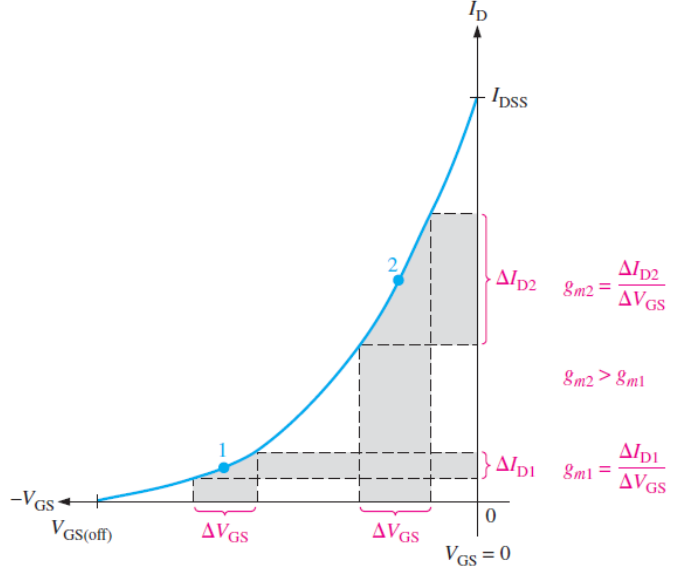


المحاضـ 14 —رة

ثوابت ترانزستور تأثير المجال Parameters of Field Effect Transistor

احد اهم الثوابت لترانزستور FET ما يعرف بالتوصيلية التبادلية او التوصيلية الناقلة g_m وتحسب من خلال التغير في تيار المصرف نسبة الى التغير في جهد البوابة-المنبع وتعطى بالعلاقة:

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



تعد معرفة قيمة g_m مهمة كي يتم التعرف على قيمة تحصيل الجهد في ترانزستور FET. اكبر قيمة ل g_m ويرمز لها (g_{m0}) تكون عندما يكون جهد البوابة $V_{GS}=0$. تعطى قيمة التوصيلية التبادلية عند اية قيمة لجهد البوابة بالعلاقة:

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

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

مثال: ترانزستور تأثير مجال فيه $I_{DSS}=3.0 \text{ mA}$ و $V_{GS(off)}=-6 \text{ V}$ و $g_{m0}=5000 \mu\text{S}$ احسب قيمة g_m عندما تكون قيمة $V_{GS}=-4 \text{ v}$ واحسب قيمة التيار I_D عند هذه القيمة.

الحل:

$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right) = (5000 \mu S) \left(1 - \frac{-4 V}{-6 V} \right) = 1667 \mu S$$

Next, use Equation 8-1 to calculate I_D at $V_{GS} = -4 V$.

$$I_D \cong I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right)^2 = (3.0 mA) \left(1 - \frac{-4 V}{-6 V} \right)^2 = 333 \mu A$$

مقاومة وسعة الادخال Input Resistance and Capacitance

ان مبدأ ترانزستور تأثير المجال هو سيطرة البوابة Gate المحازة عكسيا وهذا ما يجعل مقاومة البوابة كبيرة جدا وهذه من مميزات هذا النوع من الترانزستورات على عكس مما عليه ترانزستور الوصلة الذي تكون فيها انحياز دائرة الادخال منحازة اماميا. تحسب مقاومة الادخال من العلاقة:

$$R_{IN} = \left| \frac{V_{GS}}{I_{GSS}} \right|$$

سعة الادخال C_{iss} تحدث بسبب كون الترانزستور يعمل بانحياز عكسي لوصلة pn وهذا الجهد العكسي يعمل كمتسعة تعتمد بقيمتها عليه (جهد الادخال المسلط). مثلا تكون قيمة C_{iss} لترانزستور 2N5457 تبلغ 7pf عند $V_{GS}=0$.

المقاومة المتناوية للمصرف-مصدر AC Drain-to

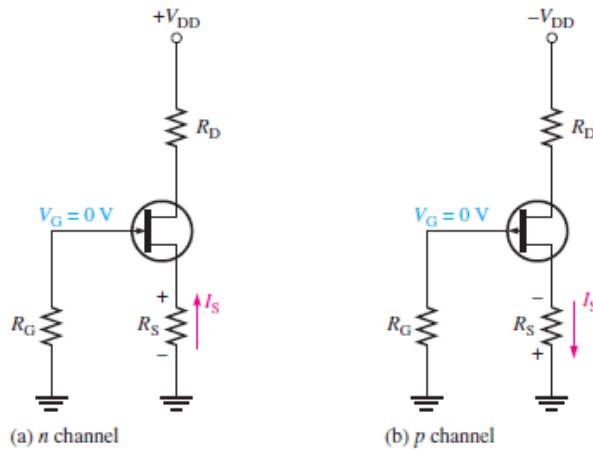
من ملاحظة منحنى خواص ترانزستور تأثير المجال فان التغير بقيمة تيار المصرف I_D بعد الجهد V_P يكون صغيرا جدا لمدى تغير واسع في الجهد V_{DS} ونسبة هذه التغير تدعى بالمقاومة المتناوية للمصدر-مصرف وتحسب من العلاقة:

$$r'_{DS} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D}$$

طرق انحياز ترانزستور تأثير المجال JFET Biasing

1. التحيز الذاتي Self Biasing

يعد هذا النوع من التحيز الاكثر شيوعاً في دوائر JFET وفيه تكون وصلة مصدر-بوابة منحازة عكسيا دوما (لاحظ الشكل). وجود المقاومة R_G يعد مهما جدا على الرغم من عدم وجود جهد على طرفيها وذلك لاجبار جهد البوابة كي يبقى 0V كما انها تعزل الاشارة المتناوية AC عن الارضي (المشترك) في دوائر تكبير الاشارة المتناوية.



الشكل يبين الانحياز الذاتي لترانزستور JFET لكلا نوعي القناة n و p

لترانزستور بقناة n كما في الشكل a اعلاه فان التيار I_S المار بالمقاومة R_S يجعل الجهد على طرفي المقاومة موجبا نسبة الى الرضي (المشترك).
 $I_S = I_D$ and $V_G = 0$, then $V_S = I_D R_S$.

جهد بويابة-مصدر يحسب من العلاقة:

$$V_{GS} = V_G - V_S = 0 - I_D R_S = -I_D R_S$$

Thus,

$$V_{GS} = -I_D R_S$$

لترانزستور JFET بقناة من نوع p فان $I_S = I_D$, $V_{GS} = +I_D R_S$ ايضا ان جهد المصدر نسبة الى الارضي لترانزستور بقناة نوع n يعطى بالعلاقة:

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D$$

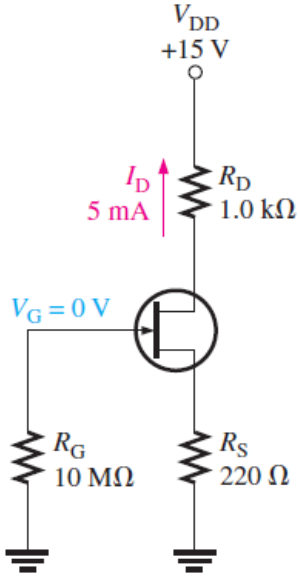
Since $V_S = I_D R_S$, the drain-to-source voltage is

$$V_{DS} = V_D - V_S = V_{DD} - I_D (R_D + R_S)$$

مثال

Find V_{DS} and V_{GS} in Figure 8–17. For the particular JFET in this circuit, the parameter values such as g_m , $V_{GS(off)}$, and I_{DSS} are such that a drain current (I_D) of approximately 5 mA is produced. Another JFET, even of the same type, may not produce the same results when connected in this circuit due to the variations in parameter values.

الحل:



$$V_S = I_D R_S = (5 \text{ mA})(220 \Omega) = 1.1 \text{ V}$$

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 15 \text{ V} - (5 \text{ mA})(1.0 \text{ k}\Omega) = 15 \text{ V} - 5 \text{ V} = 10 \text{ V}$$

Therefore,

$$V_{DS} = V_D - V_S = 10 \text{ V} - 1.1 \text{ V} = 8.9 \text{ V}$$

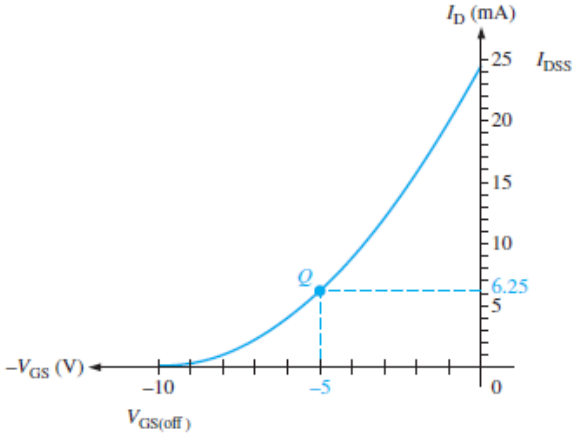
Since $V_G = 0 \text{ V}$,

$$V_{GS} = V_G - V_S = 0 \text{ V} - 1.1 \text{ V} = -1.1 \text{ V}$$

يتم تحديد نقطة عمل الترانزستور JFET من خلال معرفة تيار المصرف وجهد بوابة-مصدر. يتم حساب المقاومة R_S من العلاقة:

$$R_S = \left| \frac{V_{GS}}{I_D} \right|$$

يلاحظ من الشكل ادناه نقطة عمل ترانزستور JFET بقناة من نوع n وقيمة المقاومة $R_S = 800 \Omega$.



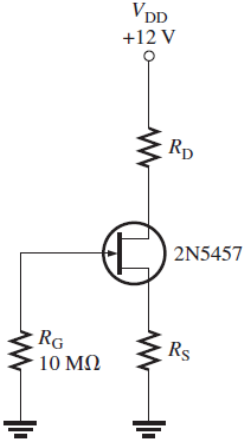
واجب:

احسب قيمة المقاومة R_S اللازمة لدائرة ترانزستور JFET بقناة من نوع p اذا علمت ان $I_{DSS} = 25 \text{ mA}$ و

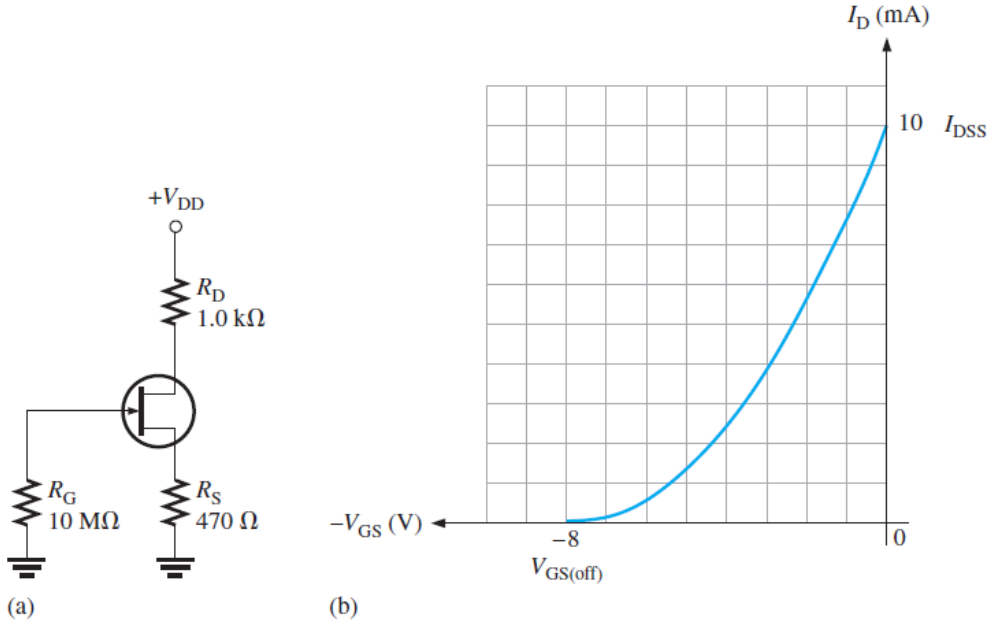
$$V_{GS} = 5 \text{ V} \text{ و } V_{GS(off)} = 15 \text{ V}$$

واجب

للكل ادناه احسب قيمة المقاومة R_D علما ان قيمة الجهد $V_D=6\text{ V}$



يمكن اعتماد منحنى مميزة النقل لترانزستور JFET لتحديد نقط عمل الترانزستور المحاز ذاتيا، لاحظ الشكل ادناه.



يتم حساب قيمة V_{GS} عندما $I_D=0$

$$V_{GS} = -I_D R_S = (0)(470 \Omega) = 0\text{ V}$$

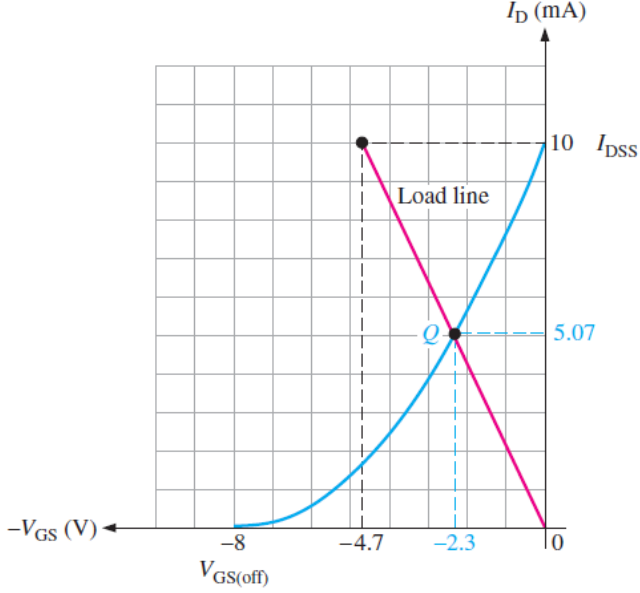
النقطة الثانية تحسب قيمة V_{GS} عندما $I_D=I_{DSS}$

يتم حساب قيمة V_{GS} عندما $I_D=0$

يتم حساب قيمة V_{GS} عندما $I_D=0$

$$V_{GS} = -I_D R_S = -(10 \text{ mA})(470 \Omega) = -4.7 \text{ V}$$

يتم ايصال خط مستقيم (خط الحمل) بين النقطتين المستخرجة ونقطة تقاطعه مع منحنى المميزات يمثل نقطة عمل الترانزستور.



واجب

حدد نقطة عمل الترانزستور المبين في الدائرة التالية

