PC2 - Etude statique d'un étage amplificateur MOSFET

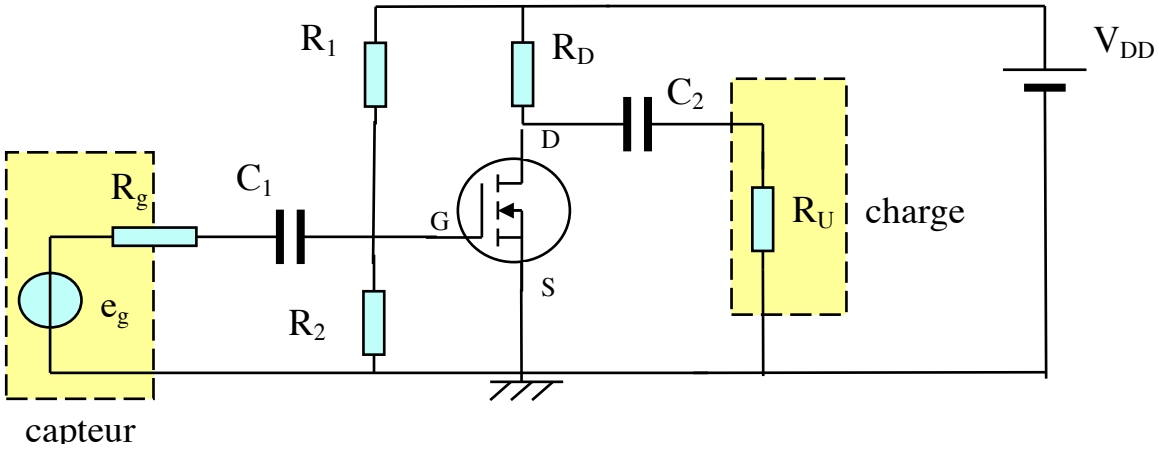
L'étude d'un étage amplificateur petit signal comporte deux parties séparées, l'une relative au régime statique et l'autre au régime dynamique. En vertu du principe de superposition, l'étude du régime statique se fait en éteignant toutes les sources alternatives, l'étude du régime dynamique en éteignant toutes les sources continues.

L'état statique, ou polarisation, d'un composant est défini, s'il existe, par l'ensemble des valeurs que prennent les différentes variables du composant en régime continu.

Cette polarisation place les composants non-linéaires dans une situation propre à assurer les fonctions souhaitées.

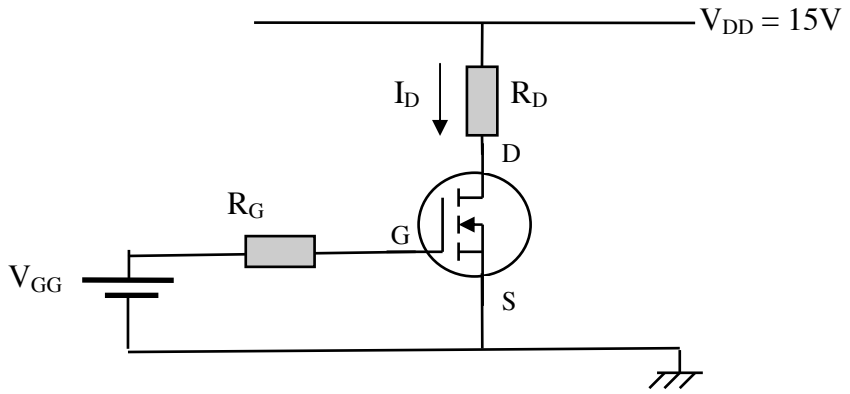
C'est l'objet de cette petite classe où est calculée la polarisation du transistor MOSFET en régime normal utilisé dans un montage amplificateur de type source commune.

On considère donc le montage suivant :



$R_g = 50\Omega$	$C_1 = 10\mu F$	$R_1 = 68k\Omega$	$R_2 = 33k\Omega$
$R_D = 1k\Omega$	$C_2 = 10\mu F$	$V_{DD} = 15V$	$R_U = 33k\Omega$

1 - Extraire la partie statique du schéma complet de l'étage amplificateur source commune et montrer que cette partie se ramène au schéma suivant :



Donner les expressions et les valeurs numériques de V_{GG} et de R_G.

2 - A partir de ce schéma simplifié :

Etablir l'expression de I_D en fonction de V_{DS}.
En donner une représentation graphique dans le plan (I_D,V_{DS}).

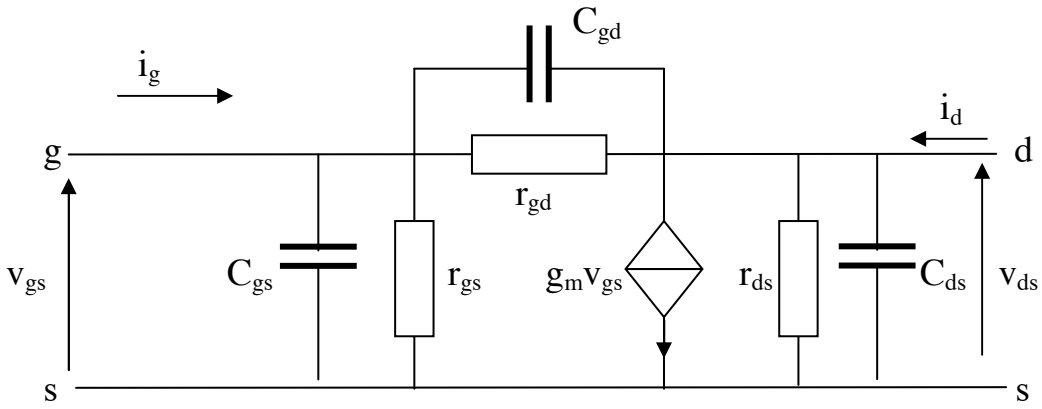
3 - Déduire alors les coordonnées du point de repos du transistor, V_{GS0}, I_{D0}, V_{DS0}.

Lorsqu'on ne dispose pas des courbes caractéristiques du composant, on peut déterminer ce point de repos à partir des données du constructeur. Dans notre cas ces données sont les suivantes : avec une tension de seuil $V_{GS(th)}$ = 2V et pour une tension appliquée V_{GS} = 4V, le courant I_D vaut 4mA.

4 – Sachant que l'équation caractéristique (I_D, V_{GS}) pour un MOSFET à enrichissement est la suivante : $I_D = K\left(V_{GS} - V_{GS(th)}\right)^2$, déterminer la valeur de K et en déduire le point de repos correspondant à notre montage.

PC3 - Etude dynamique de l'étage amplificateur MOSFET source commune

En régime dynamique, pour des signaux d'amplitude suffisamment faible pour être considérés comme des perturbations autour du point de repos (attaque en petit signal), le MOSFET se comporte comme un quadripôle linéaire dont le schéma équivalent est le suivant :



Modèle dynamique petit signal

Les valeurs des paramètres de ce modèle dépendent du point de repos du transistor. Il faut donc connaître ce dernier pour pouvoir les déterminer.

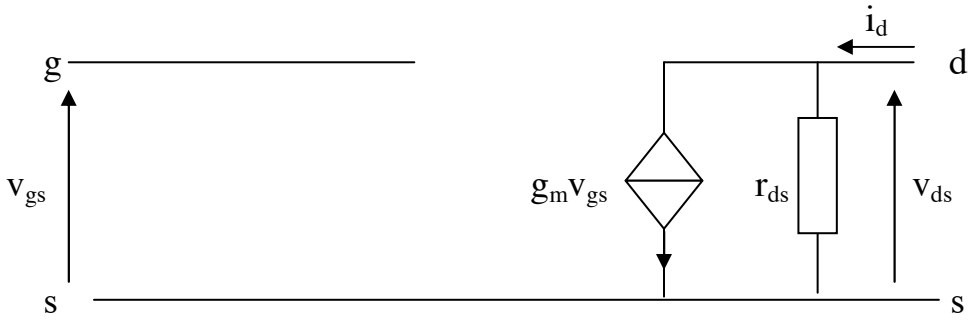
L'étude dynamique est faite ici aux « fréquences moyennes ». Le domaine des « fréquences moyennes » est défini comme celui où les capacités du montage n'ont pas à être prises en compte.

En effet :

- les capacités de faibles valeurs présentent une impédance importante. C'est le cas des capacités du modèle précédent que l'on assimile à des circuits ouverts;
- les capacités de fortes valeurs présentent une impédance faible. C'est le cas des condensateurs de liaison C_1 et C_2 que l'on assimile à des courts-circuits.

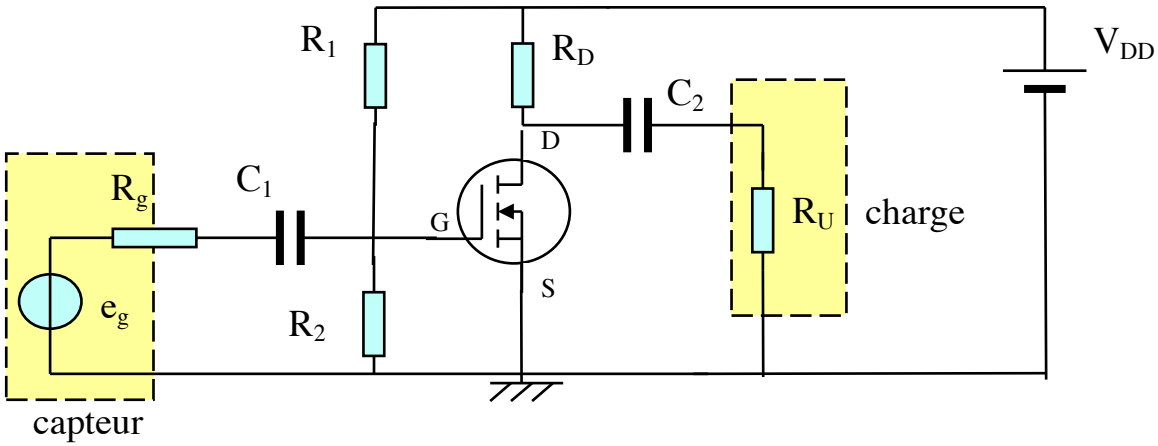
Pour simplifier cette étude, nous considérons également que nous pouvons négliger l'influence de r_{gd}, de valeur très élevée, que nous assimilons à un circuit ouvert, ainsi que l'influence de r_{gs} également de valeur très élevée.

Le modèle simplifié est alors le suivant :



Modèle simplifié

On considère le montage suivant, dont l'étude statique a été effectuée lors de la PC2 :



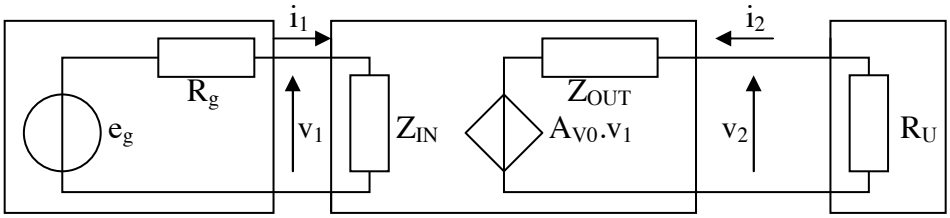
1 – Selon les informations fournies par le constructeur, pour la polarisation calculée les valeurs des éléments du modèle sont les suivantes :

$g_m = 10$ mS $r_{ds} = 200$ kΩ (considéré comme un circuit ouvert)

Représenter le schéma équivalent de l'étage.

2 - Montrer, dans le réseau de caractéristiques du transistor, plan (I_D, V_{DS}) en annexe, que lorsque I_D varie de i_d du fait d'une variation v_{gs} de V_{GS}, le point de fonctionnement du transistor de coordonnées ($V_{DS} = V_{DS0} + v_{ds}$, $I_D = I_{D0} + i_d$) se déplace autour du point de repos A (V_{DS0},I_{D0}) le long d'une droite appelée droite de charge dynamique. Tracer cette droite dans le cas où $R_U = 2$kΩ. Conclusions.

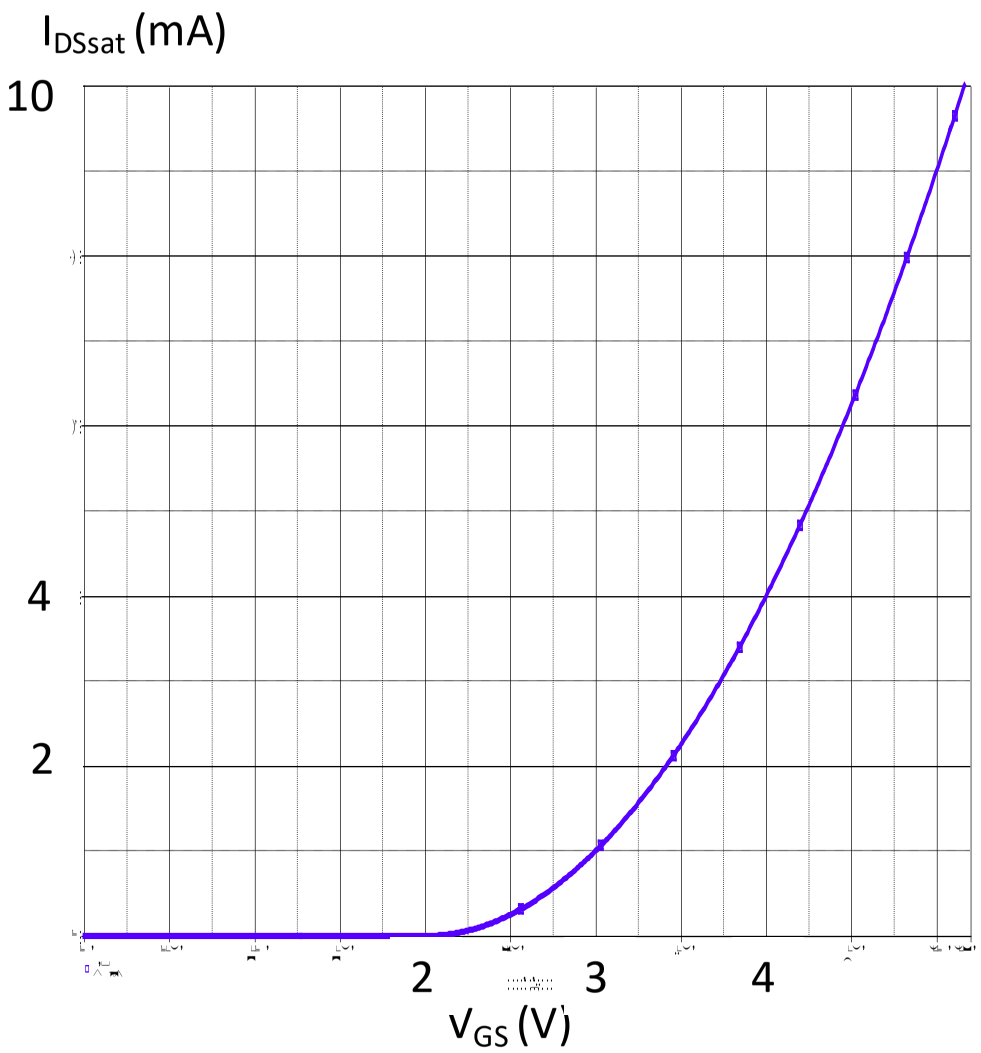
3 - Identifier le schéma équivalent de l'étage amplificateur MOSFET, dans le domaine des fréquences moyennes, au modèle suivant :

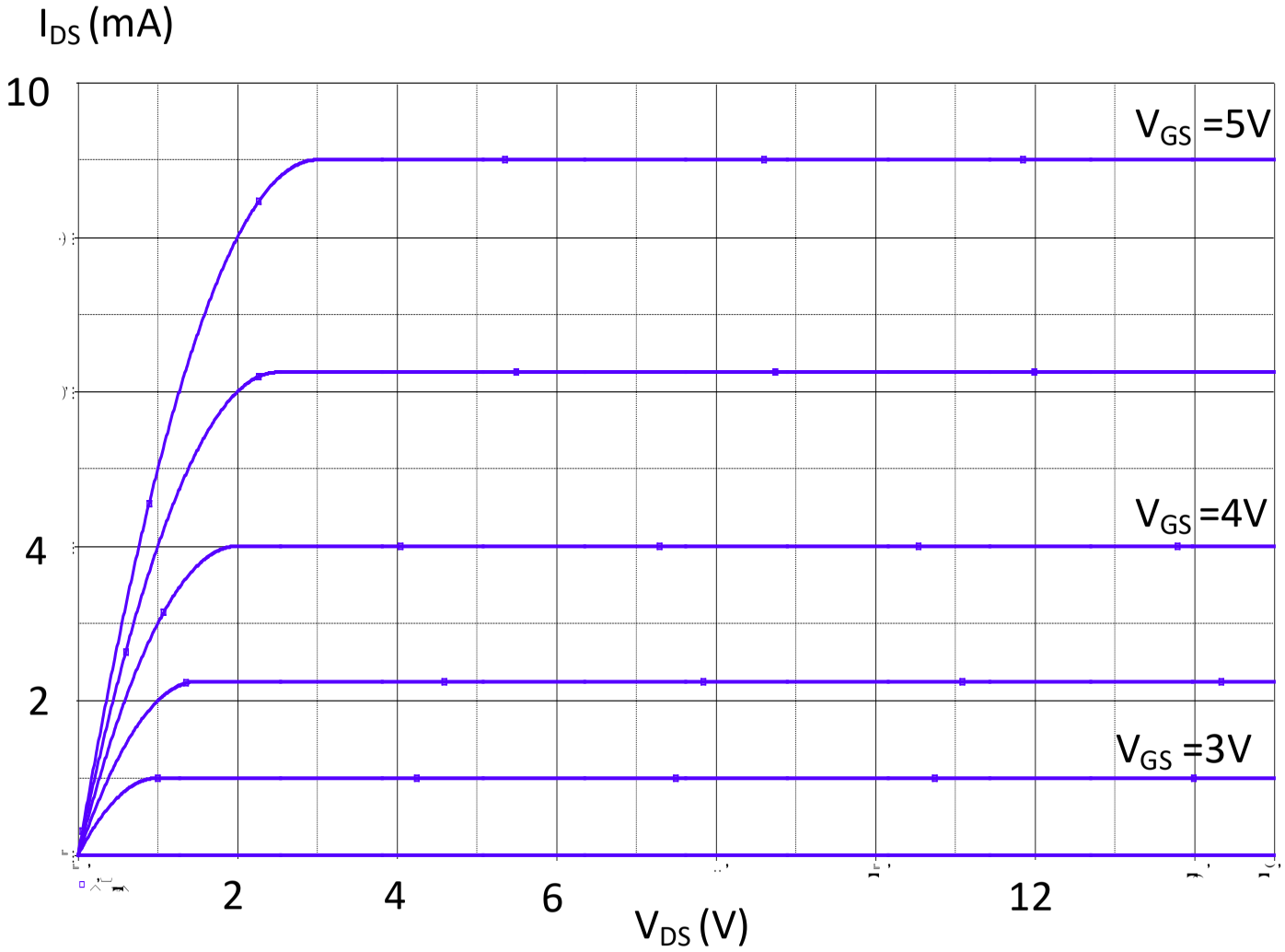


Donner les expressions de l'impédance d'entrée Z_{IN}, de l'impédance de sortie Z_{OUT} et du gain en tension à vide A_{V0} ainsi que leurs valeurs numériques.

4 - Déterminer l'expression du gain en tension en charge $A_V = v_2/v_1$ en fonction de A_{V0}, Z_{OUT} et R_U. Que vaut ce gain pour $R_U = 33k\Omega$ et $R_U = 2k\Omega$? Conclusion.

5 – Commenter la valeur de l'impédance d'entrée Z_{IN} en relation avec celle de l'impédance de source R_g.


I_{DSsat} (mA)
10
4
2
2
3
4
V_{GS} (V)


I_{DS} (mA)
10
4
2
2
4
6
12
V_{DS} (V)
V_{GS} =5V
V_{GS} =4V
V_{GS} =3V