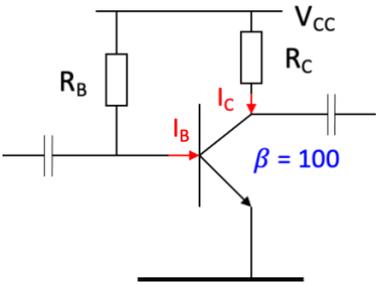


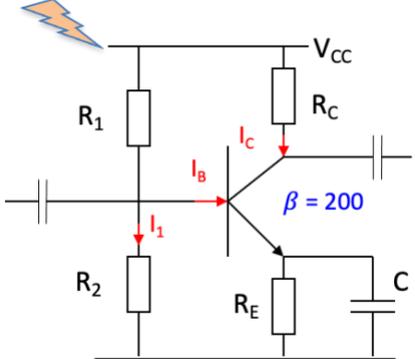
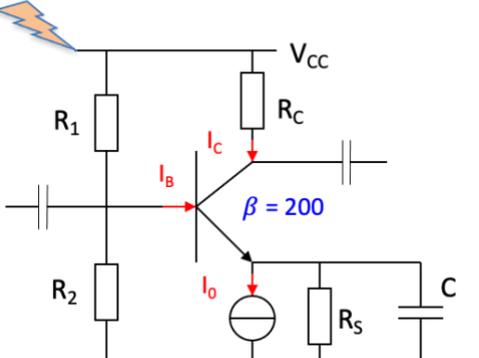
## Exercices miroir de courant

### Exercice 1 : Calcul de l'effet Early

<p>Montage proposé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{CC} = 10\text{ V}</math></li> <li>• <math>V_A = -100\text{V}</math> (tension Early)</li> <li>• <math>R_B = 200\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>R_C = 1\text{ k}\Omega</math></li> </ul>	
---	--

1. Calculer le courant  $I_C$
2. En déduire la résistance  $1/g_{CE}$ .

### Exercice 2 : Calcul du PSRR

<p>Montage 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{CC} = 15\text{V}</math></li> <li>• <math>R_1 = 10\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>R_2 = 5\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>R_C = 1\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>R_E = 1\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>\beta = 200</math></li> <li>• <math>\Delta V_{CC} = \pm 1\% V_{CC} = 150\text{ mV}</math></li> </ul>	
<p>Montage 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_{CC} = 15\text{V}</math></li> <li>• <math>R_1 = 10\text{k}</math></li> <li>• <math>R_2 = 5\text{k}</math></li> <li>• <math>R_C = 1\text{k}</math></li> <li>• <math>I_0 = 4.3\text{ mA}</math>, <math>R_S = 1/g_{CE} \sim 23\text{ k}\Omega</math></li> <li>• <math>\beta = 200</math></li> <li>• <math>\Delta V_{CC} = \pm 1\% V_{CC} = 150\text{ mV}</math></li> </ul>	

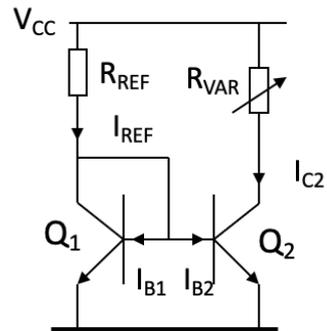
Calculer le PSRR des deux montages

## Exercices miroir de courant

### Exercice 3 : Dimensionnement d'un miroir de courant bipolaire

On donne :  $V_{CC} = 10V$ ,  $U_j = 0.7V$ ,  $\beta = 200$

- Dimensionner  $R_{REF}$  pour obtenir un courant  $I_{C2} = 1mA$  (**ne pas considérer l'effet Early**)
  - $I_{B1}$ ,  $I_{B2}$  sont supposés négligeables
  - Tenir compte de  $I_{B1}$  et  $I_{B2}$
- On veut tenir compte de l'effet Early avec une résistance variable  $R_{VAR}$  comprise entre 0 et  $R_{VAR\_MAX}$ . On donne  $V_A = -100V$ .
  - Calculer  $R_{VAR\_MAX}$ ,

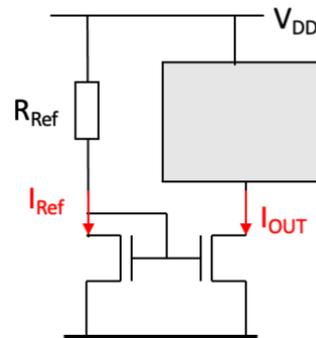


### Exercice 4 : Dimensionnement d'un miroir de courant MOS

On donne :

- Pour le MOS :  $K = 1mA/V^2$  et  $V_T = 1V$ .
- $V_{DD} = 10V$

- Dimensionner  $R_{REF}$  pour avoir  $I_{REF} = 1mA$ .
- Comparer ce montage avec celui du transistor bipolaire (dynamique de sortie entre autres).



### Exercice 5 : Non appariement des transistors d'un miroir de courant

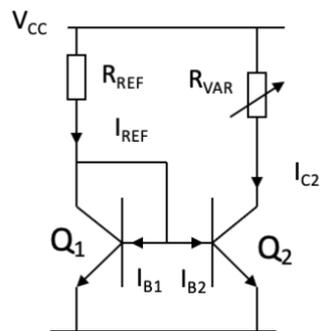
**Partie a :** On suppose que les deux transistors sont des composants discrets (non intégrés sur la même puce de silicium).

- On souhaite avoir l'ordre de grandeur du courant  $I_{C2}$  sans tenir compte de l'effet Early.

Exprimer le courant  $I_{C2}$  et  $\frac{I_{C2} - I_{C1}}{I_{C1}}$  si  $I_{S1} = 10 \cdot I_{S2}$

**Partie b :** On veut améliorer le montage en rajoutant deux résistances  $R_E$ , dites de précision, sur les émetteurs de  $Q_1$  et de  $Q_2$ .

- Calculer  $R_E$  pour avoir un écart de 2% malgré un facteur 10 entre  $I_{S1}$  et  $I_{S2}$

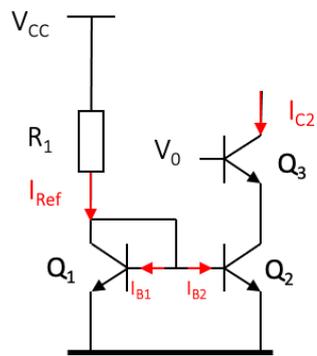


**Exercice 6 : Structure cascode bipolaire**

On donne :

- $V_{CC} = 10V$ ,  $V_0 = 5V$  (tension DC),  $U_j = 0.7V$
- $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 200$  (pour les 3 transistors)

1. Dessiner le schéma pour accroissement du montage
2. Donner l'expression puis calculer  $R_{OUT}$  (vue de  $I_{C2}$ )
3. Quels sont les avantages et inconvénients de ce montage
4. Trouver une solution pour avoir  $V_0$  le plus petit possible.
5. Pour le projet, refaire le même exercice avec des MOS ayant  $V_T = 1V$  et  $K = 1\text{mA}/V^2$



**Exercice 7 : Si vous avez le temps - Structure Widlar**

Cette structure permet de calculer un courant miroir beaucoup plus petit que le courant de référence.

On donne :

- $V_{CC} = 10V$ ,  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $U_j = 0.7V$
- $\beta = 200$  (pour les deux transistors)
- Les deux transistors sont identiques, en particulier ils ont le même  $I_S$

1. Calculer  $I_{REF}$  en négligeant  $I_B$ .
2. On souhaite avoir  $I_{C2} = I_{REF}/100$ . En déduire l'expression puis la valeur de  $R_2$

