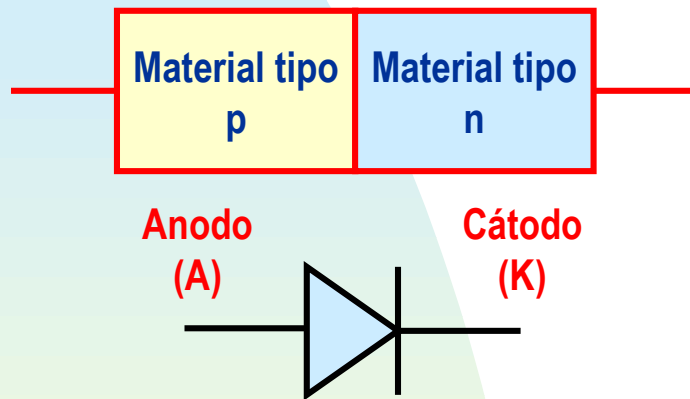


Tema 1.

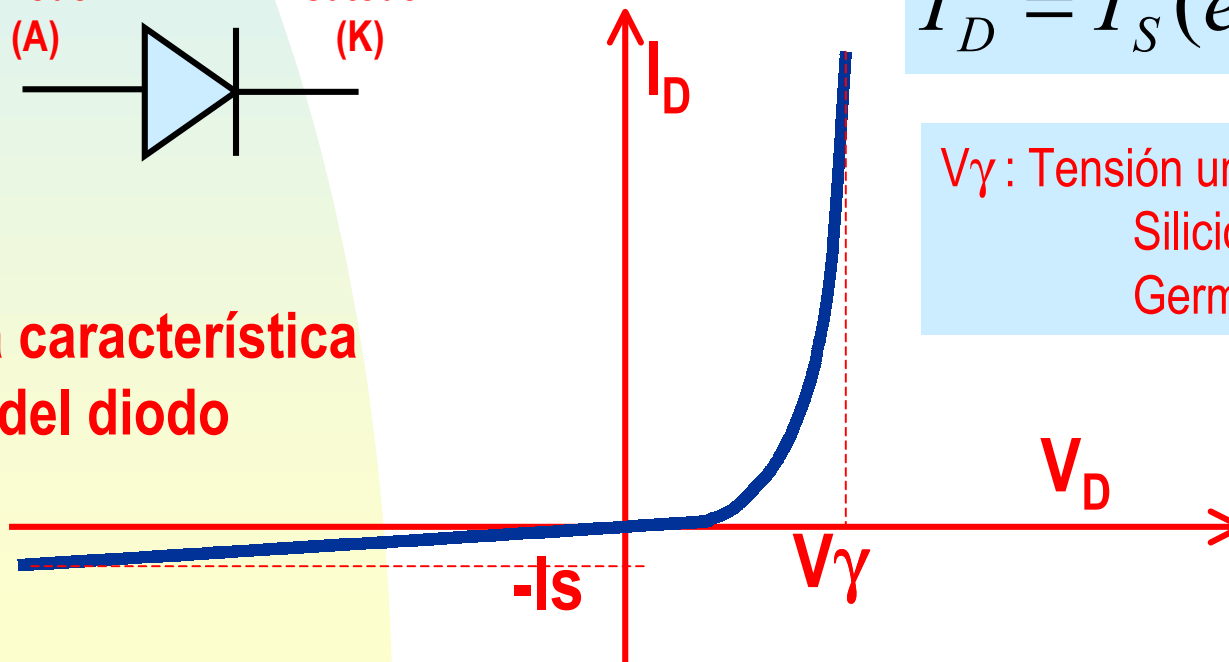
Diodos Semiconductores

- 1-Introducción
- 2-Comportamiento en régimen estático.
Recta de carga.
- 3- Tipos especiales de diodos
 - ◆ Zener
 - ◆ Schottky
 - ◆ Emisor de luz (LED)
- 4- Circuitos con diodos
 - ◆ Recortadores ó limitadores
 - ◆ Rectificadores
 - ◆ Filtrado
 - ◆ Aplicaciones digitales

Introducción



Curva característica del diodo



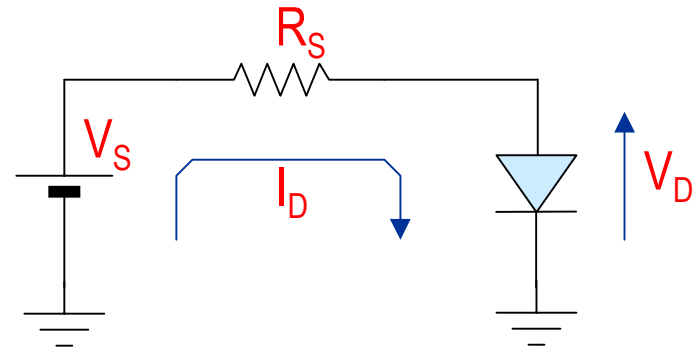
- La unión P-N conduce más fácilmente en el sentido directo que en sentido inverso (rectificación)
- Nombre del dispositivo: **DIODO**
- Dispositivo NO LINEAL

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{\zeta V_T}} - 1 \right)$$

V_γ : Tensión umbral del diodo
Silicio: 0.6 a 0.7V
Germanio: 0.1 a 0.2V

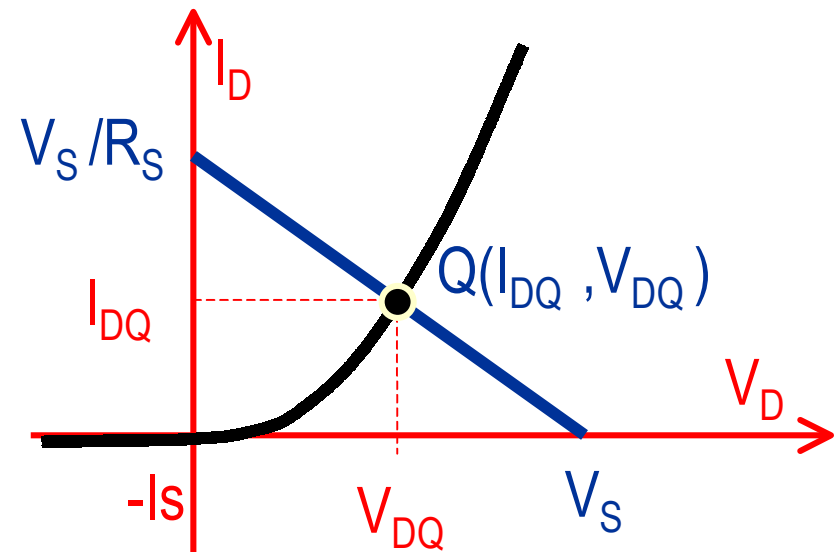
Recta de carga

- Es un método de análisis gráfico, empleado cuando existen dispositivos no lineales, como es el caso del diodo.
- La recta de carga y la ecuación no lineal del diodo deben satisfacerse mutuamente. (Gráficamente será el punto de intersección de la recta con la curva característica del diodo)
- La recta de carga no depende de la característica del dispositivo. Sólo depende de la tensión de alimentación y del valor de la resistencia serie.



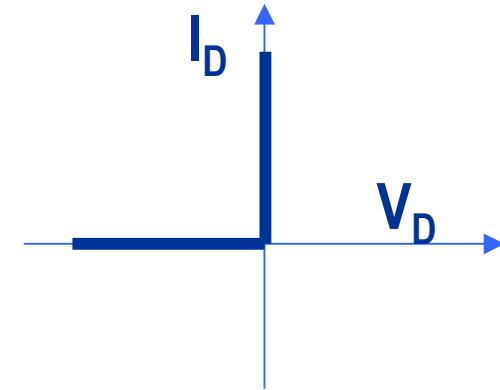
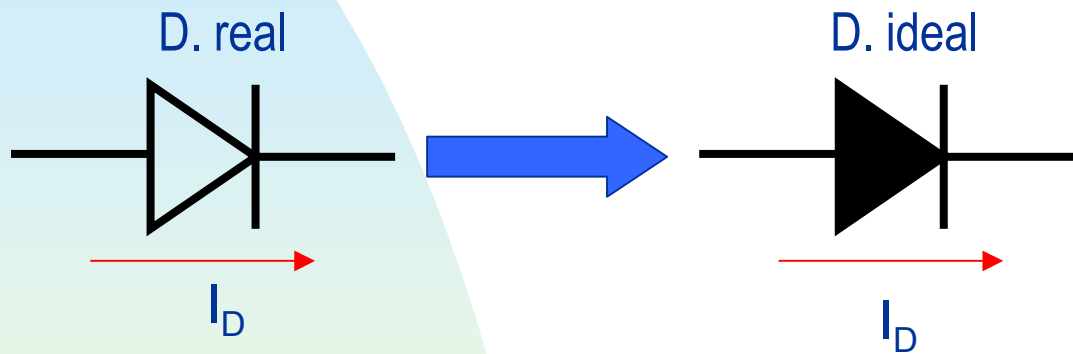
- En el circuito mostrado, aplicando la 2ª ley de Kirchoff, se tendrá:

$$V_S - I_D R_S - V_D = 0$$
$$I_D = \frac{V_S}{R_S} - \frac{V_D}{R_S} \quad (\text{Recta de carga})$$



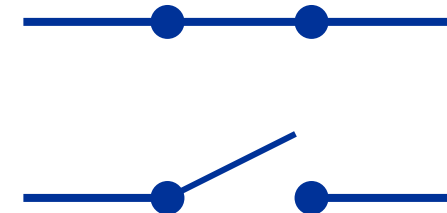
Aproximaciones del Diodo: 1

■ DIODO IDEAL



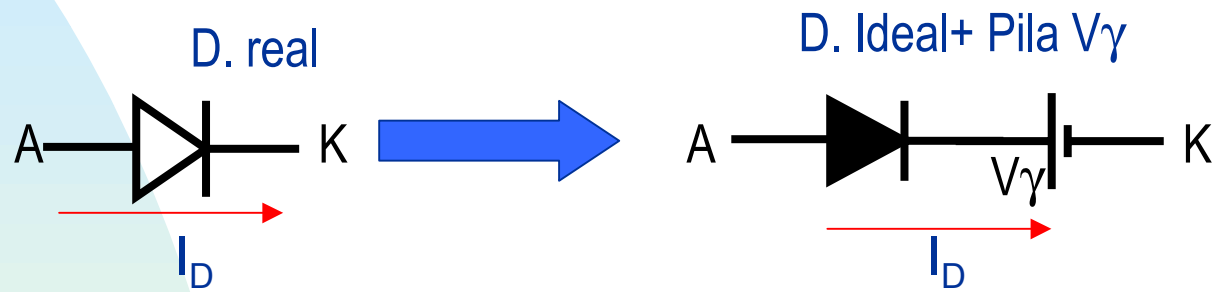
◆ Comportamiento como interruptor:

- ◆ Polarización directa: CERRADO (ON)
 - $V_D = 0$ para toda $I_D > 0$
- ◆ Polarización Inversa: ABIERTO (OFF)
 - $I_D = 0$ para toda $V_D < 0$

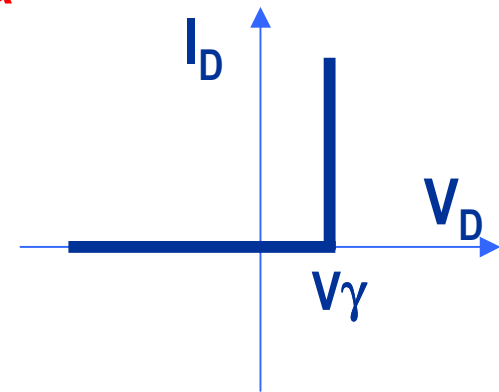


Aproximaciones del diodo: 2

- Diodo Ideal con tensión Umbral V_γ



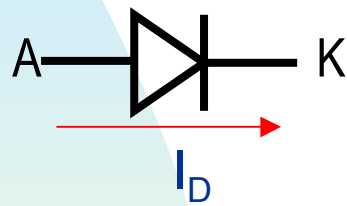
Es un interruptor serie con una pila de $V_\gamma = 0.7V$ aprox. para el silicio.



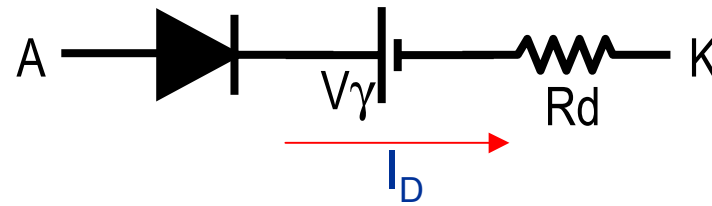
Aproximaciones del diodo: 3

- Diodo ideal con tensión umbral y resistencia directa

D. real



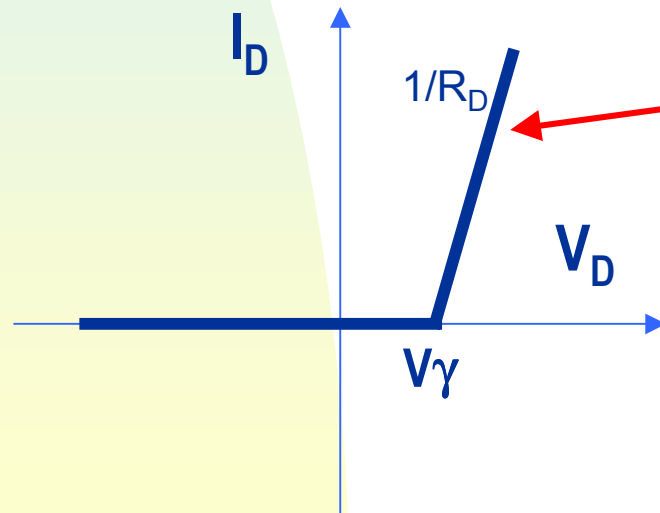
D. Ideal+ Pila V_γ + Resistencia serie R_d



Ecuación durante la conducción:

$$V_{AK} = V_\gamma + I_D R_D$$

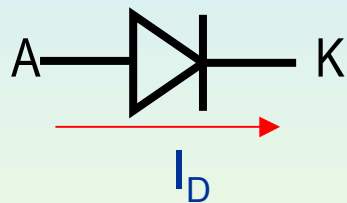
($R_D \cong$ entre 5 y 50 ohms, típicamente)



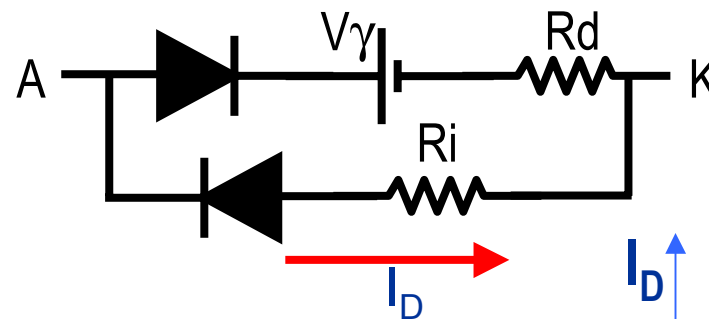
Aproximaciones del Diodo: 4

- Diodo ideal con tensión umbral, resistencia directa R_d y resistencia inversa R_i .

D. real



D. Ideal+ Pila V_γ + R_d + R. Inversa R_i



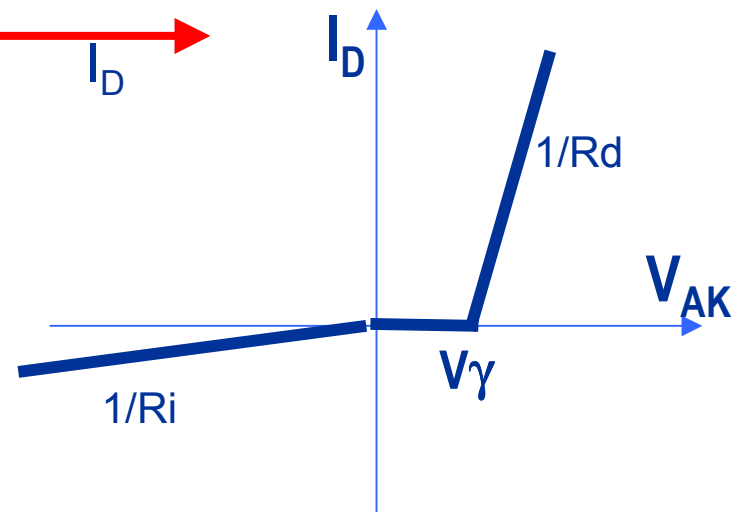
Ecuación en conducción directa:

$$(I_D > 0) \quad V_{AK} = V_\gamma + I_D R_d$$

Ecuación en conducción inversa:

$$(I_D < 0) \quad V_{AK} = I_D R_i$$

Normalmente, $R_d \approx 0$ y $R_i \approx \infty$, con lo que es aceptable el segundo modelo.

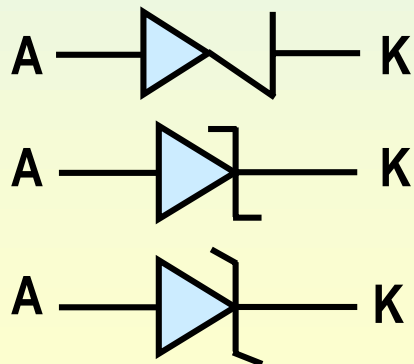


Tipos especiales de diodos

■ Diodo Zener

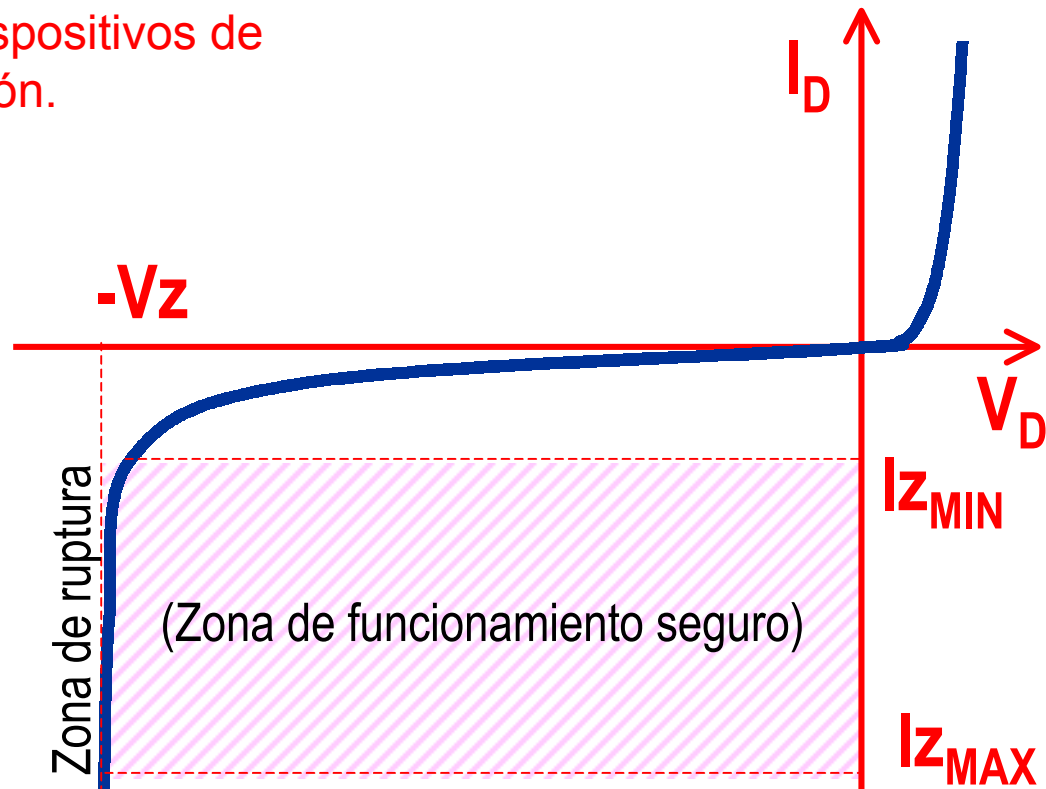
- ◆ Diseñados específicamente para trabajar en la zona de ruptura
- ◆ Utilizados como dispositivos de referencia de tensión.

■ Símbolos:



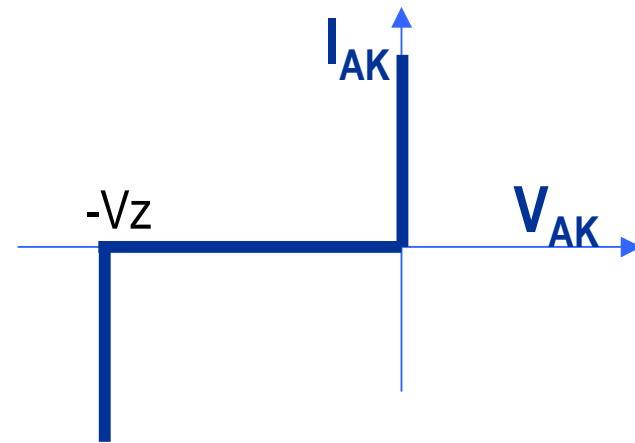
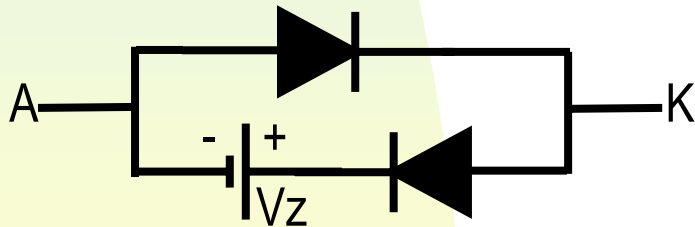
■ Curva Característica:

- ◆ Semejante a la de los diodos normales, pero la zona de ruptura está especialmente diseñada



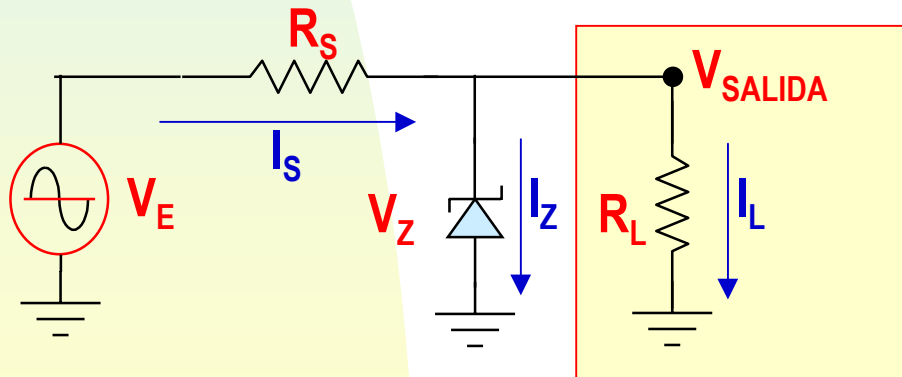
Modelo ideal del diodo Zener

- Semejante al diodo normal, pero se añade la rama de conducción inversa, simulándola mediante una pila de voltaje igual a la tensión zener.



Regulador de tensión con diodo Zener

- La tensión de salida será igual a V_Z , sólo si las variaciones de V_E y/o R_L producen cambios en I_Z que estén comprendidas entre I_{ZMIN} e I_{ZMAX} , que es la zona de funcionamiento del diodo.
- Esta restricción impone los valores máximos y mínimos de R_L y V_E para conseguir una correcta regulación.

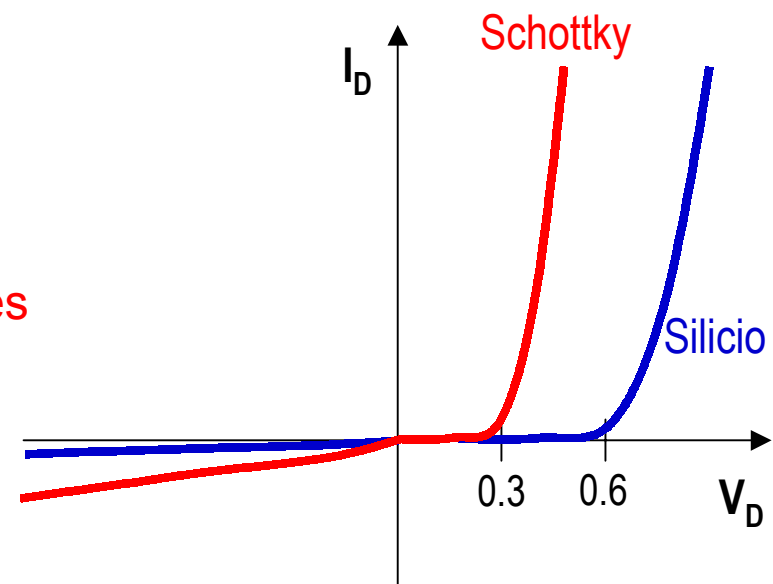
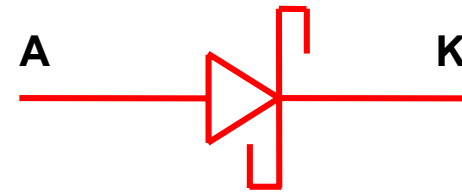


- El valor de la I_Z será:

$$I_Z = I_S - I_L = \frac{V_E - V_Z}{R_S} - \frac{V_Z}{R_L}$$

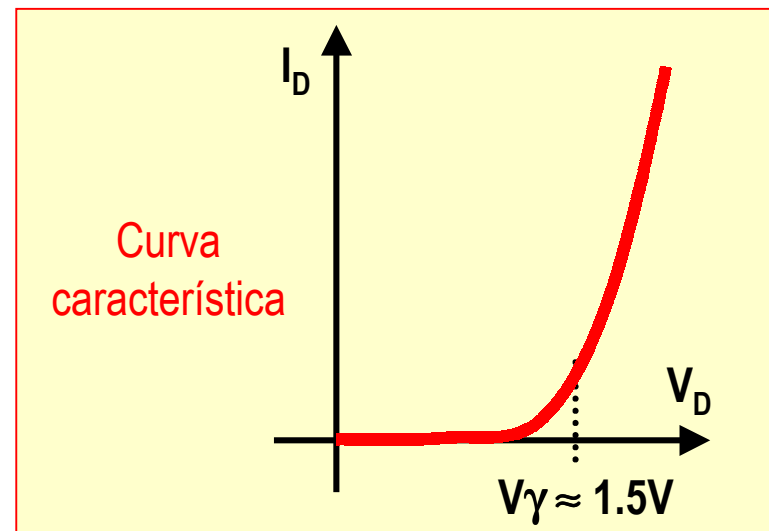
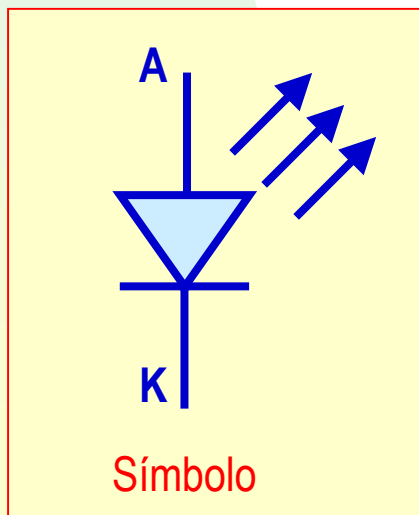
Diodo Schottky

- Son diodos de alta velocidad de conmutación
- Características:
 - ◆ Unión Metal-Semiconductor
 - ◆ Tensión umbral reducida (aprox. 0.3 a 0.4 V).
 - ◆ Tiempo de conmutación on/off y off/on muy pequeños (picosegundos).
 - ◆ Frecuencias de trabajo superiores a 300MHz.
- Aplicaciones: Circuitos digitales de alta velocidad.

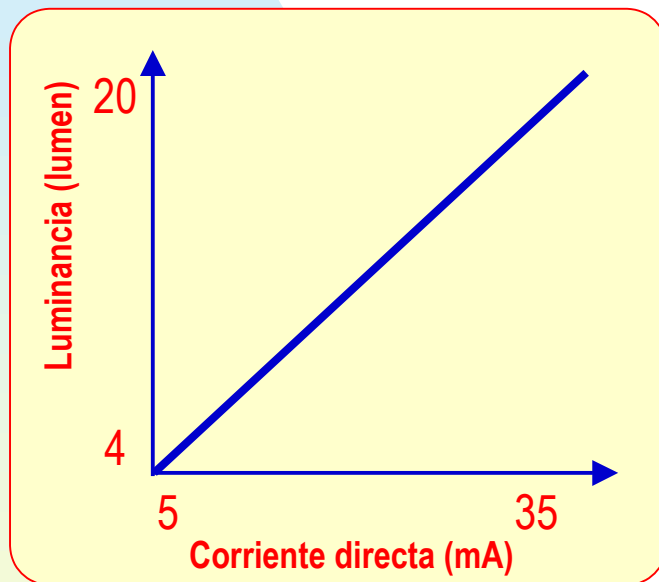


Diodo Emisor de Luz (L.E.D.)

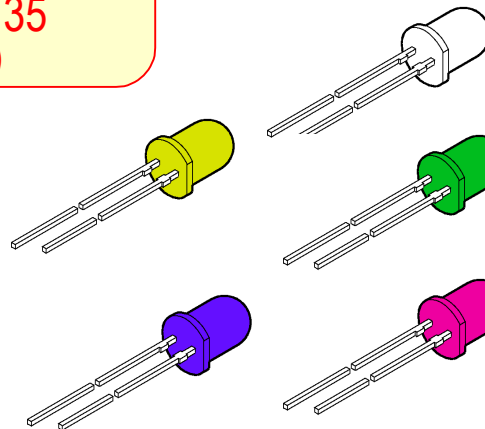
- Al polarizar en directo la unión P-N, se inyectan portadores mayoritarios, para restablecer el equilibrio, se recombinan los portadores, desprendiendo energía en forma de calor ó de luz.
- Este último caso (emisión de luz) se produce eligiendo materiales semiconductores adecuados:
 - ◆ GaAs, GaAsP, SiC, ...



Características de los LED:



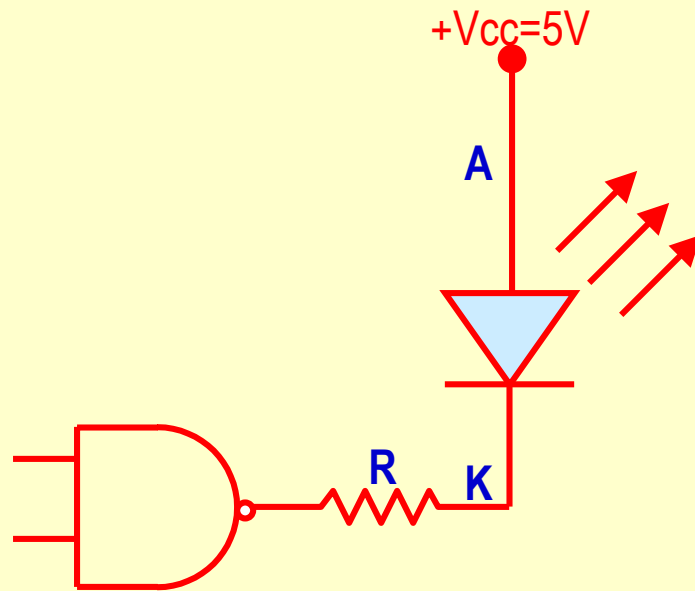
- V_f entre 1.5 y 1.8 voltios.
- La luminancia emitida es proporcional a la corriente en directo
 - ◆ (para una buena visibilidad se requieren típicamente de 15 a 20 mA)
- La radiación es casi monocroma (de un sólo color). Existen diodos de:



- ◆ Infrarrojos (muchas aplicaciones)
- ◆ Color Amarillo
- ◆ Color Verde
- ◆ Color Rojo (el más típico)
- ◆ Color Azul (el más raro)

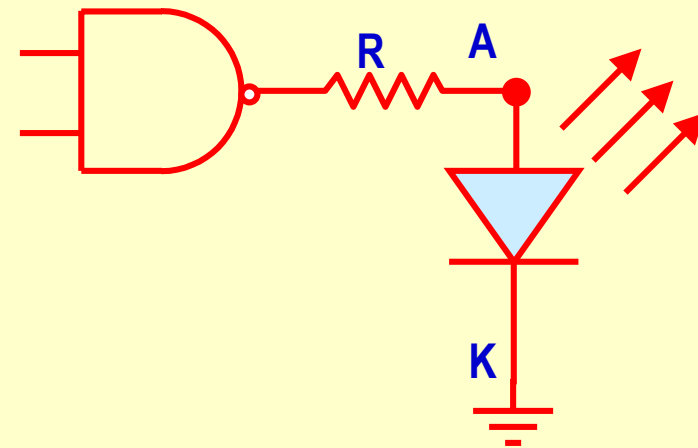
Circuitos con LEDs:

Encendido con salida a nivel bajo



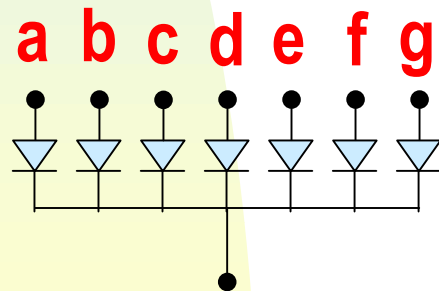
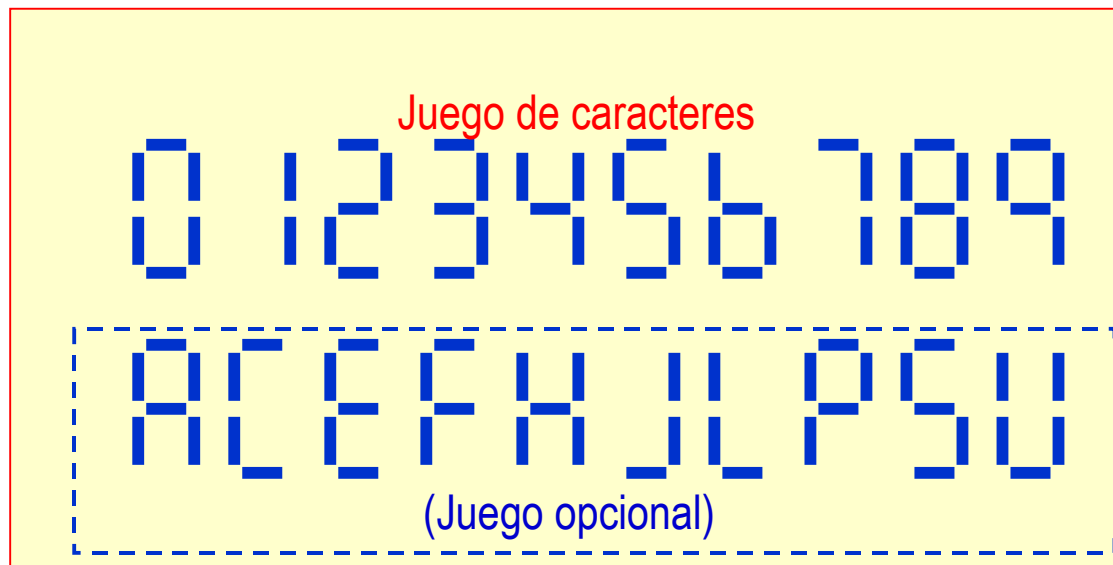
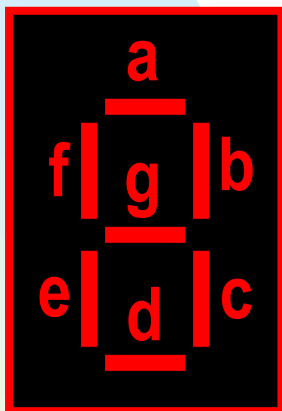
$$R = \frac{V_{cc} - V_{OL} - V_{\gamma}}{I_{NECESARIA}}$$

Encendido con salida a nivel alto

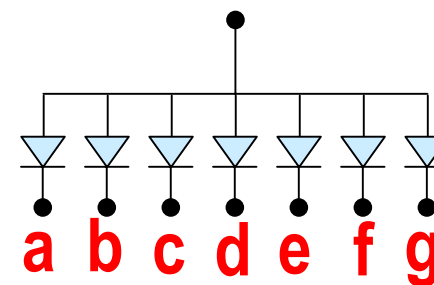


$$R = \frac{V_{OH} - V_{\gamma}}{I_{NECESARIA}}$$

Visualizadores de 7 segmentos

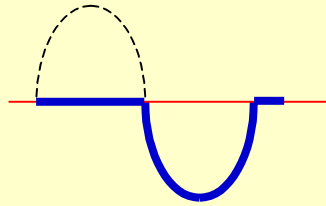
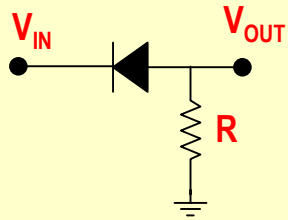


Configuración de cátodo común

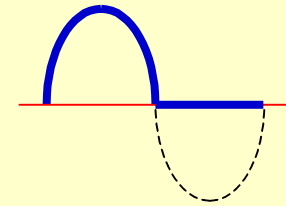
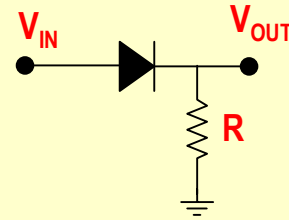


Configuración de ánodo común

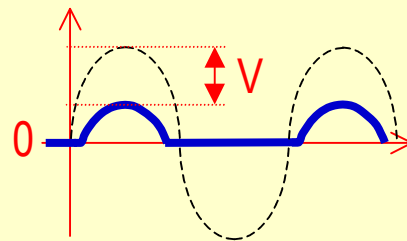
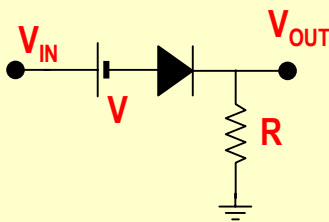
Circuitos con diodos. Recortadores a un nivel.



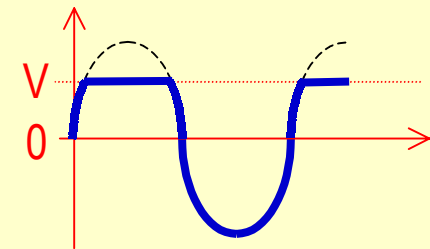
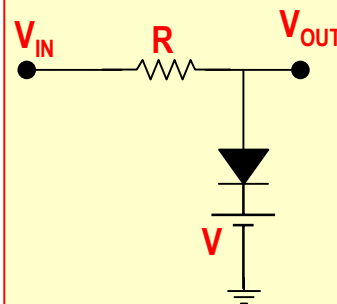
Diodo serie, negativo



Diodo serie, positivo



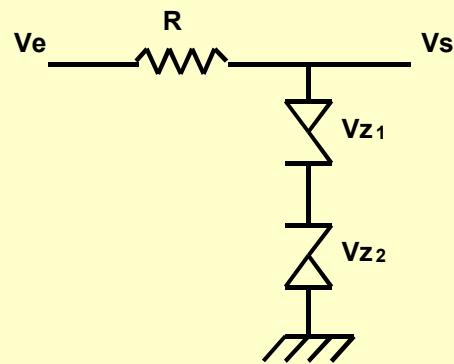
Diodo serie, con fuente de tensión



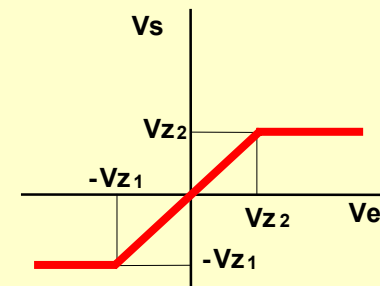
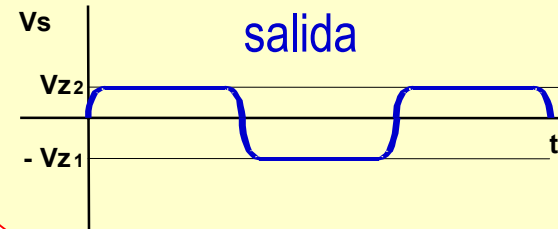
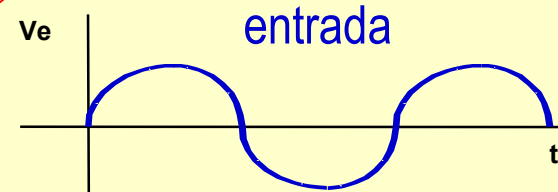
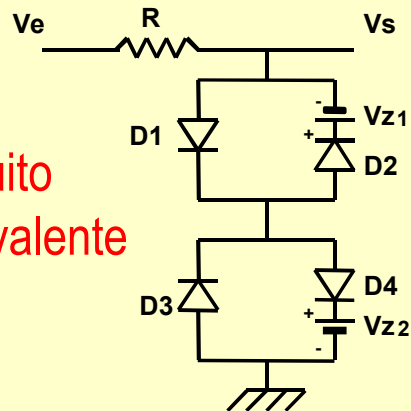
Diodo paralelo, con fuente de tensión

Circuitos con diodos. Recortadores a dos niveles.

Con diodos Zener.



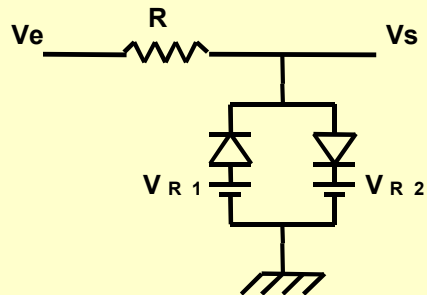
Circuito equivalente



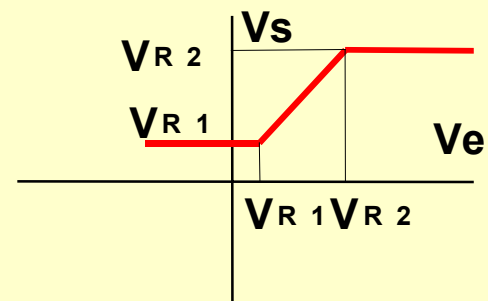
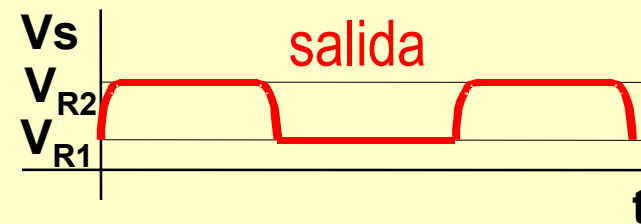
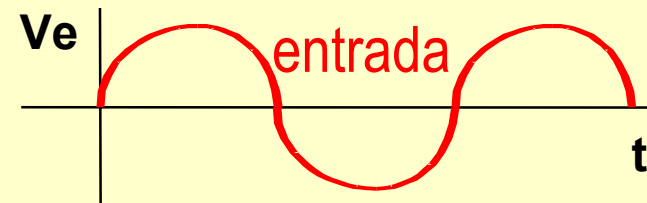
Curva de transferencia

Circuitos con diodos. Recortadores a dos niveles.(1)

■ Con diodos normales (Caso 1).



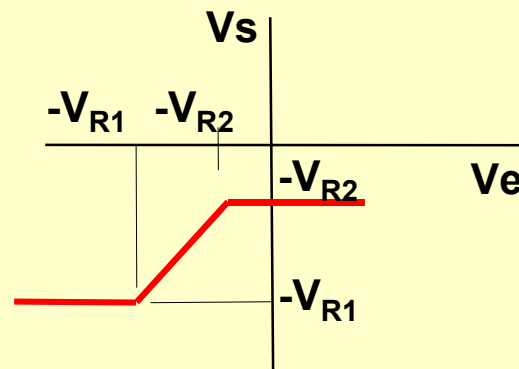
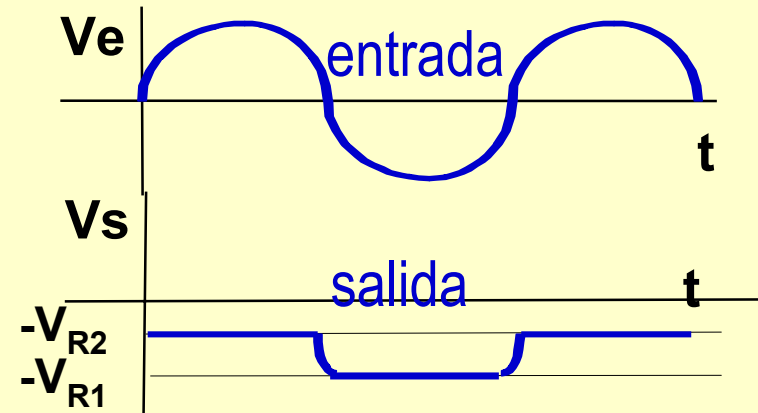
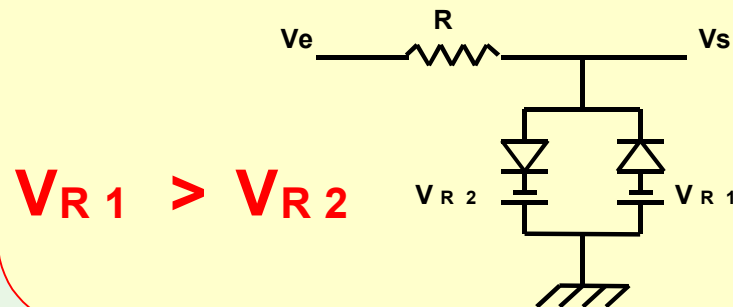
$$V_{R2} > V_{R1}$$



Curva de transferencia

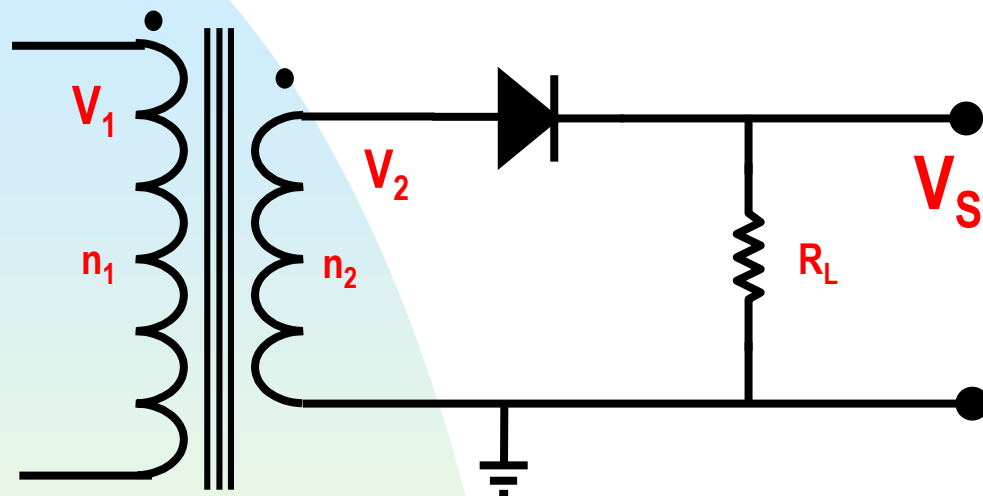
Circuitos con diodos. Recortadores a dos niveles.(2)

- Con diodos normales (Caso 2).



Curva de transferencia

Rectificador de media onda



•El transformador ajusta el nivel de tensión alterna V_2 mediante la relación de espiras (relación del transformador)

$$V_2 = V_1 \cdot (n_2/n_1)$$

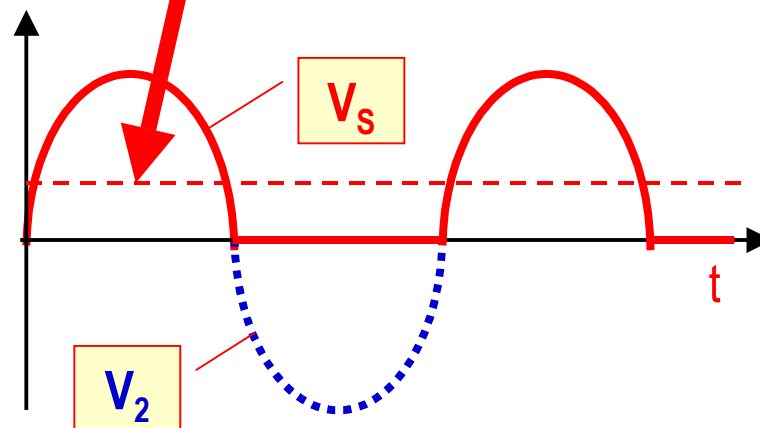
•Convierte una señal alterna en una señal unipolar

$$\text{si } V_2 > 0 \Rightarrow V_S = V_2$$

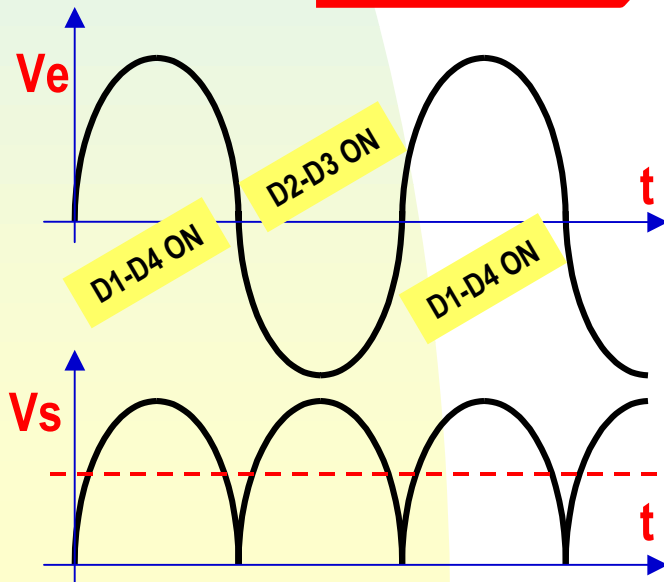
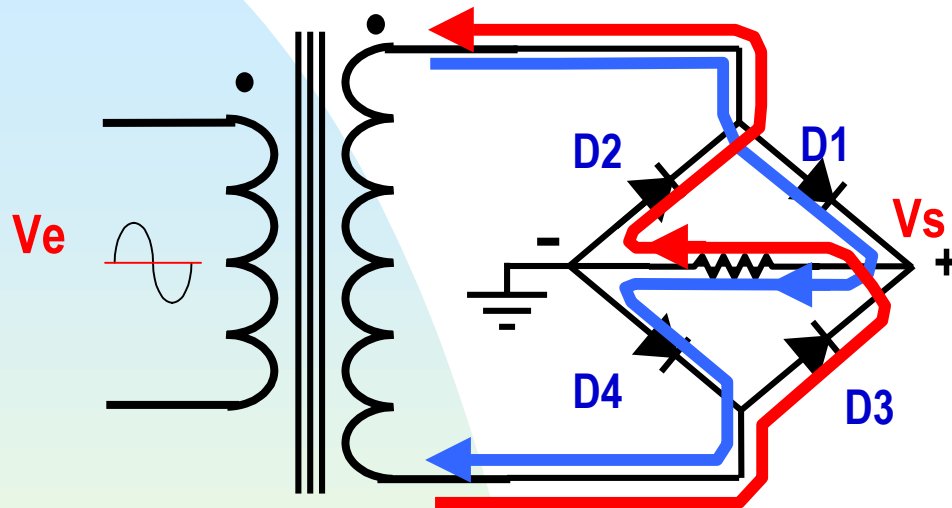
$$\text{si } V_2 \leq 0 \Rightarrow V_S = 0$$

•El valor medio de la salida es:

$$V_{S(MEDIO)} = \frac{V_{S(PICO)}}{\pi} = 0.318 \cdot V_{S(PICO)}$$



Rectificador de onda completa en puente.



- La tensión en la salida '+' es siempre positiva, ya que la corriente en la carga circula siempre en el mismo sentido.

- Los diodos 1-4 y 2-3 conducen siempre alternativamente por pares, luego hay el doble de caída de tensión que en el rectificador de media onda.

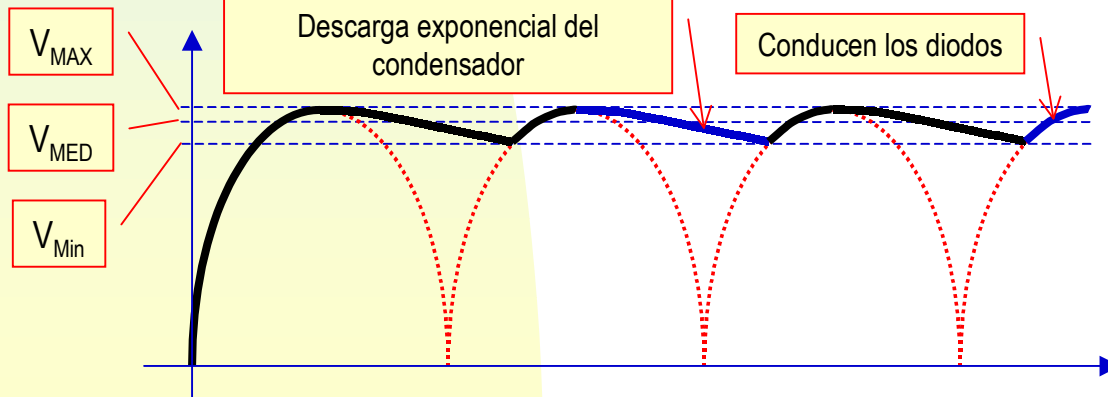
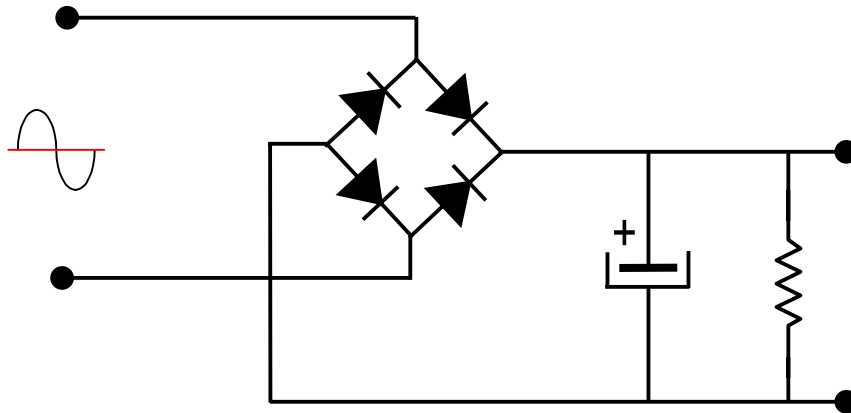
- El valor medio de la salida es el doble del rectificador en media onda

$$V_{S(MEDIO)} = \frac{2 \cdot V_{S(PICO)}}{\pi} = 0.636 \cdot V_{S(PICO)}$$

Filtrado de la señal rectificada.

Filtro típico:

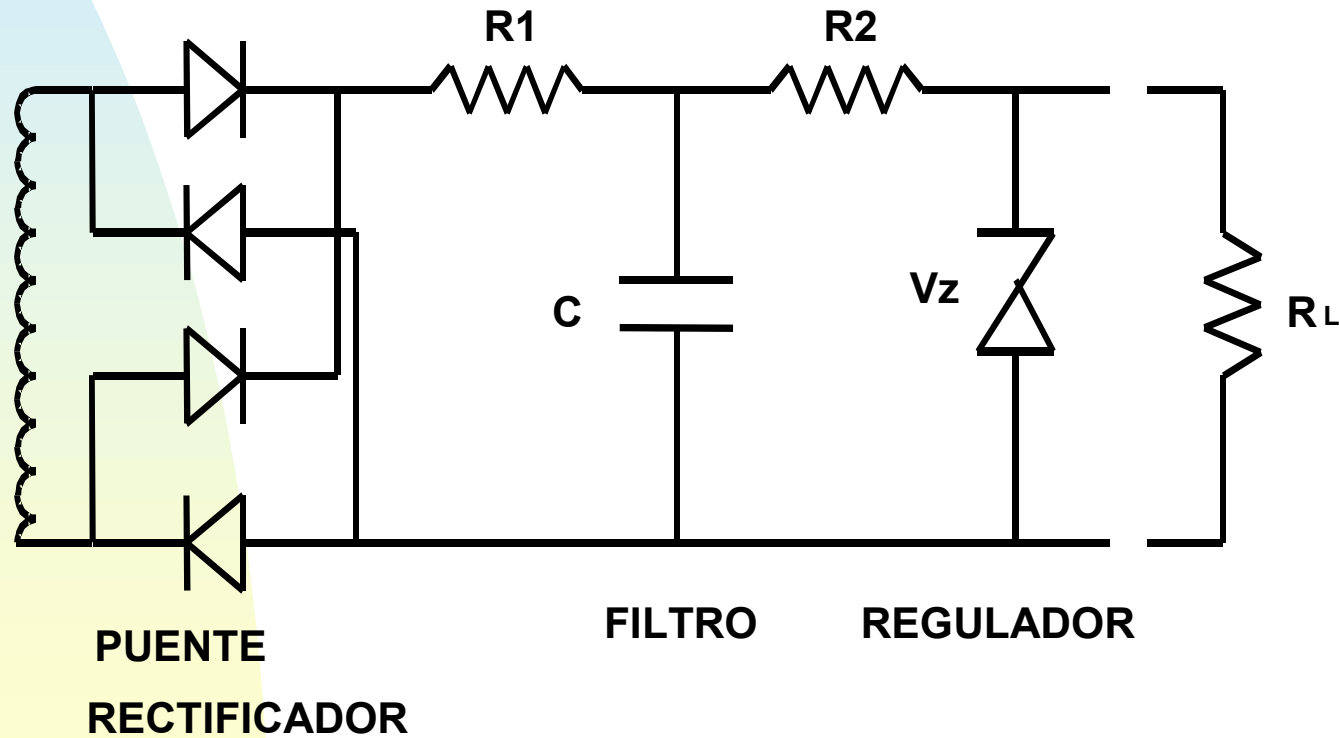
Condensador en paralelo con la carga



Para reducir el rizado, se aumenta el valor de C , pero el diodo soporta mayores picos de corriente y puede destruirse.

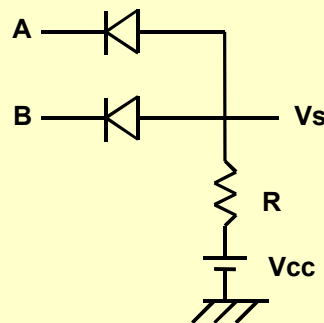
Fuentes de alimentación

- Esquema básico de una fuente de alimentación no regulada simplificada.



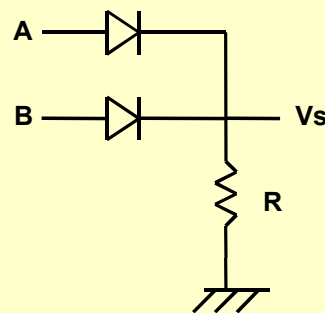
Puertas lógicas elementales con diodos.

Puerta AND (Y)



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Puerta OR (O)



A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1