

Examen de Electrónica 2
21/12/2015

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: (38 puntos)

En el oscilador de la Figura 1 los inductores L1 y L2 son idénticos y tienen el modelo indicado en la Figura 2. Se supondrá que la amplitud de oscilación es tal que el circuito puede considerarse en pequeña señal durante todo el problema.

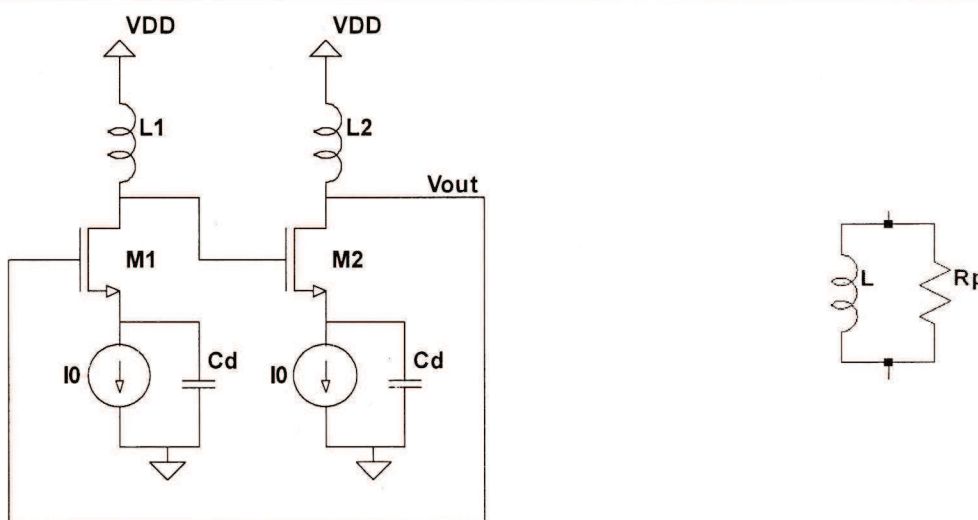


Figura 1

Figura 2

- Determinar la condición de oscilación en función de I_0 y R_p , si se asume que la frecuencia de oscilación es tal que L1 y L2 resuenan con la capacidad vista desde el drain de M1 y M2 respectivamente.
- Hallar la frecuencia de oscilación para que se cumpla la condición asumida en a).
- La corriente que entregan I_1 e I_2 se vincula con la amplitud de oscilación en V_{out} de la forma $I = k_1(V_{out}) + k_2$. ¿Que signo debe tener k_1 y que condición debe cumplir k_2 , para que el circuito funcione correctamente?
- Calcule la amplitud de oscilación en función de k_1 , k_2 y los valores de los componentes del circuito.

DATOS:

Los transistores M1 y M2 son idénticos y tienen:

- Tensión de early V_A infinito.
- $\mu C_{ox}(W/L)$, $C_{gs} = C_{gd}$ dados.
- Los condensadores C_d se podrán considerar infinitos.

Problema 2: (36 puntos)

Para el circuito de la Figura 1:

- a) Explique que es una corrida térmica indicando cuales son los componentes de la Figura 1 que intervienen en la misma. Justifique.
- b) Indique un mecanismo posible para controlar la corrida térmica, indicando como funciona. Justifique.
- c) Calcule la potencia máxima que se puede entregar a la carga y la potencia máxima que deben disipar cada uno de los transistores Qn y Qp. Es necesario usar disipadores para Qn y Qp? Justifique.

Al circuito de la Figura 1 se le agregan los transistores Qn1 y Qp1 quedando el circuito de la Figura 2.

- d) ¿Qué función cumplen estos dos transistores y como actúan? Justifique.
- e) Calcule la nueva potencia máxima entregada a la carga.
- f) ¿Cuál es la máxima potencia disipada por Qn, Qp, Qn1, Qp1?

Datos:

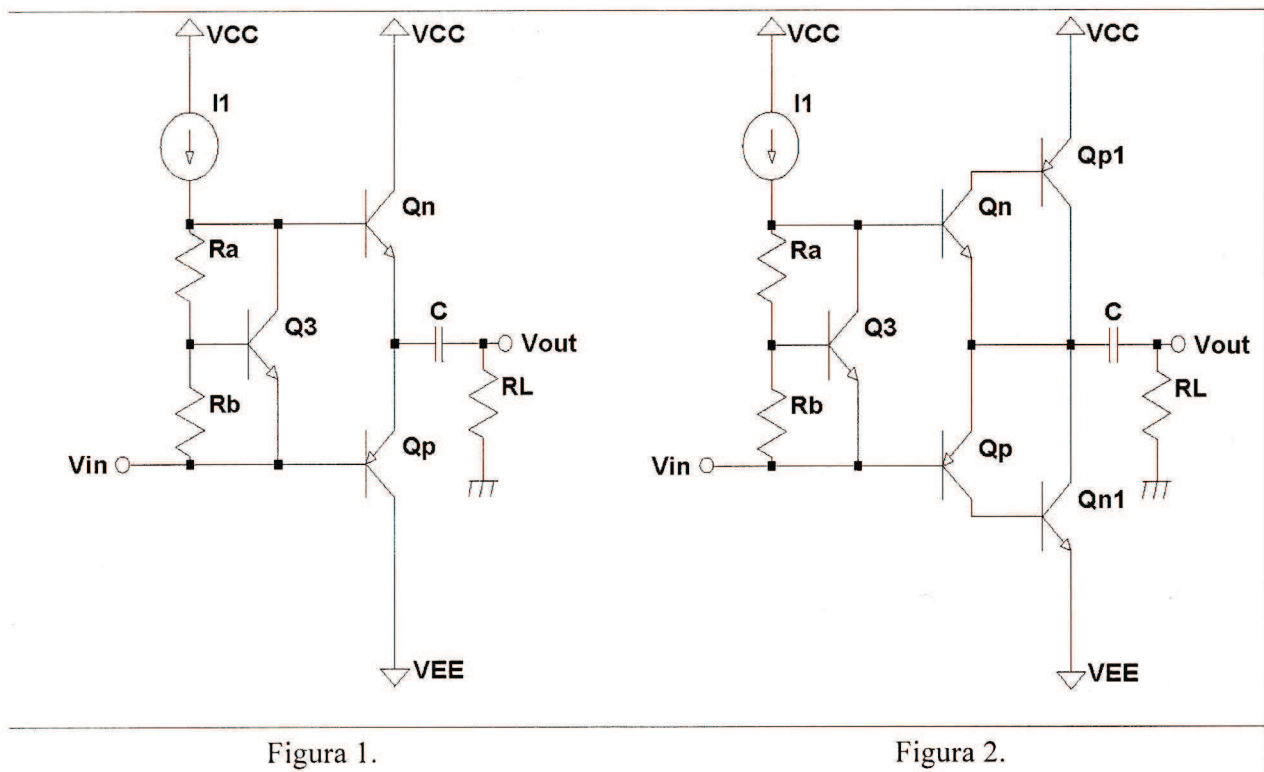
$V_{CC} = -V_{EE} = 15\text{ V}$

Qn, Qp: $\beta = 25$; $P_{max} = 1\text{ W}$

Qn1, Qp1: $\beta = 25$

Todos los transistores: $V_{EB}, V_{BE}, V_{CEsat}, V_{ECsat}$ se pueden despreciar frente a V_{CC} .

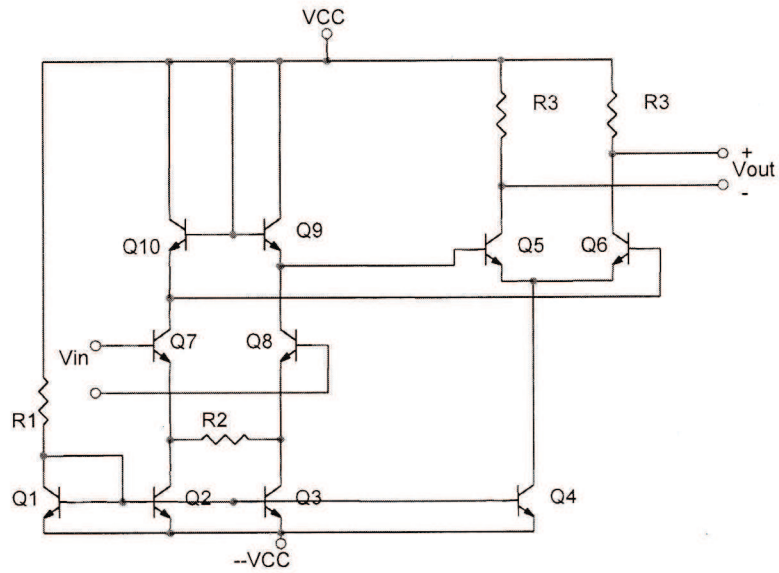
$R_L = 16\ \Omega$, $I_1 = 10\text{ mA}$



Pregunta : (26 puntos)

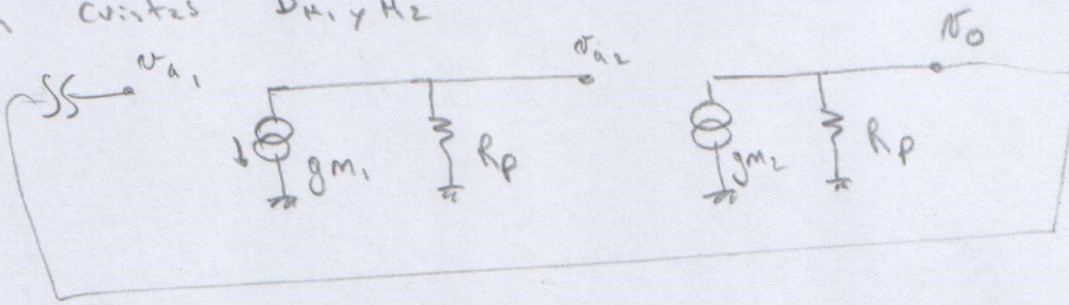
En el circuito de la figura:

- a) ¿Que función cumplen los transistores Q9 y Q10? Fundamentar analíticamente.
- b) Determinar la relación entre V_o y V_i .



Problema 1:

2) Abro el loop en el gate de M_1 , asumo h_{fe} , L_1 y L_2 resonando con cristales D_{M_1} y M_2



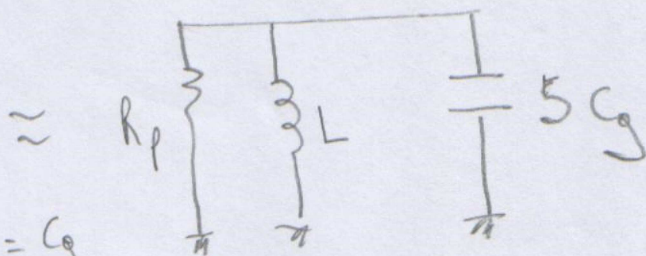
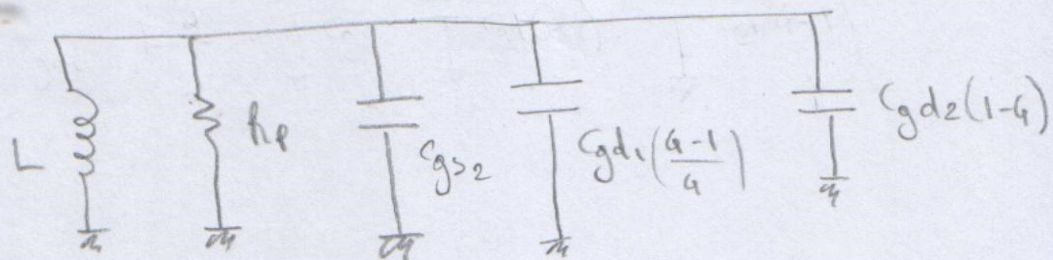
$$-A\beta = -g_{m1} R_p \cdot -g_{m2} R_p \stackrel{!}{=} (g_m \cdot R_p)^2 = 1$$

$$g_m R_p = 1$$

$$g_m = \sqrt{2\beta \cdot I_0} = \sqrt{2\mu C_{ox} w/L \cdot I_0}$$

$$\boxed{\sqrt{2\mu C_{ox} w/L \cdot I_0} \cdot R_p = 1} \quad \text{cond. osc.}$$

b) Dos etapas idénticas de ganancia $A = -1$, por ejemplo para M_1 el circuito resonante:



$$X_L = -X_C$$

$$C_{gs} = C_{gd} = C_g$$

$$L_{j\omega} = \frac{1}{5C_g j\omega} \Rightarrow$$

$$\boxed{\omega_{osc} = \sqrt{\frac{1}{5LC_g}}}$$

c)

$$I_0 = k_1 V_{out} + k_2$$

$$|A\beta| = (g_m R_p)^2 > 1 \quad \text{en el arranque}$$

$$\Rightarrow g_m^2 R_p^2 > 1 \Rightarrow (2 \mu_{Cox} w/L) I_0 \cdot R_p^2 > 1$$

$$(2 \mu_{Cox} w/L) (k_2) R_p^2 > 1 \Rightarrow k_2 > \frac{1}{2 \mu_{Cox} w/L \cdot R_p^2}$$

$|A\beta|$ debe disminuir desde su valor inicial de arranque \Rightarrow

$$k_1 < 0$$

d)

La amplitud de las oscilaciones es tal que se cumple la cond. de borde en ω)

$$\sqrt{2 \mu_{Cox} w/L} I_0 R_p = 1$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{1}{R_p^2 \cdot 2 \mu_{Cox} w/L}$$

$$k_1 V_{outp} + k_2 = \frac{1}{R_p^2 \cdot 2 \mu_{Cox} w/L} \Rightarrow$$

$$V_{outp} = \frac{\frac{1}{R_p^2 \cdot 2 \mu_{Cox} w/L} - k_2}{k_1}$$

②

(a) EN una conda Térmica influyen los Transistor "push-pull" de una etapa clase AB. Cuando esos transistor aumenta la temperatura de junction, disminuye su V_{BE} por lo que dejan pasar más corriente, ya que está polarizado con una tensión V_{BE} constante, y se ve aumento de corriente aumenta la temperatura (resistencia positiva del efecto), hasta que superan la temperatura máxima de junction y se destruye.

(b) Uno de los mecanismos para prevenir este efecto consiste en ~~acoplamiento~~ Térmico de los transistores "push-pull" con el transistor que genera la tensión V_{BE} de la etapa, y así, a medida que la temperatura sube, el transistor que genera la tensión V_{BE} baja su tensión V_{BE} , reduciendo la tensión V_{BE} y manteniendo controlada la corriente por los transistores "push-pull" y evitando la resistencia positiva térmica más arriba.

$$(c) I_{Lmax} = \beta \cdot I_B = 250 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow \hat{V}_{opmax} = R_L \cdot I_{Lmax} = 4 \text{ V}$$

$$\boxed{P_{Lmax} = \frac{1}{2} R_L I_{Lmax}^2 = 0,5 \text{ W}}$$

$$\underline{P_{Dmax}} : \hat{V}_{opmax} R_D = \frac{2V_{CC}}{\pi} = 9,55 \text{ V} > \hat{V}_{opmax}$$

$$\Rightarrow P_{Dmax} = \frac{1}{2} \left(2 \frac{\hat{V}_{op} V_{CC}}{\pi R_L} - \frac{1}{2} \frac{\hat{V}_{op}^2}{R_L} \right)$$

$$\Rightarrow \underline{P_{Dmax} = 0,94 \text{ W}} < P_{max} (1 \text{ W})$$

\Rightarrow no precisan disipadores

\uparrow
 I_B no permite
 que se llegue
 a la amplitud de
 máxima disipación

(d) $Q_{p3} \rightarrow Q_{p1}$ (al igual q' $Q_{m3} \rightarrow Q_{p1}$) forman \rightarrow
 la configuración de Sziklasi o "pseud-Darlington"
 es el que la relación entre la corriente de
 colector total \rightarrow la corriente de base es
 del orden de $\beta^2 \Rightarrow$ Esto permite que la potencia
 entregada a la carga no esté limitada por
 la corriente de polarización.

$$(e) \quad I_L = I_{EM} + I_{CP1}$$

$$\frac{I_{CP1}}{\beta} = I_{EM} = \frac{\beta}{\beta+1} I_{EM} \Rightarrow I_{CP1} = \frac{\beta^2}{\beta+1} I_{EM} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$I_{BM} = \frac{I_{EM}}{\beta+1}$$

$$I_L \Big|_{\max} = \beta^2 I_{BM} \Big|_{\max} = \beta^2 I_I \quad \Rightarrow \quad \hat{V}_{op \max} = I_L \Big|_{\max} \cdot R_L = 100V \gg V_{CC} !!$$

$$\Rightarrow \hat{V}_{op \max} = V_{CC}$$

→ ESTAMOS en el caso usual:

$$P_{L \max} = \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R_L} = 7,03 \text{ W}$$

$$(f) \quad \hat{V}_{op \text{ } P_{D \max}} = \frac{2V_{CC}}{\pi} = 9,55 \text{ V}$$

$$\Rightarrow P_{D \text{ } P_{D \max}} = \frac{V_{CC}^2}{\pi^2 R_L} = 1,42 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_{D \text{ } Q_{B1}, Q_{B2}}^{\max} = P_{D \text{ } B1}^{\max} \frac{\beta}{\beta+1} = 1,37 \text{ W} \\ P_{D \text{ } Q_{E1}, Q_{E2}}^{\max} = P_{D \text{ } B1}^{\max} \cdot \frac{1}{\beta+1} = 0,05 \text{ W} \end{array} \right.$$