

TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP À JONCTION (JFET)

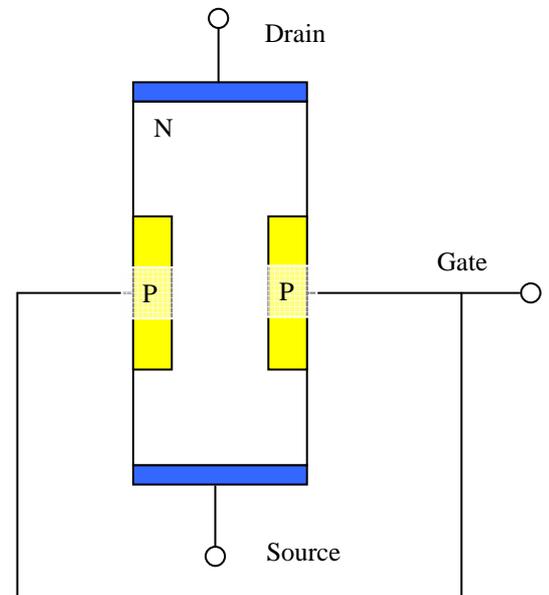
Structure (canal N)

Un transistor à effet de champ à jonction (JFET) est constitué d'un barreau de silicium N dans lequel on a diffusé deux zones P de chaque côté.

Les deux zones P sont reliées ensemble et forment la Gate.

La région N constitue le canal.

La jonction PN entre Gate et canal est normalement polarisée en inverse.



Principe de fonctionnement

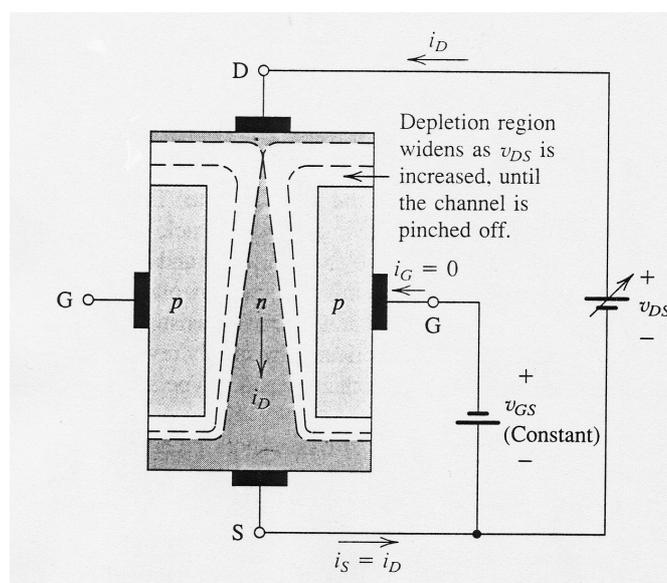
On applique une faible tension V_{DS} positive entre drain et source, et une tension négative V_{GS} entre grille et source.

Si $V_{GS} = 0$, il s'établit un courant dans le canal, circulant du drain vers la source.

Si $V_{GS} < 0$, la jonction grille - canal est bloquée. La zone de charge de cette jonction vient réduire la section effective du canal. La résistance du canal augmente à mesure que l'on augmente $|V_{GS}|$.

Le JFET se comporte alors comme une résistance dont la valeur est contrôlée par V_{GS} .

Pour une tension $V_{GS} = V_P$, la zone de charge d'espace envahit tout le canal et le courant ne circule plus dans le canal. V_P est la tension de seuil du JFET.



Phénomène de pincement dans un JFET (canal N)

Augmentons la tension V_{DS} à $V_{GS} > V_P$. Le canal est parcouru par un courant I_D . Le passage de ce courant dans la résistance du canal provoque une chute de tension le long de celui-ci. Il en résulte que la tension Gate-canal varie tout au long du canal. Elle est maximale (en valeur absolue) côté drain.

Nous pouvons exprimer la tension Gate - Drain (tension gate - canal au niveau du drain):

$$V_{GD} = V_{GS} + V_{SD}$$

Lorsque $V_{GD} = V_P$, le canal est pincé et le courant I_D ne dépend plus de la valeur de V_{DS} . On a alors:

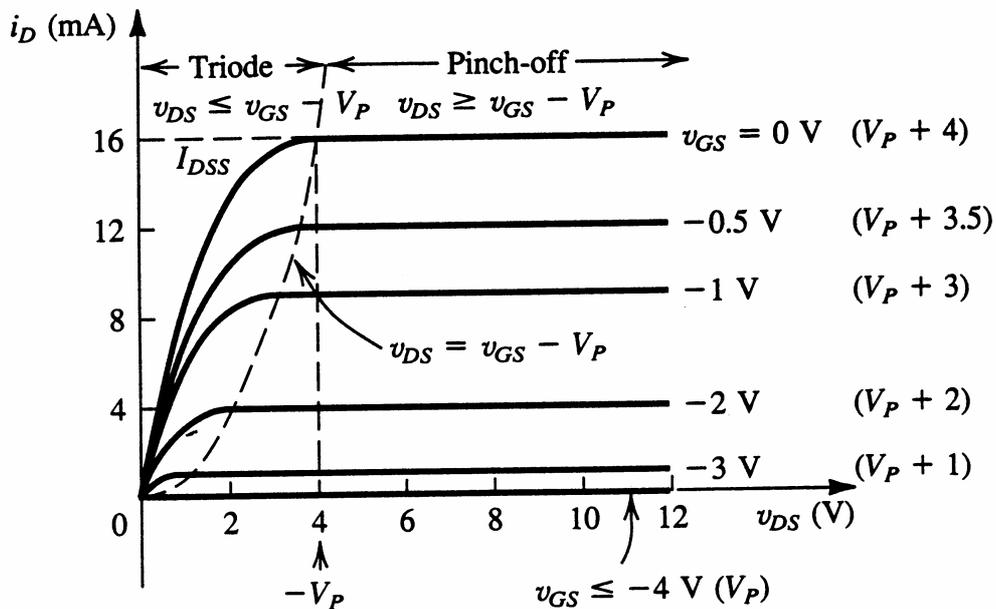
$$\begin{aligned} V_{GD} = V_{GS} + V_{SD} &= V_P \\ V_{DS} &= V_{GS} - V_P \end{aligned}$$

La valeur du courant drain correspondant à $V_{GS} = 0$ est appelée I_{DSS} . L'équation du courant drain dans la zone linéaire (canal pincé) s'écrit:

$$I_D \approx I_{DSS} (1 - V_{GS}/V_P)^2$$

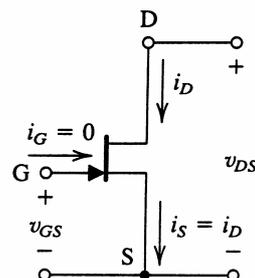
Dans la zone de fonctionnement résistif (canal non pincé), la valeur de la résistance drain - source peut s'écrire:

$$R_{DS} \approx -V_P / (2I_{DSS} (1 - V_{GS}/V_P))$$

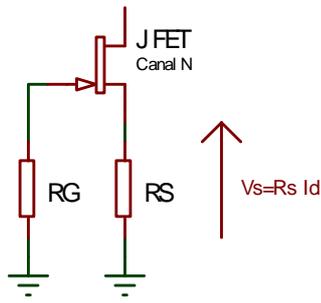


Caractéristiques I_D - V_{DS}

Polarisation d'un JFET canal N



Polarisation par résistance de source



La Gate étant au potentiel de la masse, la source est portée à un potentiel positif par la chute de tension $R_S I_D$.
On obtient ainsi une tension Gate-Source négative.

On a :

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - V_{GS}/V_P \right)^2 = (I_{DSS} / V_P^2)(V_P - V_{GS})^2$$

On se fixe I_D et l'on calcule V_{GS} en résolvant l'équation:

$$V_{GS}^2 - 2V_P V_{GS} - I_D V_P^2 / I_{DSS} + V_P^2 = 0$$

Exemple:

On utilise un JFET type J310 dont les caractéristiques sont:

$$I_{DSS} = 30 \text{ mA} \quad V_P = -2,4 \text{ V}$$

On désire un courant drain $I_D = 6 \text{ mA}$

L'équation s'écrit:

$$V_{GS}^2 + 4,8V_{GS} + 4,6 = 0$$

$$\Delta = 4,6$$

Les racines sont :

$$V_{GS1} = -3,47 \text{ V} \quad \text{et} \quad V_{GS2} = -1,33 \text{ V}$$

V_{GS1} ne convient pas car inférieure à V_P (correspond à $I_D = 0$).

On détermine ensuite la valeur de la résistance de source:

$$R_S = |V_{GS}| / I_D = 1,33 / 6 \cdot 10^{-3} = 220 \ \Omega$$