLAH
+ BBVA

NETFLIX

Spotify

HBOmax

Disney+

PlayStation.Plus

DAZN

Ahora, si te abres una Cuenta Online en BBVA, te reembolsamos una de estas suscripciones durante 6 meses (hasta 9,99€/mes) al pagarla con tu tarjeta Aqua Débito

Promoción solo para nuevos clientes de BBVA. Válida hasta el 30/06/2023. Estas empresas no colaboran en la promoción.

1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

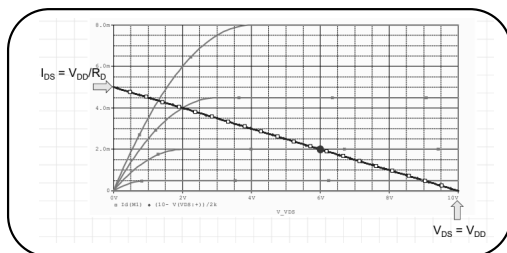
BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Abre tu cuenta



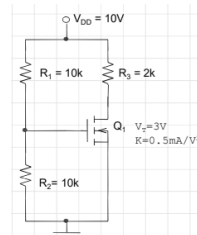
WUOLAH
+ BBVA

La Recta de Carga



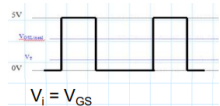
Las curvas, recta de carga y punto de trabajo corresponden al circuito del Mosfet de Acumulación con polarización con divisor resistivo.

La obtención de la recta de carga solo depende del circuito



de polarización y, por tanto, se obtiene con el mismo procedimiento que en con el diodo y transistor BJT.

El Mosfet en Conmutación



Se dice que el Mosfet trabaja en conmutación cuando “conmuta” entre las zonas delimitadas, en este caso entre la zona de corte y la zona lineal. Para conseguir esto, se debe aplicar a V_{GS} unos valores que hagan que el transistor esté en una de esas dos zonas:

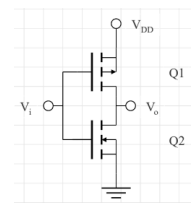
- Para que el transistor esté en corte, bastará con que $V_{GS} < V_T$.
- Para que esté en lineal, V_{GS} será mayor que una determinada V_{GS} límite que marca la frontera entre la zona lineal y la de saturación. Este valor límite depende del propio transistor y del circuito de polarización. (Normalmente, $V_{GS} = V_{DD}$).

A mayor R_D , menor V_{OL} y menor consumo a nivel bajo: $I_{DS} = \frac{V_{DD} - V_{OL}}{R_D}$. Si R_D es grande, este ocupa mayor espacio en silicio y el tiempo de conmutación aumenta. Es por ello por lo que el valor de R_D es un compromiso entre los dos aspectos.

El Mosfet en conmutación permite controlar el funcionamiento de diversos dispositivos, como LEDs, relés, motores, etc. En corte impide el paso de corriente, mientras que en la zona lineal permite el paso de corriente para hacerlos funcionar.

Puertas Lógicas con el NMOS

Gracias a éste, se pueden hacer puertas lógicas tales como el *nor* o la *nand*. Por otro lado, con el CMOS se puede hacer un *inversor*, que es la puerta básica de dicha familia y de ésta se derivan las demás. El nombre CMOS (*Complementary MOS*) viene de la presencia de parejas complementarias (PMOS-NMOS) de transistores.



Protección de los Transistores Mosfet

Los Mosfet son sensibles a: sobretensiones, sobrecorrientes, potenciales electrostáticos elevados y radiación; los cuales pueden provocar el desgaste y la ruptura de la capa de dieléctrico (SiO_2) de dichos transistores.

A parte, estos deben ser almacenados dentro de un material conductor, para cortocircuitar los pines CI entre sí, manipularlos de forma muy cuidadosa, y conectar todas aquellas entradas de un CI que no estén en uso a masa o, en su defecto, a V_{DD} .

WUOLAH