

2006–11–22

Uppgift C11 (fig1)

$|I_{DSS}| = 4\text{mA}$, $|u_p| = 4\text{V}$, $E = 60\text{V}$, R_1, R_2, R_D, R_S kända

p -kanal JFET

Antag att vi vill ligga i strömområdet. Då gäller (fig2). Alltså är $u_p = 4\text{V}$, $I_{DSS} = -4\text{mA}$. Ovanstående relation som ekvation:

$$i_d = I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p}\right)^2$$

Vi söker transistorens arbetspunkt. Storsignalberäkningar! $i_G = 0$.

$$u_G = -E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$u_G = u_{GS} + i_D R_S$$

$$u_G = u_{GS} + R_S I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p}\right)^2$$

Lös ut u_{GS} .

$$\frac{u_G}{R_S I_{DSS}} = \frac{u_{GS}}{R_S + I_{DSS}} + 1 - \frac{2u_{GS}}{u_p} + \frac{u_{GS}^2}{u_p^2}$$

$$u_{GS}^2 + u_{GS} \left(\frac{u_p^2}{R_S I_{DSS}} - 2u_p \right) + u_p^2 + \frac{u_G u_p^2}{R_S I_{DSS}}$$

$$u_{GS} = \frac{9}{2} \pm \sqrt{\frac{81}{4} - \frac{32}{4}} = \frac{9 \pm 7}{2} = \begin{cases} 8 \\ 1 \end{cases}$$

Här måste $u_{GS} = 1$ ty $0 < u_{GS} < u_p = 4\text{V}$.

Drainström:

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p}\right)^2 = -4 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{1}{4}\right)^2 = -2.25 \text{ mA}$$

Beräkna u_{DS} . KVL:

$$-E = i_D \cdot R_D + u_{DS} + i_D \cdot R_S$$

$$u_{DS} = -E - i_D(R_D + R_S) = \dots = -10.5 \text{ V}$$

Kontrollera om vi ligger i strömområdet:

$$u_{GD} = u_{GS} - u_{DS} = 1 - (-10.5) = 11.5 \text{ V} > u_p$$

Alltså ligger vi i strömområdet, vilket vi initalt antog.

Uppgift D9 Börja med att beräkna transistorens arbetspunkt (storsignalberäkning). (fig3)

KVL

$$u_{GS} + I_D R_S = 0$$

$$I_D = -\frac{u_{GS}}{R_S}$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p}\right)^2 = -\frac{u_{GS}}{R_S}$$

Vi har en n -kanal JFET. $I_{DSS} = 6 \text{ mA}$, $u_p = -1 \text{ V}$. (fig4).

Beräkna u_{GS} !

$$1 - 2 \frac{u_{GS}}{u_p} + \left(\frac{u_{GS}}{u_p}\right)^2 = -\frac{u_{GS}}{I_{DSS} \cdot R_S}$$

$$u_{GS}^2 - u_{GS} \cdot u_p \left(2 - \frac{u_p}{R_S I_{DSS}}\right) + u_p^2 = 0$$

$$u_{GS} = u_p \left[1 - \frac{u_p}{2 R_S I_{DSS}} \pm \sqrt{\left(1 - \frac{u_p}{2 R_S I_{DSS}}\right)^2 - 1} \right]$$

Lösning:

$$u_{GS} = \begin{cases} -2.42 \text{ V} & (I_D = 12 \text{ mA}) & \text{Gäller ej, ty } u_p = -1 \text{ V} \\ -0.413 \text{ V} & (I_D = 2.07 \text{ mA}) & \text{Gäller} \end{cases}$$

Nu till småsignalberäkningen. Beräkna parameter g_m i småsignalschemat.

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial u_{GS}} = \frac{2 I_{DSS}}{-u_p} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p}\right) = \dots = 7.04 \text{ mA/V}$$

Förstärkningsberäkning, u_{ut}/u_{in} . Inför småsignalschema (fig5).

$$u_{ut} = -u_{gs} \cdot g_m R_D$$

$$u_{in} = u_{gs} + g_m u_{gs} \cdot R_S$$

$$\frac{u_{ut}}{u_{in}} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S} = \dots = -2.9$$

Uppgift C14 (fig6)

Antag lika transistorer. $u_{in} = u_{DM} = u_1 - u_2$

a) Symmetrisk utgång: $u_{ut} = u_3 - u_4$.

Fall 1. Ren DM-signal ($u_{cm} = 0$).

$$u_1 = -u_2 = \frac{u_{DM}}{2}$$

u_1 ökar $\Rightarrow i_{B1}$ ökar $\Rightarrow i_{C1}$ ökar med Δi_C .

u_2 minskar $\Rightarrow i_{B2}$ minskar $\Rightarrow i_{C2}$ minskar med Δi_C

⇒ Ingen strömändring genom R_E . Punkten A : "virtuell jord".

Småsignalschema (fig7)

Kretsekvationer:

$$u_1 = i_{b1} \cdot h_{ie}$$

$$u_3 = -i_{b1} h_{fe} \cdot R_{C1}$$

$$u_3 = -\frac{u_1 h_{fe} R_{c1}}{h_{ie}} = -\frac{u_{DM}}{2} \cdot \frac{h_{fe} R_{C1}}{h_{ie}}$$

På samma sätt för andra steget T_2 . ($u_1 \rightarrow u_2, u_3 \rightarrow u_4, R_{C1} \rightarrow R_{C2}$)

$$u_4 = -u_2 \cdot \frac{h_{fe} \cdot R_{C2}}{h_{ie}} = \frac{u_{DM}}{2} \cdot \frac{h_{fe} R_{C2}}{h_{ie}}$$

$$u_{ut} = u_3 - u_4 = -\frac{u_{DM}}{2} \frac{h_{fe}}{h_{ie}} (R_{C1} + R_{C2})$$

$$R_{C1} = R_C - \frac{\Delta R}{2}$$

$$R_{C2} = R_C + \frac{\Delta R}{2}$$

$$u_{ut} = -u_{DM} \cdot \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot R_c$$

Förstärkning

$$A_{DM} = \frac{u_{ut}}{u_{DM}} = -\frac{h_{fe} R_c}{h_{ie}}$$

Impedans

$$R_{in} = \frac{u_{in}}{i_{in}} = \frac{u_{DM}}{i_{b1}} = \frac{2u_1}{i_{b1}} = \frac{2 \cdot i_b \cdot h_{ie}}{i_{b1}} = 2 h_{ie}$$

Utimpedans:

$$R_{ut} = \left. \frac{u_0}{i_0} \right|_{\text{nollst ober källor, } U_{in}=0} = [u_{in} = 0, u_1 = u_2 = 0 \Rightarrow i_{b1} = i_{b2} = 0] = R_{c1} + R_{c2} = 2R_C$$