

IV.3. Initiation à la plateforme CADENCE : Application au tracé des caractéristiques courant – tension d’un nMOS

Dans ce TP nous allons appliquer les notions précédentes en réalisant un montage (schéma) qui nous permet de réaliser le tracé des caractéristiques courant – tension d’un nMOS.

Créer la vue **schematic** d’une nouvelle **cellview** (**IV_NMOS**, par exemple) selon le schéma de la Figure suivante.

Dessin du schéma

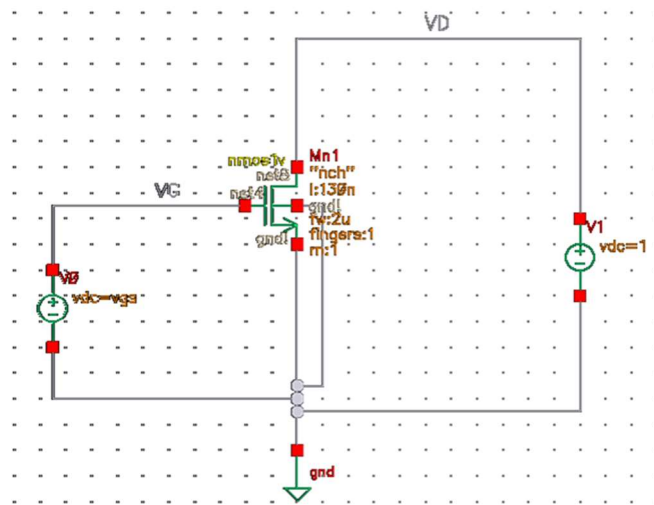


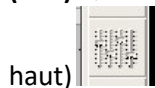
Figure 1 – Schématisation pour le tracé des caractéristiques I – V d’un nMOS.

Vous irez chercher en premier dans la bibliothèque **tsmc13rf** le composant **nmos1v** en sélectionnant la vue **symbol**. L’alimentation V_{CC} (**vdc**) et **gnd** (la masse) se trouvent dans la bibliothèque **analogLib**. La masse doit toujours être présente dans vos schémas. Sans elle, les résultats des simulations analogiques sont erronés.

À noter: Le **bulk** (le 4^{ème} terminal) des transistors NMOS se connecte toujours au **gnd** et celui des PMOS est toujours connecté au V_{CC} .

Nommer les fils non connectés à la masse en fonction de leur potentiel (V_D et V_G , par exemple).

En utilisant la commande : **[q]** pour accéder aux propriétés des composants de votre schéma ou **(VSE) → Edit → Properties → Objects ...** ou en cliquant sur l’icône : **Properties** (9^{ème} en partant du




haut)

Cette fonction permet d’éditer les caractéristiques des différents éléments.

Utiliser-la pour modifier le nom du nMOS (appeler le **Mn1**, champ **Instance Name**) et pour fixer sa largeur de grille (Total Width) à $2 \mu\text{m}$. Laisser sa longueur (le champ **Length**) inchangée au minimum technologique ($0,13 \mu\text{m}$).

Sauvegarde / Vérification du schéma (VSE) → File → Save [S] permet de sauvegarder le schéma et

(VSE) → File → Check and Save [X] ou utiliser l'icône :  (premier bouton du menu) qui vous permet de sauvegarder le schéma après la vérification.

Simulation

Après le dessin du schéma et la vérification on passe à la simulation de notre circuit. Cette partie présente trois modes de simulation (**dc**, **temporelle**, **ac**) et deux outils (**simulation paramétrique**, et **Calculator**) offerts par l'outil de simulation de Cadence : **Analog Design Environment (ADE)**.

Simulation DC

L'analyse **DC (Direct Current)** est utilisée généralement pour permettre aux concepteurs de trouver le point de fonctionnement électrique d'un circuit. Elle permet également de tracer les caractéristiques statiques d'un composant ou la fonction de transfert d'un amplificateur. C'est une analyse statique **grand signal**.

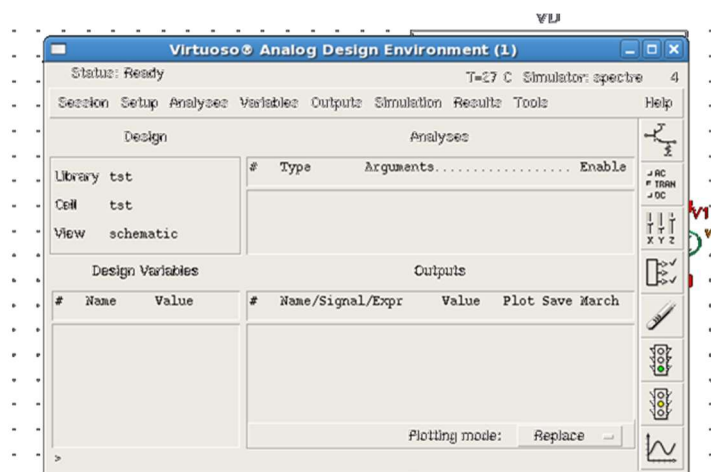
Point de fonctionnement

ADE permet de déterminer par la simulation le point de fonctionnement statique d'un circuit. Vous relèverez le point de polarisation du nMOS Mn1 pour $V_{GS} = 1V$ et $V_{DS} = 2V$.

Pour lancer le simulateur **ADE** :

(VSE) → Tools → Analog Environment

Une fenêtre **Virtuoso Analog Design Environment** s'ouvre.

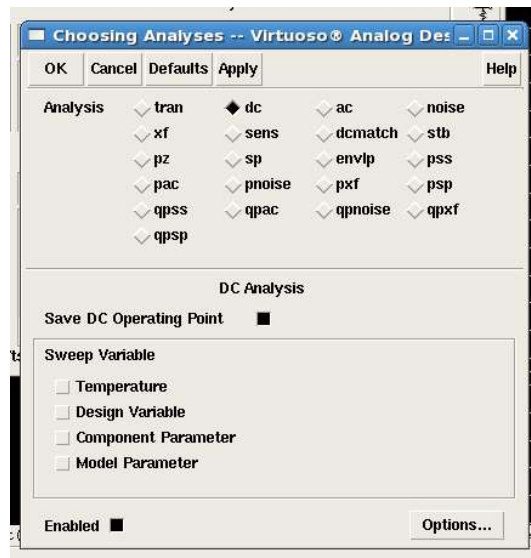


Choisir le mode de simulation statique (DC) :

(ADE) → Analyses → Choose ... (ou bien 2^{ème} bouton du menu à droite)

Cocher : **dc**

À la rubrique **DC Analysis** cocher **Save DC Operating Point**, puis cliquer sur Ok.



Lancer la simulation (plus précisément la génération de la **Netlist** à partir de la vue **schematic** puis la simulation à proprement parler) :

(ADE) → Simulation → Netlist and Run ou 6^{ème} bouton à droite (bouton vert du menu)

Une fenêtre **spectre.out** s'ouvre, elle donne les détails de la simulation effectuée.

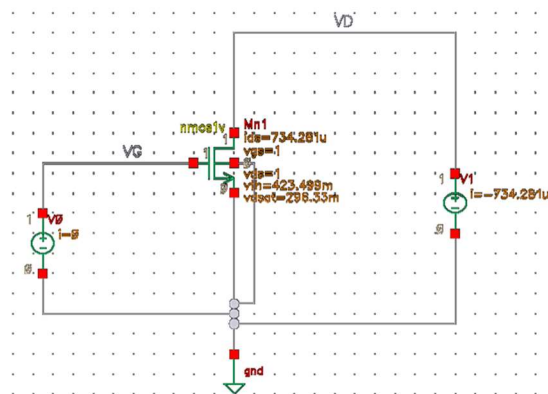


Pour obtenir les paramètres de **Mn1** au point de fonctionnement et les tensions des différents fils :

(ADE) → Results → Annotate → DC Operating Point

(ADE) → Results → Annotate → DC Node Voltages

Les valeurs correspondantes apparaissent sur la vue **schematic**.



Afin de pouvoir sauvegarder les réglages d'ADE (type de simulation, paramètres, etc.) pour relancer une simulation sans perte de temps en suivant :

(ADE) → Session → Save State ...

Et pour recharger les réglages précédemment sauvs :

(ADE) → Session → Load State ...

Tracé de la caractéristique du transistor

On commence par tracer la caractéristique $I_D(V_{DS})$ de **Mn1** pour $V_{GS} = 1 \text{ V}$.

Cette caractéristique statique est tracée en relevant point par point la valeur de I_D pour plusieurs valeurs de V_{DS} à partir de plusieurs simulations. Pour ce tracé on relève I_D pour les valeurs de V_{DS} échantillonnées de 0 V à 1.8 V par pas de 5 mV (V_{GS} étant constante).

(ADE) → Analyses → Choose ...

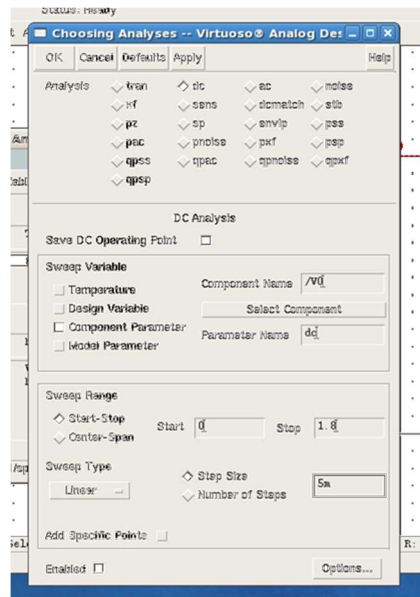
Cocher : **dc**

Dans la rubrique **DC Analysis** cocher **Save DC Operating Point**.

Dans **Component Parameter** cliquer sur **Select Component** et sélectionner la source **vdc** sur la vue **schematic**. Dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquer **dc vdc "DC voltage"**, puis valider. Vérifier ensuite les rubriques :

Sweep Range Start 0 Stop 1.8

Sweep Type menu linear Step Size 5m



Ensuite cliquer sur **OK**.

L'étape suivante est de choisir les grandeurs (**tension ou courant**) à tracer :

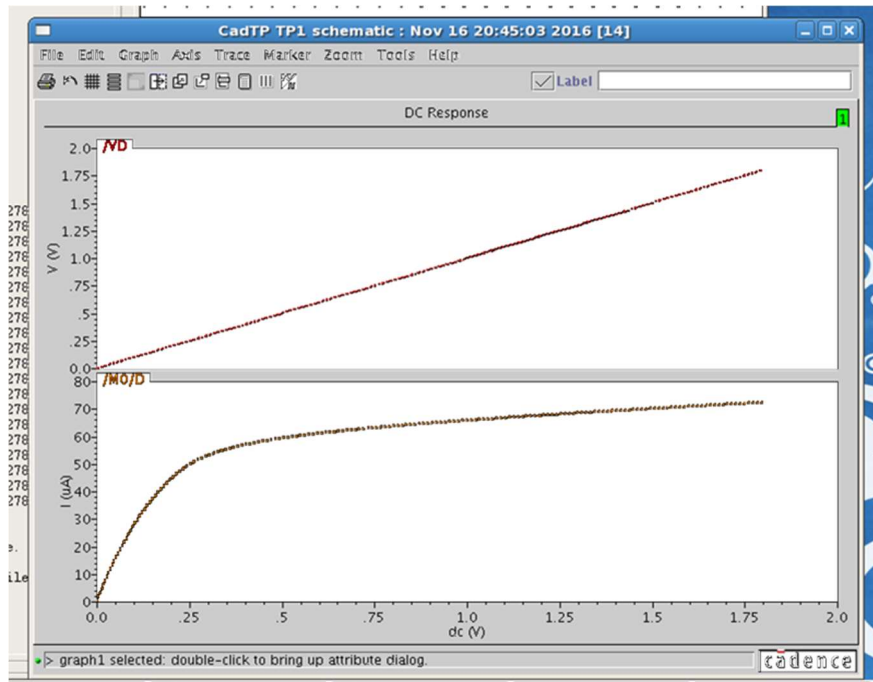
(ADE) → Outputs → To Be Plotted → Select On Schematic

Pour tracer un courant il faut cliquer sur les carrés rouges des composants (par convention un courant entrant est positif), et pour tracer des tensions on clique sur les fils correspondants (repérées par rapport à gnd).

Après Lancement de la simulation, une fenêtre **Active** : ... contenant le tracé des signaux demandés s'ouvre.

Pour séparer les courbes :

(Active) → Axis → Strips



Pour relever un point de fonctionnement, insérer un marqueur :

(Active) → Marker → Place → Trace Marker

Simulation paramétrique

Un outil de simulation permettant de lancer automatiquement plusieurs simulations successives avec des paramètres différents (dit **parametric analysis**). En utilisant l'exemple d'application mis en œuvre (celui du tracé des caractéristiques $I_D - V_{DS}$ de **Mn1**) peut à l'aide de cet outil être restimulé pour plusieurs valeurs de V_{GS} .

Créer une variable correspondante au paramètre concerné, ouvrir la fenêtre de propriétés (**[q]**) de la source **vdc** correspondante à V_{GS} , remplacer la valeur numérique par un nom désignant la variable (V_{GS} , par exemple), importer ensuite la variable dans ADE (**(ADE) → Variable → Copy from cellview**) et compléter le champ **Value : 1** (pour 1 V, par exemple) qui donne la valeur par défaut de la variable. D'une façon générale, l'utilisation de variables permet de modifier les paramètres d'un design et de lancer des simulations sans modifier le schéma électrique.

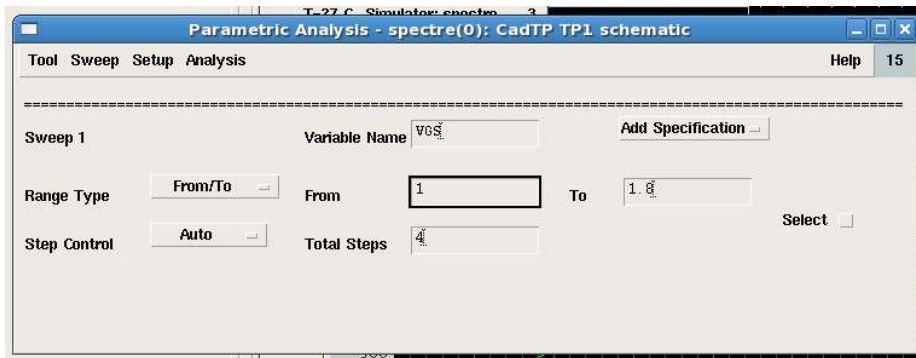
Pour lancer la simulation paramétrique :

(ADE) → Tools → Parametric Analysis ...

Dans le champs **variable name** écrire le nom de la variable à faire varier, compléter ensuite les différents champs:

Range Type : From/To From : 1 To : 1.8

Step Control: Auto : Total Steps : 4



Pour lancer la simulation paramétrique :

(Param Analysis) → Analysis → Start

