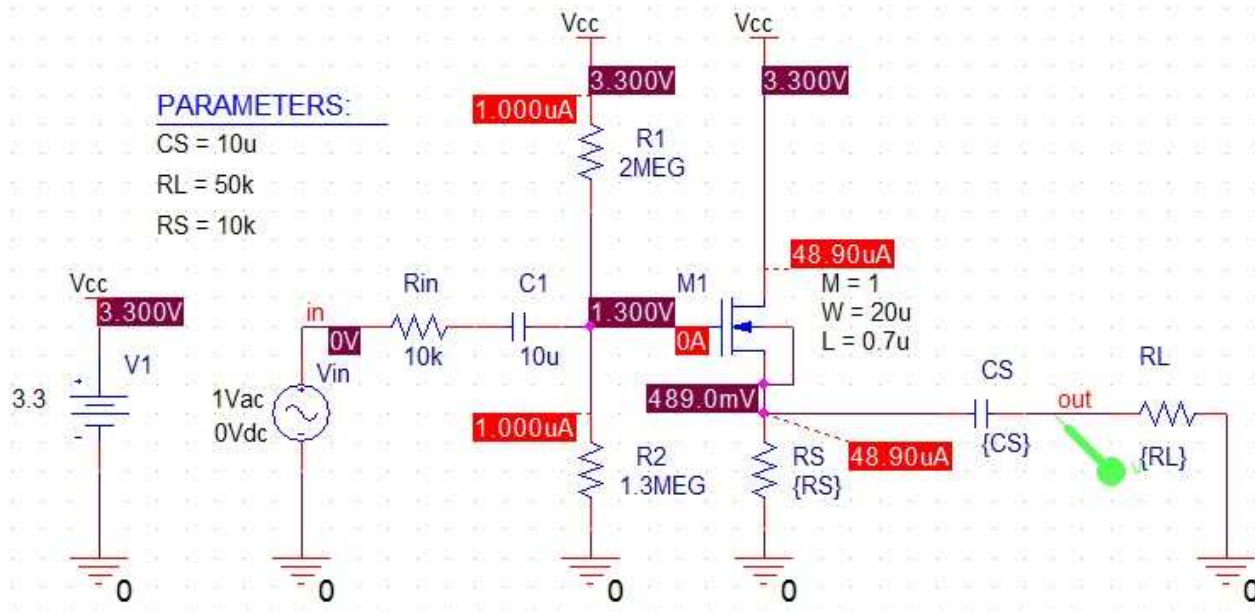


Travail P-Spice3 – MosFET

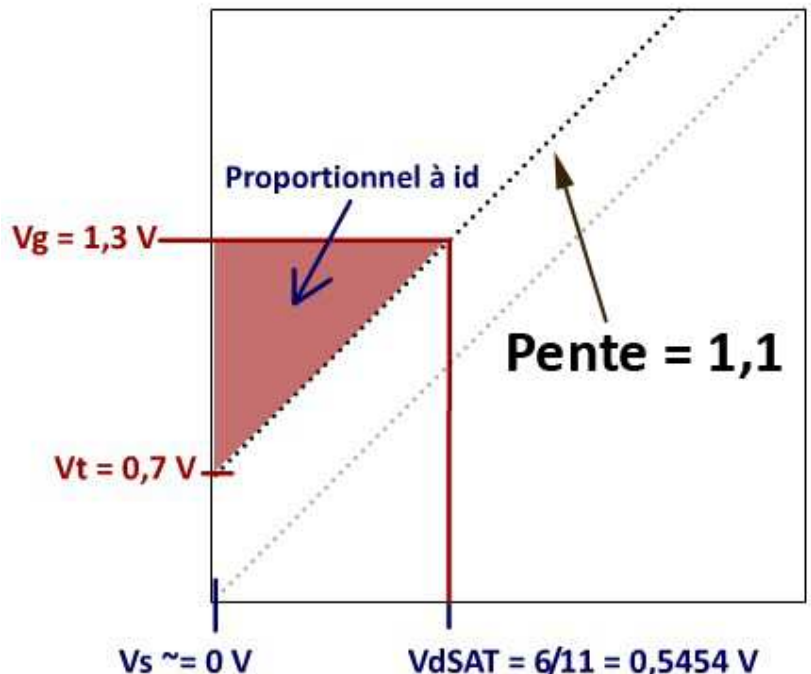
Nuttin Vincent – 5772 05 00 – FSA 13 BA

Simulation : Amplificateur (Drain Commun)

J'ai décidé de construire un amplificateur en drain commun. Je sais que je dois m'attendre à un gain en tension proche de l'unité. Voici le schéma P-Spice de cet amplificateur :



Détaillons quelques calculs. Tout d'abord, il faut s'assurer que le NMOS est en **saturation**. Utilisons le diagramme de « Jaspers » pour déterminer cela... Grâce au gros diviseur de tension (constitué des résistances R1 et R2 sur le circuit), la tension de grille du MOS est fixée à 1,3 Volts. Regardons si c'est suffisant... Sur le diagramme ci-contre, on remarque que la tension de saturation, pour une tension de grille de 1,3 V, est de 0,54 V au drain. Or, dans notre montage, le drain est connecté à la tension haute du circuit, à savoir 3,3 V ici. La saturation du MOS est donc assurée !



Notre point de fonctionnement DC est donc de 1,3 Volts à la grille et, par simulation, on trouve une tension de quelques 480 mV à la source pour une résistance de 10kΩ. La tension au drain est, comme dit ci-dessus, de 3,3 Volts.

Le plus intéressant maintenant est de caractériser le courant ID. Nous savons que

$$ID = \frac{1}{2} * \frac{\mu_n k_{ox} \epsilon_0}{t_{ox}} * \frac{W}{L - (2 * 0.08 * 10^{-6})} * (V_{GS} - V_t)^2 * (1 + \lambda V_{DS})$$

Pour un dimensionnement fixé (voir code MatLab ci-dessous), nous pouvons calculer ce courant ID.

```
function CalculsNMOS

% @Auteurs : Vincent Nuttin
% @Version : 1.0

clc; format short;

fprintf('--- Initialisation des paramètres ---\n')
fprintf('... ')

% Quelques tensions :

VG=1.3;
VS=489e-3;
VD=3.3;

VGS = VG - VS;
VDS = VD - VS;

% Quelques paramètres :

MuN=460;
kox=3.9;
Eo=8.85e-14;
tox=9.5e-9;

W=20e-6; % Taille de mon dispositif
L=0.7e-6;

Vt=0.7; % Tension seuil de mon dispositif

lambda=0.1; % Voir table

% Variables de mon circuit :

CS=10e-6;
RL=50e3;
RS=10e3;

fprintf('OK !\n')
fprintf('--- Calcul ---\n')

kn=(MuN*kox*Eo)/(100*tox); % Attention, tox est en mètres !
Cox=(kox*Eo)/(100*tox);
Taille=(W)/(L-(2*0.08*1e-6));
P1=(VGS-Vt)^2;
P2=1+(lambda*VDS);

% Calcul de iD :
iD=0.5*kn*Taille*P1*P2;
fprintf('iD = %f µA\n',iD*1e6)
```

```

% Calcul de gm :
Vov=(VGS-Vt);
gm=(2*iD)/(Vov);
fprintf('gm = %f\n',gm)

% Calcul du gain en tension :
R=1/((1/RL)+(1/RS)); % Mise en parrallèle de RS et RL
Av=R/(R+(1/gm));
fprintf('Av = %f (pour RL = %dk et RS = %dk)\n',Av,RL*1e-3,RS*1e-3)

% Fréquence de coupure
fL1=1/((10e-6)*(10e3+1.3e6));
fL2=gm/(2*pi*CS);
fL3=1/((10e-6)*(50e3+10e3));

fL=min(fL1,min(fL2,fL3)); % min car je veux voir quand ca COMMENCE !
fprintf('fL = %f mHz (pour CS = %fµ, RL = %dk et RS = %dk)\n',fL*1e3,CS*1e6,RL*1e-3,RS*1e-3)

fprintf('--- Fin de simulation MatLab ---\n')
end

```

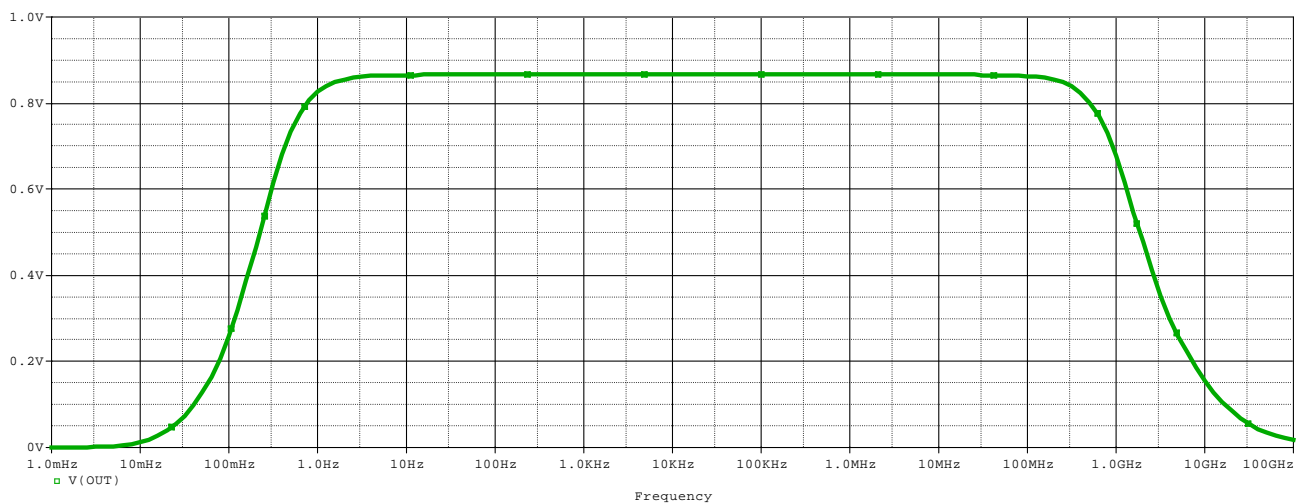
Ce qui nous donne comme résultat :

```

--- Initialisation des paramètres ---
... OK !
--- Calcul ---
iD = 48.851436 µA
gm = 0.000880
Av = 0.880025 (pour RL = 50k et RS = 10k)
fL = 76.335878 mHz (pour CS = 10.000000µ, RL = 50k et RS = 10k)
--- Fin de simulation MatLab ---
EDU>>

```

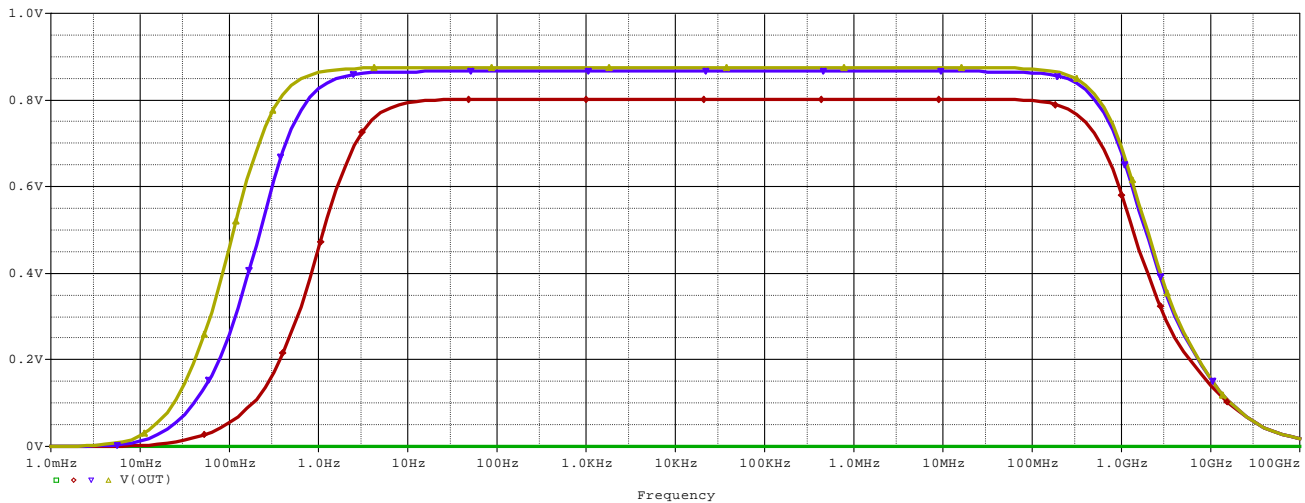
Regardons cela de plus près... ID est donc de 48,85 µA! gm est très petit... (trop? Remarque : Cette valeur me semble très faible... mais MatLab calcule pourtant bien...) Le gain en tension Av est donné pour des résistances RL et RS fixées et vaut 0,88 ! Simulons ce circuit pour ces valeurs et vérifions !



Nous voyons que pour des fréquences entre approximativement 100mHz (en réalité, 76mHz selon les calculs introduits dans MatLab), la tension de sortie vaut 0,88 fois la tension d'entrée (fixée à 1 Volt).

Il peut être intéressant à présent de faire varier certaines résistances ou capacités du circuit.

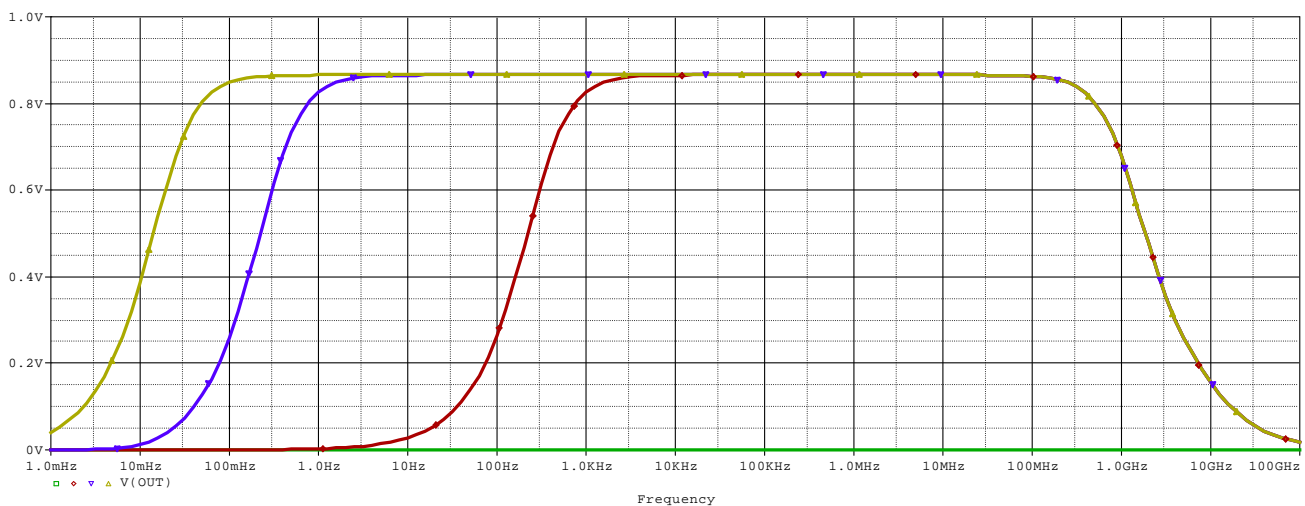
Si nous faisons varier la charge RL sur la sortie de notre amplificateur, nous pouvons remarquer les résultats suivants :



$$RL = 1\Omega \mid RL = 1k\Omega \mid RL = 50k\Omega \mid RL = 100k\Omega$$

Si RL est trop faible, aucune tension n'est présente à la sortie. Pour les autres valeurs, on remarque que la bande passante de l'amplificateur augmente avec RL.

Faisons maintenant varier la capacité CS :



$$CS = 1e-20 \text{ F} \mid CS = 10\text{nF} \mid CS = 10\mu\text{F} \mid CS = 10\text{mF}$$

La valeur de 1e-20 F est là pour exagérer l'effet d'une toute petite capacité. Nous remarquons ensuite que la fréquence de coupure, vers les 500MHz n'est pas fonction de cette capacité pour des valeurs entre 10nF et 10mF ! En effet, cette fréquence est uniquement fonction des capacités parasites à l'intérieur du NMOS ! Par opposition à cela, la fréquence de coupure fL qui détermine la

fréquence la plus basse de la bande passante est clairement fonction de cette capacité CS ! Quand CS augmente, fL diminue et donc, la bande passante augmente !

Cette fréquence fL est généralement déterminée par

$$fL = \frac{gm}{2\pi * CS}$$

et vaudrait normalement ici 14Hz... mais, au vu de la simulation P-Spice, je pencherais pour une valeur beaucoup plus basse...

Néanmoins, deux autres pôles peuvent être calculés. La fréquence minimum (des 3 fréquences possibles) apparaît sur la simulation MatLab (ci-dessus) et vaut 76mHz ! Ces 76mHz devraient (en toute logique) correspondre avec le début de l'augmentation de tension observée autour de cette valeur pour une capacité CS de 10µF.