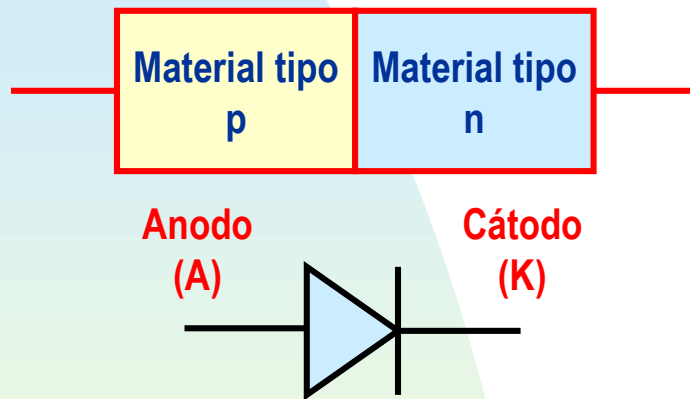


Tema 1.

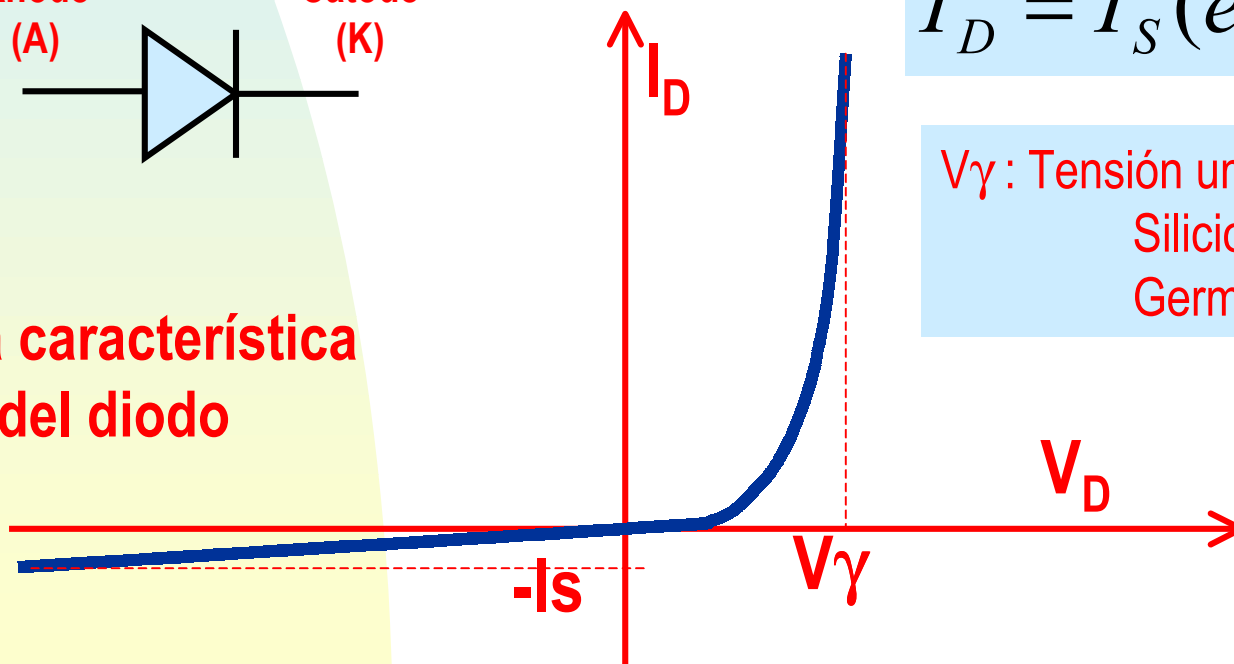
Diodos Semiconductores

- 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



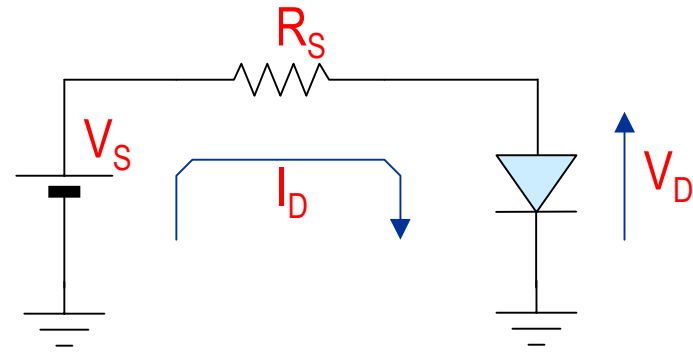
- La unión P-N conduce más fácilmente en el sentido directo que en sentido inverso (rectificación)
- Nombre del dispositivo: **DIODO**
- Dispositivo NO LINEAL

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

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

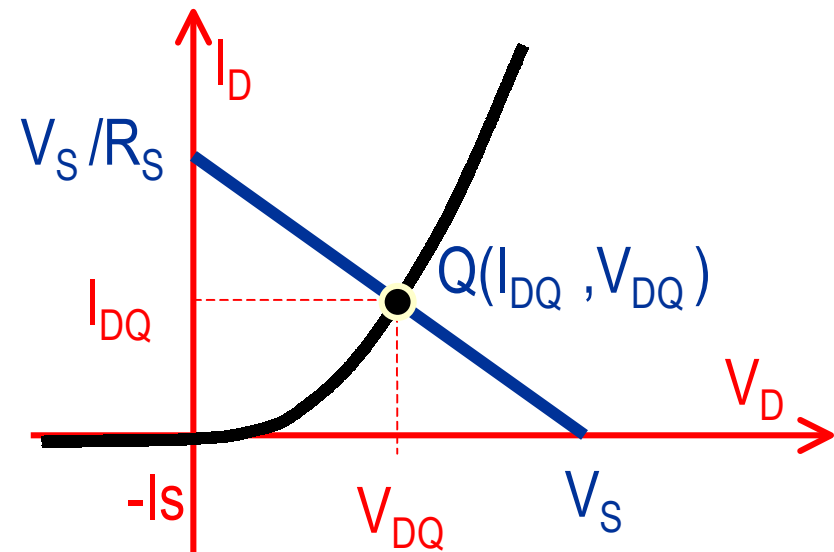
Recta de carga

- 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.



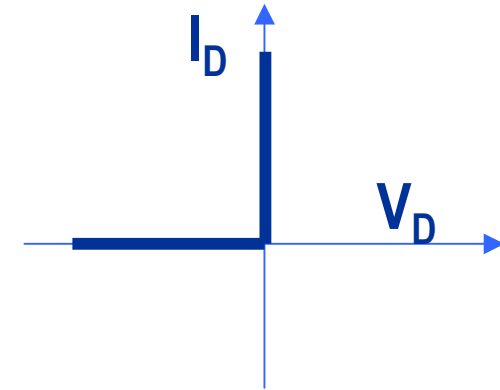
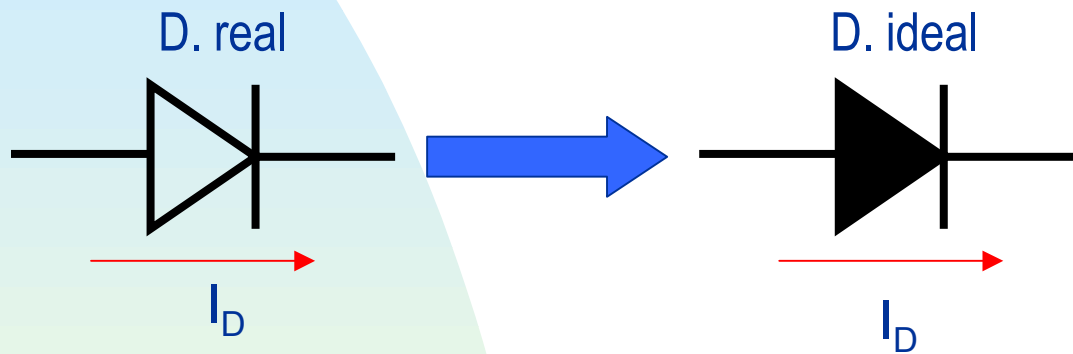
- En el circuito mostrado, aplicando la 2ª ley de Kirchoff, se tendrá:

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



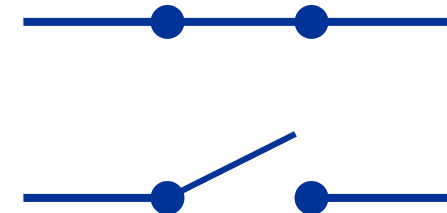
Aproximaciones del Diodo: 1

■ DIODO IDEAL



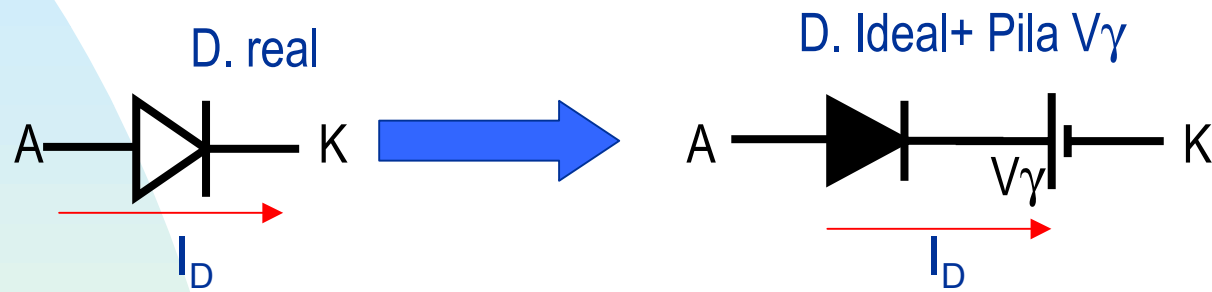
◆ Comportamiento como interruptor:

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

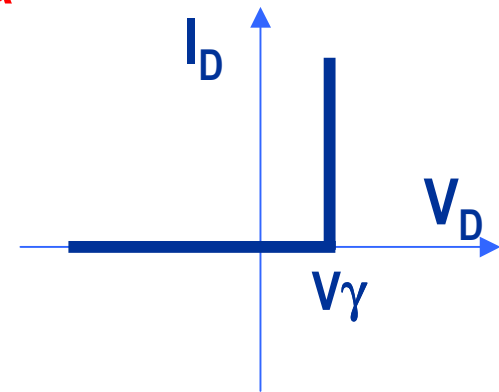


Aproximaciones del diodo: 2

- Diodo Ideal con tensión Umbral V_γ



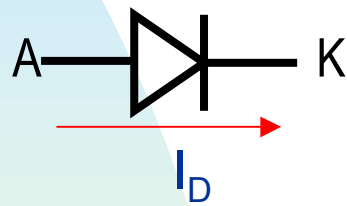
Es un interruptor serie con una pila de $V_\gamma = 0.7V$ aprox. para el silicio.



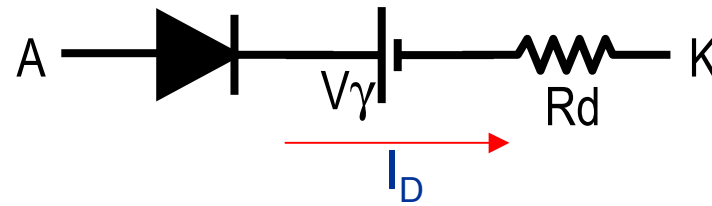
Aproximaciones del diodo: 3

- Diodo ideal con tensión umbral y resistencia directa

D. real



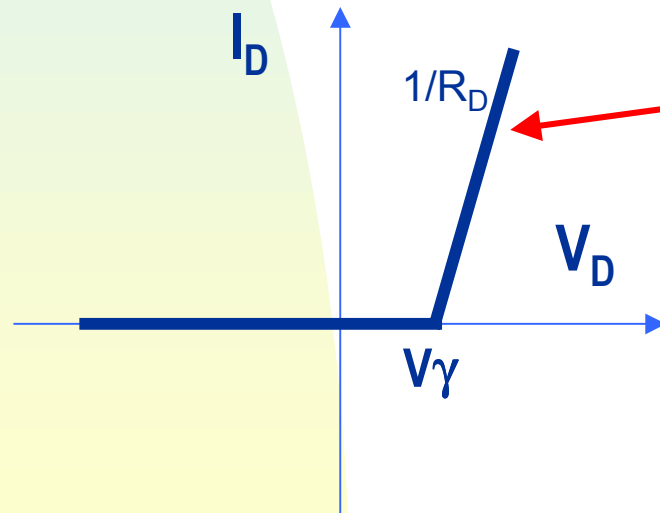
D. Ideal+ Pila V_γ + Resistencia serie R_d



Ecuación durante la conducción:

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

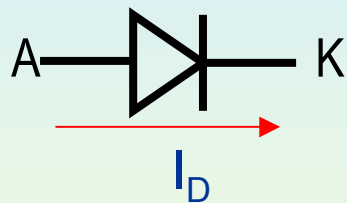
($R_D \cong$ entre 5 y 50 ohms, típicamente)



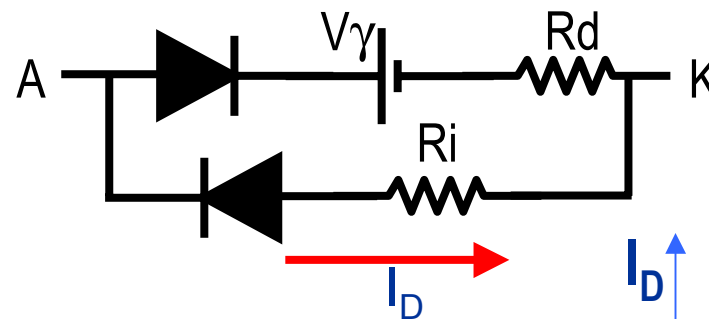
Aproximaciones del Diodo: 4

- 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

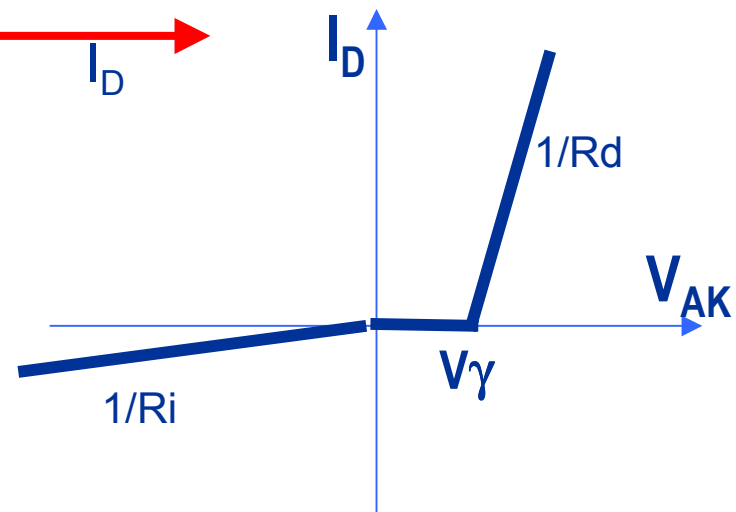


Ecuación en conducción directa:

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

Ecuación en conducción inversa:

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



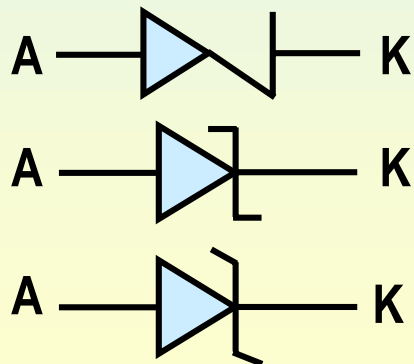
Normalmente, $R_d \approx 0$ y $R_i \approx \infty$, con lo que es aceptable el segundo modelo.

Tipos especiales de diodos

■ Diodo Zener

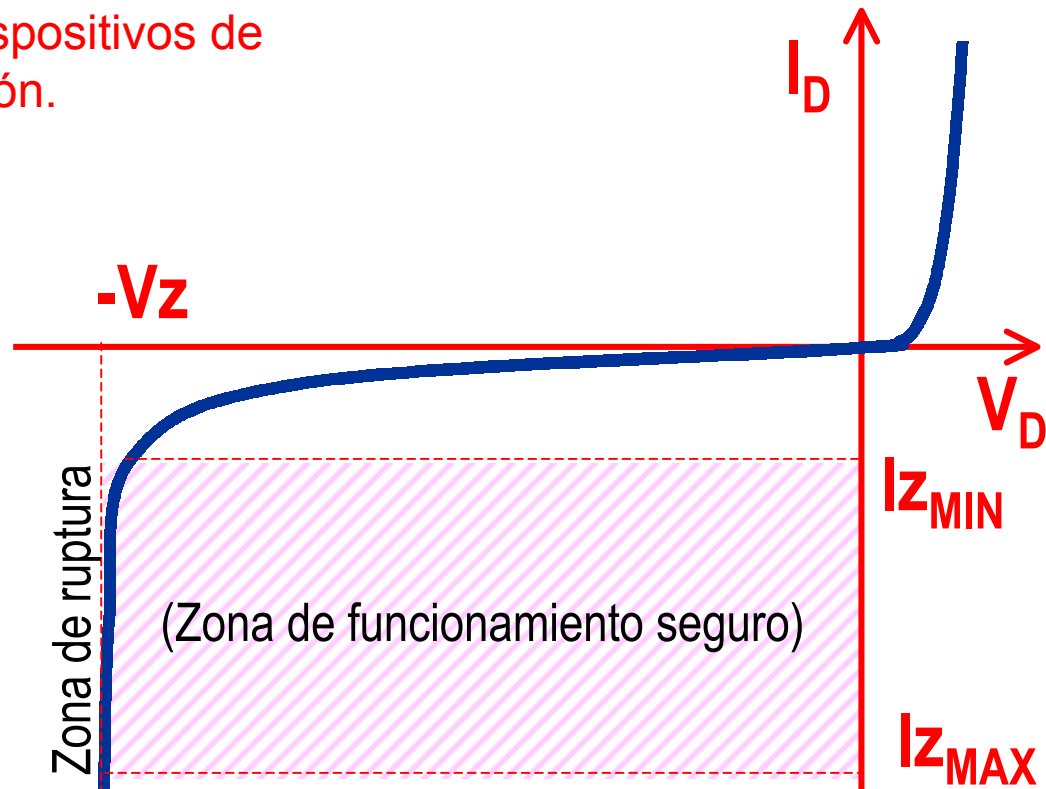
- ◆ Diseñados específicamente para trabajar en la zona de ruptura
- ◆ Utilizados como dispositivos de referencia de tensión.

■ Símbolos:



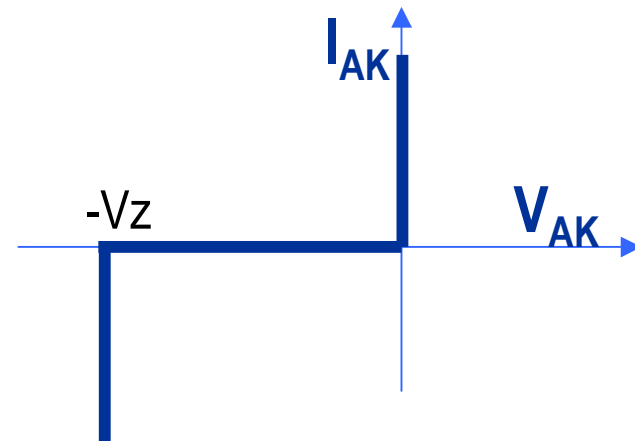
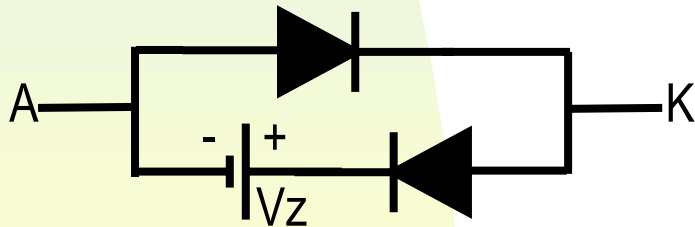
■ Curva Característica:

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



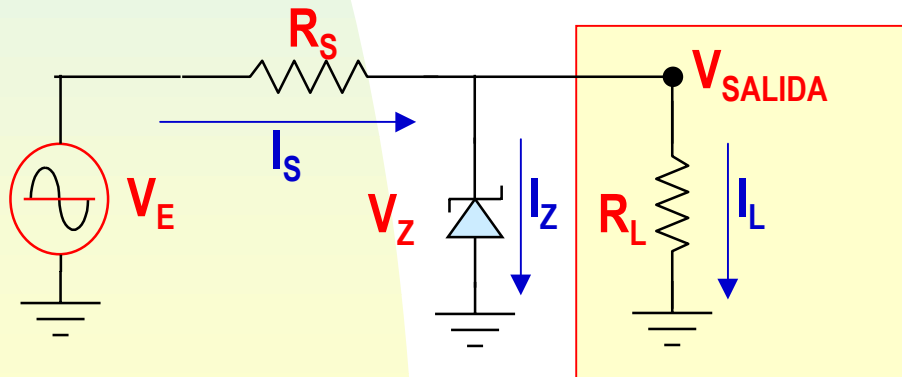
Modelo ideal del diodo Zener

- 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.

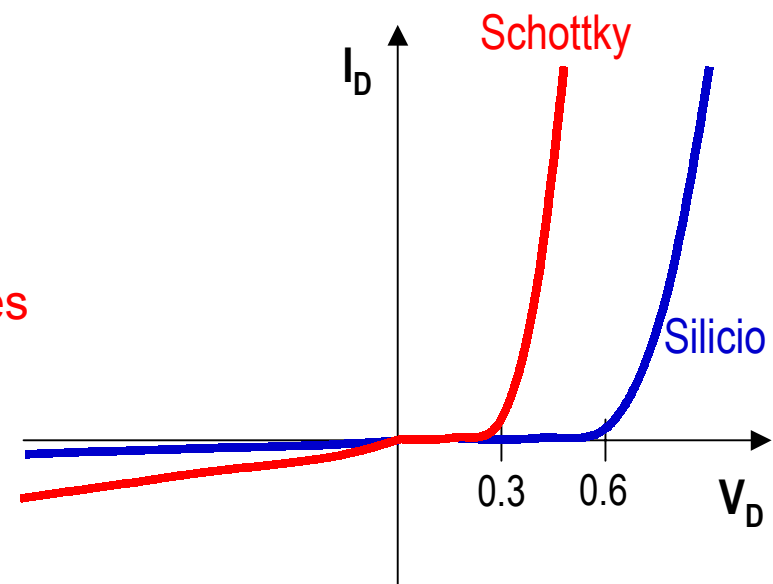
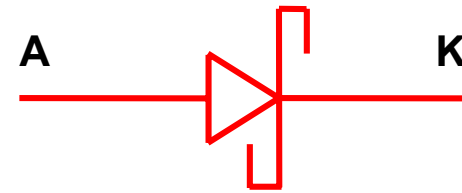


- El valor de la I_Z será:

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

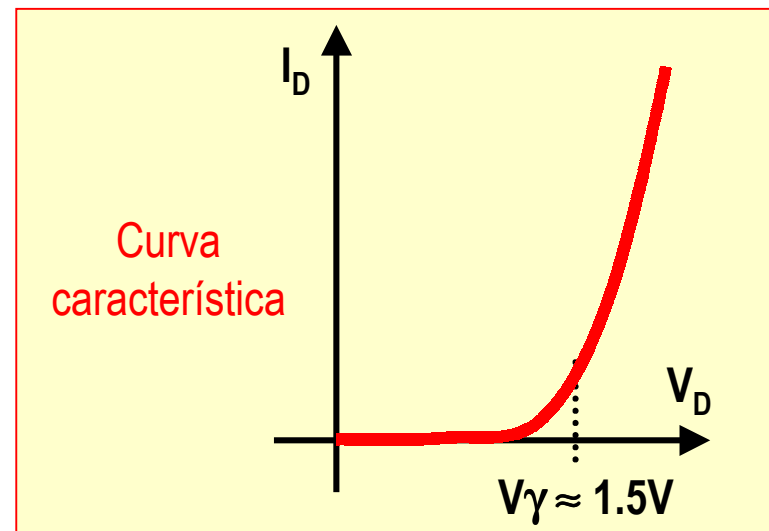
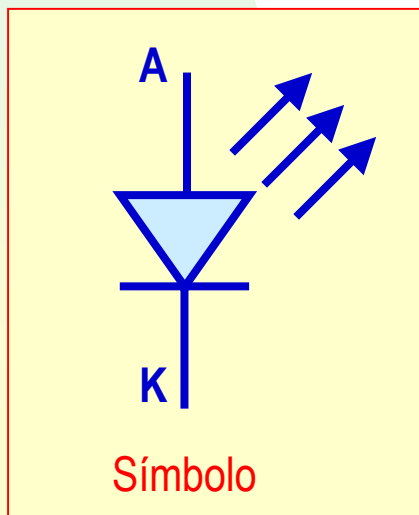
Diodo Schottky

- 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.

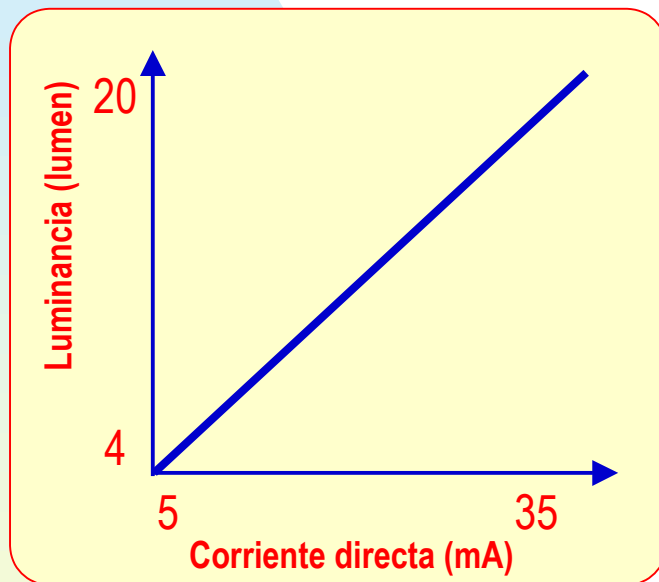


Diodo Emisor de Luz (L.E.D.)

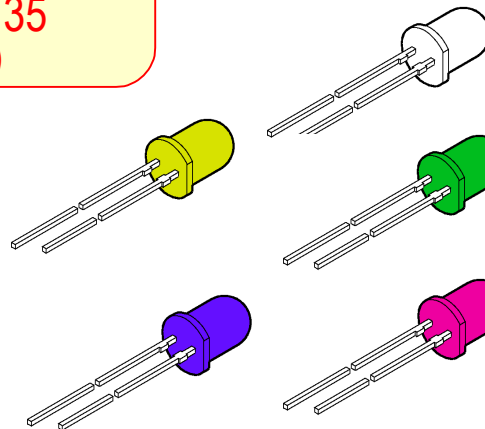
- Al polarizar en directo la unión P-N, se inyectan portadores mayoritarios, para restablecer el equilibrio, se recombinan los portadores, desprendiendo energía en forma de calor ó de luz.
- Este último caso (emisión de luz) se produce eligiendo materiales semiconductores adecuados:
 - ◆ GaAs, GaAsP,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



Características de los LED:



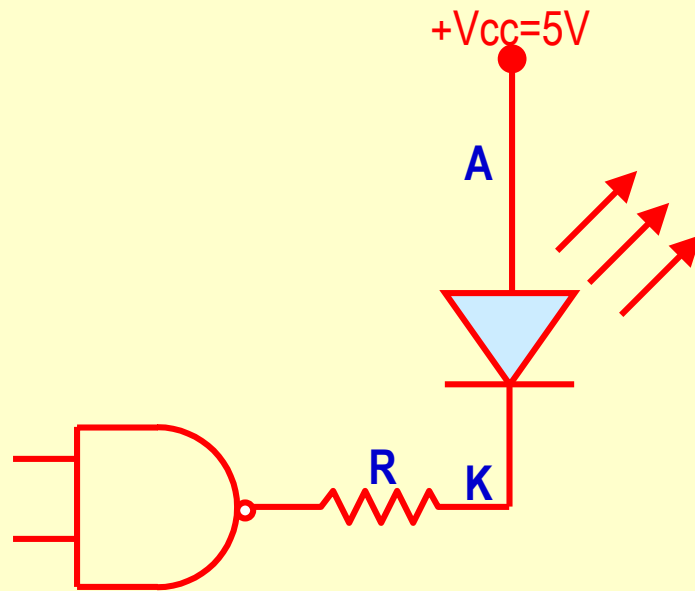
- V_f entre 1.5 y 1.8 voltios.
- La luminancia emitida es proporcional a la corriente en directo
 - ◆ (para una buena visibilidad se requieren típicamente de 15 a 20 mA)
- La radiación es casi monocroma (de un sólo color). Existen diodos de:



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

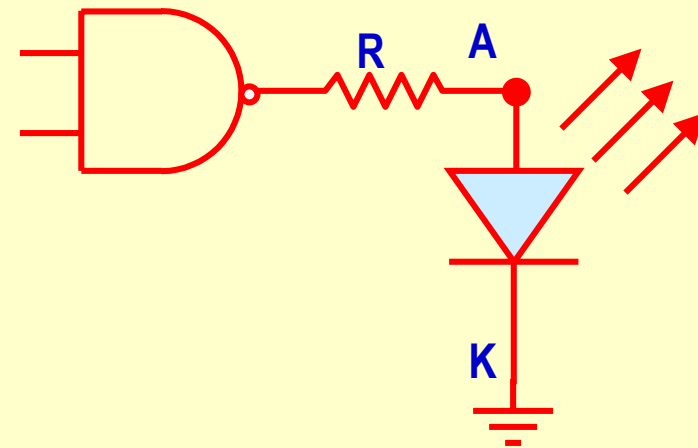
Circuitos con LEDs:

Encendido con salida a nivel bajo



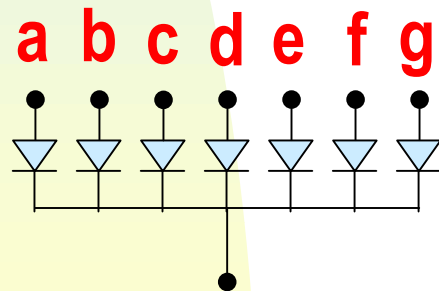
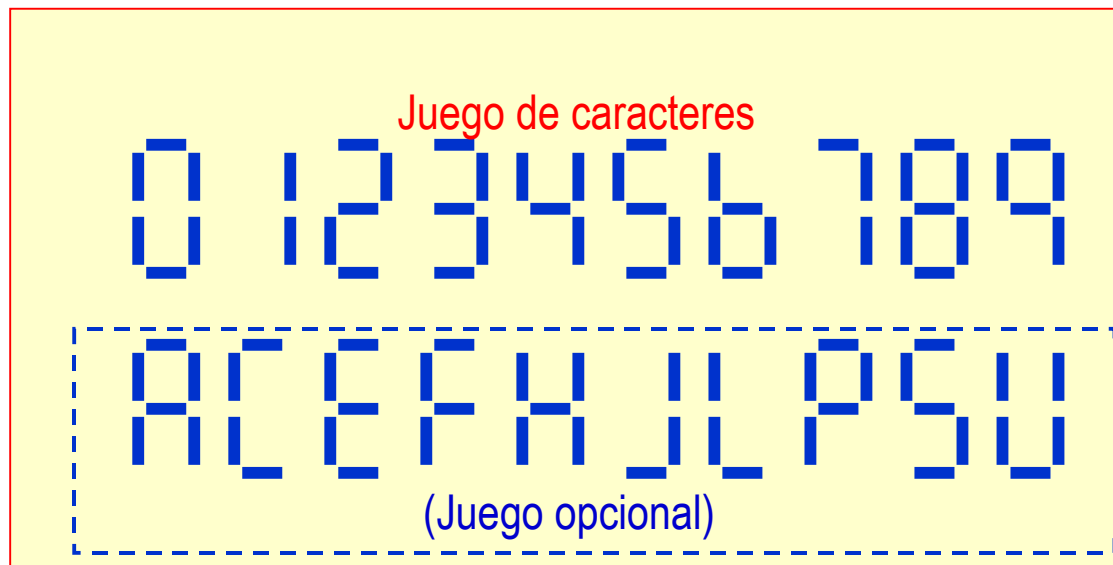
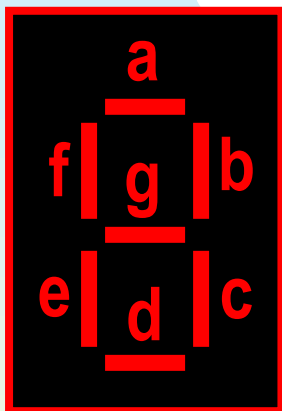
$$R = \frac{V_{cc} - V_{OL} - V_{\gamma}}{I_{NECESARIA}}$$

Encendido con salida a nivel alto

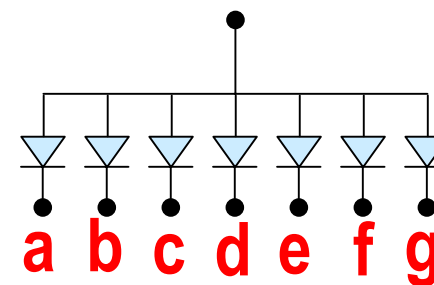


$$R = \frac{V_{OH} - V_{\gamma}}{I_{NECESARIA}}$$

Visualizadores de 7 segmentos

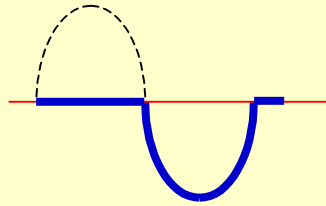
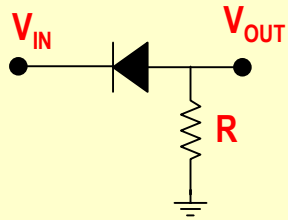


Configuración de cátodo común

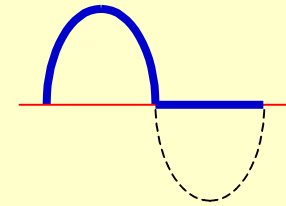
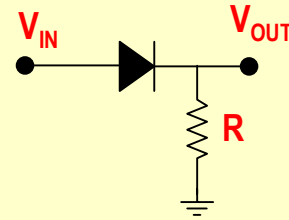


Configuración de ánodo común

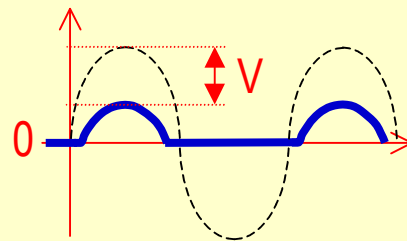
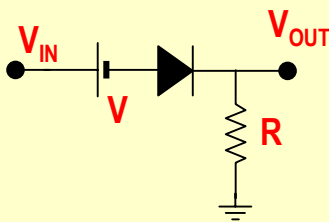
Circuitos con diodos. Recortadores a un nivel.



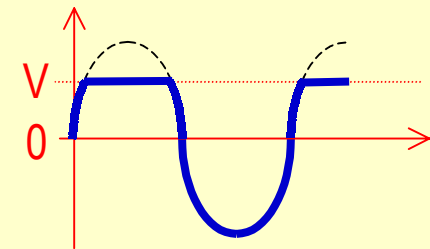
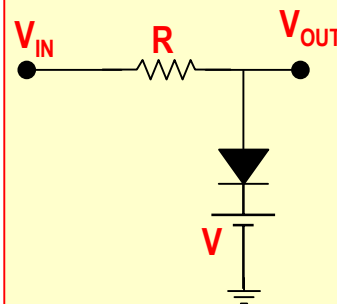
Diodo serie, negativo



Diodo serie, positivo



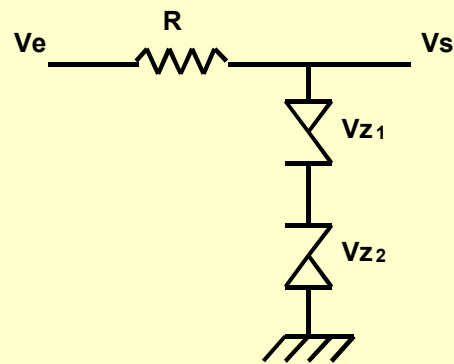
Diodo serie, con fuente de tensión



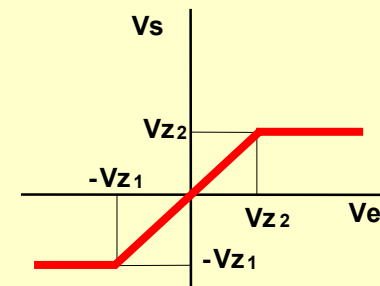
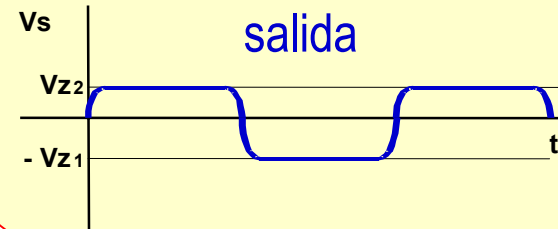
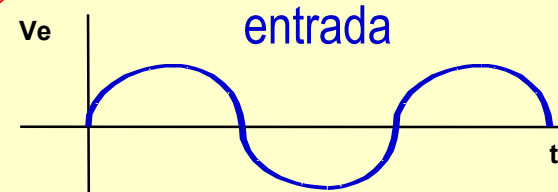
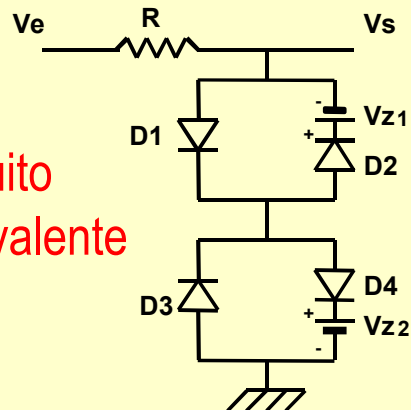
Diodo paralelo, con fuente de tensión

Circuitos con diodos. Recortadores a dos niveles.

Con diodos Zener.



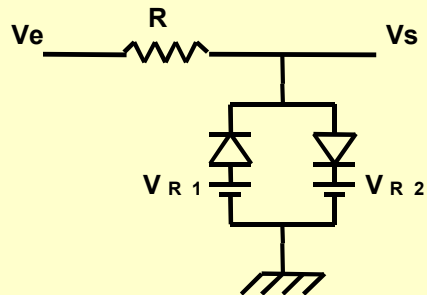
Circuito equivalente



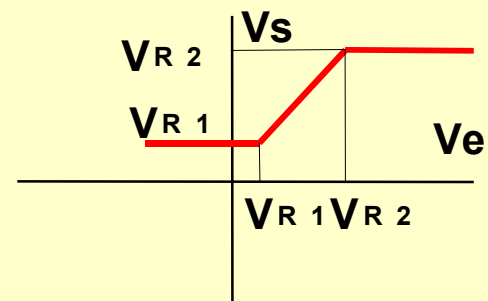
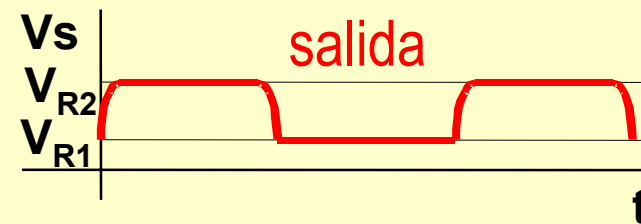
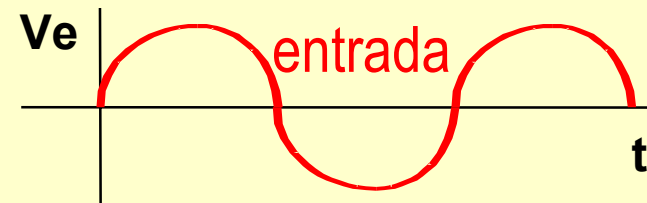
Curva de transferencia

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

■ Con diodos normales (Caso 1).



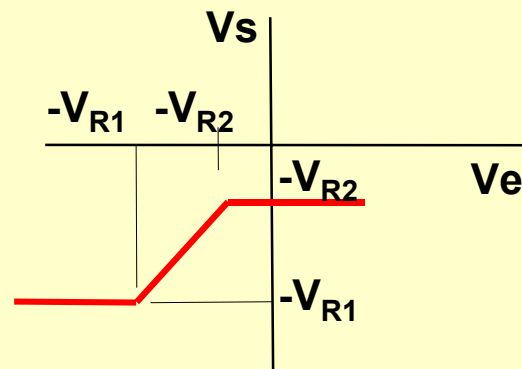
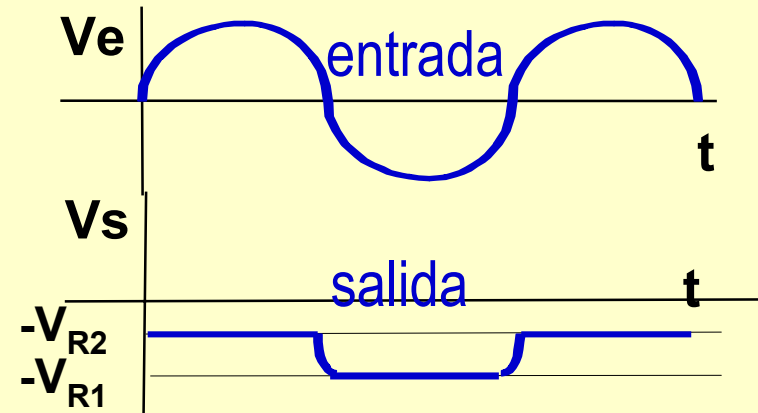
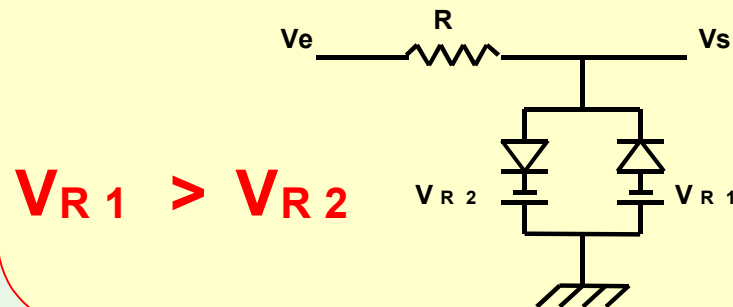
$$V_{R2} > V_{R1}$$



Curva de transferencia

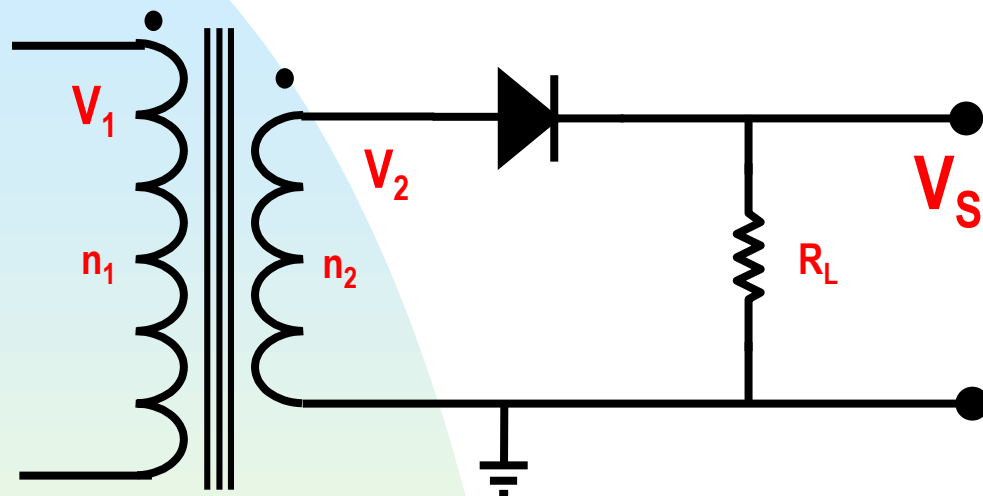
Circuitos con diodos. Recortadores a dos niveles.(2)

- 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)

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

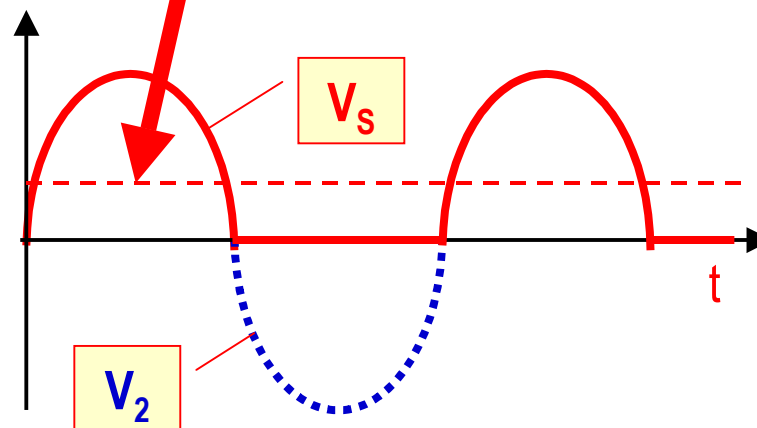
•Convierte una señal alterna en una señal unipolar

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

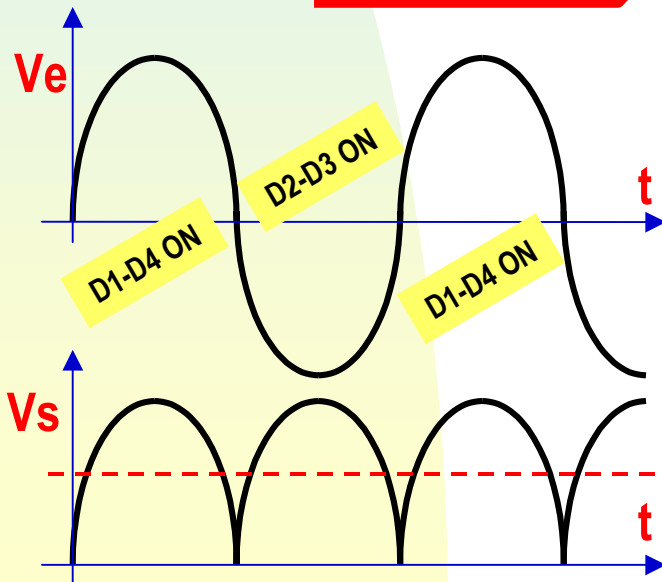
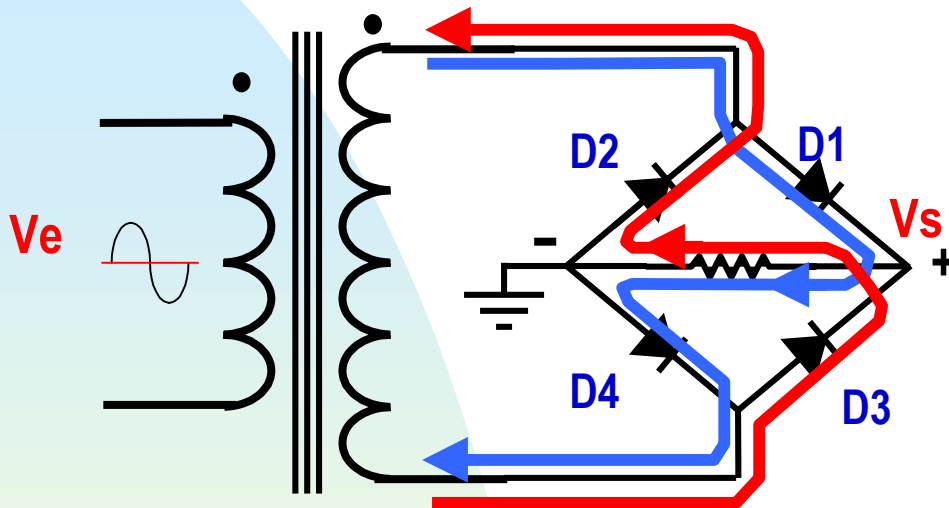
$$\text{si } V_2 \leq 0 \Rightarrow V_S = 0$$

•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.

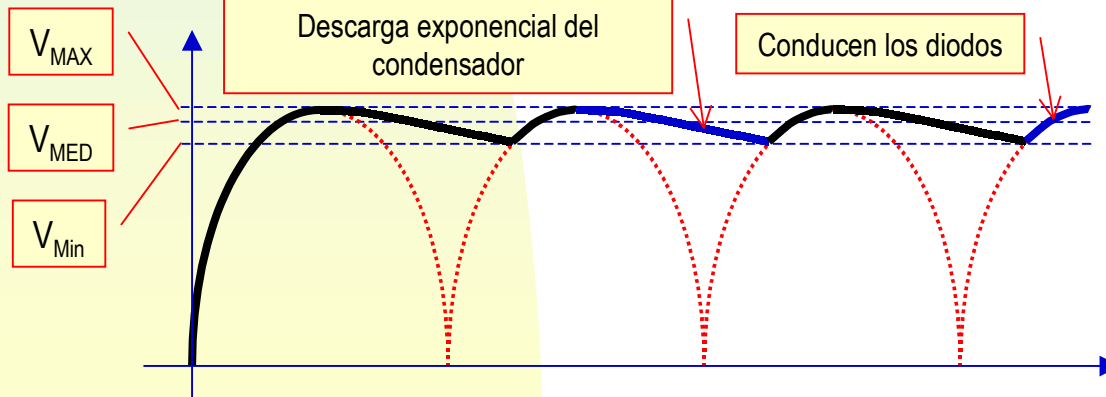
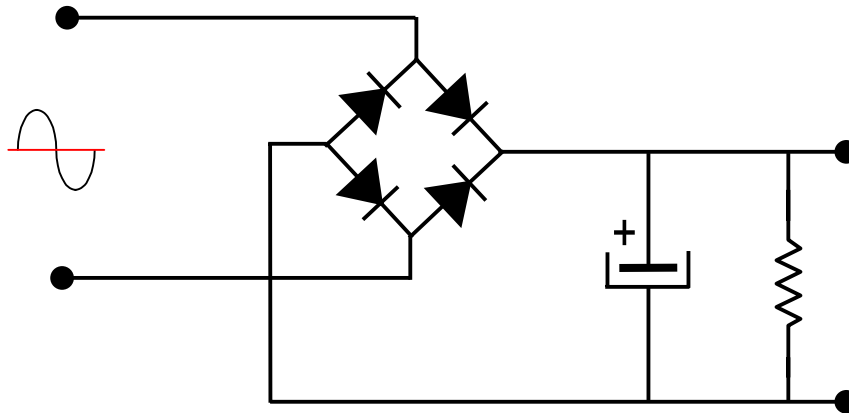
•El valor medio de la salida es el doble del rectificador en media onda

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

Filtrado de la señal rectificada.

Filtro típico:

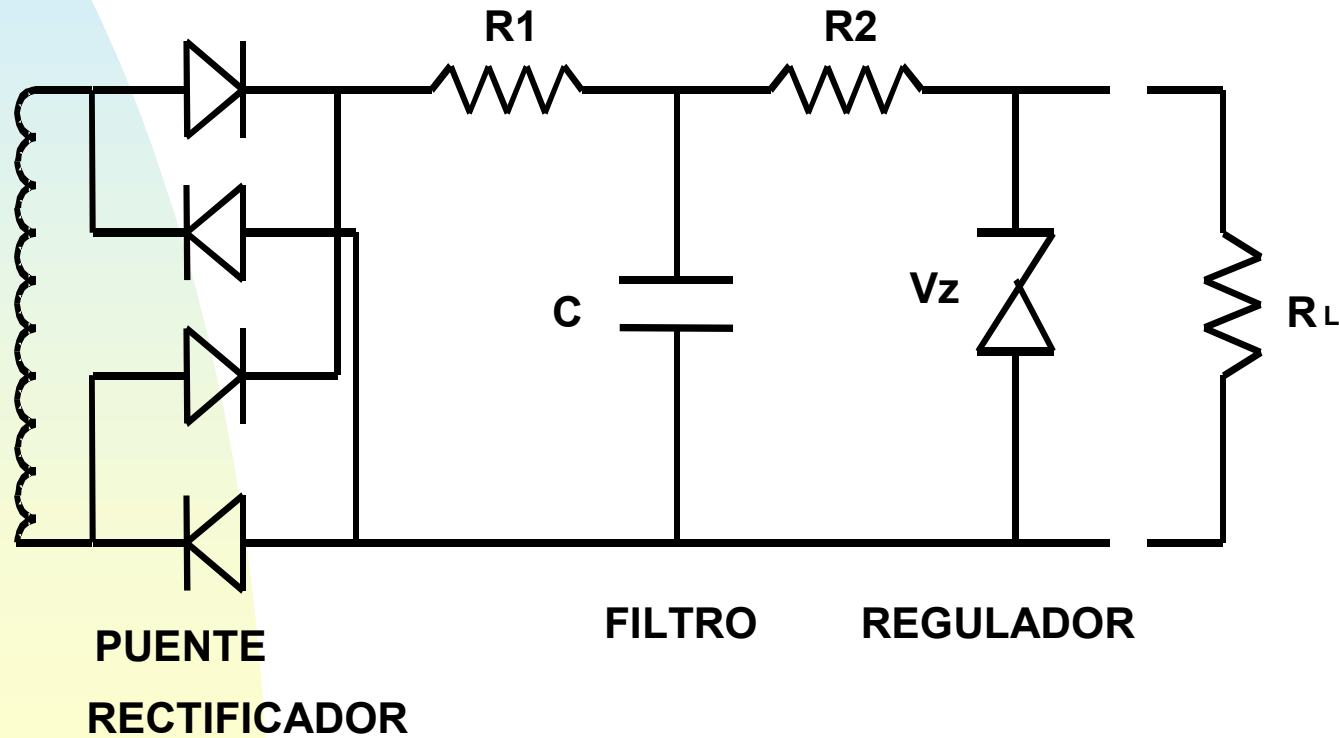
Condensador en paralelo con la carga



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

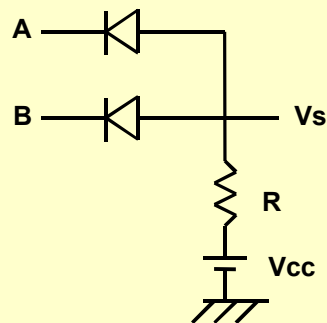
Fuentes de alimentación

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



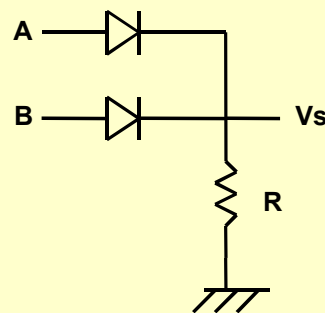
Puertas lógicas elementales con diodos.

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