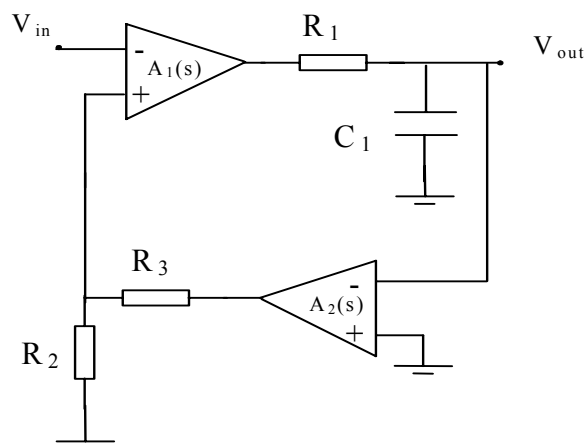


Publicació de Notes (Mòdul C4 Planta –1): dijous 19 de gener (18:00)  
Al·legacions: Fins al dimecres 25 de gener (10:30) a la Secretaria del mòdul B3  
Publicació de Notes definitives: (Mòdul C4 Planta –1): dijous 26 de gener (18:00)

**Problema 1 (25 %):**

Per al circuit de la figura es demana:



- a) Dibuixeu el fluxograma.
- b) Calculeu el guany de llaç,  $T(s)$ , i digueu de quin tipus de realimentació es tracta.

$$A_1(s) = \frac{a_1 \cdot \omega_1}{s + \omega_1} \quad A_2(s) = \frac{a_2 \cdot \omega_2}{s + \omega_2} \quad a_1, a_2 > 0$$

- c) Dibuixeu el Lloc Geomètric de les Arrels aproximat i comenteu si el circuit és sempre estable .  $\frac{1}{R_1 C_1} < \omega_1 < \omega_2$

- d) A partir del diagrama de Bode de  $T(s)$  determineu el valor de la constant de temps  $R_1 C_1$  necessària per a que el circuit presenti un marge de fase de 45 graus. Calculeu el valor de  $R_1$  si  $C_1 = 0,7 \mu\text{F}$ .

$$a_1 = a_2 = 10^3 \quad \omega_1 = 10^6 \text{ rad/s} \quad \omega_2 = 10^7 \text{ rad/s} \quad \alpha = \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 0,01$$

## Problema 2 (50 %):

El circuit de la figura 2.1 constitueix un generador de senyal on la seva freqüència és funció del valor de la tensió d'entrada  $V_{AI}$ .

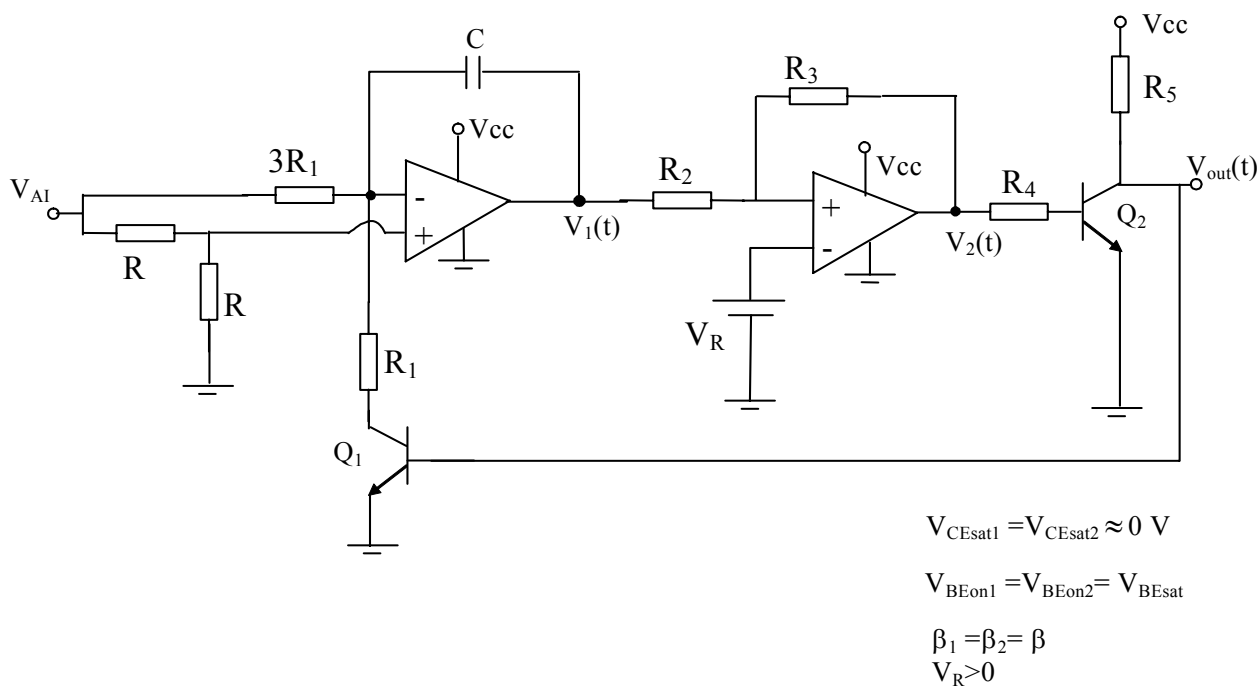
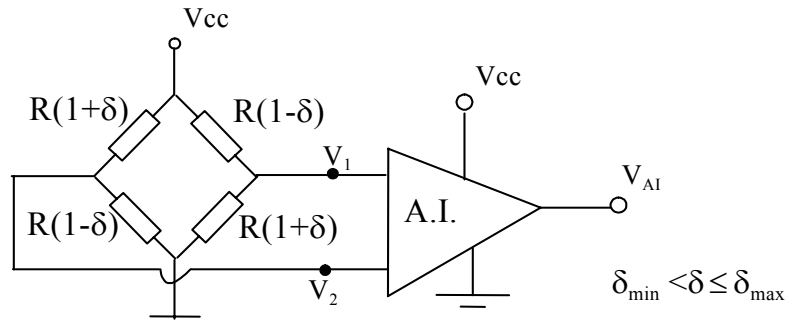


Figura 2.1

- Determineu l'expressió temporal del senyal  $V_1(t)$  en el cas en que  $Q_1$  estigui en tall i en el cas en que  $Q_1$  estigui en la zona de saturació suposant el senyal  $V_{AI} = A \text{ V}$  ( $A$  constant,  $A > 0$ ).
- Determineu i dibuixeu la característica entrada - sortida  $V_2 = f(V_1)$  del circuit de la figura per a  $\left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)V_R > \frac{R_2}{R_3}V_{cc}$ . Considereu que la tensió de saturació dels amplificadors operacionals coincideix amb la seva tensió d'alimentació.
- Determineu l'expressió de la tensió de sortida  $V_{out}(t)$  en funció de la tensió  $V_2(t)$  i de l'estat de funcionament dels transistors  $Q_1$  i  $Q_2$  (tingueu en compte que quan  $Q_1$  i  $Q_2$  condueixen ho fan en la zona de saturació).
- Calculeu quina condició han de complir les relacions de resistències  $R_5/R_4$  i  $R_5/R_1$  per a que quan  $Q_1$  i  $Q_2$  condueixen ho facin en la zona de saturació.
- Dibuixeu l'evolució temporal dels senyals  $V_1(t)$ ,  $V_2(t)$  i  $V_{out}(t)$ . Considereu un valor  $V_{AI} = A \text{ V}$  i un valor inicial  $V_1(t) = 0 \text{ V}$ .
- Determineu la freqüència d'oscil·lació del senyal  $V_{out}(t)$  en el cas anterior.

*continua a la pàgina següent*

El senyal  $V_{AI}$  és proporcional a la temperatura que es mesura mitjançant un conjunt de sensors en configuració de pont de Wheatstone més un amplificador d'instrumentació, tal i com es mostra en la següent figura:

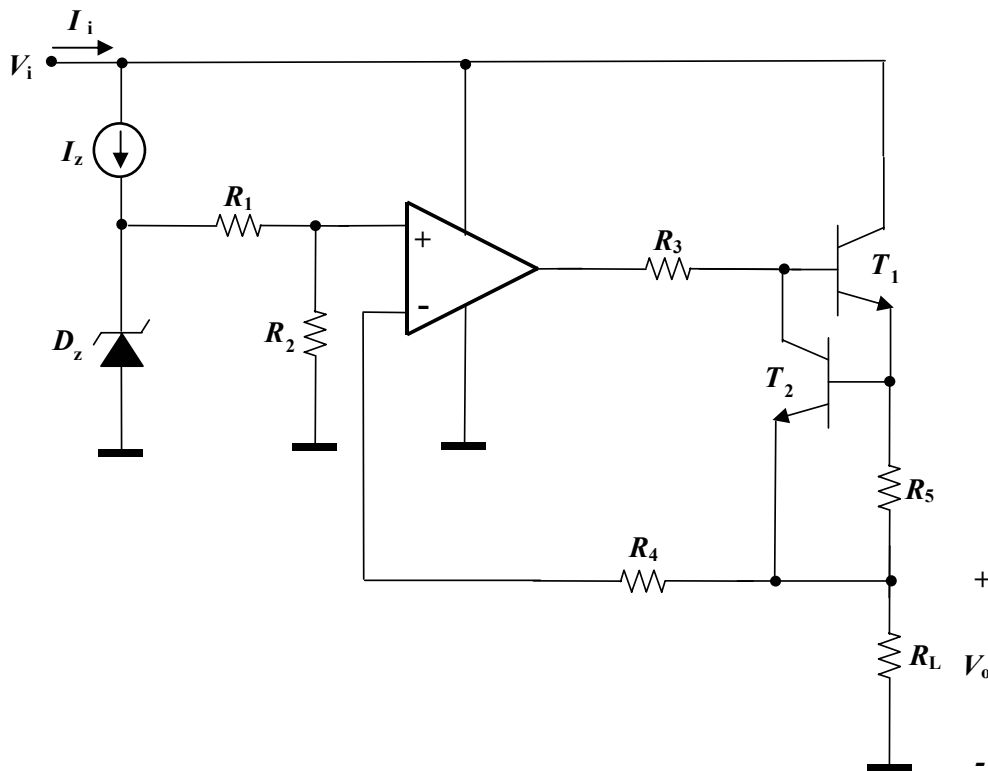


*Figura 2.2*

- g) Calculeu les tensions en mode comú,  $V_{cm}$ , i en mode diferencial,  $V_d = V_1 - V_2$ , a l'entrada de l'amplificador d'instrumentació en funció de la polarització del pont i de les seves resistències.
- h) Si l'amplificador d'instrumentació té una guany  $G$ , calculeu l'expressió del valor mínim requerit del CMRR, si es pretén que l'error màxim a la sortida degut a la tensió en mode comú present a l'entrada no superi en més d'un 10 % el valor ideal.
- i) Determineu l'expressió de la freqüència del senyal  $V_{out}(t)$  en funció de la temperatura si la sortida de l'amplificador d'instrumentació (considerat ideal) constitueix l'entrada del generador de senyal de la Figura 2.1.
- j) Determineu l'error absolut en freqüència del senyal  $V_{out}(t)$  degut al CMRR de l'amplificador d'instrumentació.

### **Problema 3 ( 25 %):**

Donat el següent circuit:



#### **Dades:**

$V_i = 10 \text{ V}$ ,  $R_1 = R_2 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$

Diode Zéner:  $I_z = 1 \text{ mA}$ ,  $|V_z| = 5 \text{ V}$  Transistor bipolars  $T_1$  i  $T_2$  iguals :  $V_{be,on} = 0,6 \text{ V}$ ,  $\beta_f = 200$

Error en contínua de l'A.O.:  $V_{os} = 2 \text{ mV}$ ,  $I_B = 10 \text{ }\mu\text{A}$ ,  $I_{os} = 200 \text{ nA}$ ,  $\text{CMRR} = 80 \text{ dB}$

Trobeu els valors de:

- La tensió nominal a la sortida ( $V_o$ ).
- La resistència  $R_5$  per a que la limitació en corrent produïda per  $T_2$  comenci per a un corrent de sortida de  $400 \text{ mA}$  i el valor de la resistència  $R_L$  que produeix aquest corrent.
- El corrent de sortida de l'amplificador operacional si  $R_5 = 6 \text{ }\Omega$ , i  $R_L = 100 \text{ }\Omega$ . ¿Quin serà l'estat de funcionament de  $T_1$  i  $T_2$ ?
- L'eficiència del circuit i la potència que dissipa el transistor  $T_1$  si la resistència de càrrega ( $R_L$ ) té un valor de  $100 \text{ }\Omega$  (considereu  $R_5 = 6 \text{ }\Omega$ ).
- El corrent que hauria de donar l'amplificador operacional per a mantenir la tensió  $V_o$  de l'apartat a) si  $R_5 = 6 \text{ }\Omega$ , i  $R_L = 10 \text{ }\Omega$ . ¿Quin seria l'estat de funcionament de  $T_1$  i  $T_2$  en aquest cas?
- L'error relatiu màxim a la sortida considerant els errors en continua de l'amplificador operacional.