

2006-11-21

Karakteristik, n-kanal

(fig1).

- Ohmmråde

$$r_{DS} \approx \frac{u_{DS}}{i_D} \quad (\text{Ohms lag})$$

$$r_{DS} = f(u_{GS})$$

i_D proportionell mot u_D för små värden på u_{DS} .

- Strömmråde. (fig2)

n-kanal: $u_p < u_{GS} \leq 0$, $u_p < 0$, $I_{DSS} > 0$. $u_{GD} = u_{GS} - u_{DS} < u_p$

p-kanal: $0 < u_{GS} < u_p$, $u_p > 0$, $I_{DSS} < 0$. $u_{GD} = u_{GS} - u_{DS} > u_p$.

Samnband:

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

$$i_D \Big|_{u_{GS}=0} = I_{DSS}$$

$$i_G = 0$$

- Cut off. $i_D = 0$.

n-kanal: $u_{GS} < u_p$.

p-kanal: $u_{GS} > u_p$.

Småsignalschema (JFET) (samma för *p*- och *n*-kanal). (fig3)

Ofta sätts $r_{gs} = \infty$, $r_{ds} = \infty$. g_m : transkonduktans, lutningen i $i_D = f(u_{GS})$ -diagrammet vid aktuell arbetspunkt.

$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial u_{GS}} \right|_{u_{GS}=\text{konst}}$$

$$g_m = \frac{-2 I_{DSS}}{u_p} \left(1 - \frac{u_{GS}}{u_p} \right) > 0$$

Typiska värden: $r_{ds} = 0.1 - 1 \text{ M}\Omega$, $r_{gs} = 10^8 \Omega$, $g_m = 0.1 - 10 \text{ mA/V}$.

Differentialförstärkare

Princip:

- Förstärker skillnadssignaler (DM — differential mode)
- Undertrycker (dämpar) summasignaler (CM — common mode).

A_{DM} : Förstärkningsfaktor för skillnadssignal (nyttig, intressant signal).

A_{CM} : Förstärkningsfaktor för summasignal (oönskad signal, störningar, brus).

Kvalitetsmått: Common Mode Rejection Ratio:

$$\text{CMRR} = \left| \frac{A_{\text{DM}}}{A_{\text{CM}}} \right|, \text{ skall vara så stort som möjligt}$$

Idealt (fig4).

$$u_{\text{ut}} = (u_1 - u_2) \cdot A_{\text{DM}}$$

Verklig förstärkare (fig5).

$$u_{\text{ut}} = u_{\text{DM}} \cdot A_{\text{DM}} + u_{\text{CM}} \cdot A_{\text{CM}}$$

EXEMPEL: Registrering av EKG. Betydande störningar från elektriska installationer (50 Hz) förekommer. De kan ofta vara större än själva EKG-signalen. Kan ofta avhjälpas med hjälp av en differentialförstärkare.

Differentialförstärkarsteg med BJT (fig6).

Totala strömmar:

$$i_{C_1} = I_{C_1} + i_{c_1}$$

$$i_{C_2} = I_{C_2} + i_{c_2}$$

$$i_E = I_E + i_e$$

$$i_E = \frac{i_{C_1} + i_{C_2}}{\alpha} \approx i_{C_1} + i_{C_2}$$

$$i_e \approx i_{c_1} + i_{c_2}$$

Sök DM-förstärkning: Beräkna A_{DM} .

$$A_{\text{DM}} = \left. \frac{u_{\text{ut}}}{u_{\text{DM}}} \right|_{u_{\text{CM}}=0}$$

$$u_{\text{DM}} = u_1 - u_2$$

Antag lika transistorer (T_1 och T_2).

Strömmen ökar lika mycket i T_1 som den minskar i T_2 (eller tvärt om) \Rightarrow ingen strömförändring genom R_E , vilket gör att vi inte har någon spänningsändring över R_E . Spänningen i punkten A ligger fast ("virtuell jord").

Strömvariationer: $i_{c_1} = -i_{c_2}$, $i_e = i_{e_1} + i_{e_2} = 0$. Låt oss räkna på ena halvan T_2 av kretsen.

AC-schema (fig7). Småsignalschema (fig8).

$$u_{\text{ut}} = -i_b h_{fe} R_c$$

$$\frac{u_{\text{DM}}}{2} = -i_b h_{ie}$$

$$A_{\text{DM}} = \frac{u_{\text{ut}}}{u_{\text{DM}}} = \frac{R_c h_{fe}}{2 h_{ie}}$$

Sök CM-förstärkningen.

$$\text{Beräkna } A_{CM} = \left. \frac{u_{ut}}{u_{CM}} \right|_{u_{DM}=0}$$

där $u_{CM} = u_1 = u_2$.

Strömmen ökar (minskar) lika mycket i båda transistorerna. Strömförändring genom transistorerna $i_{c1} = i_{c2} = i_c$. Strömförändring genom R_E blir $i_e = 2 i_c$.

Vi behöver bara räkna på ena halvan av kretsen om vi ersätter R_E med $2R_E$. AC-schema (fig9). Småsignalschema (fig10).

$$u_{ut} = -i_b \cdot h_{fe} \cdot R_c$$

$$u_{CM} = i_b \cdot h_{ie} + i_b(1 + h_{fe}) \cdot 2 R_E$$

$$A_{CM} = \frac{u_{ut}}{u_{CM}} = - \frac{h_{fe} \cdot R_c}{h_{ie} + (1 + h_{fe}) 2 R_E}$$

$$h_{ie} \ll (1 + h_{fe}) 2 R_E, h_{fe} \gg 1$$

$$\approx - \frac{R_c}{2 R_E}$$

Kvalitetsmått

$$\text{CMRR} = \left| \frac{A_{DM}}{A_{CM}} \right| = \frac{R_c h_{fe} 2 R_3}{2 h_{ie} R_c} = \frac{h_{fe} \cdot R_E}{h_{ie}}$$

Kan vi öka R_E för att få ett bra CMRR-värde? Bara till viss del, notera att transistorernas arbetspunkter då också kommer att förändras.