



## 1 Dimensionnement utilisant le modèle niveau 1, "LEVEL 1"

Pour l'amplificateur illustré dans la Fig. 1, on considère :

$$V_{dd} = 3.0V \quad V_{inp} = 1.25V \quad V_{inn} = 1.25V$$

$$V_p = 0.25V \quad V_{outp} = 1.5V \quad V_{outn} = 1.5V$$

- **Question 1.1 :** A l'aide des informations ci-dessus, de la Figure 1 et du tableau 1, lister, pour chacun des transistors les tensions  $V_{GS}$ ,  $V_{DS}$  et  $V_{BS}$  ainsi que le courant de polarisation  $I_{DS}$ .
- **Question 1.2 :** Quel est le régime de fonctionnement de chacun de ces transistors. Quelle est l'équation du modèle "LEVEL 1" qui décrit le courant  $I_{DS}$  dans ce régime ? Quels sont les paramètres de cette equation qui dependent de la technologie.
- **Question 1.3 :** Pour identifier ces parametres, utilisez dans l'environnement Cadence : `tp_size "Library"` et `id_vs_vds "Cell"`.
  - Tracez les courbes  $I_{DS}$  en fonction de  $V_{DS}$  dans les conditions suivantes :
    - Transistor NMOS :  $W=15.0\mu m$ ,  $L=1.0\mu m$ ,  $V_{GS1}=0.75V$ ,  $V_{GS2}=1.5V$ , avec  $V_{BS}=0V$ .
    - Transistor PMOS :  $W=1.5\mu m$ ,  $L=1.0\mu m$ ,  $V_{GS1}=-0.75V$ ,  $V_{GS2}=-1.5V$ , avec  $V_{BS}=0V$ .
  - A partir des résultats de simulations, estimez les paramètres du modèle "LEVEL 1" dans l'ordre suivant :
    - $VT0_n$ ,  $\lambda_n$  et  $K_n = \mu_n C_{ox}$ , pour les transistors NMOS.
    - $VT0_p$ ,  $\lambda_p$  et  $K_p = \mu_p C_{ox}$ , pour les transistors PMOS.
  - NB1 : Effectuez vos mesures à  $V_{DS}=1.0V$  et  $V_{DS}=1.5V$ .
  - NB2 : pour vos calculs avec les équations du niveau 1, nous vous conseillons d'utiliser un script matlab ou octave.
- **Question 1.4 :** En utilisant les équations du modèle "LEVEL 1", calculez les dimensions des transistors M1-M2, M3-M4 et M5.
- **Question 1.5 :** Calculez le gain DC de l'amplificateur,  $A_0$ , et la position du pole dû au noeud de sortie,  $\omega_{pout}$ , pour une capacité de sortie  $C_{out}=1pF$ .
- **Question 1.6 :** Estimez l'excursion du signal de sortie pour cet amplificateur.

## 2 Dimensionnement utilisant le modèle de simulation, "BSIM3"

- **Question 2.1 :** Dans l'environnement Cadence, utilisez maintenant `tp_size "Library"` et `width_Sizing "Cell"` pour dimensionner les transistors :
  - Réalisez une analyse DC pour tracer  $I_{DS}$  en fonction de la largeur du transistor M5.
  - Réalisez une analyse DC pour tracer  $I_{DS}$  en fonction de la largeur du transistor M1-M2.
  - Réalisez une analyse DC pour tracer  $I_{DS}$  en fonction de la largeur du transistor M3-M4.
  - NB : Utilisez les polarisations déterminées dans la Question 1.1.
- **Question 2.2 :** A partir des courbes obtenues, déterminez les largeurs des transistors M5, M1-M2 et M3. Comparez ces dimensions à celles obtenues dans la Question 1.4.

### 3 Simulation AC de l'amplificateur

- **Question 3.1 :** Dans l'environnement Cadence, utilisez maintenant tp\_size "Library", OTASD1 et TB\_AC\_OTA "Cell" pour simuler l'amplificateur :
  - Réalisez une analyse AC pour tracer le gain et la phase de l'amplificateur différentiel.
- **Question 3.2 :** Quel est la polarisation ( $V_{GS}$ ,  $V_{DS}$ ,  $V_{BS}$  et  $I_{DS}$ ) des transistors M5, M1-M2 et M3-M4? Est-ce que ces valeurs sont proches des polarisations désirées (Question 1.1)?
- **Question 3.3 :** Mesurez le gain DC de l'amplificateur,  $A_0$ , la position du pole dû au noeud de sortie,  $\omega_{p_{out}}$ . Comparez ces résultats à vos calculs de la Question 1.5.
- **Question 3.4 :** Obtenez, à partir du simulateur, les valeurs de  $gm_1$ ,  $gds_1$  et  $gds_3$ ? Calculez  $A_0$  et  $\omega_{p_{out}}$  avec ces valeurs obtenus par simulation.  
Comparez ces résultats à vos calculs de la Question 1.5 et les resultats de simulation de la Question 3.3.
- **Question 3.5 :** Mesurez la fréquence de transition,  $f_T$ , et la marge de phase de l'amplificateur.