

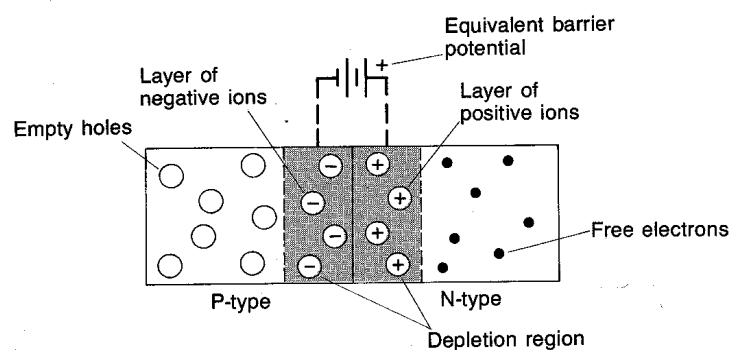
A.1. El diodo

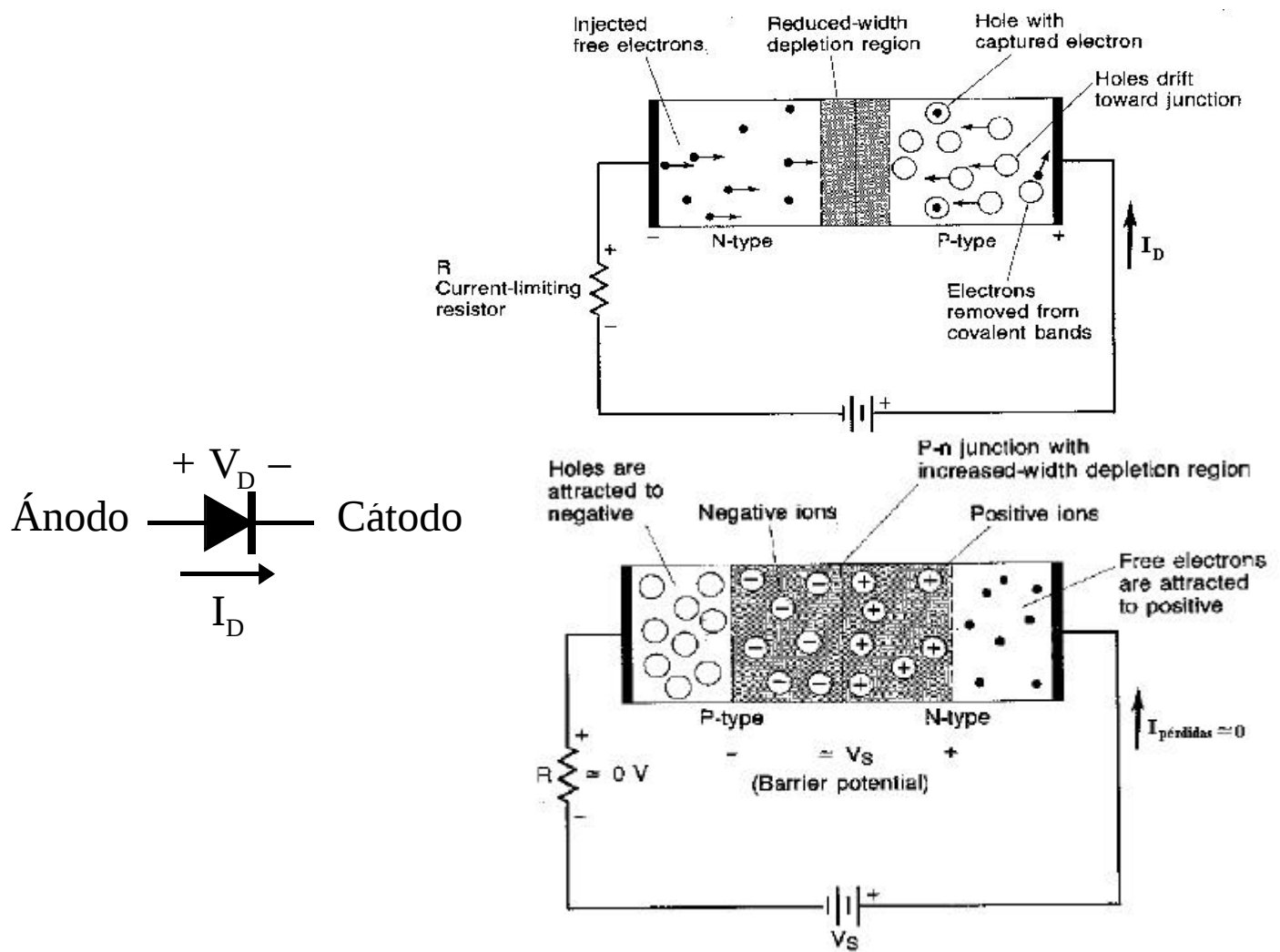
A.1.1. Introducción

- pieza básica de la electrónica:
 - unión de un semiconductor de tipo p y otro de tipo n
 - es un elemento no lineal

A.1.2. Caracterización del diodo

- al unirse la zona n y la zona p hay un proceso de difusión de portadores y se crea una zona de agotamiento:
 - eléctricamente neutra
 - presenta propiedades dieléctricas
 - presenta una diferencia de potencial interna (barrera de potencial)
- => No circula corriente a través del dispositivo





- Si el diodo se polariza directamente $\Rightarrow$ conduce una corriente apreciable a partir de una tensión mínima del orden de la barrera de potencial de la z. de a.
- Si el diodo se polariza inversamente $\Rightarrow$ el diodo permanece cortado y se ensancha la z. de a.
- Sólo lo atraviesa una pequeña corriente de pérdidas debida fundamentalmente a los portadores minoritarios que atraviesan la z. de a. "arrastrados" por el fuerte campo eléctrico existente.

A.1.2.1. Efectos de la temperatura en el diodo

la temperatura afecta a:

- la corriente de pérdidas inversa

$$I_s(T) = I_s(25^\circ C) 2^{\frac{T-25}{10}}$$

- la caída de tensión directa

$$\frac{\Delta V_D}{\Delta T} \approx -2 \frac{mV}{^\circ C}$$

A.1.2.2. Capacidades parásitos del diodo

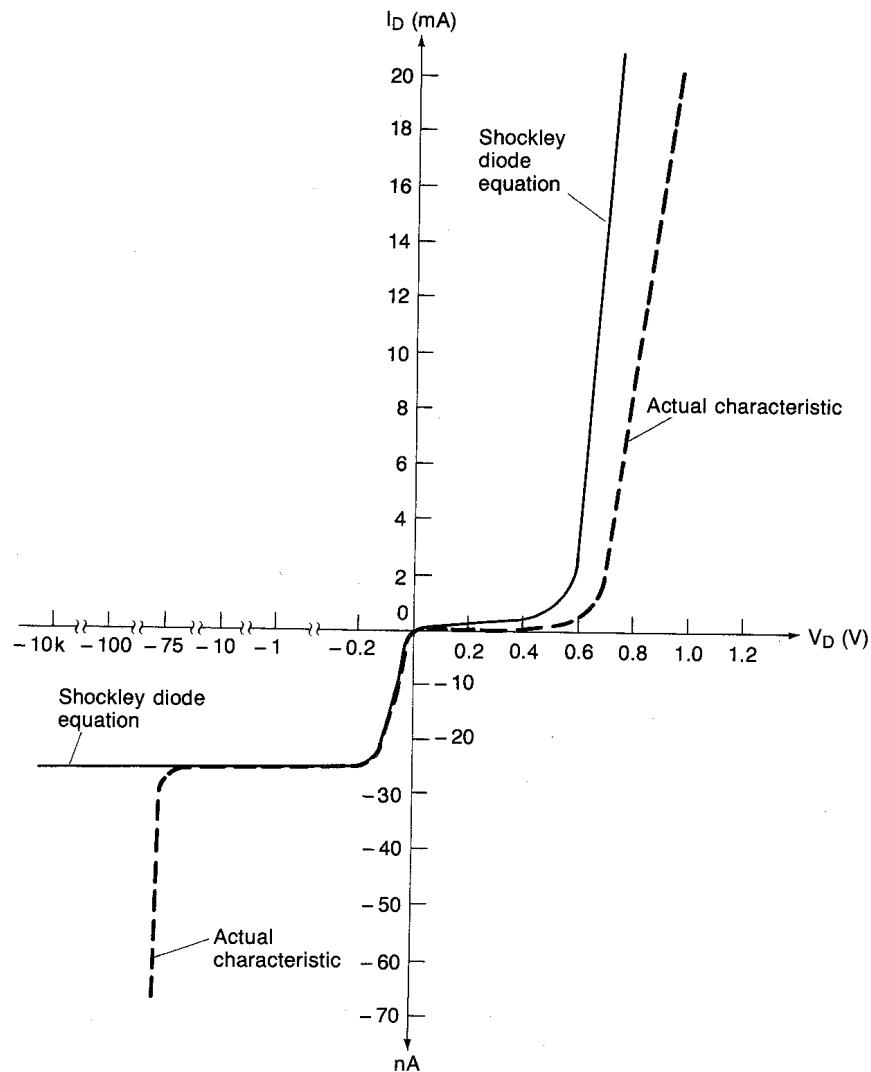
- la capacidad de difusión, que predomina en polarización directa

$$C_D = \frac{q}{kT} t_n I_D$$

- la capacidad de unión, que predomina en polarización inversa

$$C_j = \frac{C_{jo}}{\left(1 + \frac{V_R}{V_K}\right)^m}$$

A.1.3. Curvas características



Ecuación de Shockley: describe el comportamiento del diodo

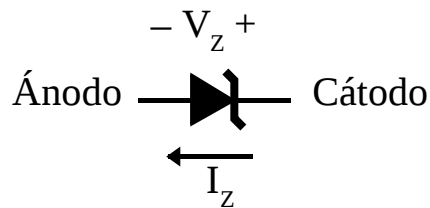
$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1 \right)$$

aunque no recoge la tensión de ruptura, entre otros efectos

A.1.4. Tipos de diodos

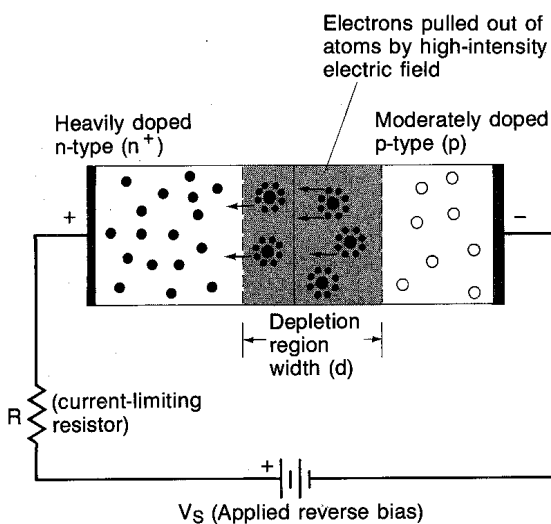
A.1.4.1. El diodo zener

- se utiliza inversamente polarizado, como referencia de tensión

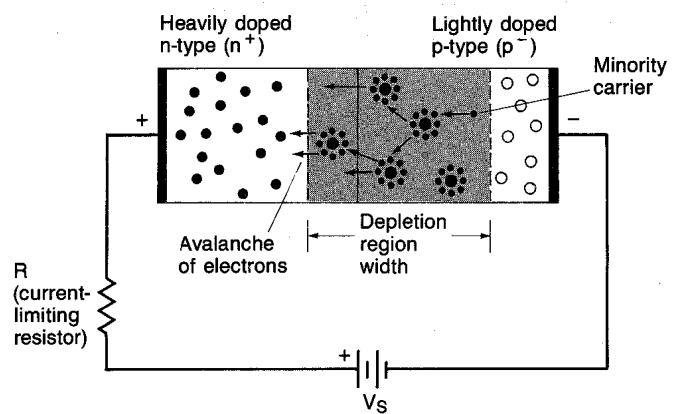


- se produce por dos vías:

- efecto zener: por debajo de 5V
- efecto avalancha: por encima de 8V



efecto zener



efecto avalancha

A.1.4.1.1. Efectos de la temperatura en los diodos zener

Efecto zener: la tensión de ruptura disminuye con la temperatura

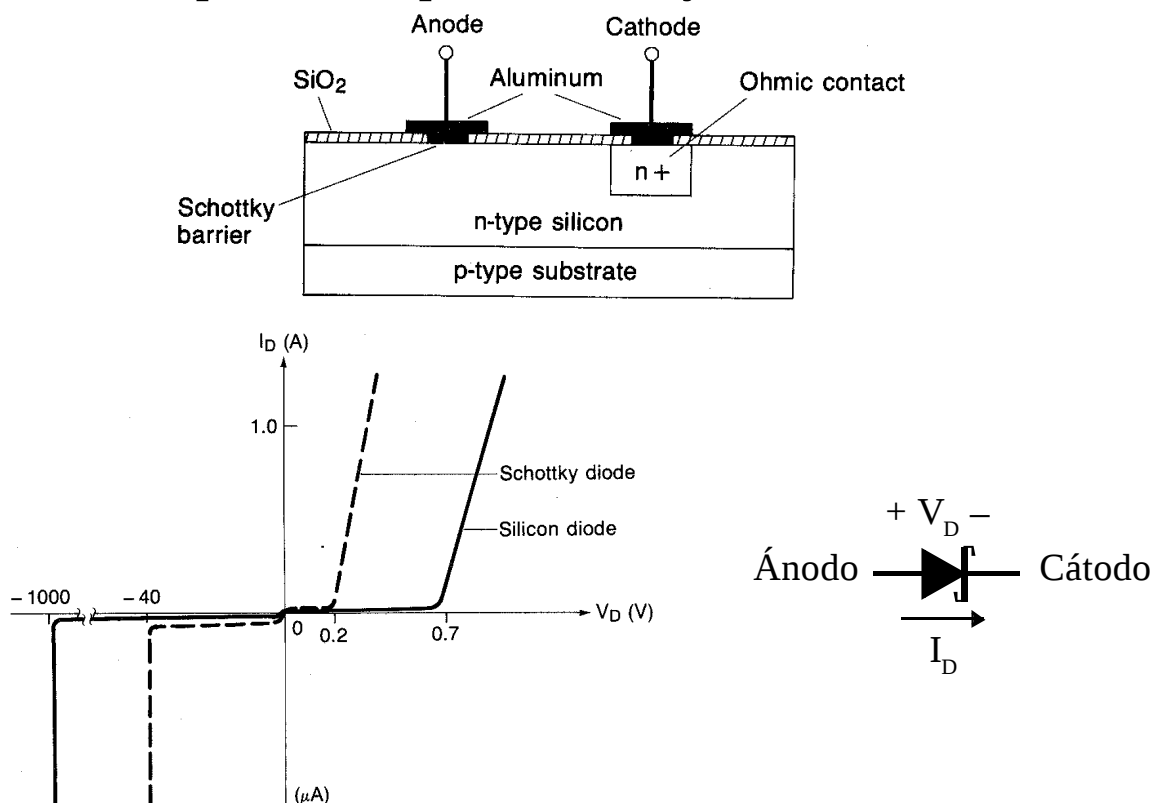
Efecto avalancha: la tensión de ruptura aumenta con la temperatura

A.1.4.2. El diodo Schottky

Diodo de unión metal - semiconductor

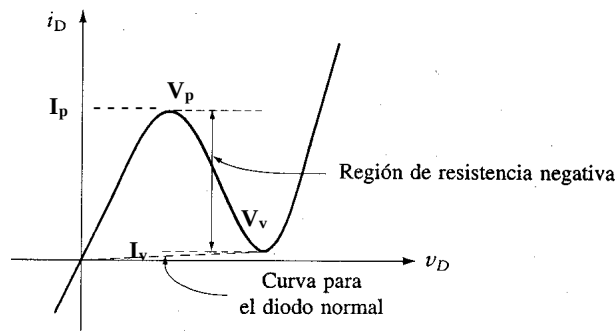
ventajas:

- caída de tensión menor
- tiempo de recuperación muy corto



A.1.4.3. El diodo túnel (diodo Esaki)

- presenta una zona de resistencia negativa.
- no hay procesos de almacenamiento $\Rightarrow$ útil en aplicaciones de alta velocidad.
- Diodo unitúnel o “backward”: caída de tensión en el diodo muy baja



A.1.4.4. El diodo Gunn

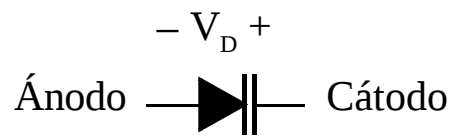
- diodo túnel muy especializado en aplicaciones de microondas

A.1.4.5. El diodo PIN

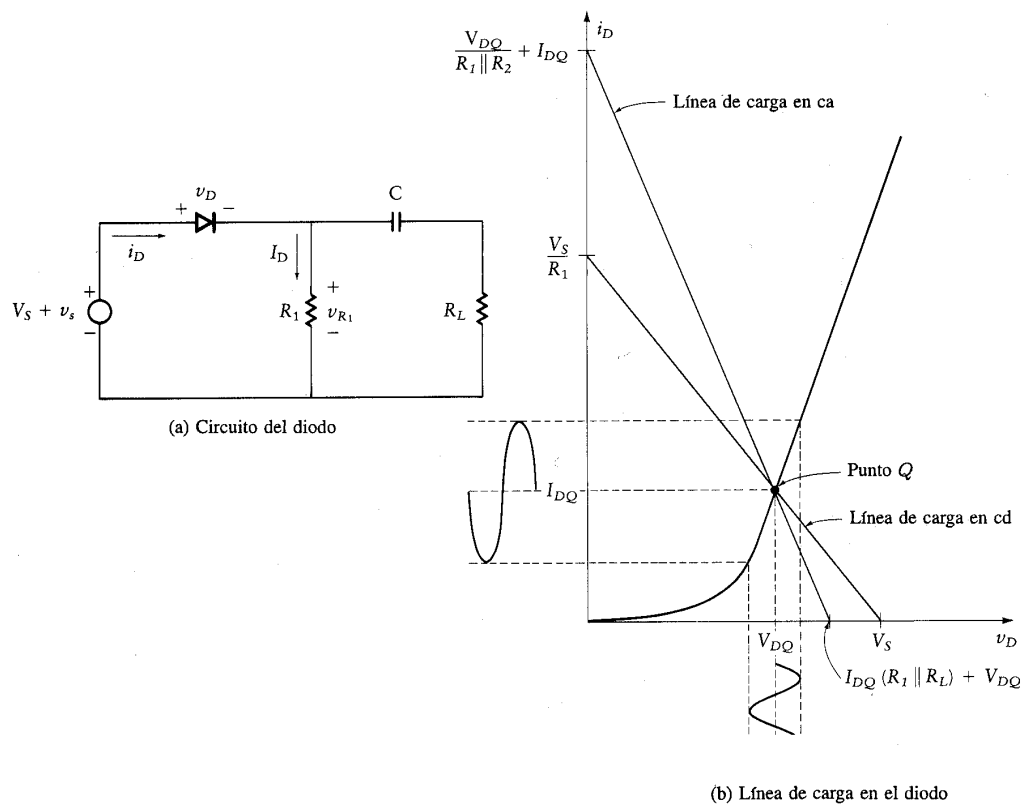
- diodo p-n con una zona intrínseca adicional
- $\Rightarrow$ p-i-n
- capacidad mucho menor
 - bloquea altas tensiones

A.1.4.6. El diodo varactor (varicap)

- diodo utilizado como condensador variable



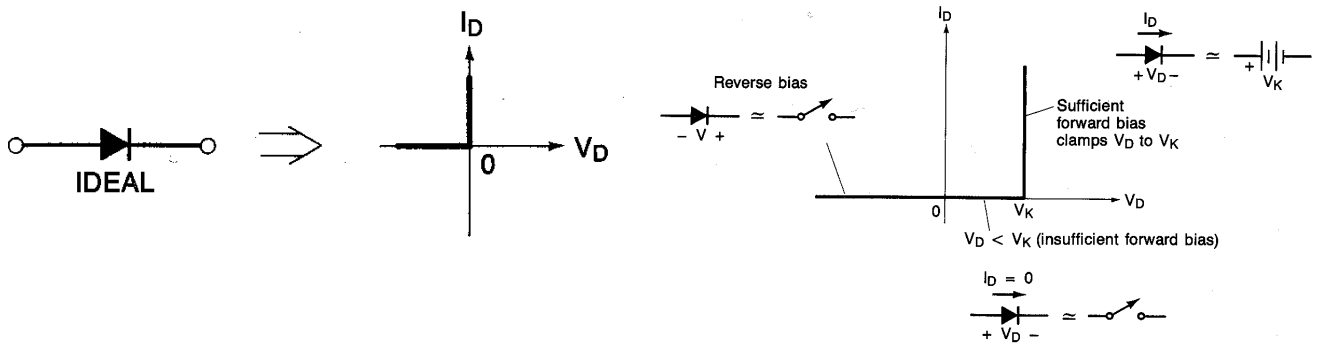
A.1.5. Análisis del funcionamiento en régimen estático



- solución gráfica del circuito con diodo
- se utilizan modelos para analizar circuitos con diodos

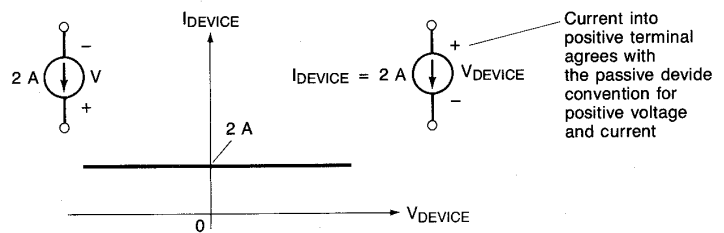
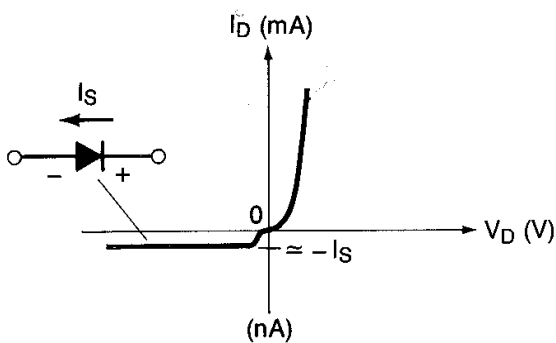
A.1.5.1. Modelo estático del diodo

- modelo lineal a tramos para analizar circuitos DC con diodos

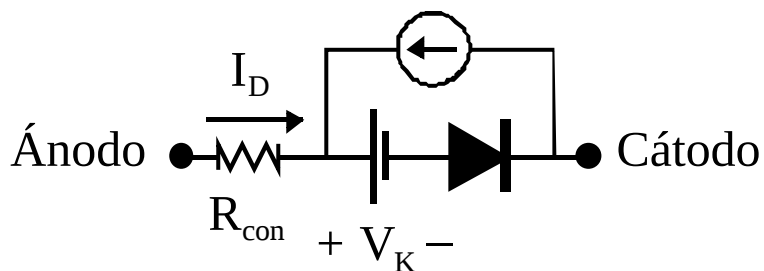


modelo ideal

modelo mejorado



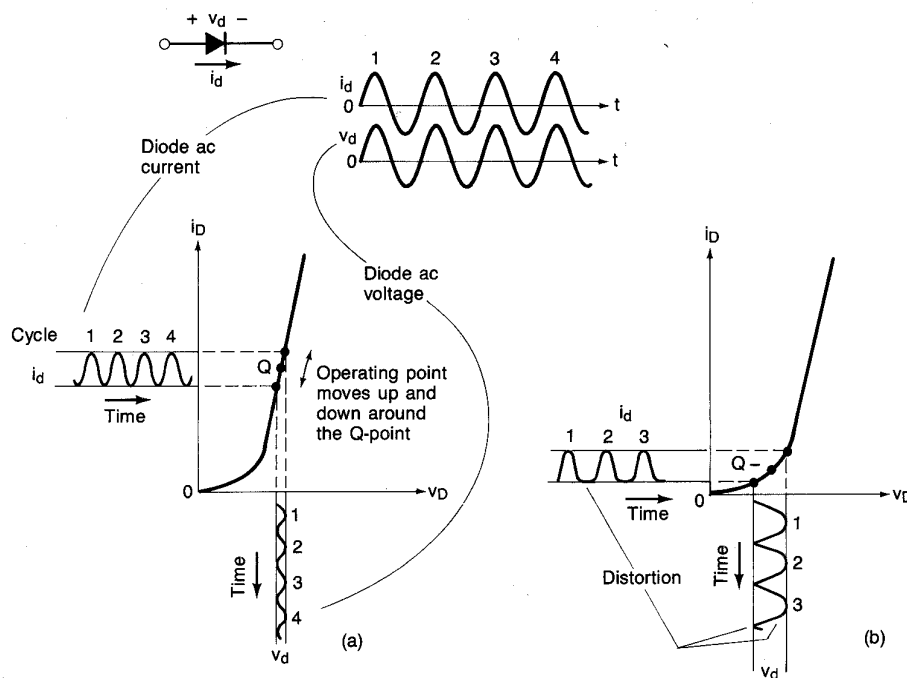
modelo de polarización inversa



modelo completo

A.1.6. Análisis de funcionamiento en régimen dinámico

- hay que conocer la respuesta del diodo para prever la salida



A.1.6.1. El diodo en régimen de pequeña señal

pequeña señal: si la amplitud de salida no está distorsionada o si la amplitud de entrada es lo suficientemente pequeña como para que la curva del diodo sea lineal en ese tramo

- resistencia dinámica, r_d : la que se presenta a una señal de alterna

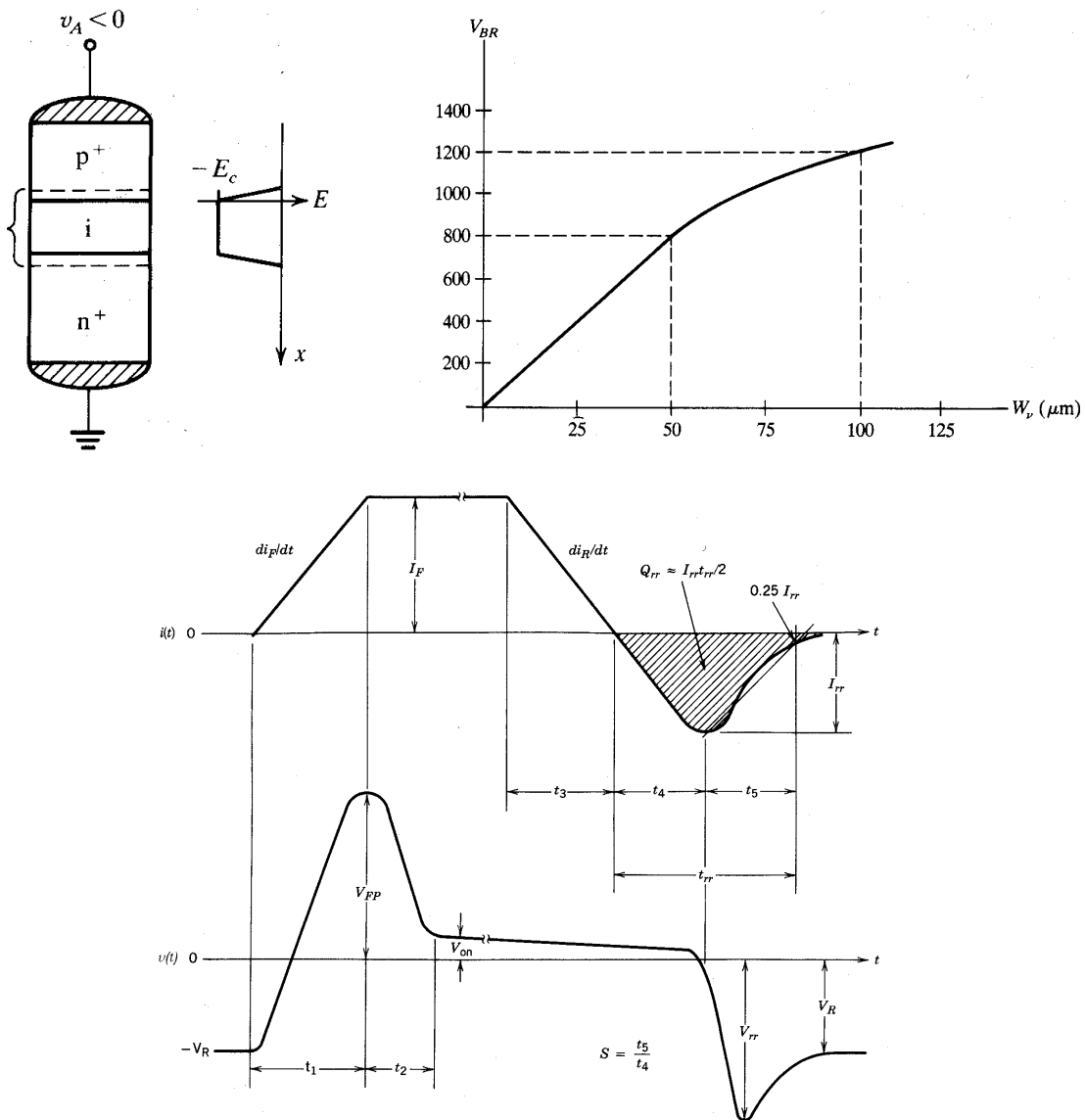
$$r_d = \frac{\Delta v_D}{\Delta i_D} = \frac{nV_T}{i_D + I_S} \approx \frac{nV_T}{i_D} = \frac{nkT}{i_D q}$$

A.1.6.2. El diodo en régimen de gran señal

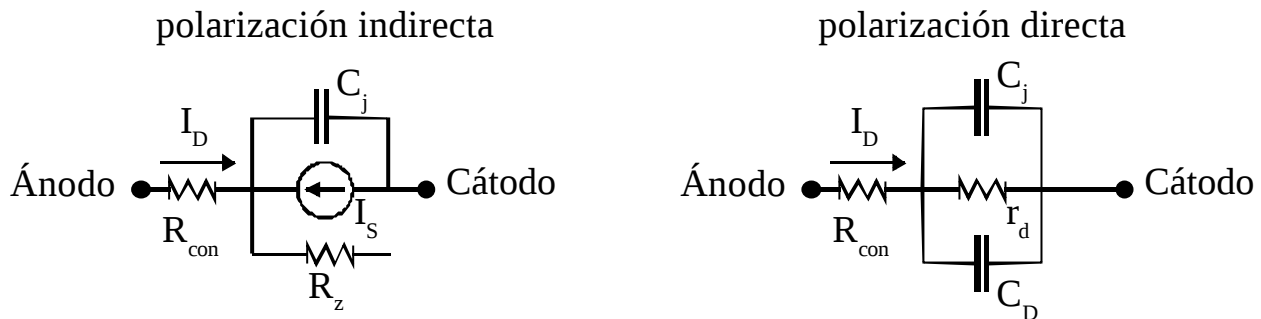
Gran señal: si la linealización da un error no aceptable
 $\Rightarrow$ se suele utilizar el modelo estático de tensión codo.

A.1.6.2.1. El diodo en régimen de conmutación

- caso particular de gran señal



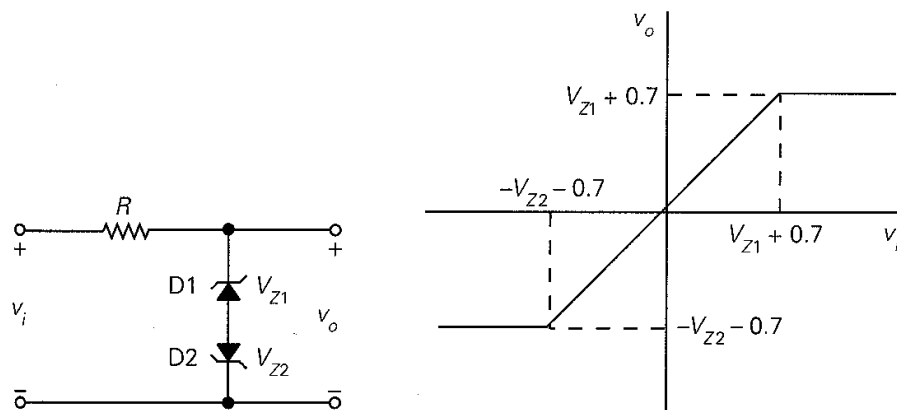
Tiempo de recuperación inversa, t_{rr} : tiempo que tarda el diodo en cortarse completamente.



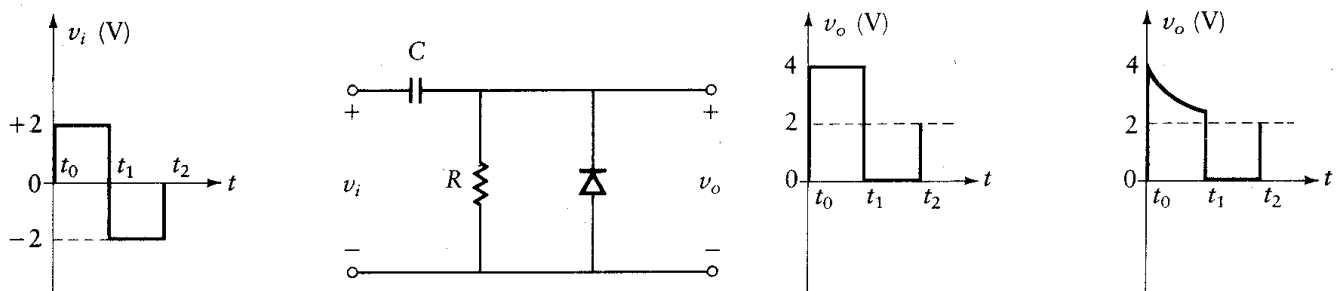
Modelos dinámicos del diodo

A.1.7. Circuitos no lineales

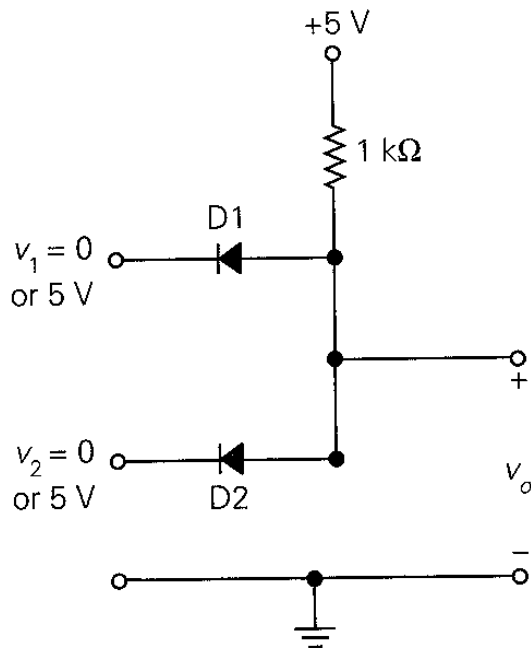
A.1.7.1. Circuitos recortadores (clippers)



A.1.7.2. Circuitos fijadores



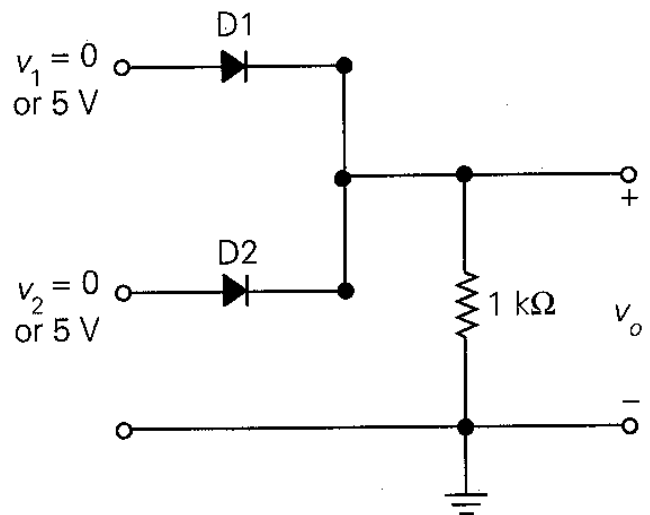
A.1.7.3. Puertas lógicas



AND

v_2	v_1	v_o
Bajo	Bajo	Bajo
Bajo	Alto	Bajo
Alto	Bajo	Bajo
Alto	Alto	Alto

PUERTA AND



OR

v_2	v_1	v_o
Bajo	Bajo	Bajo
Bajo	Alto	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Alto	Alto

PUERTA OR