

# ELECTRONICA APLICADA I

Prof. Adj. Ing. Fernando Cagnolo

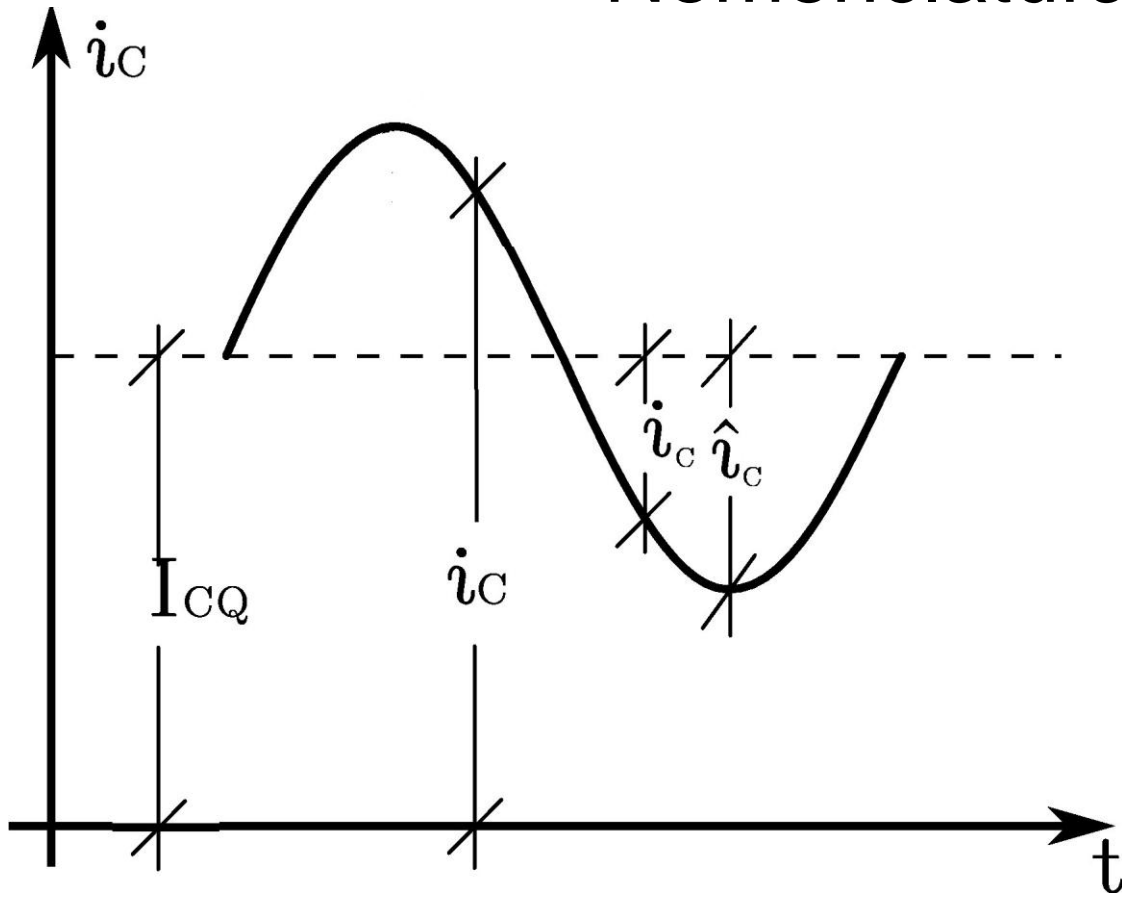
- **EL DIODO**

Estas diapositivas están basadas en las clases dictadas por el Profesor Ing. Alberto Muhana.

Agradezco el trabajo realizado y facilitado por el Sr. Joaquín Ponce en la generación de los gráficos empleados en el desarrollo de estas diapositivas y al Sr. Mariano Garino por la facilitación del manuscrito tomado en clase.

Por ultimo agradezco la predisposición y colaboración de Ing, Federico Linares en el trabajo de recopilación y armado de estas diapositivas.

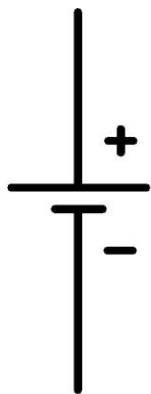
# Nomenclatura



$$i_c = \hat{i}_c \sin(\omega t)$$

$$i_c = I_{CQ} + i_c = I_{CQ} + \hat{i}_c \sin(\omega t)$$

# Fuentes



Fuente de tensión



Fuente de corriente

# Símbolos de tensión y corriente

Para el caso de la fuente de tensión:

$V_{BB}$  : Tensión de base.

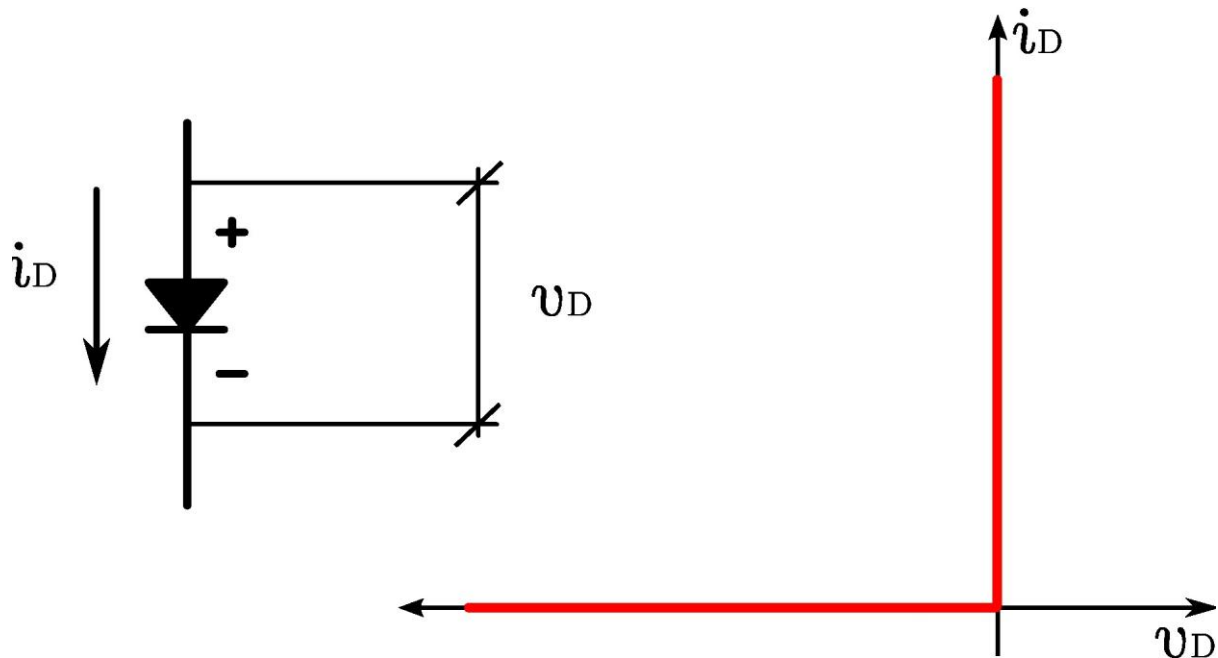
$V_{CC}$  : Tensión de colector.

$V_{DD}$  : Tensión de drenador.

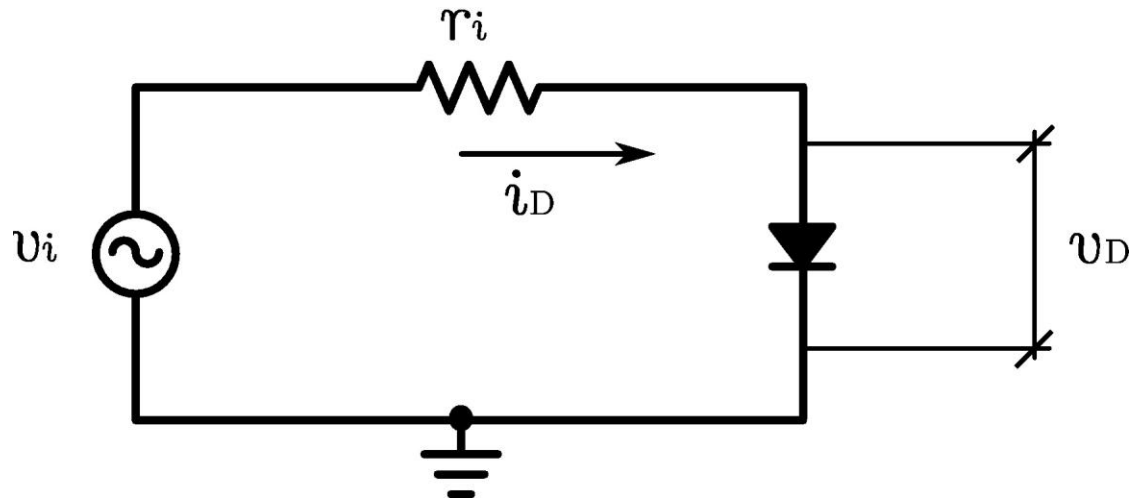
Para el caso de la fuente de corriente:

$I_{BB}$  : Corriente de base.

# El diodo ideal



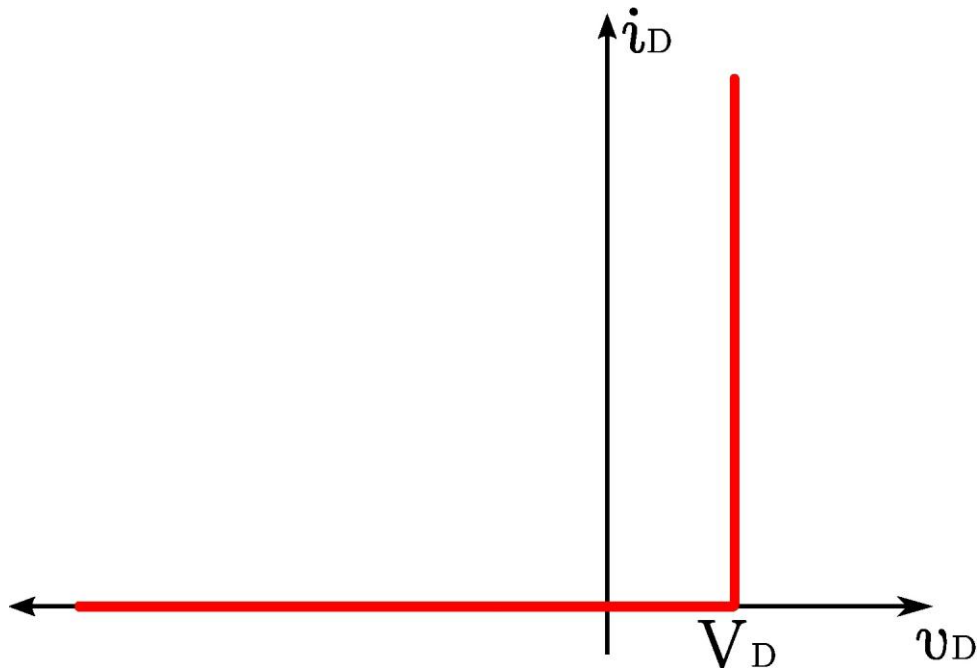
# El diodo como llave



$$v_i \leq 0 \Rightarrow i_D = 0 \text{ y } v_D = v_i$$

$$v_i > 0 \Rightarrow i_D \neq 0 \text{ y } v_D = 0$$

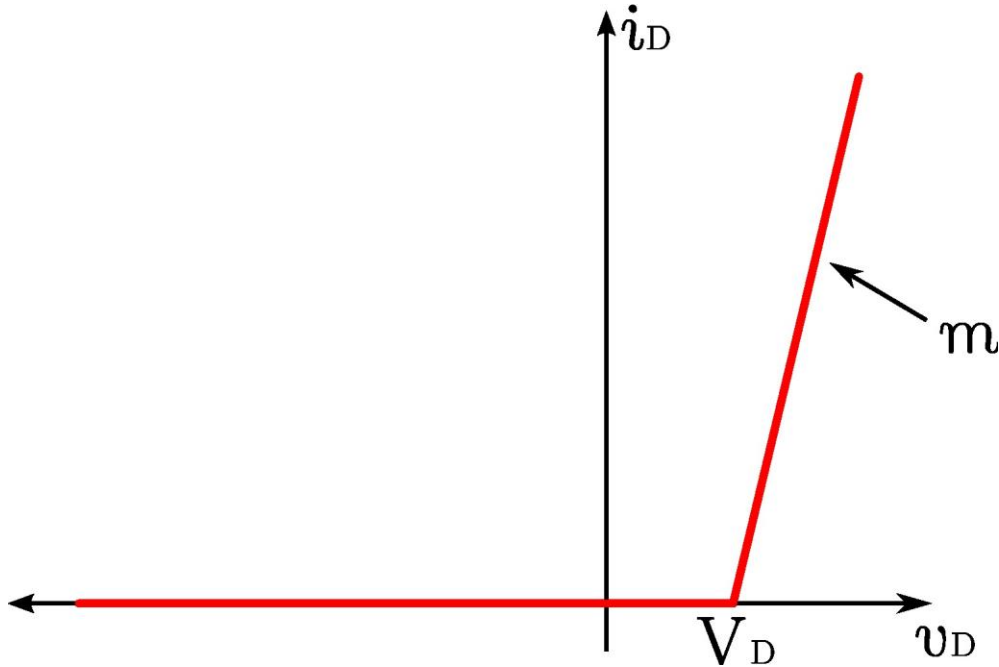
## El diodo como llave (cont.)



$$V_D = 0.2(\text{Ge})$$

$$V_D = 0.7(\text{Si})$$

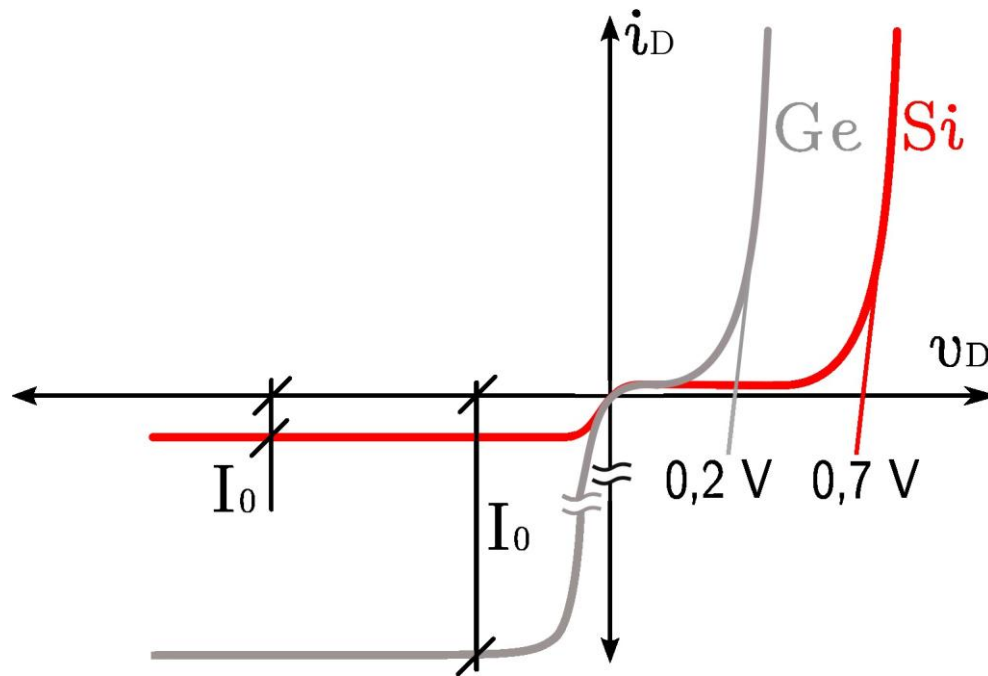
# El diodo con resistencia interna



$$r_D \neq 0 \text{ donde } m = \frac{1}{r_D}$$



# El diodo real



# Ecuación del diodo

$$i_D = I_0 (e^{\frac{q \cdot v_D}{m \cdot k \cdot T}} - 1)$$

$i_D$  = Corriente en el diodo [A]

$v_D$  = Tension en el diodo [V]

$I_0$  = Corriente de saturacion inversa [A]

$q$  = Carga del electron [C]

$k$  = Constante de Boltzman  $1.38 \times 10^{-23} \left[ \frac{J}{^\circ K} \right]$

$T$  = Temperatura Absoluta [°K]

$m$  = Constante empirica  $1 < m < 2$

# Ecuación del diodo (cont.)

- A temperatura ambiente  $T = 300^{\circ}K$  y  $m = 1$

donde,

$$\frac{m.k.T}{q} = 25mV$$

$$i_D = I_0 \left( e^{\frac{q \cdot v_D}{m.k.T}} - 1 \right)$$

$$i_D = \text{Corriente en el diodo [A]}$$

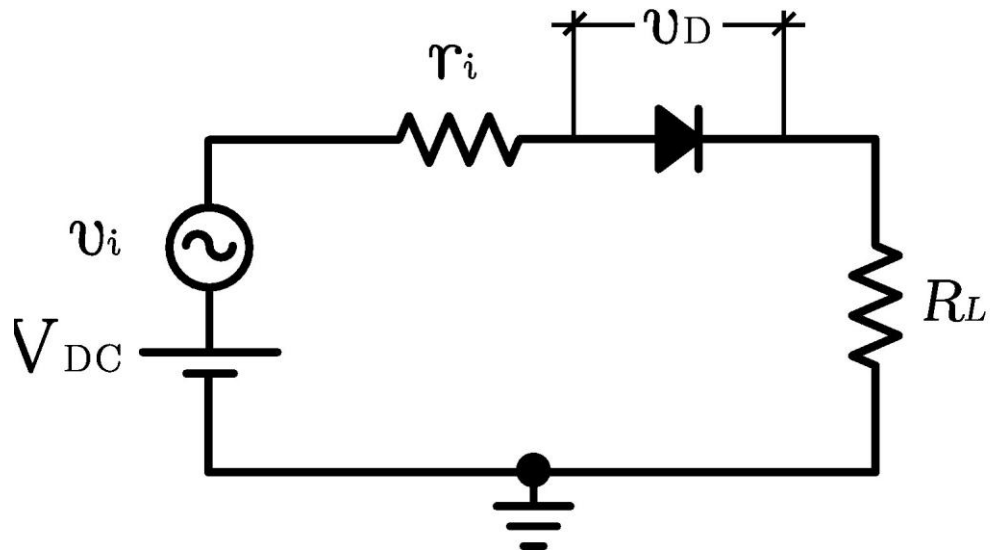
## Ecuación del diodo (cont.)

$$\text{Si } v_D > 0 \quad |v_D| \gg \frac{m.k.T}{q} \Rightarrow i_D = I_0 e^{\frac{V_D}{\frac{m.k.T}{q}}}$$

$$\text{Si } v_D < 0 \quad |v_D| \gg \frac{m.k.T}{q} \Rightarrow i_D = -I_0$$

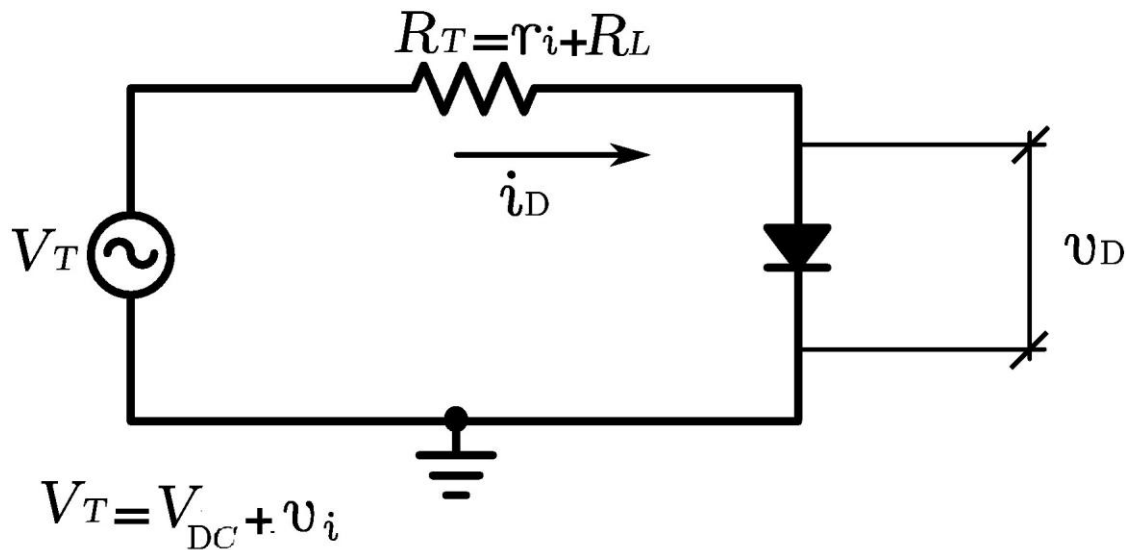
# Análisis de los circuitos simples con diodos.

- Recta de Carga



# Análisis de los circuitos simples con diodos (Cont.)

Aplicando Thevenin



# Análisis grafico

*Ecuacion no lineal(Diodo)  $\Rightarrow i_D = f(v_D)$*

*Ecuacion Lineal (Thevenin)  $\Rightarrow v_T = i_D \cdot R_T + v_D$*

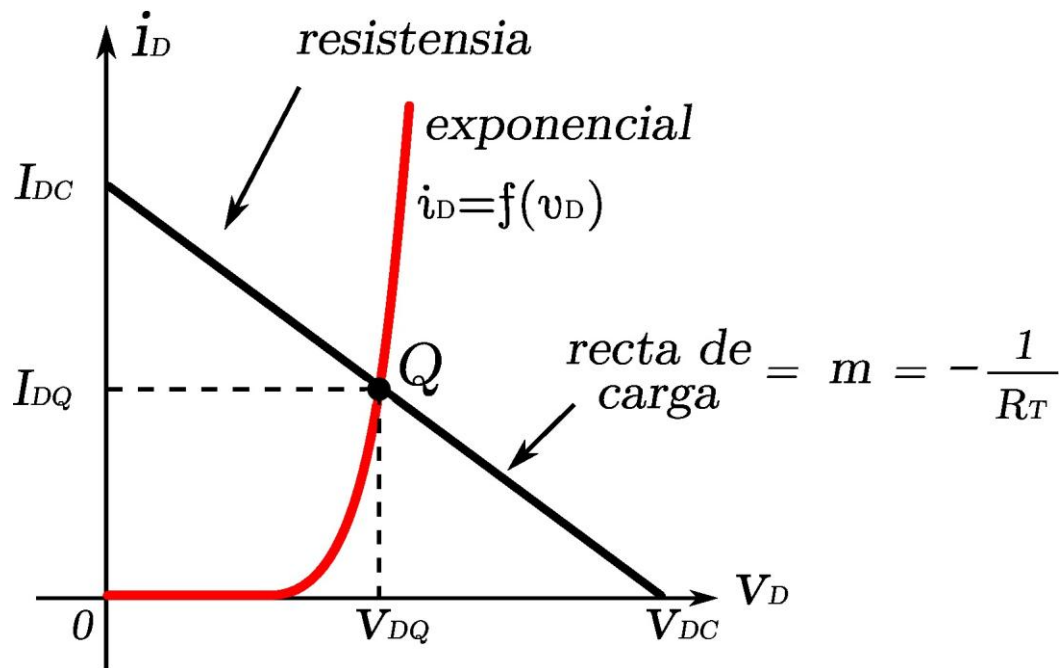
$$i_D = -\frac{v_D}{R_T} + \frac{V_T}{R_T} = -\frac{1}{R_T} v_D + \frac{V_T}{R_T}$$

$$y = m x + b$$

$$m = -\frac{1}{R_T} \quad b = \frac{V_T}{R_T}$$

## Análisis grafico(Cont.)

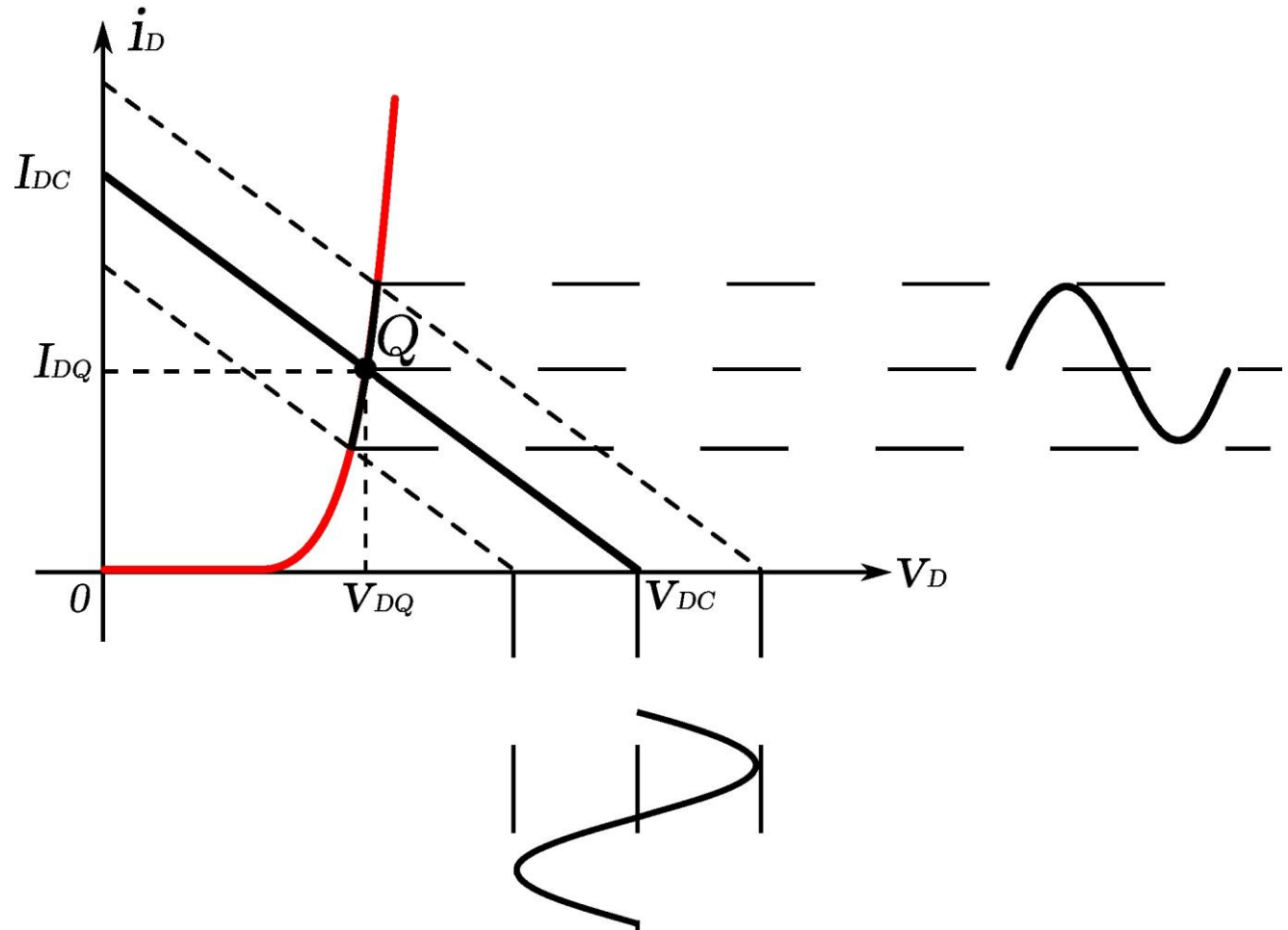
- Trazado de recta de carga (sin señal)





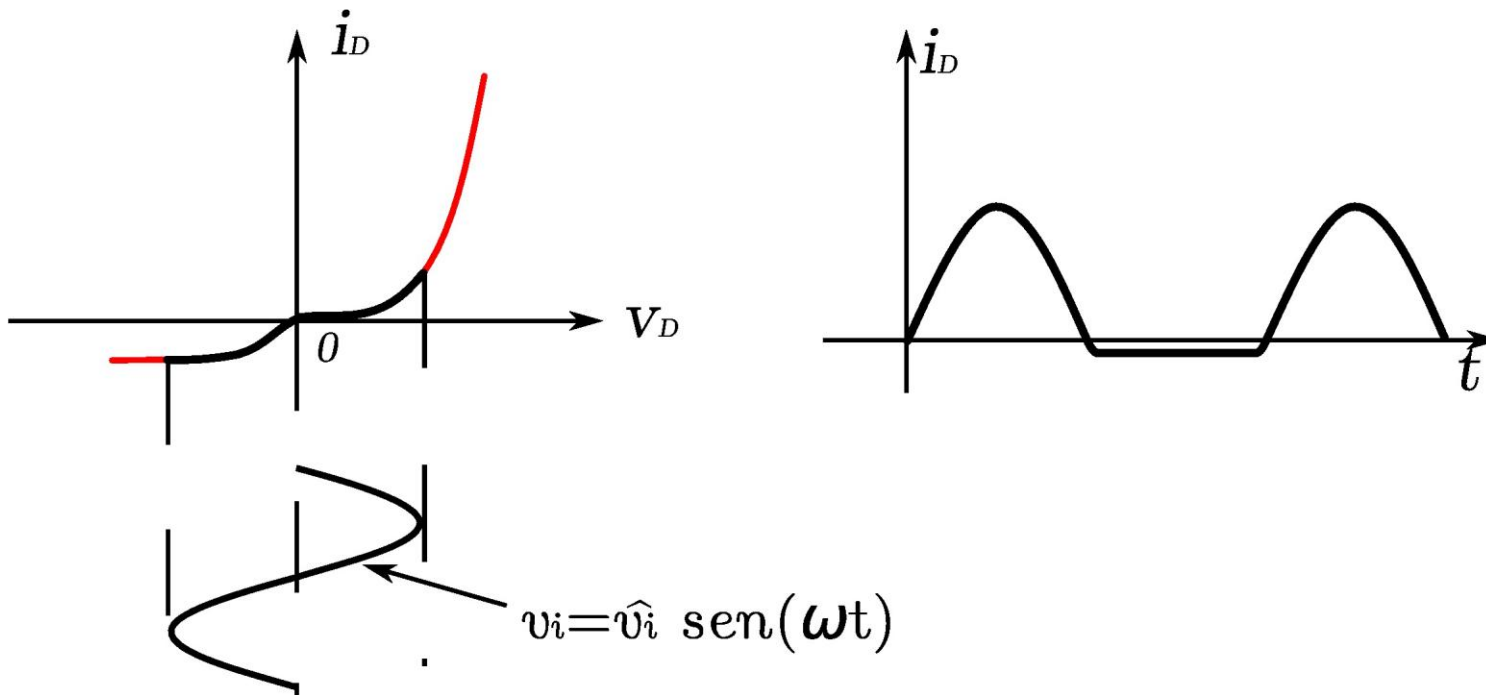
## Análisis grafico (Cont.)

- Trazado de recta de carga (con señal C.C y C.A).



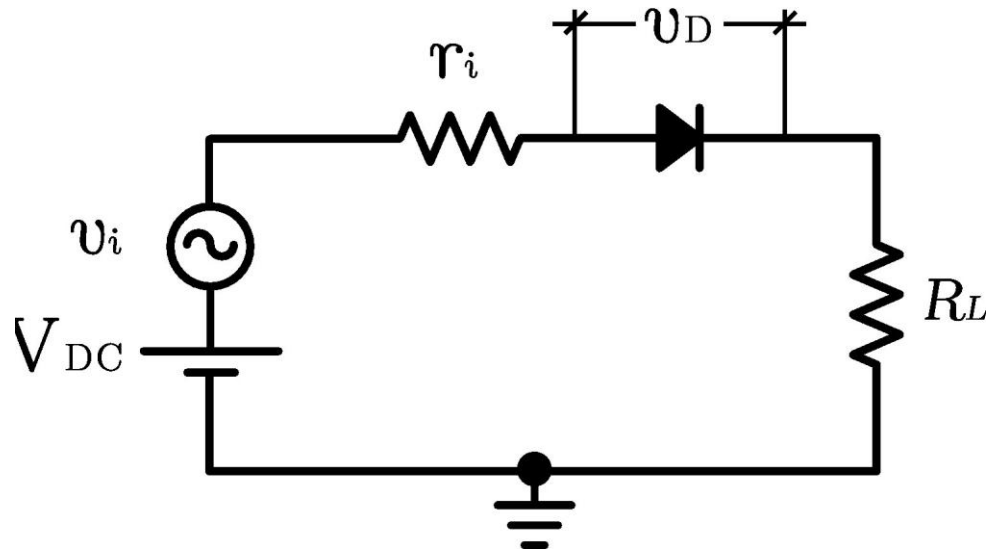
## Análisis grafico (Cont.)

Trazado de recta de carga (con señal C.A solamente).



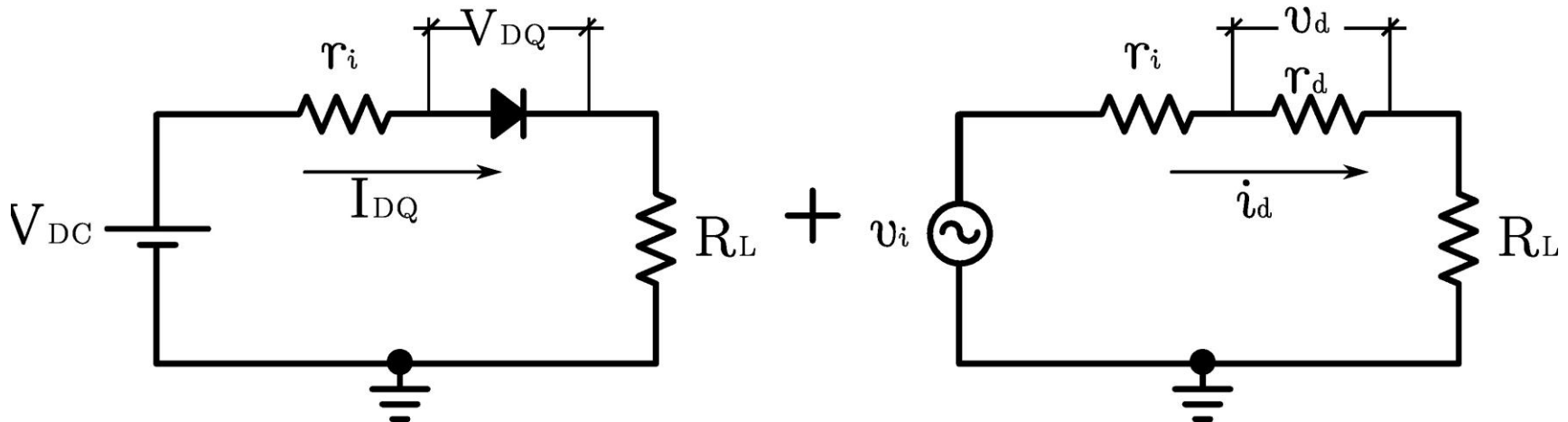
# Análisis de señal Débil

- Concepto de Resistencia Dinámica



# Análisis de señal Débil

- Desdoblamiento en dos circuitos.



$$I_{DQ} = \frac{V_{DC} - V_{DQ}}{r_i + R_L}$$

$$v_i = V_{im} \sin(\omega t)$$

$$i_d = \frac{V_{im}}{r_i + R_L + r_d} \sin(\omega t)$$

## Análisis de señal Débil (Cont.)

$$i_D = I_{DQ} + i_d = \frac{V_{DC} - V_{DQ}}{r_i + R_L} + \frac{V_{im}}{r_i + R_L + r_d} \text{sen}(\omega t)$$

# Desarrollo en Serie de Taylor

$$i_D = I_{DQ} + i_d = f(v_D) \qquad v_D = V_{DQ} + v_d$$

$$\left. \begin{array}{l} |i_d| \ll I_{DQ} \\ |v_d| \ll V_{DQ} \end{array} \right\} \textit{Señal Debil}$$

$$f(x + \Delta x) = f(x) + \Delta x \cdot f'(x)$$

$$x = V_{DQ} \qquad \Delta x = v_d$$

## Desarrollo en Serie de Taylor (Cont.)

$$i_D = I_{DQ} + i_d = f(V_{DQ} + v_d) = f(V_{DQ}) + v_d \frac{di_D}{dv_D}$$

$$I_{DQ} = f(V_{DQ})$$

$$i_d = v_d \left. \frac{di_D}{dv_D} \right|_Q$$

$$r_d = \frac{1}{m} = \frac{1}{\frac{di_D}{dv_D}} = \frac{v_d}{i_d} \quad v_d = i_d r_d$$

# Calculo de la resistencia dinámica

$$i_D = I_0 \left( e^{\frac{v_D}{m.k.T}} - 1 \right)$$

*Pero si*  $|v_D| \gg \frac{m.k.T}{q}$

$$i_D = I_0 \cdot e^{\frac{v_D}{m.k.T}}$$

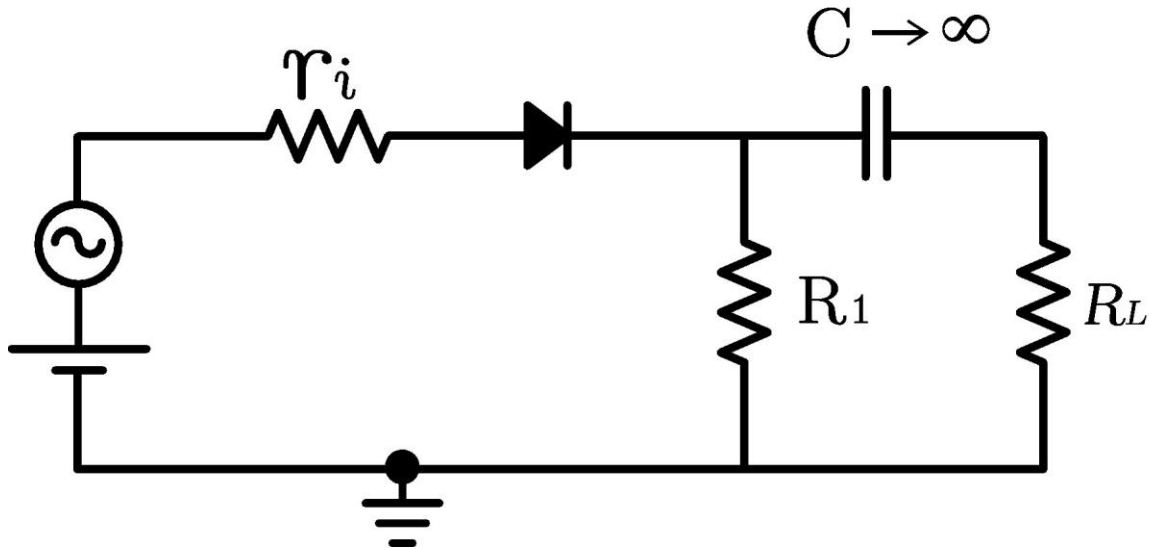
$$\left. \frac{di_D}{dv_D} \right|_Q = \underbrace{I_0 \cdot e^{\frac{v_D}{m.k.T}}}_{I_{DQ}} \cdot \frac{q}{m.k.T} = \frac{1}{r_d} = I_{DQ} \cdot \frac{q}{m.k.T}$$

$$r_d = \frac{m.k.T}{q} \cdot \frac{1}{I_{DQ}} = \frac{25mV}{I_{DQ}}$$

$$v_L = i_D \cdot R_L = \frac{V_{DC} - V_{DQ}}{r_i + R_L} \cdot R_L + \frac{V_{im}}{r_i + R_L + r_d} \cdot R_L \cdot \text{sen}(\omega t)$$



# Circuito con elementos reactivos



$$R_{T_{CC}} = r_i + R_1$$

$$R_{T_{CA}} = r_i + R_1 // R_L$$

$$R_{T_{CA}} < R_{T_{CC}}$$

$$m_{CA} > m_{CC}$$

# Circuito con elementos reactivos (Cont.)

