

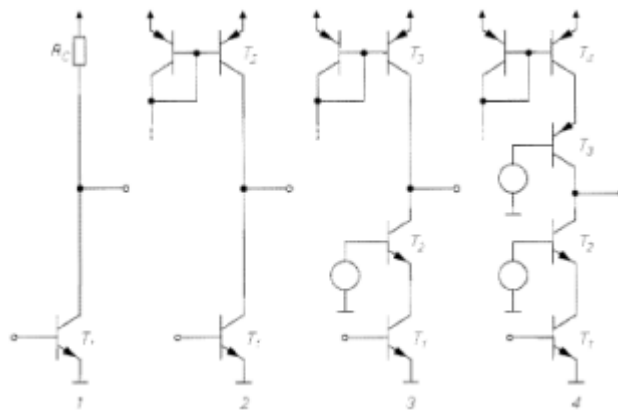
Exercice1_SDZ

January 24, 2022

1 OpAmp 1 - Exercice 1 (P.16 et P.17)

Exercice (homework): Amplifier transfer functions

- For the 4 variants of the preceding slide, analytically estimate the passing band gain and cut-off frequency.
- Use the following parameters (all transistors identical):
 $r'_E = 25\Omega$, $r_{CE} = 100k\Omega$, $\beta = 100$, $R_C = 2.5k\Omega$, $C_M = 30pF$
- Simulate the 4 circuits using LTspice, and verify the gains and cut-off frequencies computed.



1.1 1.

Utiliser les formules dans le résumé

$$A = -\frac{R_C \beta}{R_{be}} = -\frac{R_C}{R'_E} = 100$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi\beta R'_E A C_m} = 21.2kHz$$

$$(GBW = A \cdot f_c = 2.12MHz)$$

1.2 2.

On remplace R_c par un miroir de courant. Ceci a pour effet d'augmenter significativement la résistance équivalent à R_c

$$R_c \longrightarrow R_{CEb} \quad R_{CEb} > R_c$$

Du coup, Le R_{CE} (en bas) n'est plus négligeable et donc on remplace R_c par

$$R_c \longrightarrow \frac{R_{CE}R_{CEb}}{R_{CE} + R_{CEb}}$$

dans la formule finale

Comme le gain du montage change, la fréquence de coupure va changer

$$A_2 = -\frac{R_{CE}}{2} \frac{1}{R'_E} = -2000$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi\beta R'_E A_2 C_m} = 1.06kHz$$

1.3 3.

On ajoute une cascode en bas. Sa résistance de sortie est βR_{CE} (son propre R_{CE} qui est le même que celui d'en bas)

Ceci rend R_{CE} du bas négligeable car $\beta R_{CE} > R_{CE}$. Comme cette valeur est très grande, on retrouve uniquement le R_{CEb} (en haut)

$$R_c \longrightarrow \frac{R_{CE}R_{CEb}}{R_{CE} + R_{CEb}} \longrightarrow R_{CEb}$$

On trouve alors le gain suivant

$$A_3 = -\frac{R_{CE}}{R'_E} = -4000$$

Le fait de mettre une cascode va changer le gain vu par le premier transistor qui sera bien plus faible. L'approximation de C_e ne fonctionne plus Au lieu de $C_e \approx AC_m$ on a $\longrightarrow C_e = (1+|-1|)C_m = 2C_m$

Donc on utilise cette valeur dans le calcul de la fréquence de coupure

$$f_{c3} = \frac{1}{2\pi\beta R'_E 2C_m} = 1.06MHz$$

1.4 4.

On mets une cascode en haut, donc les deux branches auront la même valeur de résistance de sortie βR_{CE} . Résistance de sortie :

$$R_{CE} \longrightarrow \beta R_{CE}$$

Comme la partie du haut change, la partie du bas n'est plus négligeable. On utilise le diviseur de tension

$$R_{CE} \longrightarrow \frac{\beta R_{CE}}{2}$$

$$A_4 = -\frac{\beta R_{CE}}{2R' - E} = -200000$$

La formule de la fréquence ne change pas car le gain vu par le premier transistor est toujours le même

$$f_{c4} = \frac{1}{2\pi\beta R'_E 2C_m} = 1.06Mhz$$