

PROBLEMA 1

a) Si suposem que l'estat estable es  $V_0 = +V_{CC}$ , a  $V_2 = \frac{V_{CC} \cdot R_2}{R_2 + R_3} = \frac{V_{CC}}{2}$ .

A  $V_3$ , el diode està polaritzat en inversa i el condensador tendria a carregar-se cap a  $+V_{CC}$ . Però a la que la tensió en el condensador ( $V_3$ ) superi els  $\frac{V_{CC}}{2}$ , es tindrà que  $V_- > V_+$  i l'A.O. canviarà la seva sortida a  $V_0 = -V_{CC}$ . Per tant suposar  $V_0 = +V_{CC}$  com estat estable no és correcte.

Si suposem que  $V_0 = -V_{CC}$  és l'estat estable, a  $V_2$  es tindrà

$$V_2 = \frac{-V_{CC} \cdot R_2}{R_2 + R_3} = -\frac{V_{CC}}{2}. \text{ Pel que fa a } V_3, \text{ el condensador tendria a carregar-se cap a } -V_{CC}, \text{ però en aquest cas el diode queda polaritzat en directe i per tant manté el condensador curt-circuitat i sense deixar-lo carregar. Per tant } V_+ = V_- = \frac{-V_{CC}}{2} \text{ i } V_- = 0V = V_3. \text{ Es mantindrà la sortida } V_0 = -V_{CC}. \text{ És l'estat estable. } \Rightarrow V_0 = -V_{CC} \text{ estat estable}$$

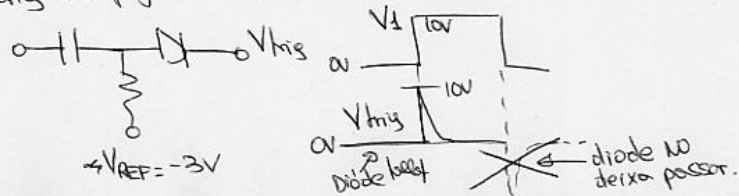
b) Si s'ha d'assegurar en el flang de pujada:

Per fer sortir el circuit del seu estat estable és necessari que

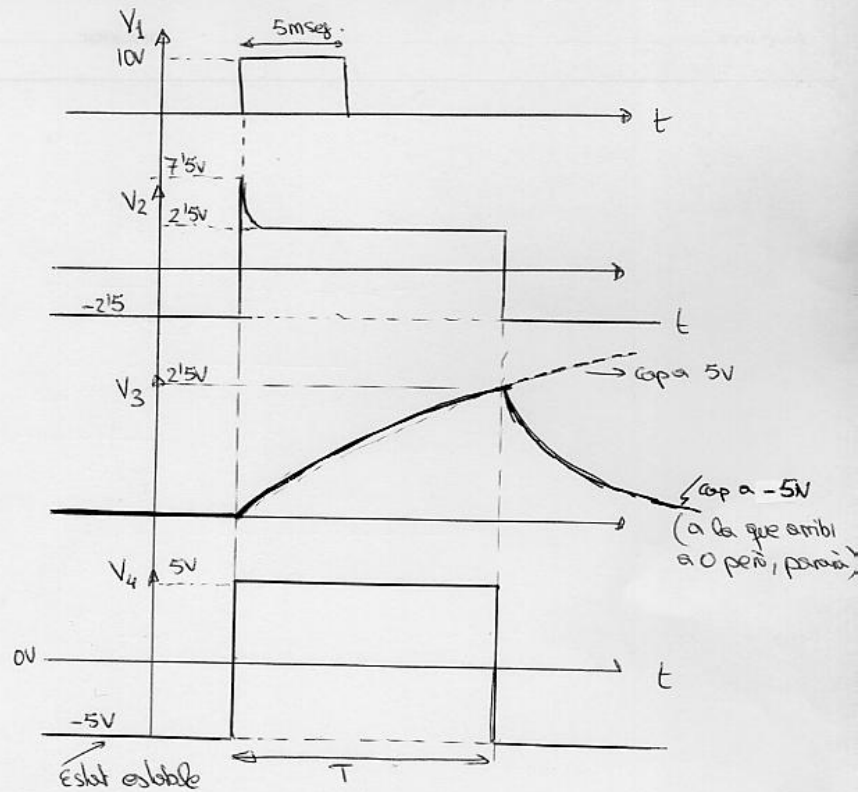
a  $V_2$  es passi de  $-\frac{V_{CC}}{2} = -2.5V$  a una tensió superior a

$V_3 = V_- = 0V$ . Per tant manca un pic positiu. Dels 2 circuits

proposats l'únic que ens deixaria passar un pic positiu en el flang de pujada és el circuit A:



En el moment que es fa el trigger, en el Rng de pujada es genera un pic de  $7.5V$  a  $V_2$ . Per tot,  $V_2 = 7.5V = V_1 > V_- = 0V = V_3 \Rightarrow$  L'A.O. comença a  $V_0 = +V_{cc}$ . Amb això  $V_2 = 2.5V$ ,  $V_3$  és la tensió d'un condensador que es va carregant cap a  $5V$  (diode queda en inversa). En el moment en que la tensió del condensador torna a superar els  $2.5V$ , l'A.O. comença altra vegada cap a  $-5V$ .



el pols de sortida dura el que triga a carregar-se el condensador  
La llei de càrrega del condensador ens diu que

$$V(t) = V(\infty) - (V(\infty) - V(0)) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

En el nostre cas  $V(\infty) = 5V$ ,  $V(0) = 0V$ , llavors:

$$V(t) = 5 - (5 - 0) \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow V(t) = 5(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

el temps que estarà carregant-se serà fins que  $V(t) = 2.5V$ , llavors

$$2.5 = 5 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

com que es

$$0.5 = 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow e^{-\frac{t}{RC}} = 0.5$$

$$\boxed{T = -RC \ln 0.5 = -(-15.2 \cdot 10^{-3}) = 15.2 \text{ mseg}}$$

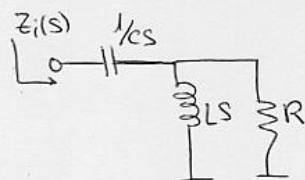
d) El condensador s'ha carregat a 2.5V a través d'una resistència  $R = 22k$ , partint de 0V. Ara partim de 2.5V i el fem anar cap a 0V descarregant-se per la mateixa resistència. Partint el temps de descàrrega podem considerar que és  $T_f = T$ .

Per formar a fer el trigger amb les mateixes condicions amb les que hem començat, haurem d'esperar a que acabi el puls de sortida i que el condensador s'hagi descarregat. Llavors el temps mínim que haurem d'esperar es de

$$\boxed{T_{w} = 2T = 30.4 \text{ mseg}}$$

# **PROBLEMA 2**

a/ La impedància la calcularem com:



$$Z_i(s) = \frac{1}{cs} + LS \parallel R = \frac{1}{cs} + \frac{LRS}{LS+R}$$

$$Z_i(s) = \frac{LCRS^2 + LS + R}{cs(LS+R)}$$

$$Z_i(s) = \frac{LER \left[ s^2 + \frac{1}{RC}s + \frac{1}{LC} \right]}{Ls \left[ s + \frac{R}{L} \right]}$$

$$Z_i(s) = R \cdot \frac{\left[ s^2 + \frac{1}{RC}s + \frac{1}{LC} \right]}{s \left( s + \frac{R}{L} \right)}$$

b/ Adapts  $\Rightarrow Z_i(s) = 50 \Omega$ , llavors s'haurà de complir

$$(1) \quad \frac{R\omega^2}{\omega^2 + \frac{R^2}{L^2}} = 50 = R_0 \text{ (part real)}$$

$$(2) \quad \frac{\left[ \omega^3 \left[ \frac{R}{L} - \frac{1}{RC} \right] - \frac{\omega R}{L^2 C} \right]}{\omega^4 + \omega^2 \frac{R^2}{L^2}} = 0 \text{ (part imaginària)}$$

$$\text{De (1)} \rightarrow R\omega^2 = R_0 \left[ \omega^2 + \frac{R^2}{L^2} \right] \Rightarrow L^2 R\omega^2 = R_0 [\omega^2 L^2 + R^2]$$

$$L^2 [R\omega^2] = L^2 R_0 \omega^2 + R_0 L R^2$$

$$L^2 [R - R_0] \omega^2 = R_0 L R^2$$

$$L^2 = \frac{R_0 L R^2}{\omega^2 (R - R_0)} \Rightarrow \boxed{L = \frac{R}{\omega} \sqrt{\frac{R_0}{R - R_0}}} = 21352 \mu\text{H}$$

De l'expressió (2)

$$\omega^3 \left[ \frac{R}{L} - \frac{1}{RC} \right] = \frac{\omega R}{L^2 C}$$

$$\omega^2 \left[ \frac{R}{L} - \frac{1}{RC} \right] = \frac{R}{L^2 C}$$

$$\frac{R}{L} - \frac{1}{RC} = \frac{R}{\omega^2 L^2 C} \Rightarrow \frac{R}{L} = \frac{R}{\omega^2 L^2 C} + \frac{1}{RC}$$

$$\frac{R}{L} = \frac{1}{C} \left[ \frac{R}{\omega^2 L^2} + \frac{1}{R} \right] \Rightarrow \left[ C = \frac{L}{R} \left[ \frac{R}{\omega^2 L^2} + \frac{1}{R} \right] = 14123 \text{ pF} \right]$$

c/ Per representar el diagrama de Bode partirem de l'expressió de  $Z_i(s)$  obtinguda a l'apartat a).

$$Z_i(s) = \frac{R \cdot \left[ s^2 + \frac{1}{RC} s + \frac{1}{LC} \right]}{s \left( s + \frac{R}{L} \right)}$$

La constant del sistema és:  $K = \frac{R \cdot \frac{1}{LC}}{\frac{R}{L}} = \frac{1}{C} = \frac{1}{15 \text{ pF}} = 6'66 \cdot 10^{10}$

Ens introduïm:  $20 \log |K| = 216'47 \text{ dB}$  en el mòdul

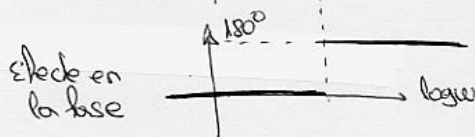
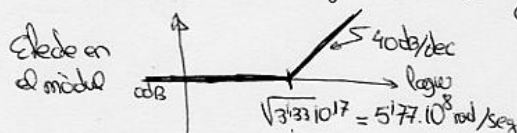
$\angle K = 0^\circ$  (és positiu  $6'66 \cdot 10^{10} > 0$ )

Zeros:  $s^2 + \frac{1}{RC} s + \frac{1}{LC} = 0 \Rightarrow s^2 + 2'22 \cdot 10^8 s + 3'33 \cdot 10^{17} = 0$

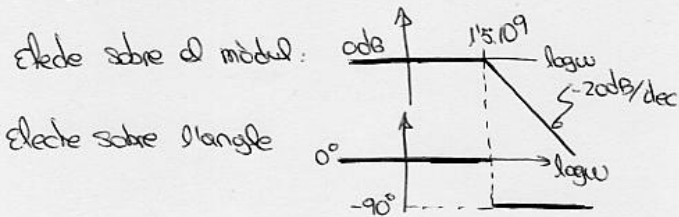
$s = -1'11 \cdot 10^8 \pm j \cdot 5'66 \cdot 10^8 \Rightarrow$  Zeros complexos

Conjugats. amb  $\zeta = \frac{2'22 \cdot 10^8}{2 \sqrt{3'33 \cdot 10^{17}}}$

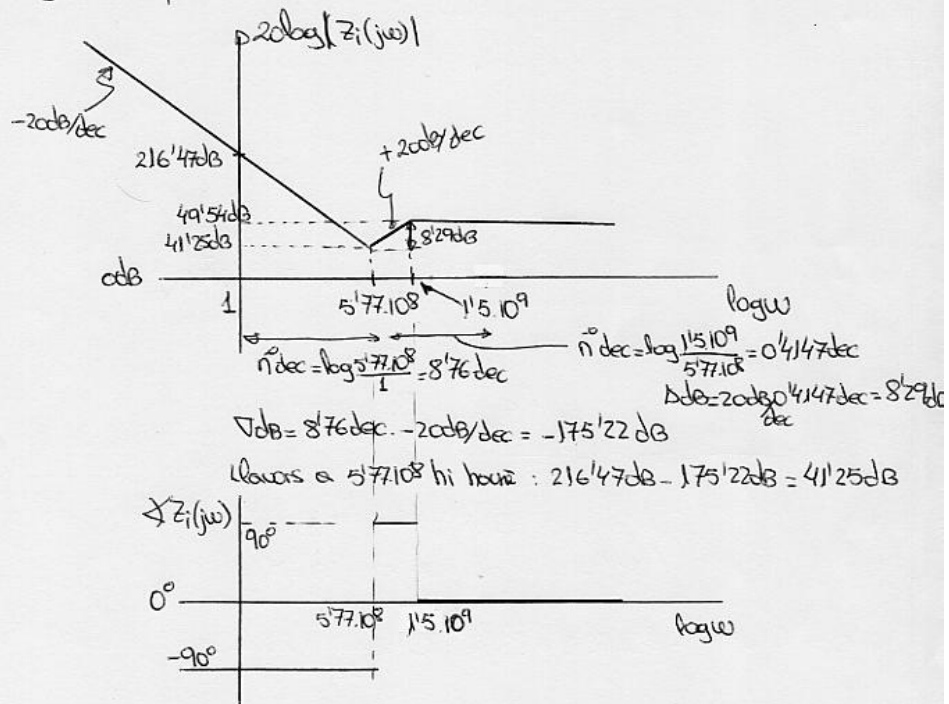
$\zeta = 0'19 < 0'7 \Rightarrow$  Pic RESONANT



$$s = -\frac{R}{L} = -1'5 \cdot 10^9 \text{ (pol real simple)}$$



Ajuntant tots els decibels, els diagrames asimptòtics de mòdul i angle ens queden:



La gràfica real: a  $5'77 \cdot 10^8$  hi havia pic de ressonància:

$$|Z_i(j\omega)| = \frac{R \cdot [-\omega^2 + \frac{1}{LC} + \frac{1}{RC} j\omega]}{j\omega [j\omega + \frac{R}{L}]} = \frac{R \cdot \sqrt{(\frac{1}{LC} - \omega^2)^2 + \frac{\omega^2}{R^2 C^2}}}{\omega \cdot \sqrt{\omega^2 + \frac{R^2}{L^2}}} = 41'47$$

$$20 \log |Z_i(j\omega)| = 32'35 \text{ dB}$$

En el colze de  $\omega = 1'5 \cdot 10^9$ :  $|Z_i(j1'5 \cdot 10^9)| = 183'41 \Rightarrow 45'26 \text{ dB}$   
 (està a menys d'una dècada, passa per sota però s'ha de calcular, ja que no seran 3 dB)

Pel que fa a l'angle:

$$\angle Z_i(j\omega) = \text{Arctg}\left(\frac{\omega}{R/L}\right) - 90 - \text{Arctg}\frac{\omega}{R/L}$$

Per  $\omega = 577.10^8 \Rightarrow \angle Z_i(j\omega) = -21'05''$

per  $\omega = 1'510^9 \Rightarrow \angle Z_i(j\omega) = 35'13''$

Per tant, el gràfic final és:

