

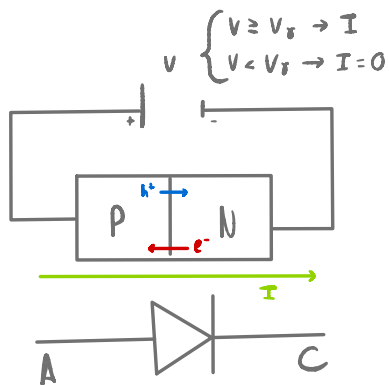
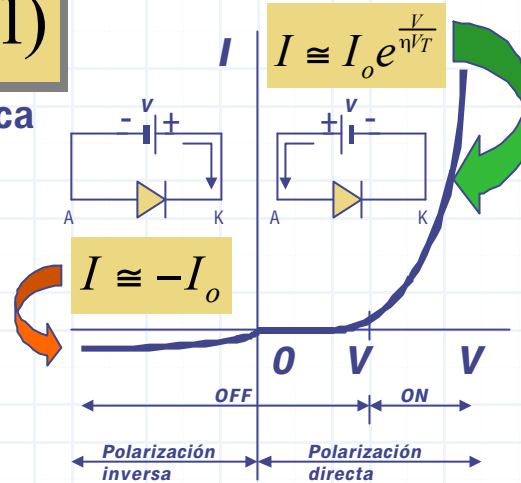
# DIODO SEMICONDUCTOR

## ◆ Ecuación de la característica tensión-intensidad

$$I = I_o (e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1)$$

## ◆ Representación gráfica

- Tensión umbral ( $V_\gamma$ )
- OFF <> Corte
- ON <> Conducción



Ánodo (P)  
Cátodo (N)

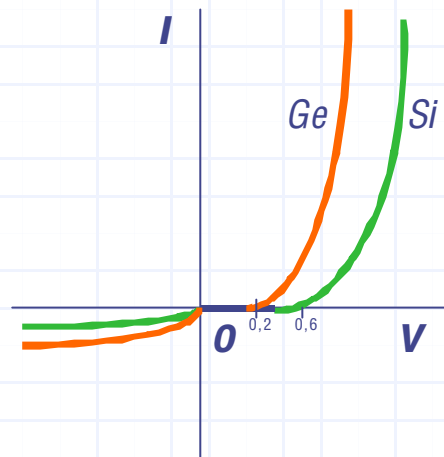
$V_{AC}$  (Ánodo-Cátodo)

$V_o = V_\gamma$  (Tensión umbral)

Diodo de Silicio:  $V_\gamma = 0.7V$

# DIODO SEMICONDUCTOR

## ◆ Germanio vs Silicio



# DIODO SEMICONDUCTOR

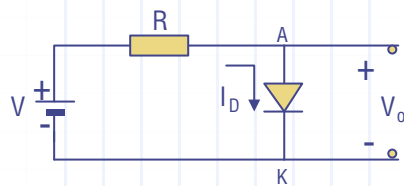
**Ejercicio 1.** Cálculo y representación de la característica de un diodo.

DATOS		INCOGNITAS	
Semiconductor	Silicio	Tensión (V)	Intensidad (mA)
$\eta$	2,00	0,65	0,2868
Intensidad inv. de satur. (nA)	1,00	0,68	0,5123
Temperatura (°K)	300	0,71	0,9150
		0,74	1,6342
		0,77	2,9188
		0,80	5,2130
		0,83	9,3106
		0,86	16,6291
		0,89	29,7003
		0,92	53,0458

# DIODO SEMICONDUCTOR

**Ejercicio 2.** Cálculo de la intensidad y tensión entre bornas de un diodo.

**Método general de cálculo:** Resolución del sistema formado por la recta de carga del circuito y la ecuación del diodo.



$$I = I_o \left( e^{\frac{V_o}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

$$V = I_D R + V_o$$

Método iterativo

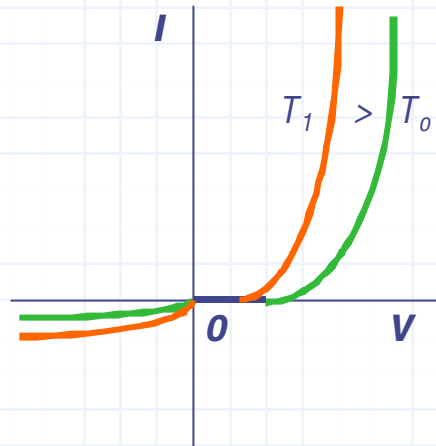
DATOS		INCOGNITAS	
Semiconductor	Germanio	Tensión entre bornas (V)	Intensidad(mA)
Tensión de la Fuente (V)	6,00	0,0000	3,0000
Resistencia (Kilo-ohmios)	2,00	0,3262	2,8369
	1,00	0,3247	2,8376
Intensidad inv. de satur. (nA)	10,00	0,3247	2,8376
Temperatura (°K)	300	0,3247	2,8376

# DIODO SEMICONDUCTOR

- ◆ Respuesta de un diodo a la temperatura
- ◆ Reglas prácticas

$$I_o(t_1) \cong I_o(t_o) \times 2^{\frac{t_1 - t_o}{10}}$$
$$\frac{\Delta I_o}{I_o \Delta T} \cong 0,07^\circ C^{-1}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} \cong -2,5mV / ^\circ C$$



## DIODO SEMICONDUCTOR

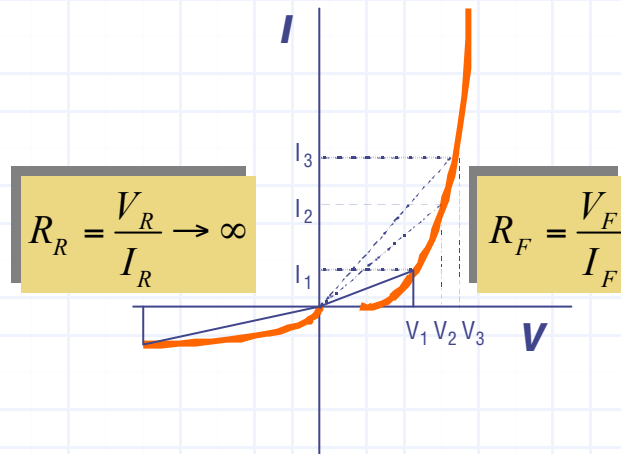
**Ejercicio 3.** Según la ecuación anterior la corriente inversa de saturación del germanio debería aumentar un  $11\%/^{\circ}\text{C}$ , pero experimentalmente obtenemos en el laboratorio que la variación práctica con la temperatura es alrededor del  $7\%/^{\circ}\text{C}$ , cuando aplicamos una tensión inversa de  $6\text{V}$  siendo la corriente de  $1\mu\text{A}$ . Esta situación se interpreta como si el diodo teórico estuviera en paralelo con una resistencia que representa las corrientes de fugas del dispositivo. Calcular esta resistencia.

## DIODO SEMICONDUCTOR

**Ejercicio 4.** La *resistencia térmica* del contacto mecánico del chasis de un diodo con su medio es de  $0,1 \text{ mW/}^{\circ}\text{C}$ , es decir, disipa  $0,1 \text{ mW}$  por cada grado de aumento de la temperatura. No se permite que la temperatura del diodo aumente por encima de la ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ) más de  $20^{\circ}\text{C}$ . Si la corriente inversa de saturación es de  $1 \mu\text{A}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  y teniendo en cuenta que ésta se duplica por cada  $10^{\circ}\text{C}$  de aumento, calcular la tensión inversa máxima que se puede aplicar al diodo.

# DIODO SEMICONDUCTOR

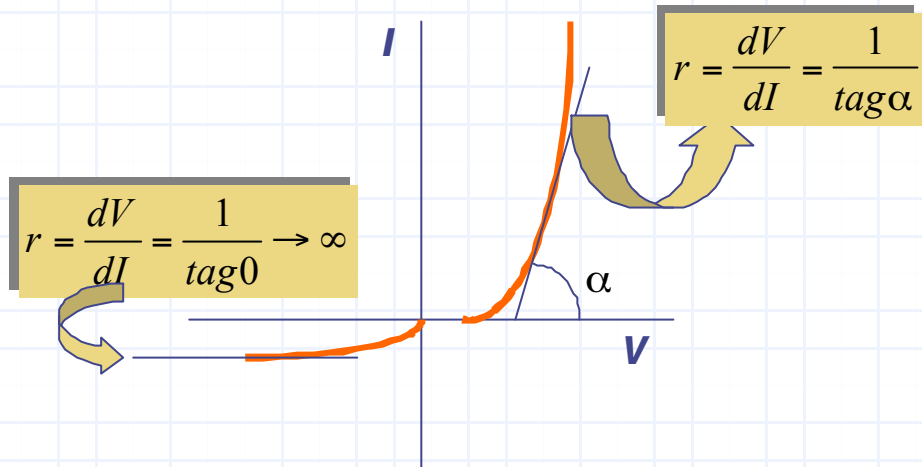
## ◆ Resistencia estática





# DIODO SEMICONDUCTOR

## ◆ Resistencia dinámica o incremental

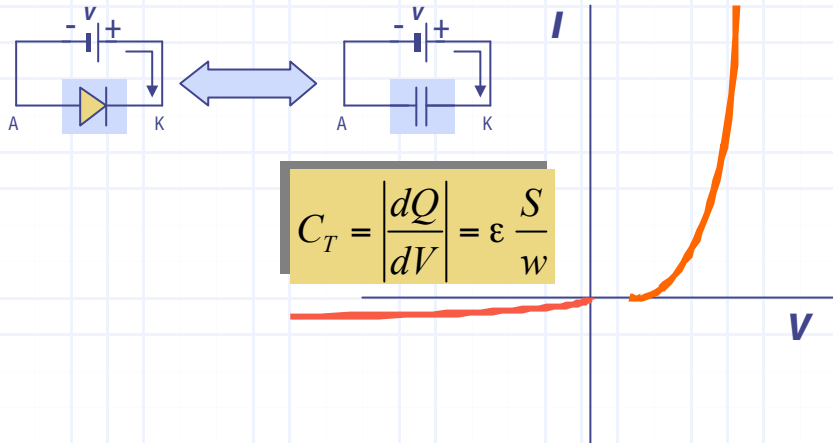


## DIODO SEMICONDUCTOR

**Ejercicio 5.** Un diodo ideal de germanio tiene a temperatura ambiente una resistencia estática de  $5\ \Omega$ , siendo la intensidad en ese punto de 50 mA. Calcular la resistencia dinámica del diodo cuando se polariza directamente con una tensión de 0,3 V.

# DIODO SEMICONDUCTOR

## ◆ Capacidad de transición



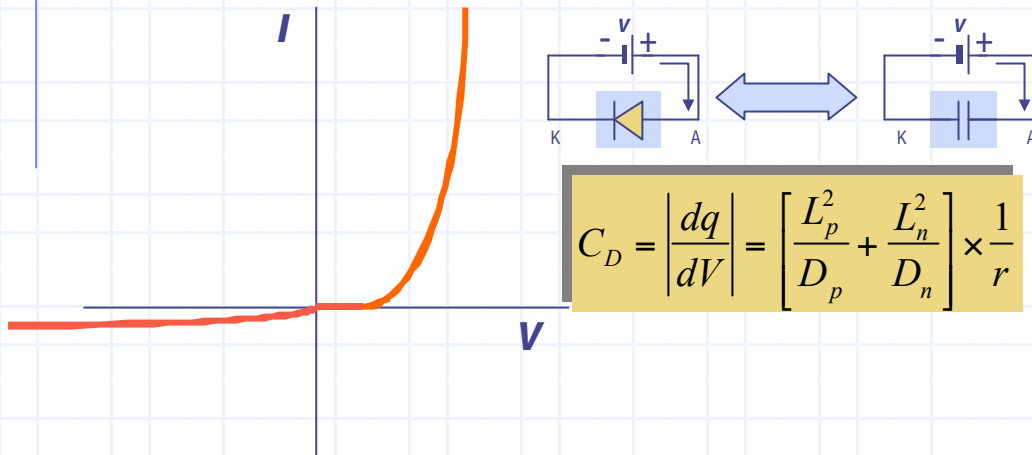
# DIODO SEMICONDUCTOR



**Ejercicio 6.** Se usan con frecuencia diodos polarizados inversamente como condensadores variables gobernados por tensión. La capacidad de transición de un diodo de unión abrupta es de 12 pF a 6V . Hallar la disminución de capacidad cuando la polarización aumenta 1V.

# DIODO SEMICONDUCTOR

## ◆ Capacidad de difusión

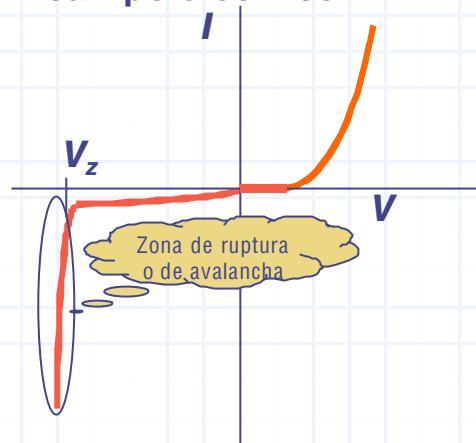


## DIODO SEMICONDUCTOR

**Ejercicio 7.** En un diodo de silicio en que el lado  $p$  está mucho más dopado que el lado  $n$ , la longitud de difusión es de  $3 \times 10^{-6}$  m., la movilidad de los huecos  $500 \text{ cm}^2/\text{V-s}$  y la capacidad de difusión  $2 \text{ nF}$ . Calcular la intensidad de corriente que pasa por él a temperatura ambiente. Se desprecia la corriente inversa de saturación.

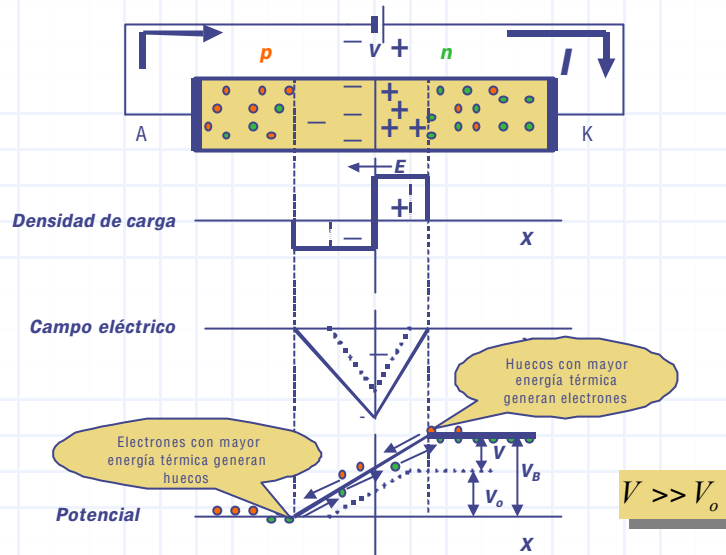
## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

- ◆ Efecto de ruptura o de avalancha: temperatura
- ◆ Efecto *Zener*: campo eléctrico



## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

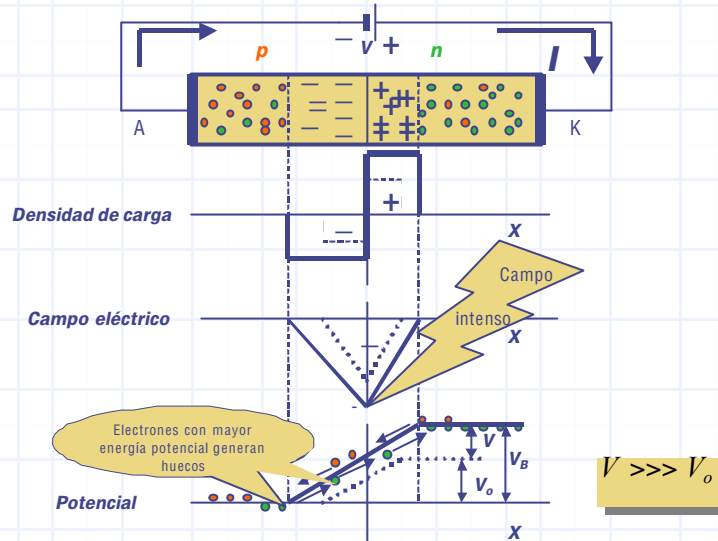
### ◆ Efecto de ruptura o de avalancha: temperatura





## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

### ◆ Efecto *Zener*: campo eléctrico



## DIODO ZENER COMO REGULADOR DE TENSIÓN

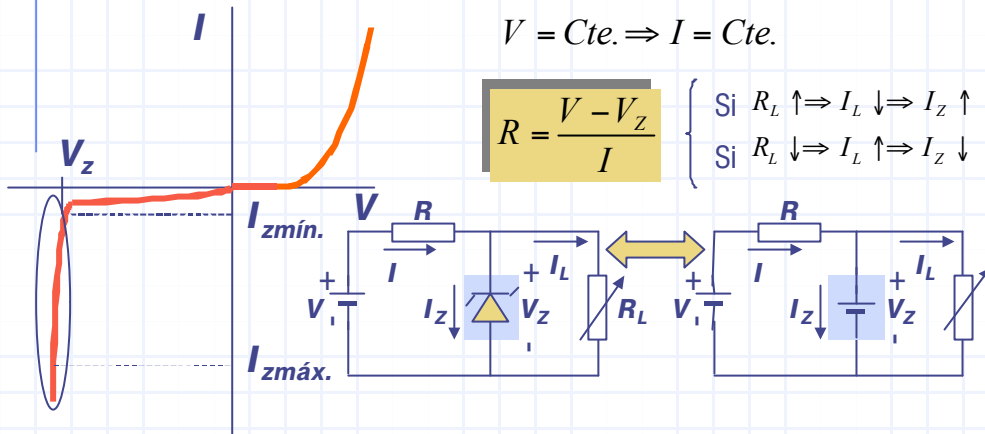
### ◆ Carga variable

$$V_z = Cte. = I_L R_L$$

$$V = Cte. \Rightarrow I = Cte.$$

$$R = \frac{V - V_z}{I}$$

$$\begin{cases} \text{Si } R_L \uparrow \Rightarrow I_L \downarrow \Rightarrow I_z \uparrow \\ \text{Si } R_L \downarrow \Rightarrow I_L \uparrow \Rightarrow I_z \downarrow \end{cases}$$



## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA



**Ejercicio 8.** En un circuito regulador de tensión de acuerdo con los datos calcular las incógnitas.

DATOS		INCOGNITAS	
Tensión de fuente (V)	24,00	Intensidad máx. en el Zener (mA)	80,00
Intensidad máx. de carga (mA)	100,00	Potencia máx. disipada Zener (W)	0,96
Intensidad mín. de carga (mA)	30,00	Resistencia de regulación (óhmios)	109,09
Tensión de regulación (V)	12,00	Resistencia de carga máx. (óhmios)	400,00
Intensidad mín. del Zener (mA)	10,00	Resistencia de carga mín. (óhmios)	120,00

## DIODO ZENER COMO REGULADOR DE TENSIÓN

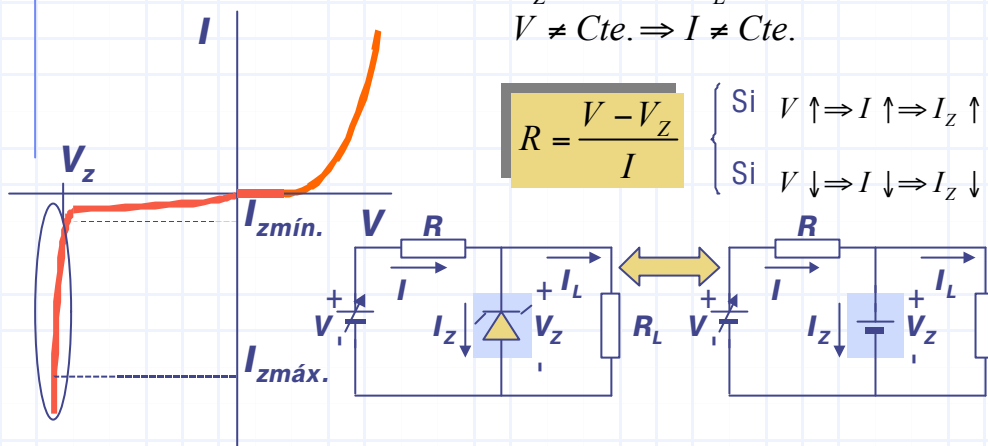
### ◆ Fuente variable

$$V_Z = \text{Cte.} \Rightarrow I_L = \text{Cte.}$$

$$V \neq \text{Cte.} \Rightarrow I \neq \text{Cte.}$$

$$R = \frac{V - V_Z}{I}$$

$$\begin{cases} \text{Si } V \uparrow \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow I_Z \uparrow \\ \text{Si } V \downarrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow I_Z \downarrow \end{cases}$$



## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA



**Ejercicio 9.** En un circuito regulador de tensión de acuerdo con los datos calcular las incógnitas.

DATOS		INCOGNITAS	
Tensión de fuente mínima (V)	24,00	Resistencia de carga (óhmios)	400,00
Tensión de fuente máxima (V)	100,00	Intensidad máx.en el Zener (mA)	212,00
Intensidad en la carga (mA)	30,00	Potencia máx. disipada Zener (W)	2,54
Tensión de regulación (V)	12,00	Resistencia de regulación (óhmios)	363,64
Intensidad mín. del Zener(mA)	3,00		

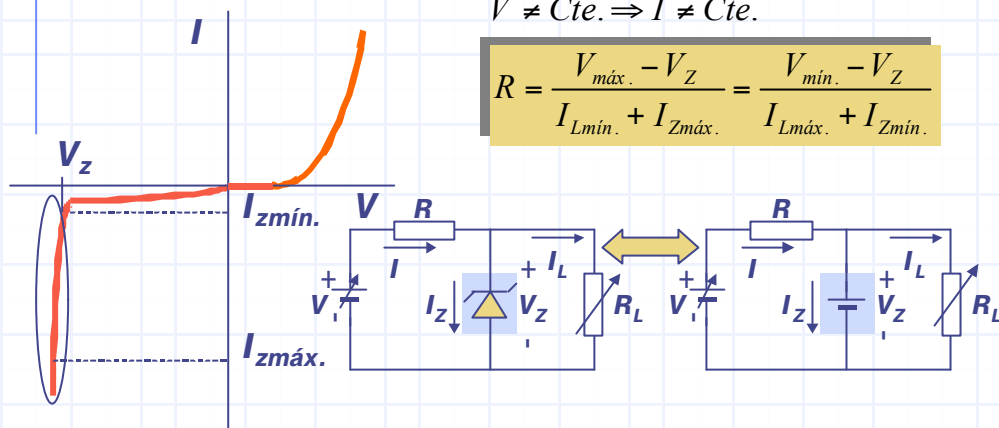
## DIODO ZENER COMO REGULADOR DE TENSIÓN

### ◆ Carga y fuente variables

$$V_Z = Cte. = I_L R_L$$

$$V \neq Cte. \Rightarrow I \neq Cte.$$

$$R = \frac{V_{m\acute{a}x.} - V_Z}{I_{Lm\acute{i}n.} + I_{Zm\acute{a}x.}} = \frac{V_{m\acute{i}n.} - V_Z}{I_{Lm\acute{a}x.} + I_{Zm\acute{i}n.}}$$



FUNDAMENTOS DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS SEMICONDUCTORES

## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

**Ejercicio 10.** En un circuito regulador de tensión de acuerdo con los datos calcular las incógnitas.

DATOS		INCOGNITAS	
Tensión de fuente mínima (V)	24,00	Resistencia de regulación (óhmios)	109,09
Tensión de fuente máxima (V)	100,00	Intensidad máx.en el Zener (mA)	776,67
Intensidad máx.de carga (mA)	100,00	Potencia máx. disipada Zener (W)	9,32
Intensidad mín.de carga (mA)	30,00	Resistencia de carga máx. (óhmios)	400,00
Tensión de regulación (V)	12,00	Resistencia de carga mín. (óhmios)	120,00
Intensidad mín. del Zener(mA)	10,00		

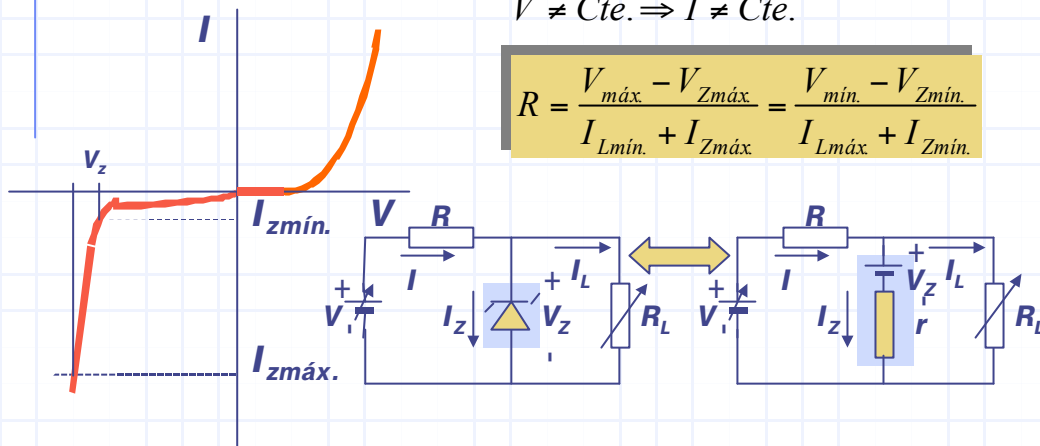
## DIODO ZENER COMO REGULADOR DE TENSIÓN

### ◆ Característica con pendiente: caso general

$$V_Z \neq Cte.$$

$$V \neq Cte. \Rightarrow I \neq Cte.$$

$$R = \frac{V_{m\acute{a}x} - V_{Zm\acute{a}x}}{I_{Lm\acute{i}n.} + I_{Zm\acute{a}x}} = \frac{V_{m\acute{i}n.} - V_{Zm\acute{i}n.}}{I_{Lm\acute{a}x} + I_{Zm\acute{i}n.}}$$





FUNDAMENTOS DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS SEMICONDUCTORES

## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

**Ejercicio 11.** En un circuito regulador de tensión de acuerdo con los datos calcular las incógnitas (análisis).

DATOS		INCOGNITAS	
Tensión de fuente mínima (V)	20,00	Resistencia de regulación (óhmios)	250,00
Tensión de fuente máxima (V)	25,00	Tensión de regulación máx. (V)	10,77
Tensión nominal Zener (V)	10,00	Tensión de regulación mín. (V)	10,09
Resistencia del Zener (óhmios)	17,00	Potencia máx. disipada Zener (W)	0,48
Intensidad máx. del Zener (mA)	45,00	Intensidad mín. de carga (mA)	11,94
Intensidad mín. del Zener (mA)	5,00	Resistencia de carga mín. (óhmios)	201,70
Intensidad máx. de carga (mA)	50,00	Resistencia de carga máx. (óhmios)	901,59

FUNDAMENTOS DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS SEMICONDUCTORES

## DIODO DE RUPTURA O DE AVALANCHA

**Ejercicio 12.** En un circuito regulador de tensión de acuerdo con los datos calcular las incógnitas (síntesis).

DATOS		INCOGNITAS	
Tensión de fuente mínima (V)	20,00	Resistencia de regulación (óhmios)	180,00
Tensión de fuente máxima (V)	25,00	Intensidad máx.en el Zener (mA)	68,17
Intensidad máx.de carga (mA)	50,00	Potencia máx. disipada Zener (W)	0,72
Intensidad mín.de carga (mA)	12,00	Resistencia del Zener (óhmios)	7,44
Tensión de regulación máx.(V)	10,57	Resistencia de carga máx. (óhmios)	880,83
Tensión de regulación mín.(V)	10,10	Resistencia de carga mín. (óhmios)	202,00
Intensidad mín. del Zener(mA)	5,00	Tensión Zener (V)	10,06