

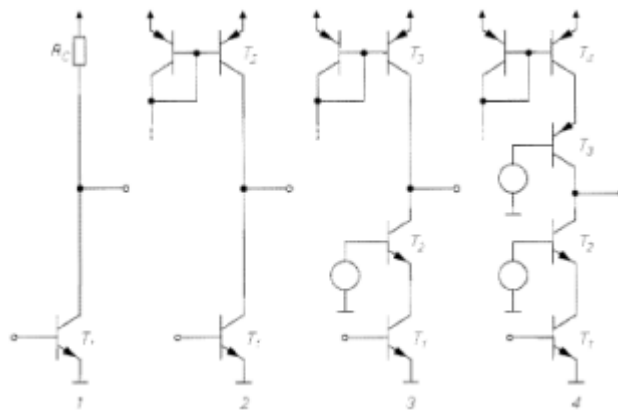
# Exercice1\_SDZ

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

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

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

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

## 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  $\beta R_{CE}$  (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  $\beta R_{CE}$ . 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

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