Grado en Ingeniería Informática y Doble grado en Ing. Informática y Matemáticas – Curso 2016/2017
Circuitos electrónicos – Examen Final – 13 de enero de 2017

Apellidos________________________________ Nombre__________________

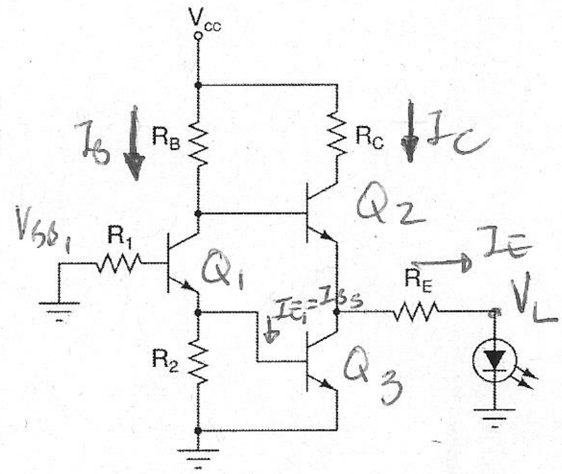
Grupo________

1) .- (2 *puntos/12*)

a) Razonar, sin usar ecuaciones, que el diodo LED estará encendido en el circuito de la figura.

b) Si el LED puede disipar una potencia máxima de 350mW y presenta una tensión umbral de $V_\gamma = 2.8$ V, calcular el valor mínimo que debe tener la resistencia R_E para no sobrepasar su máxima potencia.

Datos: $V_{CC} = 15$ V, $R_C = 20\ \Omega$, $R_B = 5\ \text{k}\Omega$, $R_1 = 20k\Omega$, $R_2 = 500\Omega$, $V_{BE,\gamma} = 0.7$ V, $V_\gamma^{LED} = 2.8$ V, $\beta = 99$



a) Como Q_1 tiene V_{BB_1} conectado a tierra, está en corte. Además $I_{E_1} = I_{B_3}$, que también será cero estando Q_3 en corte. Por lo tanto, y como $V_{BB_2} > V_{BE_\gamma}$ Q_2 conduce y el LED se encenderá si $V_L > 2.8V$.

0.8

b) Como $P_{max} = 350mW$, $I_{máx} = \frac{350mW}{2.8V} = 125mA = I_E$.

0.2

Si suponemos que Q_2 está en activa: $I_B = \frac{I_E}{1+\beta} = 1.25mA$;

$I_C = 99 \times 1.25mA = 123.75mA$.

En las mallas de Base y colector:

(B) $V_{CC} - I_B R_B - V_{BE_\gamma} - I_E R_E - V_{\gamma LED} = 0$

(C) $V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E - V_{\gamma LED} = 0$

0.8

De (B) $R_E = \frac{V_{CC} - I_B R_B - V_{BE_\gamma} - V_{\gamma LED}}{I_E} = \frac{15V - 1.25 \times 10^{-3} \times 5k - 0.7 - 2.8}{125mA}$

$\boxed{R_E \geq 42\,\Omega}$

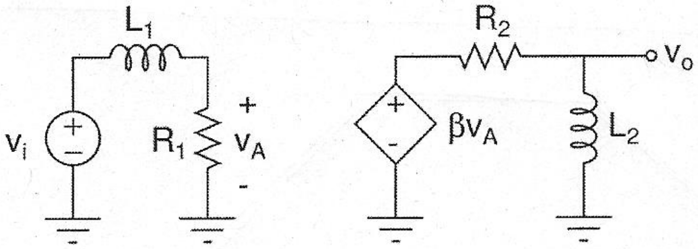
Comprobamos que está en activa:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E - V_{\gamma LED} = 4.475\,V > V_{CE_{sat}}$$

0.8

2) .- (2 *puntos/12*) Representar el diagrama de Bode del módulo de la ganancia en voltaje v_o/v_i para el circuito de la figura.

$$L_1 = 10\ \mathrm{H}, L_2 = 40\ \mathrm{H}, R_1 = R_2 = 1\ k\Omega, \beta = 100$$



Tenemos 2 divisores de tensión en la malla de entrada y en la de salida.

$$V_A = \frac{R_1}{R_1 + Z_1} V_i \qquad V_o = \frac{Z_2}{R_2 + Z_2} \beta V_A$$

$$V_o = \frac{Z_2}{Z_2 + R_2} \beta \frac{R_1}{R_1 + Z_1} V_i \Rightarrow \Big| A_v = \beta \frac{Z_2 R_1}{(Z_2 + R_2)(Z_1 + R_1)}$$

$$A_v = \beta \frac{j\omega L_2 R_1}{(R_1 + j\omega L_1)(R_2 + j\omega L_2)} = \beta L_2 \cancel{R_1} \frac{j\omega}{\cancel{R_1} R_2 \left(1 + j\omega \frac{L_1}{R_1}\right)\left(1 + j\omega \frac{L_2}{R_2}\right)}$$

$$\boxed{A_v = \beta \frac{L_2}{R_2} \frac{j\omega}{\left(1 + j\frac{\omega}{\omega_1}\right)\left(1 + j\frac{\omega}{\omega_2}\right)}} \qquad \omega_1 = \frac{R_1}{L_1} \quad \omega_2 = \frac{R_2}{L_2}$$

$$|A_v| = \beta \frac{L_2}{R_2} \frac{\omega}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_2}\right)^2}} \qquad \text{pasando a dB}$$

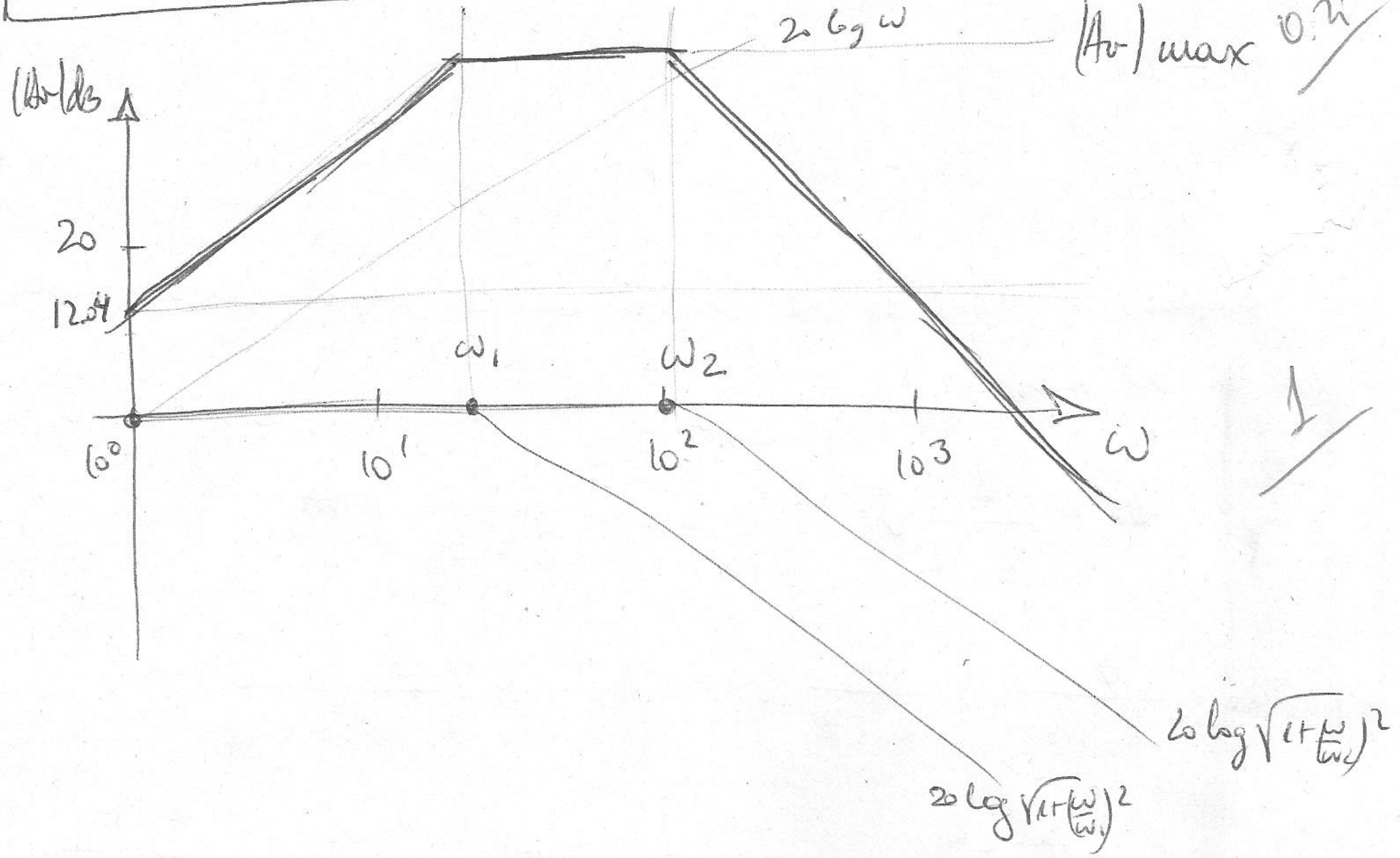
$$|A_v|_{dB} = 20 \log\left(\beta \frac{L_2}{R_2}\right) + 20 \log \omega - 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2} - 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_2}\right)^2}$$

0.75

Sustituyendo los valores numéricos $\omega_1 = \frac{1k\Omega}{10H} = 100 rad/s$

$\omega_2 = \frac{1k\Omega}{40H} = 25 rad/s$

$$\boxed{|A_v|_{dB} = 20\log 4 + 20\log\omega - 20\log\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{100}\right)^2} - 20\log\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{25}\right)^2}}$$



Para calcular $|A_v|_{máx}$ sabemos que $|A_v(\omega_1)| = |A_v|_{max} - 3dB$

$$|A_v(\omega_1)|_{dB} = 20\log 4 + 20\log 100 - 20\log\sqrt{2} - 20\log\sqrt{1+16} = 36.7 dB$$

$$\boxed{|A_v|_{max} = 39.7 \text{ dB}}$$