Sammanfattning kretselektronik

---

ess115

Elektriska **N**ät och **S**ystem

F2

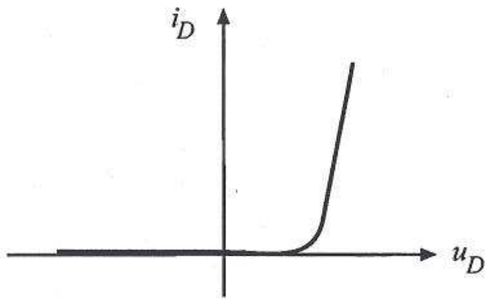
2005

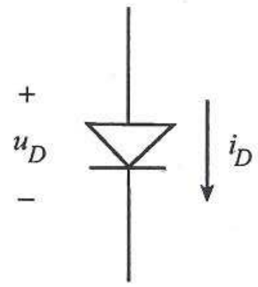
Institutionen för Signaler och System

Ants Silberberg, 001016

Kort summering – kretselektronik inom Elektriska nät och system

Diod





Diodekvationen

$$i_D = I_S\left(e^{\frac{u_D}{\eta V_T}} - 1\right)$$

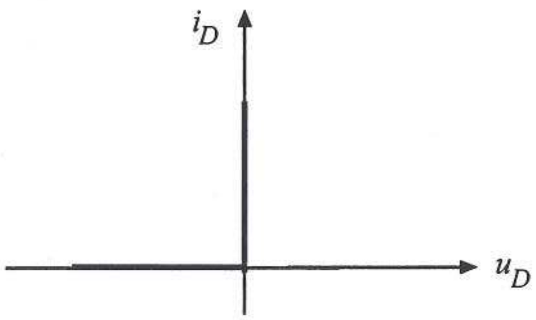
$$V_T = \frac{kT}{q}$$

Temperaturberoende: $\left.\frac{\partial u_D}{\partial t}\right|_{i_D=konst} = -2.2\ \text{mV}/^\circ\text{C}$

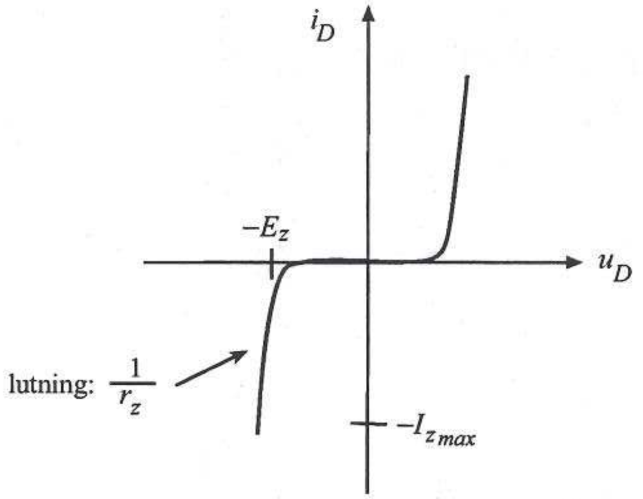
Backströmmen ($u_D < 0$) fördubblas för var 10:e grads temperaturökning.

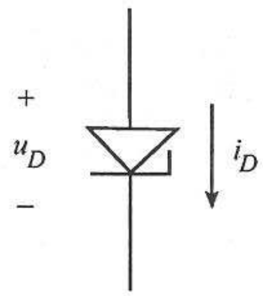
Dynamisk resistans: $r_d = \frac{\eta V_T}{I_D}$

Ideal diod

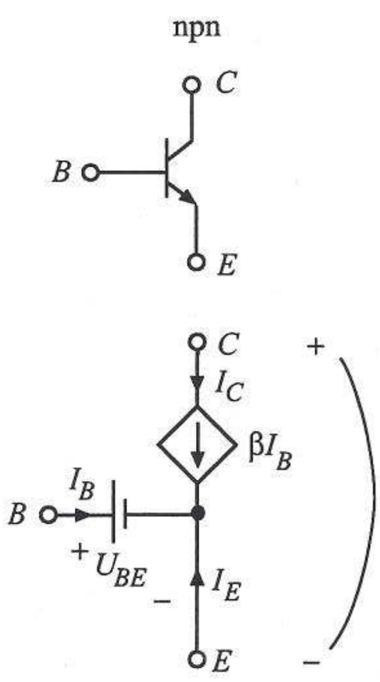


Zenerdiod

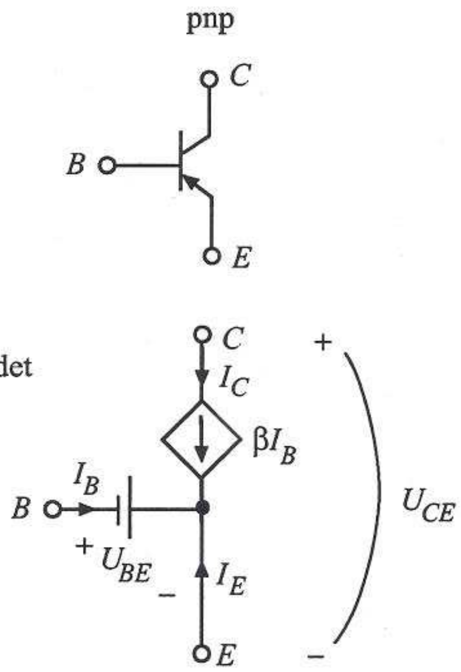




Bipolär transistor – storsignalmodeller ($E_0 \approx 0,7$ V kiseltransistor) $I_E + I_C + I_B = 0$



Aktiva området



$I_B > 0$	$I_B < 0$
$U_{CE} > U_{CE_{sat}}$	$U_{CE} < U_{CE_{sat}}$
$U_{BE} \approx E_0$	$U_{BE} \approx -E_0$
$\beta I_B = I_C$	$\beta I_B = I_C$

npn pnp

Bottning (Saturation)

npn	pnp
$I_B > 0$	$I_B < 0$
$U_{CE} = U_{CE_{sat}}$	$U_{CE} = U_{CE_{sat}}$
$U_{BE} \approx E_0$	$U_{BE} \approx -E_0$
I gränsfall: från Aktiv till Bottning	I gränsfall: från Aktiv till Bottning
. $\beta I_B = I_C$	. $\beta I_B = I_C$

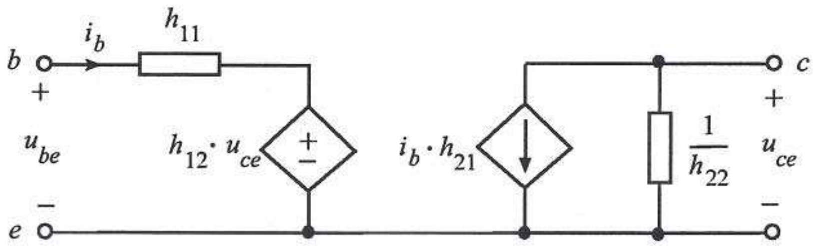
Strypt (Cut off)

npn	pnp
$I_B = I_C = I_E = 0$	$I_B = I_C = I_E = 0$
I gränsfall: från Aktiv till Strypt	I gränsfall: från Aktiv till Strypt
. $U_{BE} = E_0$	. $U_{BE} = -E_0$

Bipolär transistor

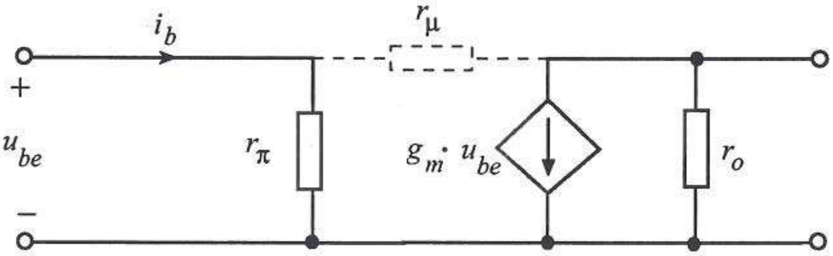
Småsignalschema (samma för npn och pnp)

h-parameterschema



$h_{11} = h_{ie}, \quad h_{12} = h_{re}, \quad h_{21} = h_{fe}, \quad h_{22} = h_{oe}$

Förenklad hybrid π-modell



$$g_m = \frac{|I_C|}{V_T} \qquad h_{ie} = r_\pi \qquad \left(r_\mu = \frac{r_\pi}{h_{re}}\right)$$

$$h_{fe} = g_m r_\pi = \beta$$

$$h_{oe} = \frac{1}{r_o}$$

Fälteffekttransistor JFET

Två typer: n-kanal och p-kanal

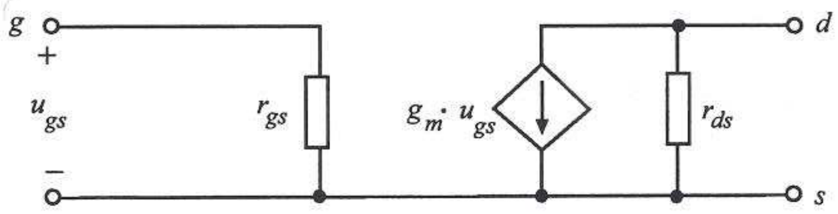
Tre områden:

* Ohm/triod område
* Pinch-off/Ström/Mättnadsområde
* Cut-off

I pinch-off område (storsignal)

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

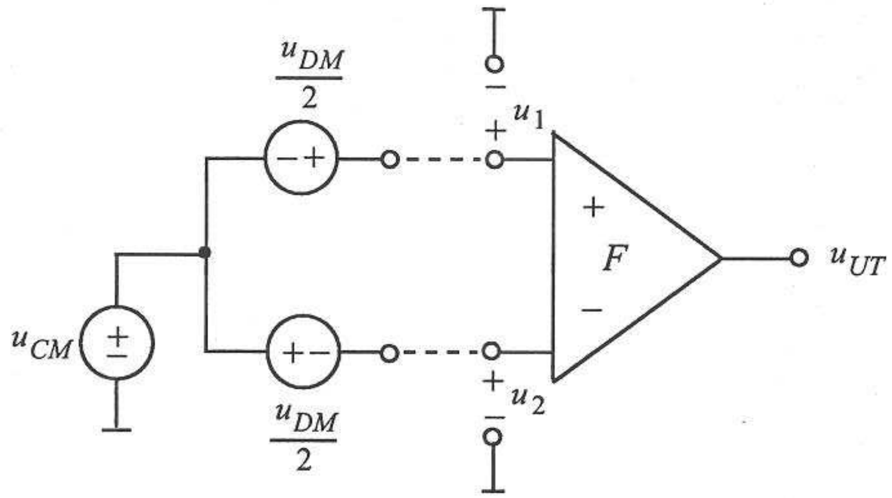
Småsignalschema (samma för n- och p-kanal)



(ofta sätts $r_{gs} = \infty$, $r_{ds} = \infty$)

$$g_m = \frac{\partial i_D}{\partial u_{GS}}$$

Differentialförstärkare



$$CMRR = \left| \frac{F_{DM}}{F_{CM}} \right|$$

Operationsförstärkare

Ideal

$$R_i = \infty \qquad F = \infty$$

$$R_o = 0 \qquad B = \infty$$

$\varepsilon = 0$ vid negativ återkoppling

Verklig 'Input offset voltage'
'Input offset voltage drift'
'Input bias current'
'Input offset current'
'Slew-rate'
begränsad förstärkning
begränsad bandbredd

Återkoppling

- Total förstärkning: $F_f = \frac{F}{1+\beta F} = \frac{F}{1-T}$

  $T =$ slingförstärkning

- Villkor för oscillator ($T = 1$)

  ⋆ $|T| = 1$ då $\underline{/T} = 0°$ eller

  ⋆ $|\beta F| = 1$ då $\underline{/\beta F} = -180°$

Fasmarginal: $\phi_M = \underline{/\beta F} + 180°$ då $|\beta F| = 1$

Amplitudmarginal: $G_M = -20 \log |\beta F|$ då $\underline{/\beta F} = -180°$

Frekvens- och tidsegenskaper (reella poler)

- Gränsfrekvens: "3-dB frekv"$= \frac{H_{max}}{\sqrt{2}}$
- Övre gränsfrekvens, $\omega_ö$

  n lika steg: $\omega_{ö_{tot}} = \omega_1 \sqrt{2^{1/n} - 1}$

  n olika steg: $\frac{1}{\omega_{ö_{tot}}} \approx 1.1 \sqrt{\frac{1}{\omega_1^2} + \ldots + \frac{1}{\omega_n^2}}$

- Undre gränsfrekvens, ω_u

  n lika steg: $\omega_{u_{tot}} = \frac{\omega_1}{\sqrt{2^{1/n}-1}}$

- Stigtid: Bestäms av övre gränsfrekvensen

  $t_r \cdot \omega_ö = 2.2$ (1:a ordn. system)

  $t_{r_{tot}} \cdot \omega_{ö_{tot}} \approx 2.2$

- Pulsfall: Bestäms av undre gränsfrekvensen

  $P_{rel} = \frac{\Delta t}{\tau} \cdot 100\%$

  En pol $\tau = \frac{1}{\omega_u}$

  Flera poler: pulsfallet är additivt

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2} + \ldots + \frac{1}{\tau_n} = \omega_1 + \omega_2 + \ldots + \omega_n$$

Aktiva filter

- Olika typer LP, HP, BP, BS, AP
- Första ordningens filter

$$H(s) = \frac{a_1 s + a_0}{b_1 s + b_0} \qquad \begin{array}{ll} \text{LP:} & a_1 = 0 \\ \text{HP:} & a_0 = 0 \end{array}$$

- Andra ordningens filter

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{b_2 s^2 + b_1 s + b_0} \qquad \begin{array}{ll} \text{LP:} & a_2 = a_1 = 0 \\ \text{HP:} & a_1 = a_0 = 0 \\ \text{BP:} & a_2 = a_0 = 0 \\ \text{BS:} & a_1 = 0 \\ \text{AP:} & a_0 = b_0 \\ & a_1 = -b_1 \\ & a_2 = b_2 \end{array}$$

- Andra ordningens BP

$$H(s) = \frac{As}{s^2 + Bs + \omega_0^2} \qquad \begin{array}{ll} \text{Max.förstärkning:} & \frac{A}{B} \\ \text{Centerfrekvens:} & \omega_0 \\ \text{Bandbredd:} & B \end{array}$$

- Butterworth-karakteristik

Maximalt slät amplitudkarakteristik. Polerna jämnt placerade på en cirkel i VHP med radien $= \omega_0 =$ bandbredden.