



ELECTRONICA 1 PRIMER PARCIAL - 05/06/2001

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es sin material.

Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

PROBLEMA 1 (30 PUNTOS)

- a) En el circuito de la figura 1, FD es un fotodiodo que presenta una corriente de saturación $I_{SFD} = k \cdot I_{LUZ}$, donde I_{LUZ} es la intensidad luminosa que incide sobre el fotodiodo. Se desprecian las corrientes de fugas, es decir que la corriente inversa del fotodiodo está determinada por su corriente de saturación.

Hallar V_o en función de la intensidad de luz incidente en el fotodiodo I_{LUZ} (Suponer que el operacional es ideal).

- b) Si el operacional presenta una tensión de offset V_{off} , corriente de polarización I_b y corriente de offset I_{off} :

- i) ¿cuál es la tensión de salida V_o ?
- ii) Se conecta la entrada no inversora del operacional a tierra a través de una resistencia R_1 . ¿Qué valor debe tener esta resistencia para reducir el efecto de la corriente de polarización.? ¿Cuál es el nuevo valor de V_o resultante?

- c) Si el operacional es ideal salvo su respuesta en frecuencia y tiene ganancia a baja frecuencia A_o y frecuencia de transición f_T , ¿cuál es la frecuencia de corte superior de la transferencia V_o/I_{LUZ} ?

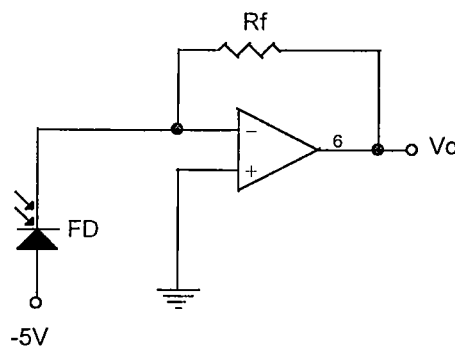


Figura 1

PROBLEMA 2 (25 PUNTOS)

- a) Calcular para el circuito de la figura 1 la ecuación $V_{TOT}(I_{TOT})$. Los dos diodos son idénticos.
- b) El circuito de la figura 1 se utiliza para emular una resistencia de valor muy alto, operando en torno a $I_{TOT} = 0$.
Determinar la expresión de esta resistencia equivalente en pequeña señal.
- c) A los efectos de tener un circuito con frecuencia de corte inferior muy pequeña se utiliza el circuito de la figura 2.
Si el amplificador operacional es ideal salvo por su respuesta en frecuencia, calcular la frecuencia de corte inferior y superior del circuito de la figura 2.
Se supone V_{in} de muy baja amplitud.

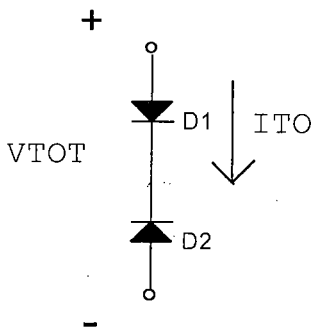


Figura 1

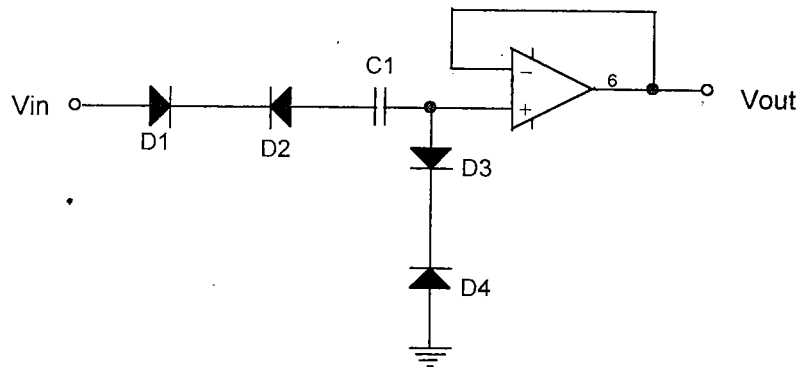


Figura 2

PROBLEMA 3 (25 PUNTOS)

Se desea diseñar una fuente de corriente que suministre 100mA a una carga R_L basada en el circuito de la figura 1.

El diodo zener es del tipo 1N4728 cuyas características son:

$V_Z = 3.3 \text{ V}$, $I_{Z_{MIN}} = 1 \text{ mA}$ y $P_{D_{Máx}} = 0.5 \text{ W}$.

Además se sabe que $R_1 = 100 \Omega$, $\beta = 100$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ y $V_{CESAT} = 0.3 \text{ V}$.

- a) Calcular V_{CC} mínima y V_{CC} máxima para que el circuito funcione correctamente en el caso en que $R_L = 0 \Omega$
- b) Calcular R_2 para cumplir con las especificaciones.
- c) Calcular cuál es la R_L máxima que permite que el circuito funcione correctamente si $V_{CC} = 9 \text{ V}$.

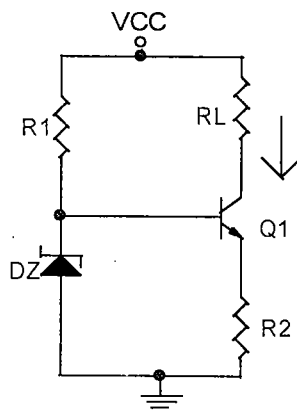
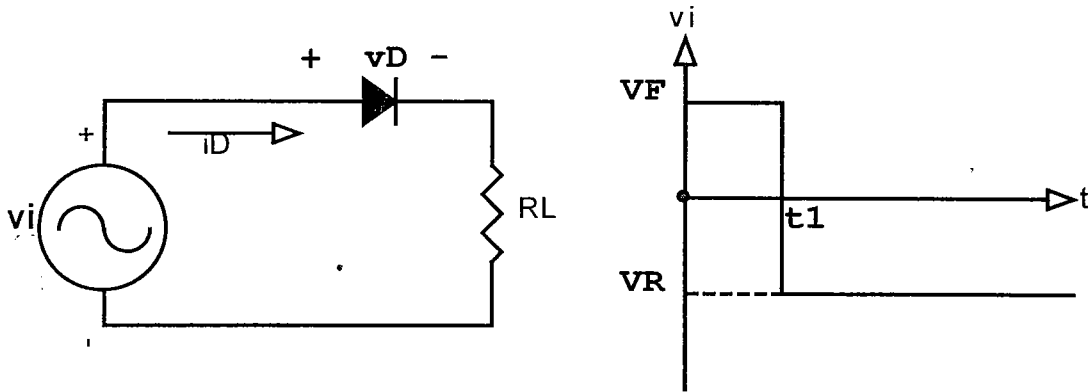


Figura 1

PREGUNTA (20 PUNTOS)

Se considera la conmutación de un diodo pn de operación en directa a inversa, como se muestra en la figura. Graficar la evolución en función del tiempo de los concentración de portadores minoritarios en exceso a uno de los lados de la unión ($p_n - p_{n0}$), la corriente por el diodo i_D , y la tensión en el diodo v_D . Explicar la razón física por la que se tiene el comportamiento graficado. Indicar en las gráficas cuál es el tiempo de recuperación inversa (t_{rr}) del diodo.



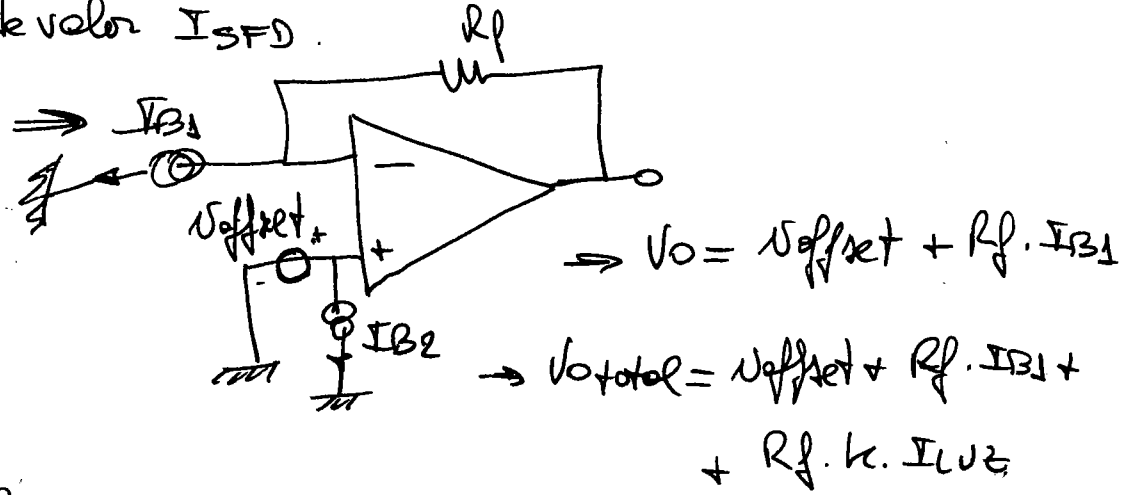
PRIMER PARCIAL ELECTRONICA 1, 2001

PROBLEMA 1:

a) $V_o = + R_f \cdot I_{FD} = R_f \cdot I_{SFD} = R_f \cdot k \cdot I_{Luz}$

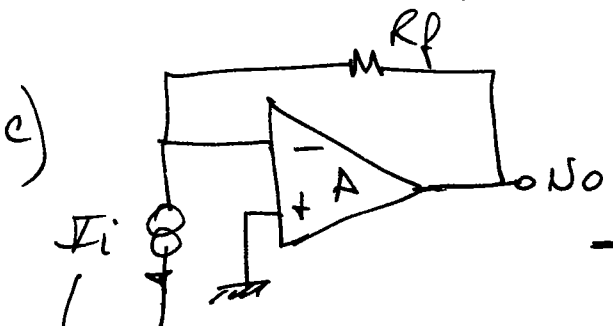
b) Aplicando superposición, considerando el fotodiodo

c) se computa como una fuente de corriente de valor I_{SFD} .



b) $R_1 = R_f$

$V_{o total} = R_f \cdot k \cdot I_{Luz} + V_{offset} + R_f \cdot \underbrace{(I_{B1} - I_{B2})}_{I_{offset}}$



proporcional a I_{Luz}

$\rightarrow V_o = -\frac{V_o}{A} + R_f I_i$

$\rightarrow V_o \left(1 + \frac{1}{A} \right) = R_f I_i$

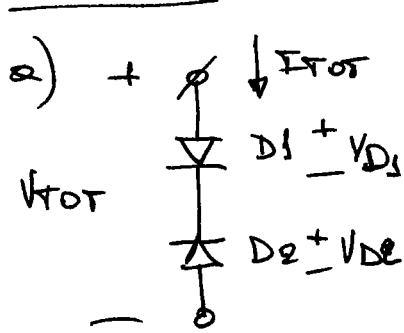
$\rightarrow \frac{V_o}{I_i} = \frac{R_f \cdot A}{1 + A} = \frac{R_f \cdot A_o}{A_o + 1 + \frac{s A_o}{\omega T}}$

$= \frac{R_f}{1 + \frac{s}{\omega T}}$

\rightarrow $f_{-3dB superior} = f_{T \text{ Amplif. operacional}}$

PRIMER PARCIAL ELECTRONICAL, 2001

PROB. 2:



$$I_{D1} = I_{TOT} = I_{S1} \left(e^{\frac{V_{D1}}{qVT}} - 1 \right)$$

$$I_{D2} = -I_{TOT} = I_{S2} \left(e^{\frac{-V_{D2}}{qVT}} - 1 \right)$$

$$I_{S1} = I_{S2} \text{ (diodos idénticos)} = I_S$$

$$V_{TOT} = V_{D1} + V_{D2}$$

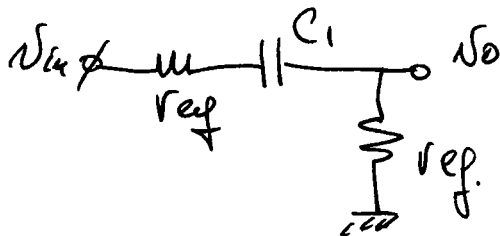
$$= qVT \left(1 + \frac{I_{TOT}}{I_S} \right) + \left(-qVT \ln \left(1 - \frac{I_{TOT}}{I_S} \right) \right)$$

$$= qVT \ln \left(\frac{1 + I_{TOT}/I_S}{1 - I_{TOT}/I_S} \right)$$

$$b) \quad r_{eq} = \left. \frac{\partial V_{TOT}}{\partial I_{TOT}} \right|_{I_{TOT}=0} = \frac{qVT}{I_S} \frac{1}{1 + \frac{I_{TOT}}{I_S}} + \frac{qVT}{I_S} \frac{1}{1 - \frac{I_{TOT}}{I_S}}$$

$$= \frac{2 \cdot qVT / I_S}{\left. \right|_{I_{TOT}=0}}$$

c) frec de corte inferior: seguidor con amplificador tiene frecuencia lo esto frecuencia



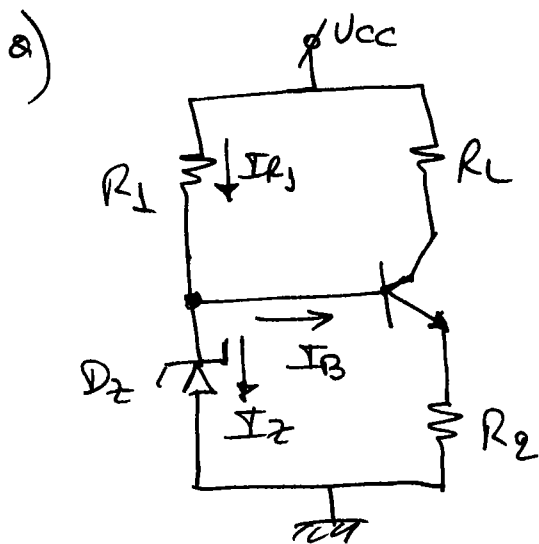
$$\Rightarrow \boxed{f_{-3dBinf} = \frac{1}{2\pi \cdot 2r_{eq} \cdot C_1}}$$

$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{r_{eq}}{r_{eq} + r_{eq} + \frac{1}{C_1 s}} = \frac{r_{eq} C_1 s}{1 + 2r_{eq} C_1 s}$$

frec. de corte superior: debe ser amplif. operacional como seguidor

$$\Rightarrow f_{-3dBsup} = f_{T \text{ Amplif. operacional.}}$$

PROB. 3:



$$I_{R1} = \frac{V_{CC} - V_Z}{R_1}$$

$$I_{R1} = I_B + I_Z \Rightarrow I_Z = I_{R1} - I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{100 \mu A}{100} = 1 \mu A$$

Vcc min: debe ser tal que el zener recibe al menos la corriente minima (I_{Zmin})

7 que el transistor no sature.

Con $R_L = 0$ es seguro que el transistor no sature pues $V_C = V_{CC} > V_B$ (tension de base)

tension de colector

$$\Rightarrow V_{CE} > V_{BE} > V_{CESAT} \checkmark$$

→ Condición de corriente por el zener:

$$I_Z > I_{Zmin} \Rightarrow I_{R1} > I_{Zmin} + I_B$$

$$\Rightarrow V_{CC} > R_1 (I_{Zmin} + I_B) + V_Z = 3.5V$$

Vcc max: Tal que no se supere potencia del zener.

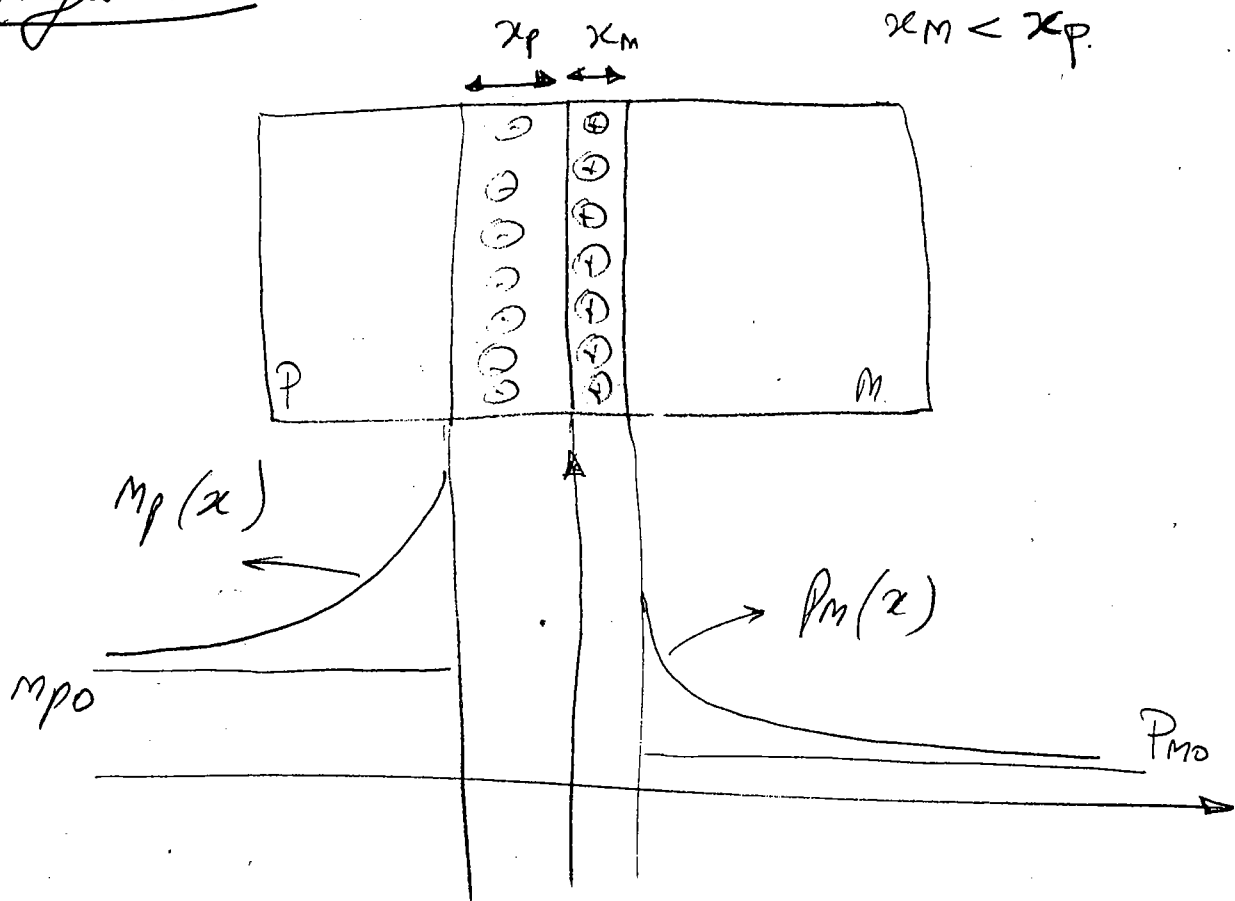
$$\Rightarrow I_Z = \frac{V_{CC} - V_Z}{R_1} - I_B < I_{Zmax} = \frac{P_Z}{V_Z}$$

$$\Rightarrow V_{CCmax} = \left(\frac{P_Z}{V_Z} + I_B \right) R_1 + V_Z = 18.55V$$

b) $I_Z \approx I_E = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_2} = 100 \mu A \Rightarrow R_2 = 26 \Omega$

c) R_{Lmax} / Q_3 no sature $\Rightarrow V_{CE} = (V_{CC} - R_L \cdot I_C) - R_E \cdot I_E > V_{CESAT}$
 $\Rightarrow R_L < \frac{V_{CC} - V_{CESAT}}{I_C} - R_E = 61 \Omega$

Pregunta:



M más dopado que P $\rightarrow N_A < N_D$

\Rightarrow i) Zona de depleción en zona M menos ancha que en P, pues se "descubre" la misma cantidad de carga en menor distancia en el lado con mayor concentración de dopantes

ii) mayor concentración en M \Rightarrow mayor cantidad de e- difunden al lado P en directo \Rightarrow

$$m_p > n_m$$

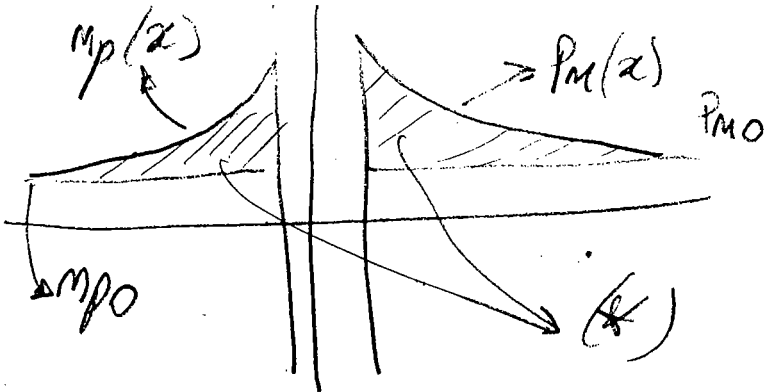
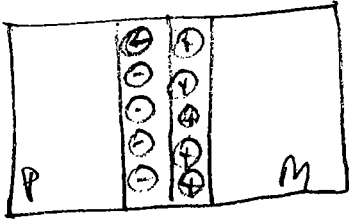
iii)
$$n_{m0} = \frac{n_i^2}{N_D}, \quad m_{p0} = \frac{n_i^2}{N_A}$$

$$\Rightarrow n_{m0} < m_{p0}$$

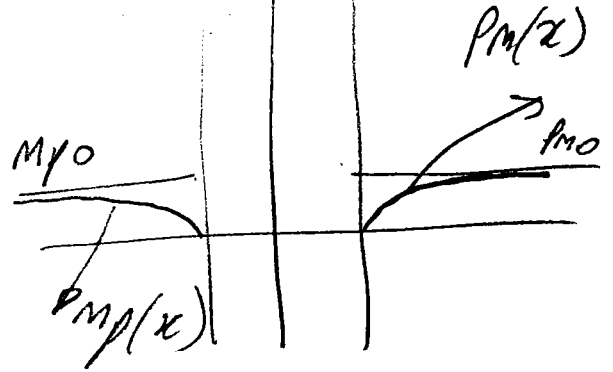
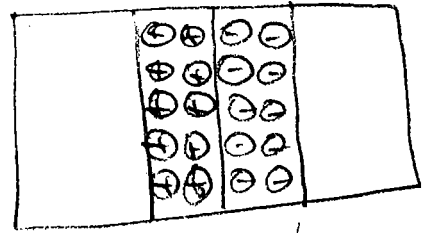
(Hay más minoritarios del lado menos dopado, pues con mayor menor probabilidad de recombinarse)

PREGUNTA:

Junctura en directo



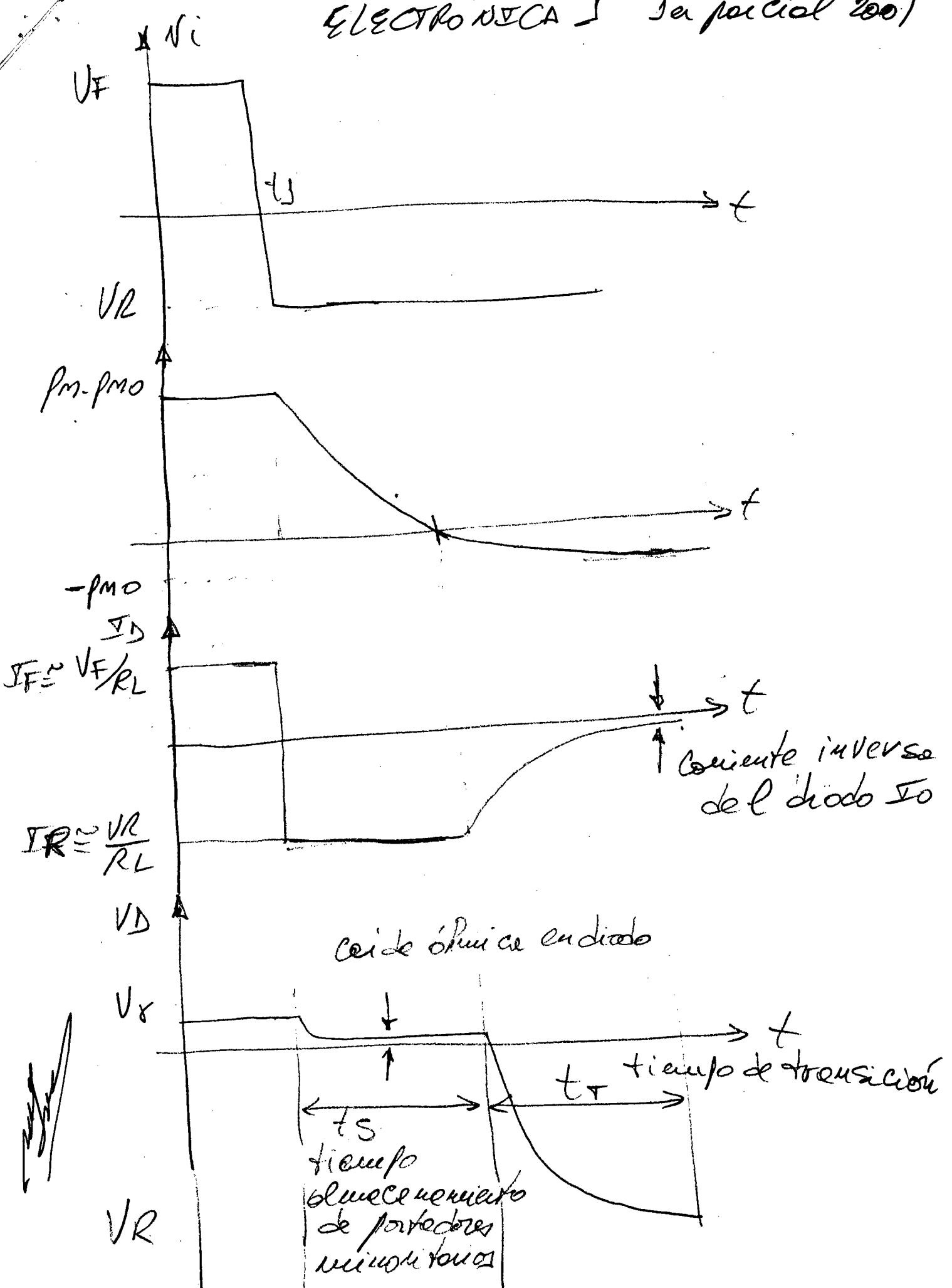
Junctura en inverso



Al pasar de directo a inverso se debe:

- I desalojar los portadores minoritarios que difundieron, e ambos lados de la junctura (carga zonas $(*)$)
- II aumentar el ancho de la zona de depleción de acuerdo a la tensión inversa aplicada.

Durante I el diodo se comporta como un cortocircuito prácticamente, a los pocos llevamos la corriente, luego en II la tensión a través de la junctura crece y la corriente disminuye a medida que se lleva la zona de depleción al valor final correspondiente a la tensión inversa aplicada.



$t_{rr} = t_s + t_r$: tiempo de recuperación inversa.