

**2<sup>er</sup> Parcial de Electrónica 2**  
**22/11/2016**

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es **sin** material.

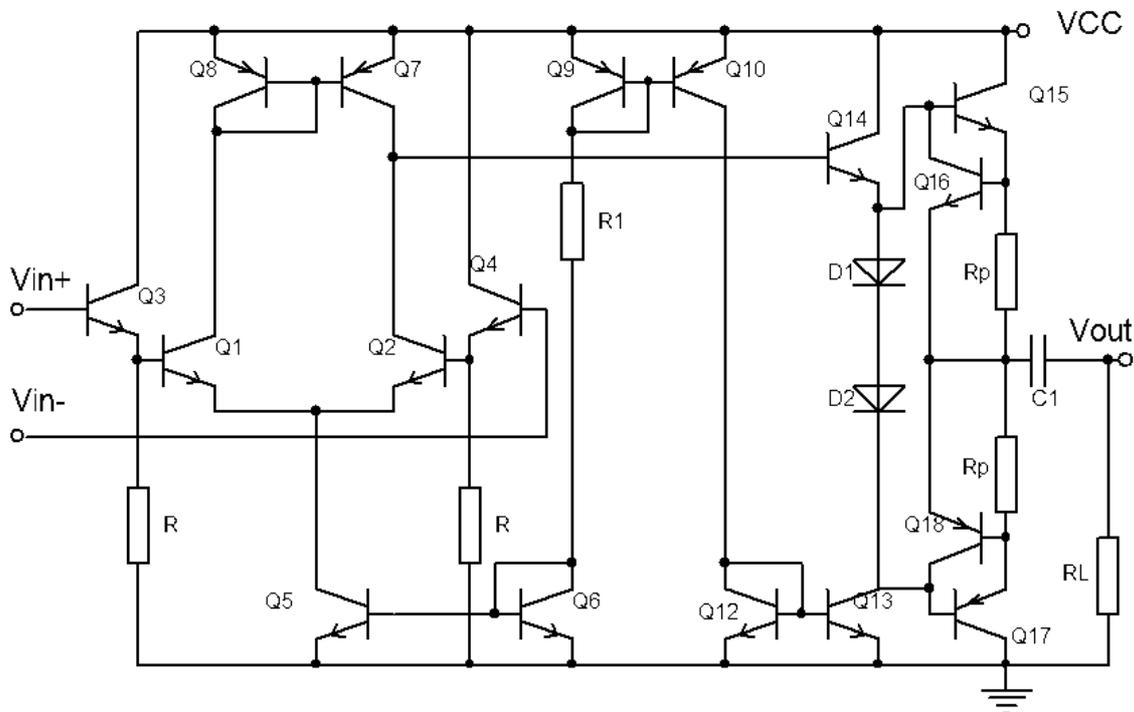
Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

**Problema 1 (30 pts):**

En el circuito de la figura se supone que todos los transistores son iguales con  $\beta = 100$ ,  $V_{BE} = 0.7V$  y  $V_{BE} = V_{CEsat}$ .

**Nota:** Las corrientes de base **en continua** de Q1 y Q2 podrán suponerse despreciables. Se pide:

- a) Hallar el mínimo valor de VCC para que el circuito funcione linealmente.
- b) Hallar el rango de las tensiones de modo común admisibles a la entrada ( $V_{in}$ ).
- c) Con  $R_L = 100 \Omega$  y  $V_{CC} = 7V_{BE}$  determinar la resistencia R1 para que la ganancia diferencial,  $A_d = V_{out}/V_{in}$  ( $V_{in} = V_{in+} - V_{in-}$ ), valga 96dB.
- d) Suponiendo que el valor de continua (en modo común) de  $V_{in}$  se encuentra en  $5V_{BE}$ , hallar el valor de R para que la impedancia de entrada diferencial valga  $100 k\Omega$ .
- e) Explicar la función de los transistores Q16 y Q18 describiendo como operan. Por razones de funcionalidad se desea que la excursión de pico sobre la carga no supere a  $V_{BE}$ . Calcular el valor de  $R_p$  para cumplir con dicho requerimiento.



**Problema 2 (24 ptos):**

Considerando que el amplificador U1 tiene una ganancia  $A_0 = 100 \text{ V/V}$ :

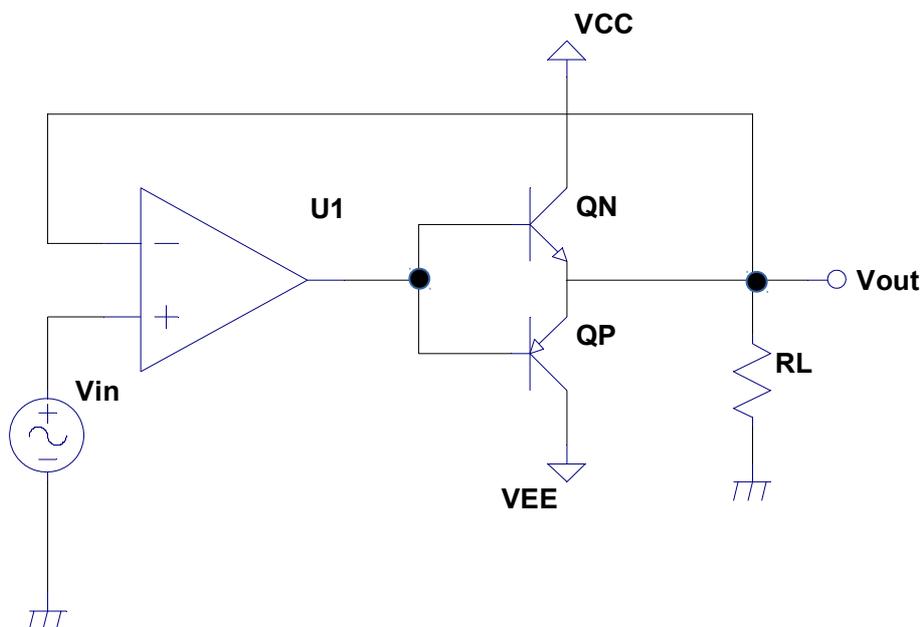
- a) Grafique  $V_{out}$  en función de  $V_{in}$  indicando los puntos notables y compárela con el caso en que  $V_{in}$  se conecta a las bases de QN y QP y no se incluye el amplificador U1. En lo que sigue se considera el circuito de la Fig. (con U1).
- b) ¿Cuál es la corriente máxima que debe entregar el amplificador operacional si la salida tiene una tensión de pico que puede variar entre 0 y VCC?
- c) Para  $V_{in}$  sinusoidal, obtenga la expresión de la eficiencia de la etapa de salida en función de la tensión de pico  $V_{outp}$  a la salida y calcule su máximo.
- d) Calcule la máxima temperatura ambiente a la que pueden operar los transistores si trabajan sin disipador y la salida tiene una tensión de pico que puede variar entre 0 y VCC.

**Datos:**

$R_L = 8 \Omega$  ,  $V_{CC} = |V_{EE}| = 10\text{V}$ .

$Q_N, Q_P$ :  $\beta_{N,P}=50$ ,  $V_{BE} = 0.7\text{V}$ ,  $V_{CESAT}$  despreciable.

$T_{jMAX}=120^\circ\text{C}$ ,  $\Theta_{JC}=2^\circ\text{C/W}$ ,  $\Theta_{CA}=70^\circ\text{C/W}$ .



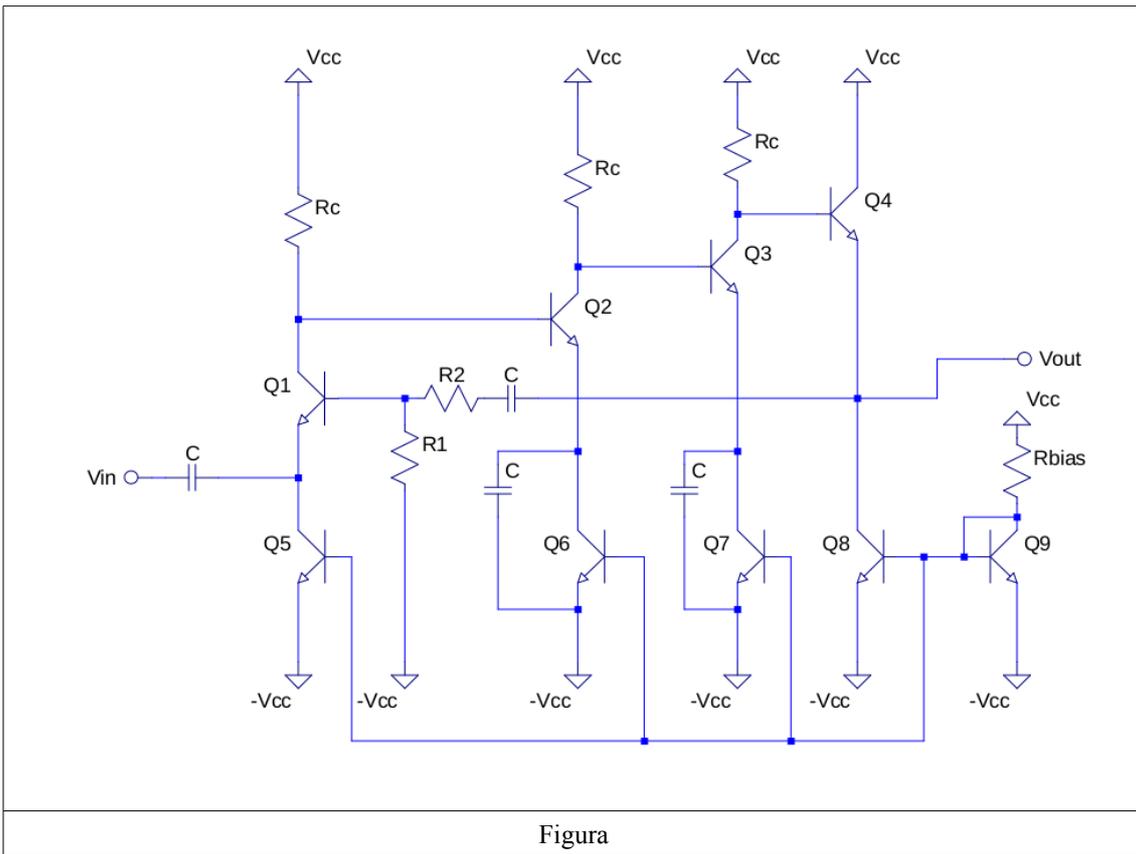
**Problema 3 (26 ptos):**

Para el circuito de la figura calcular:

- a) Ganancia en banda pasante  $V_{out}/V_{in}$
- b) Resistencia de entrada y salida.

Datos:

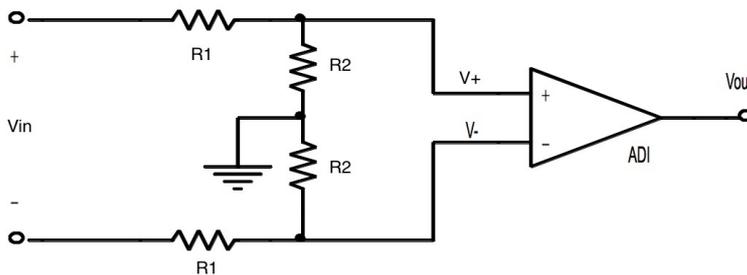
$R_1=1\text{K}\Omega$ ,  $R_2=9\text{K}\Omega$ ,  $R_{bias}=40\text{K}\Omega$ ,  $R_c=10\text{K}\Omega$ ,  $V_{cc}=10\text{V}$ ,  $C=\infty$ ,  $V_a=\infty$



Figura

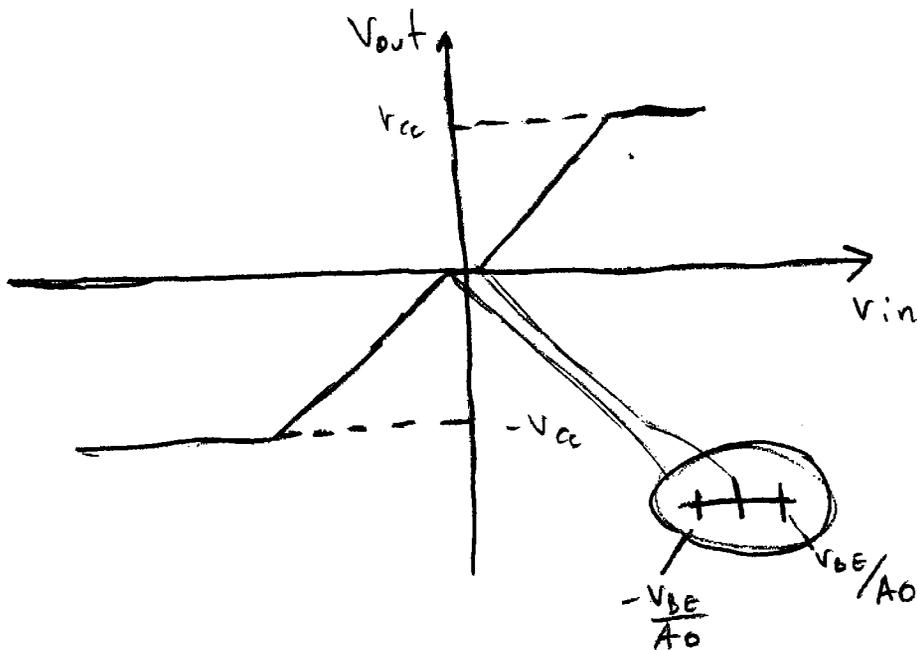
**Problema 4 (20 pts):**

Considere el circuito de la figura. El bloque ADI representa un amplificador diferencial que tiene entre sus entradas ( $V+$ ,  $V-$ ) y su salida  $V_{out}$ , una ganancia diferencial  $A_{di}$  y se puede despreciar el ruido que aporta. Determinar el voltaje rms de ruido equivalente en la salida  $V_{out}$ . Para ello se deberá considerar el ruido aportado por las resistencias y que se trabaja sobre un ancho de banda ideal de  $B$  Hz.



Problemz 2

2)



$$b) \hat{I}_{out\ max} = \frac{V_{cc}}{R_L} = \frac{10}{8} = 1,25\ A \Rightarrow \hat{i}_b = \hat{i}_{out\ u_1} = \frac{1,25\ A}{\beta} = 25\ \mu A$$

$$c) \varrho = \frac{\pi}{4} \frac{\hat{V}_o}{V_{cc}}, \quad \varrho_{max} = \frac{\pi}{4}$$

$\hat{V}_o = V_{cc}$

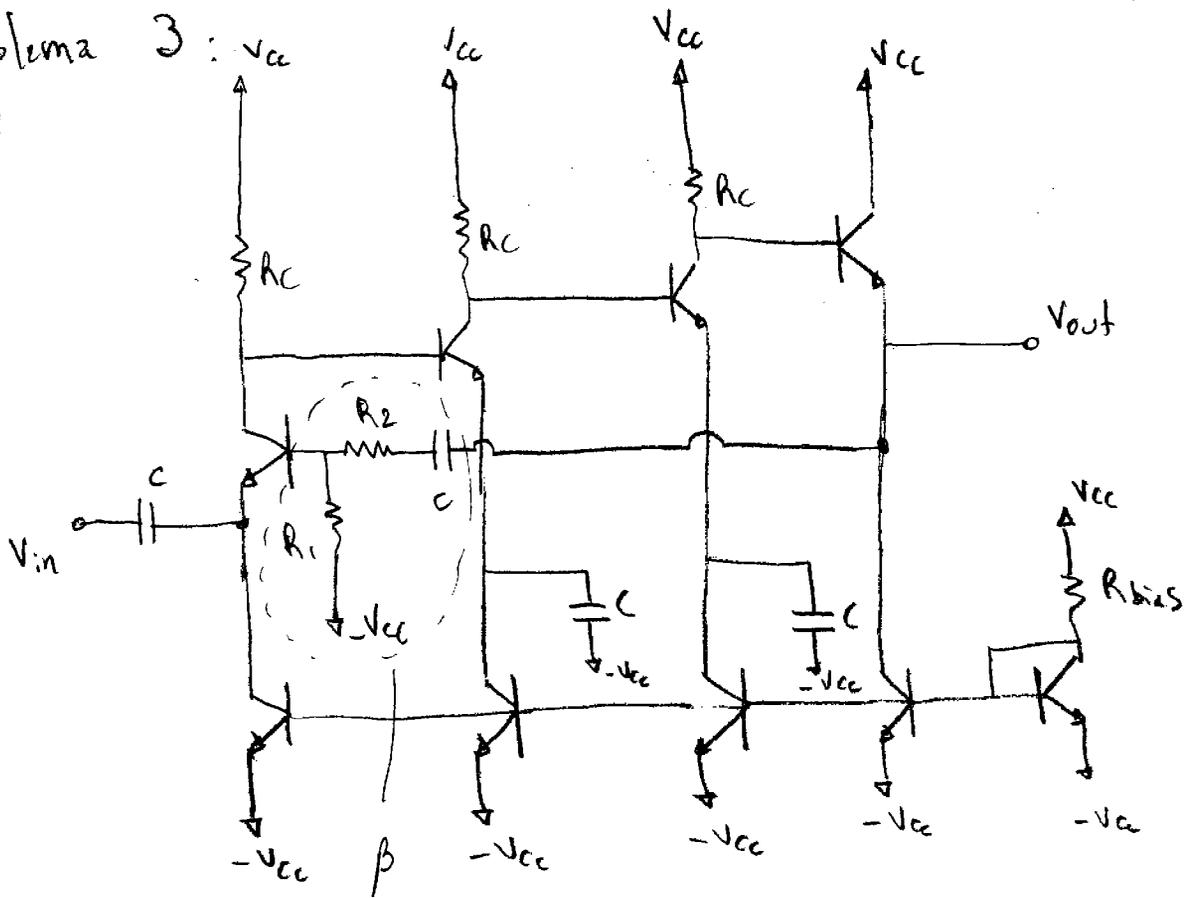
$$d) P_{D\ max\ tot} = \frac{\varrho V_{cc}^2}{\pi^2 R_L} \quad \text{perz} \quad \hat{V}_o = \frac{2}{\pi} V_{cc}$$

$$P_{D\ max\ QN, QP} = \frac{V_{cc}^2}{\pi^2 R_L} \Rightarrow T_j - T_A = P_{D\ max\ QN, QP} \cdot \theta_{JA} = 91,19$$

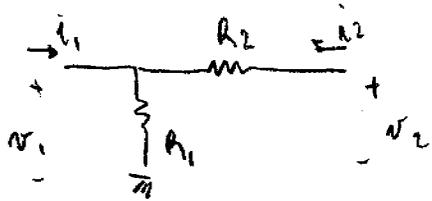
$$\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{CA}$$

$$\Rightarrow T_A = T_{j\ max} - 91,19 = 28,8\ ^\circ C$$

Problema 3:  
2)



Bloque  $\beta$



$$h_{11\beta} = \frac{v_1}{i_1} \Big|_{v_2=0} \Rightarrow h_{11\beta} = R_1 \parallel R_2$$

$$h_{12\beta} = \frac{v_1}{v_2} \Big|_{i_1=0} \Rightarrow h_{12\beta} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow \beta = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$h_{21\beta} = \frac{i_2}{i_1} \Big|_{v_2=0} \Rightarrow h_{21\beta} = \frac{-R_1}{R_1 + R_2}$$

$$h_{22\beta} = \frac{i_2}{v_2} \Big|_{i_1=0} \Rightarrow h_{22\beta} = \frac{1}{R_1 + R_2}$$

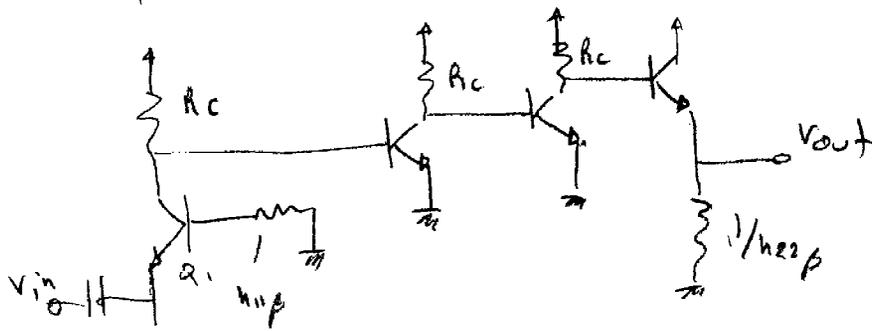
Bloque A

$$h_{12A} = \frac{v_1}{v_2} \Big|_{i_1=0} \Rightarrow h_{12A} = \phi$$

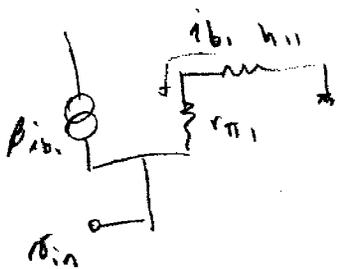
$$h_{21A} = \frac{i_2}{i_1} \Big|_{v_2=\phi} \Rightarrow i_2 = i_1 \cdot R_c \parallel r_{\pi} \cdot \frac{1}{r_{\pi}} \cdot \beta \cdot R_c \parallel r_{\pi} \cdot \frac{1}{r_{\pi}} \cdot \beta \cdot R_c \parallel r_{\pi} \cdot \frac{1}{r_{\pi}} \cdot \beta$$

$$\Rightarrow h_{21} = \beta^3 \cdot \left( \frac{R_c}{R_c + r_{\pi}} \right)^3$$

Nuevo bloque A'



$$A' = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$



$$i_b = \frac{v_{in}}{r_{\pi} + h_{ie}}$$

$$V_{out} = \frac{v_{in}}{r_{\pi} + h_{ie}} \cdot \beta_a \cdot R_c \parallel r_{\pi} \cdot \frac{1}{r_{\pi}} \cdot \beta_a \cdot R_c \parallel r_{\pi} \cdot \frac{1}{r_{\pi}} \cdot \beta_a \cdot R_c \parallel (r_{\pi} + \beta_a \frac{1}{h_{22}}) \cdot \frac{g_m \cdot V_{ce2}}{1 + g_m \cdot h_{22}}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\beta_a^3}{r_{\pi} + h_{ie}} \cdot \left( \frac{R_c}{R_c + r_{\pi}} \right)^2 \cdot \frac{R_c \cdot \beta_a / h_{22}}{R_c + r_{\pi} + \beta_a / h_{22}} = 1,57 \times 10^6$$

$$I_{bias} = \frac{(2V_{cc} - V_{REON})}{R_{bias}} = 0,408 \text{ mA}$$

$$g_m = 0,0186$$

$$r_{\pi} = 10,8 \text{ K}$$

$$G = \frac{A'}{1 + A'\beta} = 10$$

$$b) \quad R_{in A'} = (r_{\pi} + h_{ie}) \cdot \frac{1}{\beta_a} = 58,4 \Omega$$

$$R_{in tot} = R_{in A'} (1 + A'\beta) = 9,2 \times 10^6$$

$$R_{out A'} = (r_{\pi} + R_c) \cdot \frac{1}{\beta} \parallel \frac{1}{h_{22}\beta} = 102,8 \Omega$$

$$R_{out tot} = \frac{R_{out A'}}{(1 + A'\beta)} = 6,5 \times 10^{-4} \Omega$$