

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ORAN MOHAMED BOUDIAF



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة العلوم والتكنولوجيا بهران محمد بوضياف

FACULTÉ DE GÉNIE ELECTRIQUE

DÉPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

كلية الهندسة الكهربائية

قسم الإلكترونيك

Manuel de Cours

Electronique Fondamentale 2

2^{ème} année ELECTRONIQUE Licence

Chapitre 1 : Transistors à effet de champ

Semaine 2

2019-2020

1.2.1 Réseaux de caractéristiques

Courbe caractéristique du JFET

Nous savons que des valeurs de V_{GS} comprise entre zéro et $V_{GS(off)}$, contrôlent la quantité de courant de drain, $V_{GS(off)}$ est de valeur négative pour un JFET à canal N. la figure 1.9 représente une courbe caractéristique type qui illustre de façon graphique la relation entre V_{GS} et I_D . Naturellement, cette courbe montre que les limites de fonctionnement d'un JFET sont *lorsque*

$$I_D = 0 \quad V_{GS} = V_{GS(off)} \quad (1.9)$$

Et

$$I_D = I_{DSS} \quad \text{lorsque } V_{GS} = 0 \quad (1.10)$$

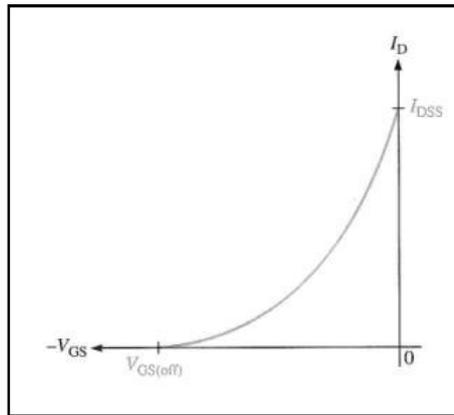


Figure1.9: courbe caractéristique d'un JFET

La forme de la courbe caractéristique d'un JFET s'approche grandement d'une fonction exponentielle et s'exprime ainsi

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right)^2 \quad (1.11)$$

Grâce à l'équation 1.11, on peut déterminer I_D pour toute valeur de V_{GS} et $V_{GS(off)}$ et I_{DSS} sont connues. Ces valeurs se retrouvent habituellement sur la fiche technique. Chaque point de la courbe caractéristique correspond à des valeurs spécifiques de V_{GS} et de I_D sur les courbes du drain. Par exemple, lorsque $V_{GS} = -2$ V, $I_D = 4.32$ mA. De plus, pour ce JFET spécifique, $V_{GS(off)} = -5$ V et $I_{DSS} = 12$ mA (figure 1.10). [3]

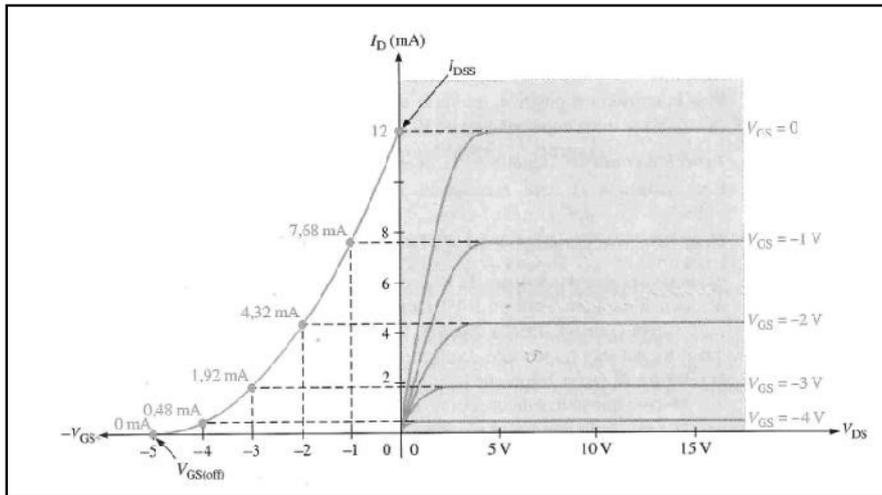


Figure1.10: exemple du développement de la courbe caractéristique d'un JFET à canal N

Transconductance directe du JFET [3]

La transconductance directe de transfert, g_m est la variation du courant de drain (ΔI_D) pour une variation donnée de la tension entre la grille et la source (ΔV_{GS}) pour une tension constante entre le drain et la source. Elle est exprimée comme un ratio et son unité est le siemens (S).

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} \tag{1.12}$$

D'autres appellation pour ce paramètre est l'admittance directe de transfert, g_m est un facteur très important pour déterminer le gain en tension des amplificateurs à transistor à effet de champ.

Si g_{m0} est donné, on peut calculer la valeur approximative de g_m pour tout point sur la courbe caractéristique de transfert en utilisant la formule suivante :

$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right) \tag{1.13}$$

Si on ne connaît pas la valeur de g_{m0} , on peut la calculer en utilisant les valeurs de I_{DSS} et $V_{GS(off)}$. Les lignes verticales indiquent une valeur absolue.

$$g_{m0} = \frac{2I_{DSS}}{V_{GS(off)}} \tag{1.14}$$

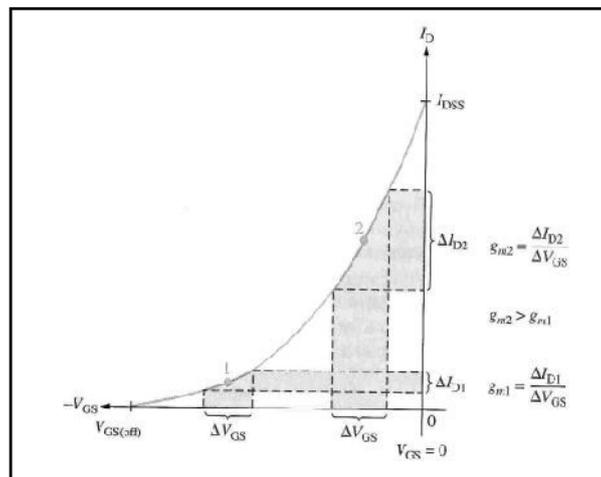


Figure1.11: variation de g_m en fonction du point d'opération V_{GS} .

Résistance d'entrée et capacité [3]

Un JFET fonctionne avec sa jonction grille-source en polarisation inverse. Cependant, la résistance d'entrée de la grille est très élevée, ce qui constitue un avantage du JFET sur le transistor bipolaire. Les fiches techniques de JFET spécifient souvent la résistance d'entrée en donnant une valeur pour le courant inverse de grille, I_{GSS} , pour une certaine tension entre la grille et la source

$$R_{EN} = \frac{V_{GS}}{I_{GSS}} \tag{1.15}$$

La capacité d'entrée, C_{iss} résulte du fait que le JFET fonctionne avec une jonction PN en polarisation inverse, car celle-ci agit comme un condensateur dont la capacité dépend de la quantité de tension inverse.

Résistance drain-source [3]

D'après la courbe caractéristique du drain, au-dessus du pincement, le courant de drain est relativement constant pour une variété de tension drain-source. Par conséquent, une variation importante de V_{DS} ne produit qu'un tout petit changement du courant I_D . Le ratio de ces variations est la résistance drain-source du composant, r'_{ds} (ce paramètre comme étant la conductance de sortie).

$$r'_{ds} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D} \quad (1.16)$$

1.2.2 Point de repos et Droite de charge statique

Afin d'établir le point de repos (d'opération) lors de la polarisation d'un JFET, l'approche de base est de déterminer I_D pour une valeur désirée de V_{GS} ou vice versa. Ensuite, on calcule la valeur de R_S requise en utilisant la relation suivante.

$$R_S = \frac{V_{GS}}{I_D} \quad (1.17)$$

Pour une valeur désirée de V_{GS} et I_D peut être déterminé de l'une ou l'autre de ces deux façons : d'après la courbe caractéristique de transfert, ou plus pratiquement, d'après l'équation 1.11 en prenant les valeurs de I_{DSS} et $V_{GS(off)}$ sur la fiche technique du JFET. [3]

Droite de polarisation de grille [2]

Les valeurs minimales et maximales des paramètres JFET sont très écartées. D'où l'écartement entre les caractéristiques de transconductance minimale et maximales représentées à la figure 1.12. La tension appliquée à la grille polarisée et constante. Cette tension grille constante rend le point Q hautement sensible au JFET.

Considérons la caractéristique représentée à la figure 1.12. Prenons $V_{GS} = -1V$. En fabrication en série, le point Q d'un transistor 2N5459 à grille polarisée est compris entre Q_1 et Q_2 . Le courant drain en Q_1 égale à 12.3 mA, tandis que celui en Q_2 égale seulement à 1 mA.

La variation du courant drain est si grande dans la polarisation de grille qu'on ne peut pas obtenir un point Q fixe.

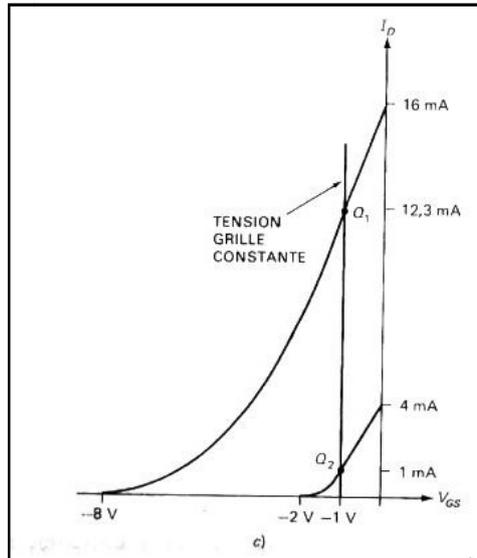


Figure1.12: le point Q varie excessivement dans le cas de la polarisation de grille.
Droite de polarisation automatique [2]

La figure 1.13.a représente la caractéristique de transconductance lorsque $I_{DSS} = 4 \text{ mA}$ et $V_{GS(\text{blocage})} = -2 \text{ V}$. La droite représentative de I_D en fonction de V_{GS} pour une résistance de source de 500Ω également tracé à la figure 1.13.a est la droite de polarisation automatique.

Tout JFET à polarisation automatique a une caractéristique et une droite de polarisation automatique similaires à celles représentées à la figure 1.13.b. seul le point d'intersection Q vérifie la loi d'Ohm et appartient à la caractéristique de transconductance. La figure 1.13.c représente la variation du point Q en fonction de la résistance de source. Lorsque la résistance R_s est grande, le point Q est au bas de la caractéristique de transconductance et le courant drain est petit. Lorsque la résistance R_s est petite, le point Q est en haut de la caractéristique de transconductance et le courant drain est grand. Entre ces extrêmes, une résistance R_s optimale règle le point Q près du point milieu de la caractéristique de transconductance.

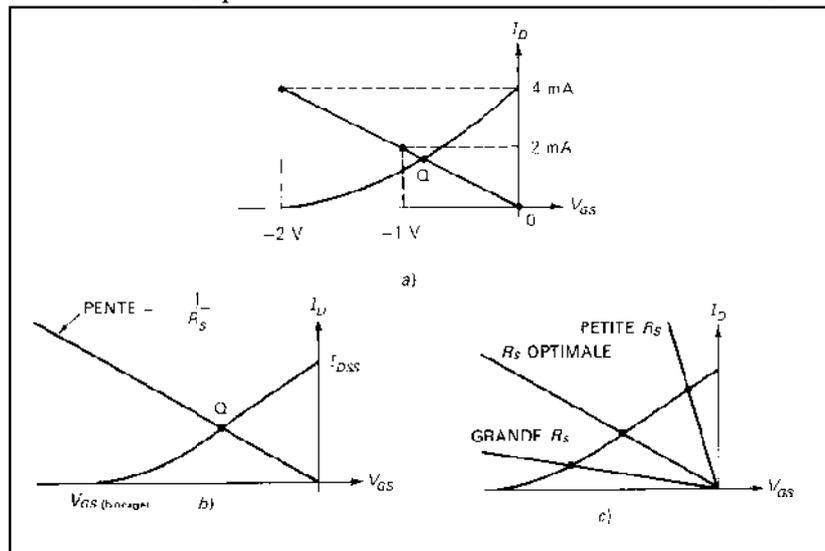


Figure1.13: a. droite de polarisation automatique. b. droite de polarisation automatique coupe la caractéristique de transconductance au point Q. c. effet des différentes résistances de polarisation.

Droite de polarisation par diviseur de tension [2]

Le courant drain est presque constant pour tout JFET (figure 1.14.a). Le problème, dans un JFET est que V_{GS} peut varier de plusieurs volts d'un JFET à un autre contrairement à un transistor bipolaire. Les tensions types d'alimentation rendent difficilement la tension Thévenin beaucoup plus grande que V_{GS} .

La représentation graphique de la formule 1.8 donne la droite de polarisation représentée à la figure 1.14.b. Remarquer la légère augmentation du courant drain de Q_2 à Q_1 . Plus la tension V_{TH} est grande, plus la droite de polarisation est horizontale. Mais la tension V_{TH} a une limite. Donc, même si elle constitue une nette amélioration, la polarisation par diviseur de tension ne stabilise pas le point Q autant que nous le voulons.

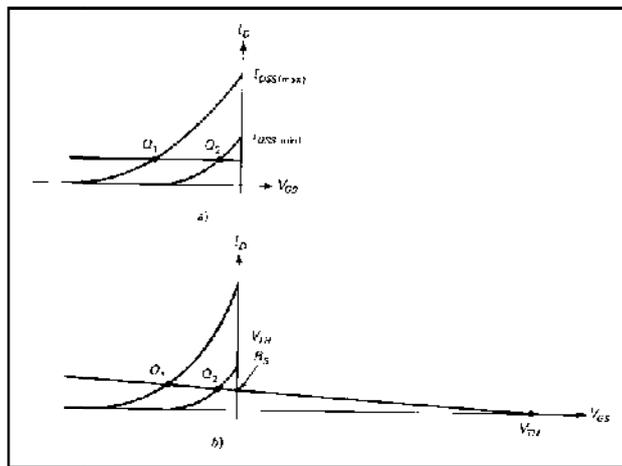


Figure 1.14: a. idéalement le courant drain est constant. b. le courant drain augmente légèrement.