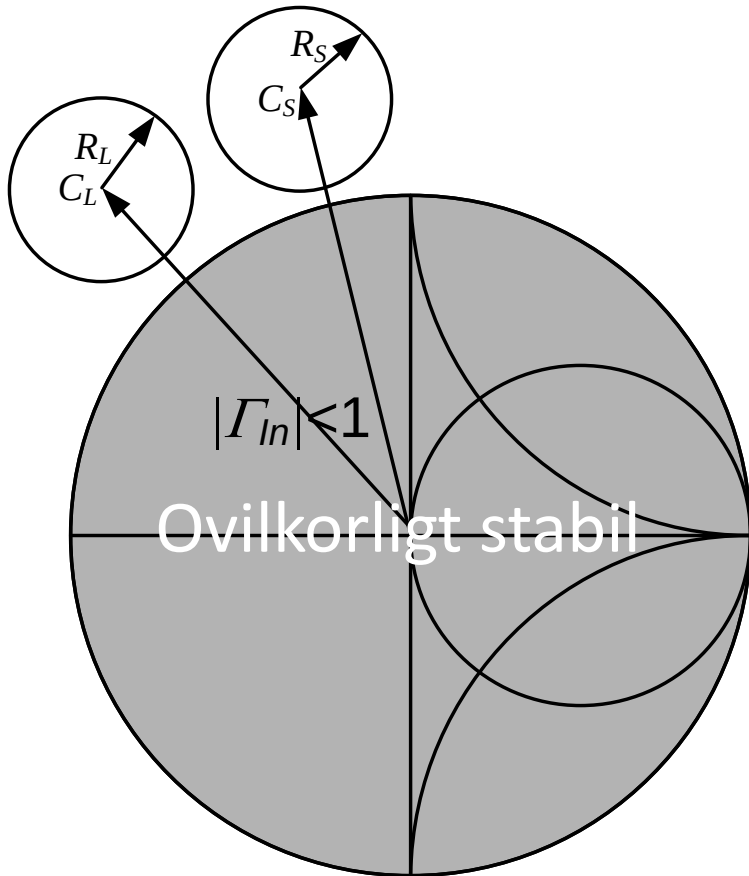


Stabilitet

Stabilitetscirklar



Lastcirkel

$$C_L = \frac{(S_{22} - \Delta S_{11}^*)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2}$$

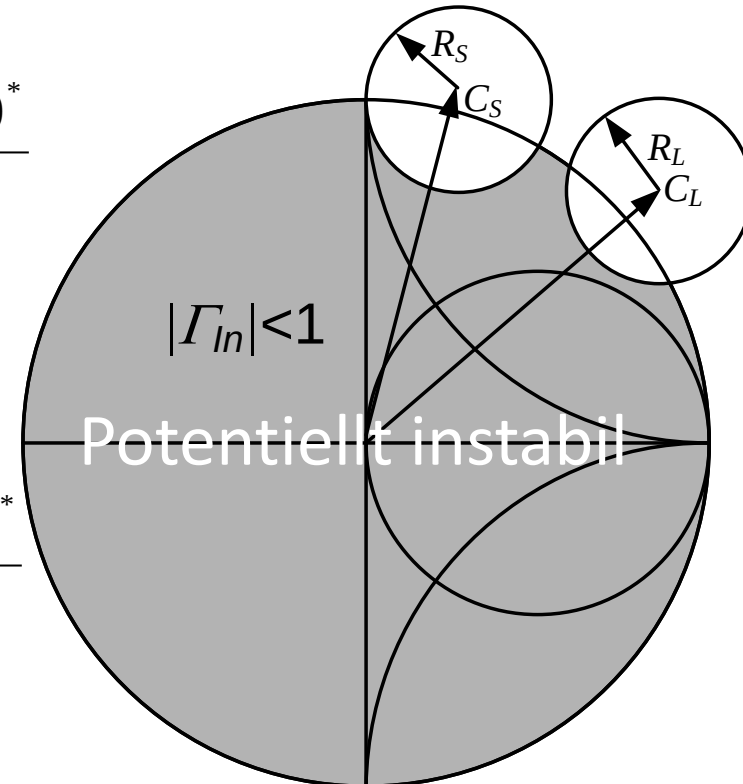
$$R_L = \frac{S_{12}S_{21}}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2}$$

Källcirkel

$$C_S = \frac{(S_{11} - \Delta S_{22}^*)^*}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2}$$

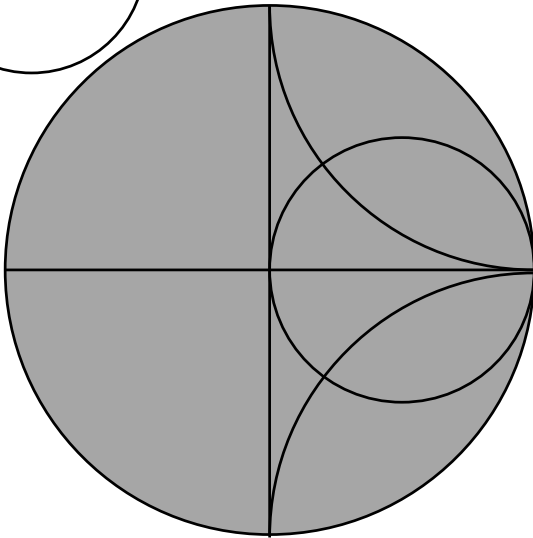
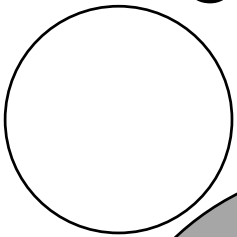
$$R_S = \frac{S_{12}S_{21}}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2}$$

$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$$

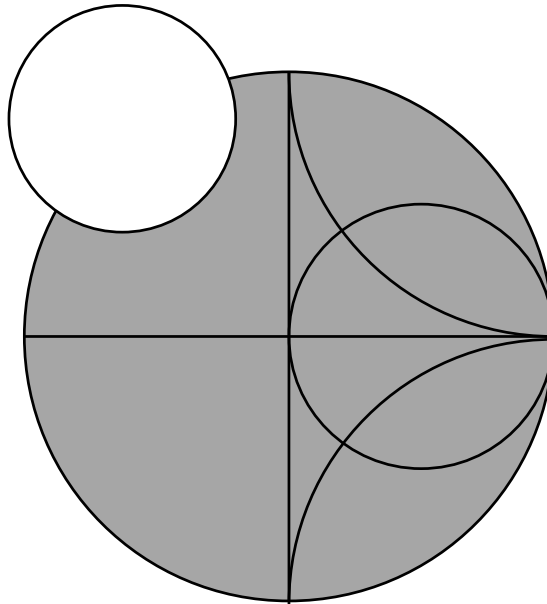


För $|\Gamma_{IN}| < 1$

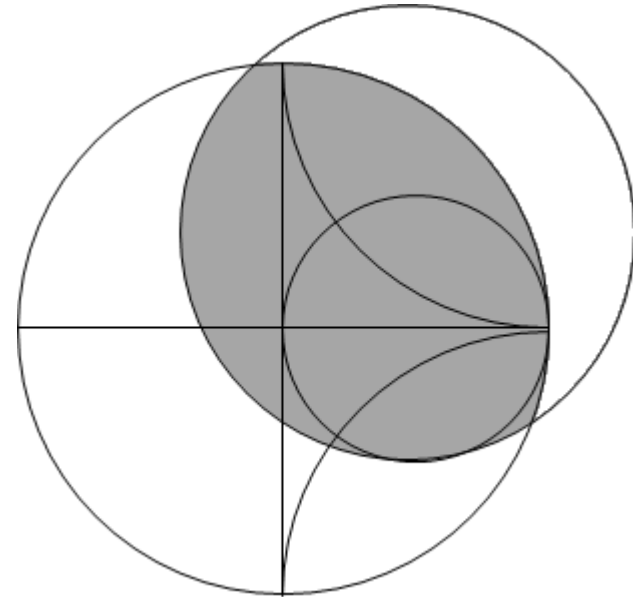
- Centrum av Smithdiagrammet stabilt för $|\Gamma_{IN}| < 1$



Instabilt område



Stabilt område



Föreläsning 9

Transistorn

Pozar 6.1

Senaste föreläsningen

- Termiskt brus för en-portar
 - $N=kTB$
- Brus för två-portar
 - Ekvivalent brustemperatur
 - Brusfaktor
 - Adderat brus för passiva nät ges av G_A vid $T=290K$
 - Aktiva två-portar kräver uppmätta brusparametrar

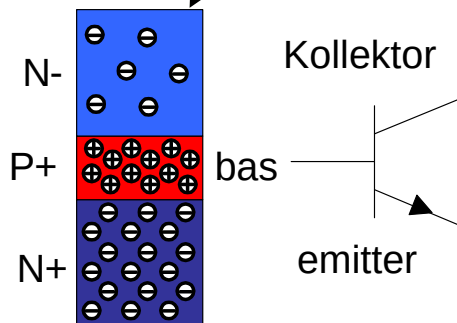
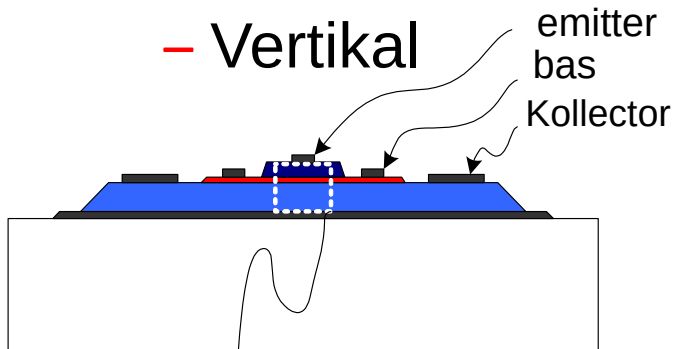
Dagens föreläsning

- Transistorer
 - Fälteffekttransistor (FET)
 - Bipolär transistor (BJT)
- Småsignalkaraktäristik
 - Arbetspunkt
- Kretsrepresentation
 - Ekvivalent krets
 - Tvåportsparametrar

Transistorer

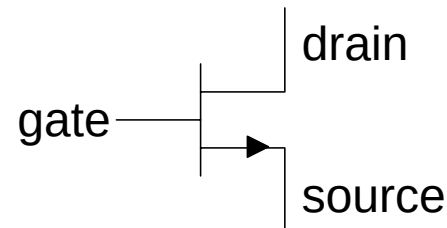
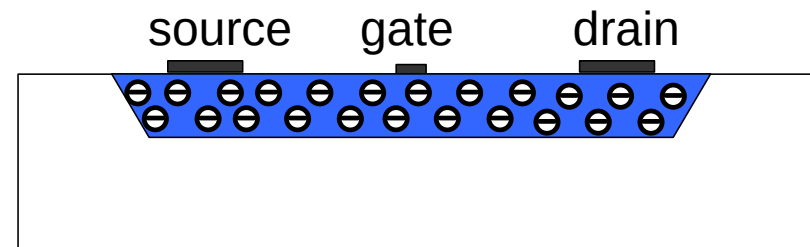
- Bipolär transistor

- npn (pnp)
- Strömstyrd
- Vertikal



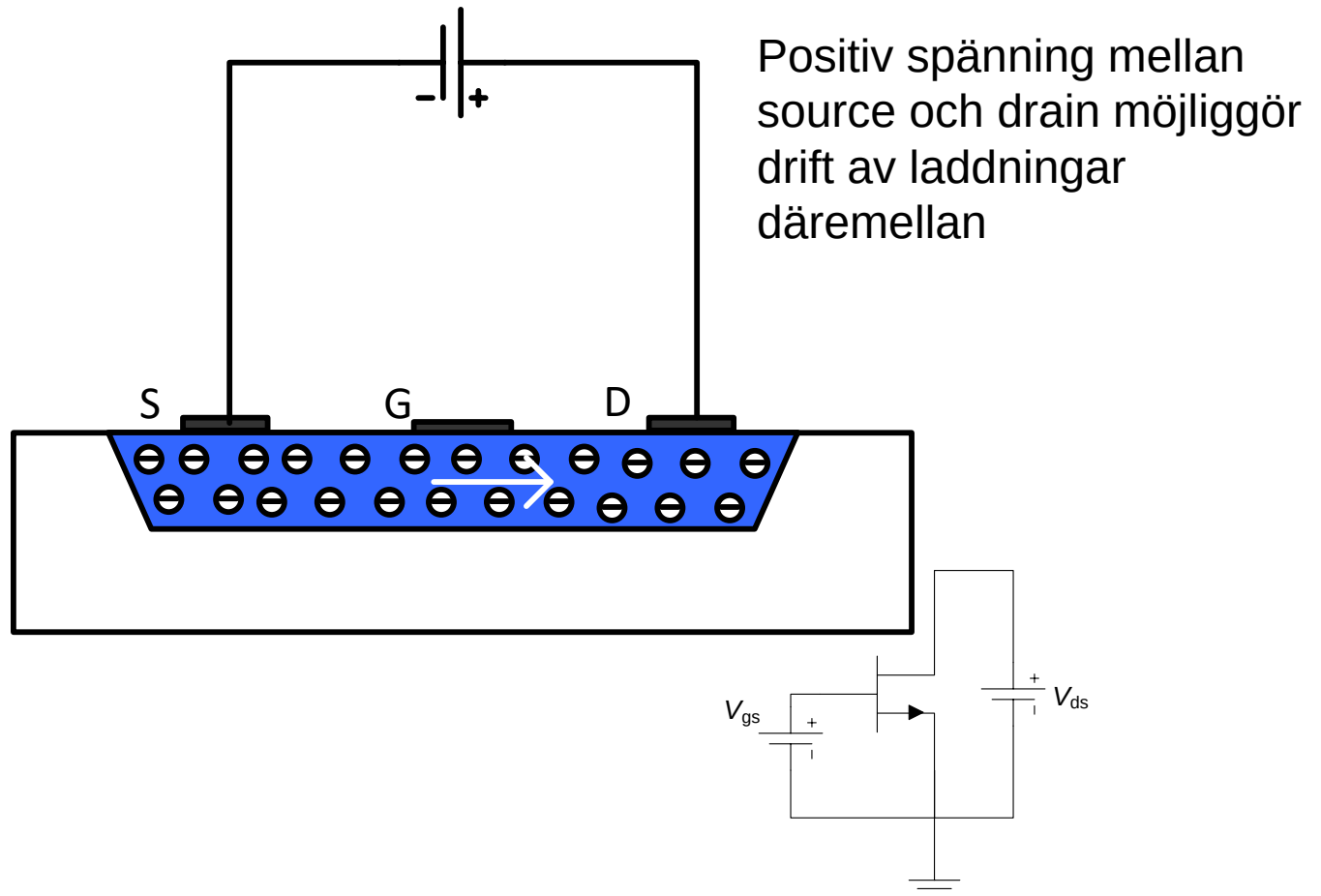
- Fälteffekt transistor

- n-kanal (p-kanal)
- Fältstyrd
- Planar



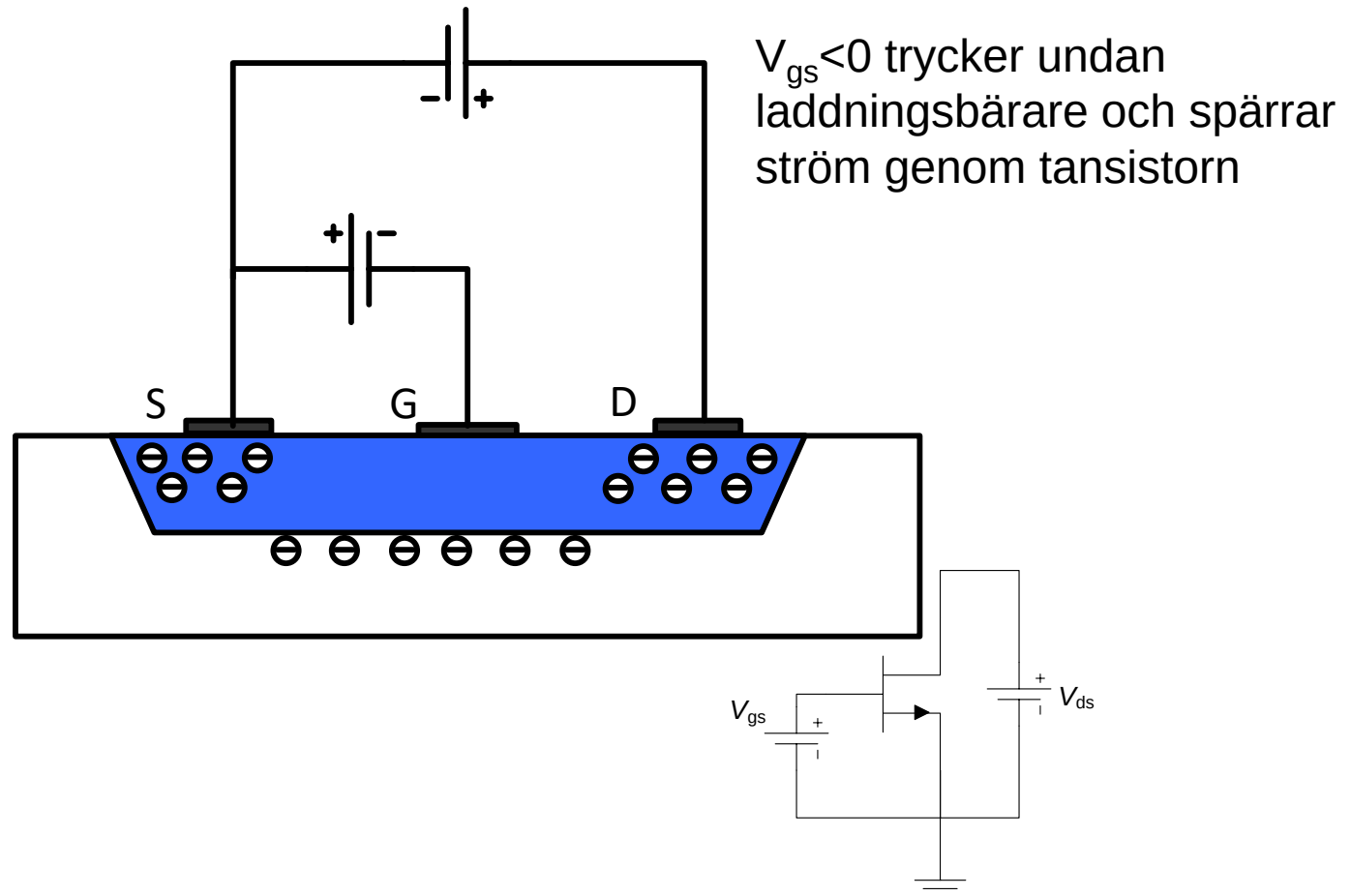
Fälteffekttransistorn

n-kanal



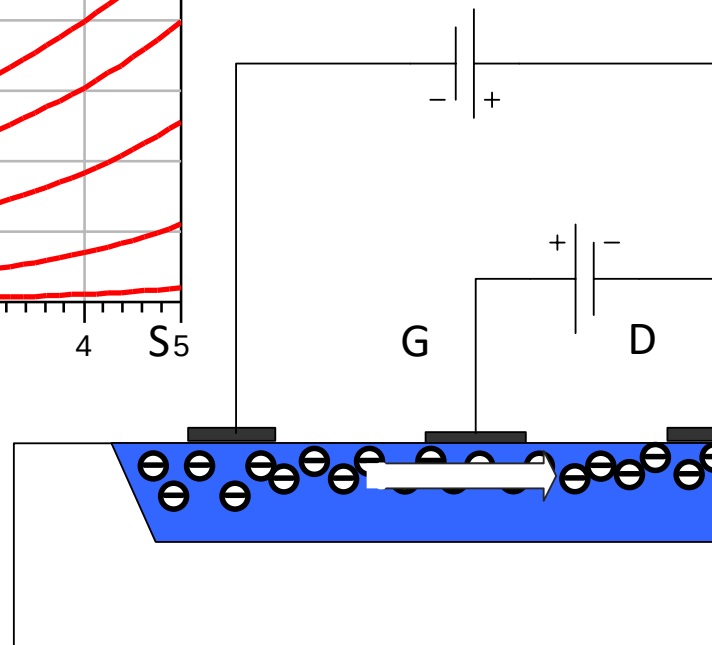
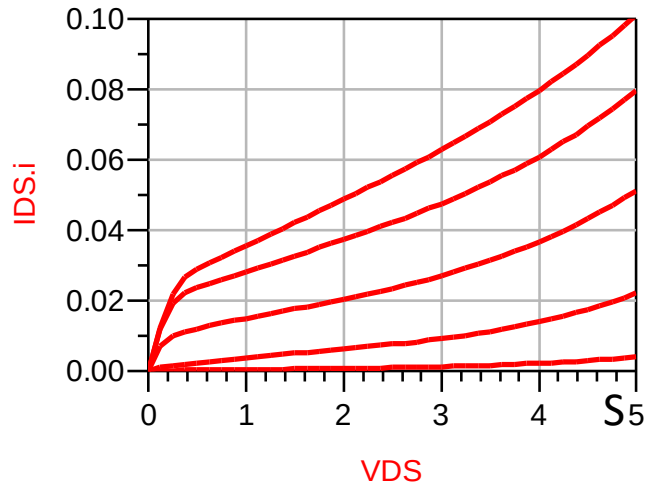
Fälteffekttransistorn

n-kanal

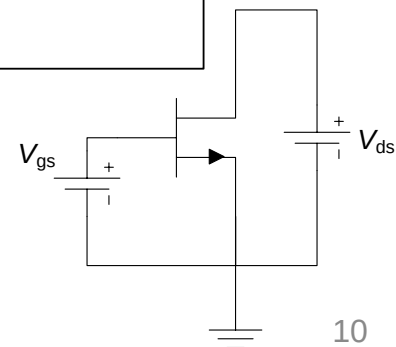


Fälteffekttransistorn

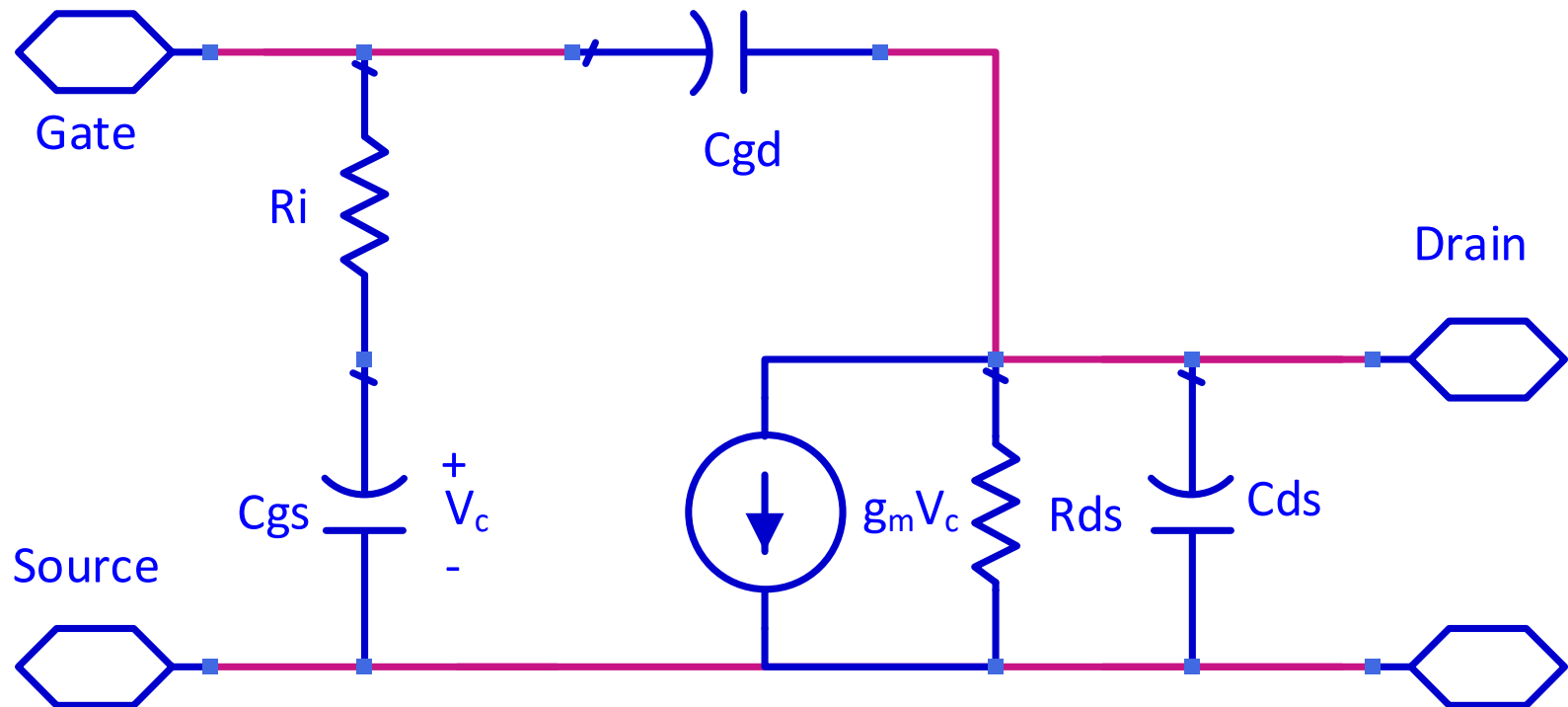
n-kanal



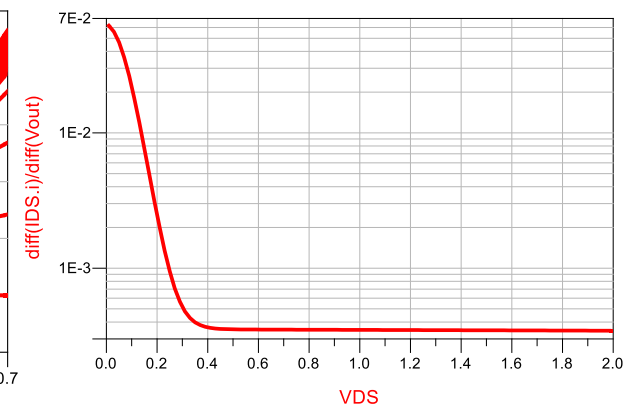
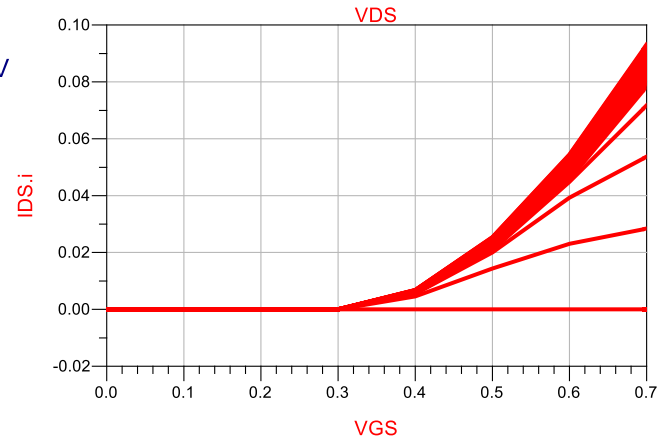
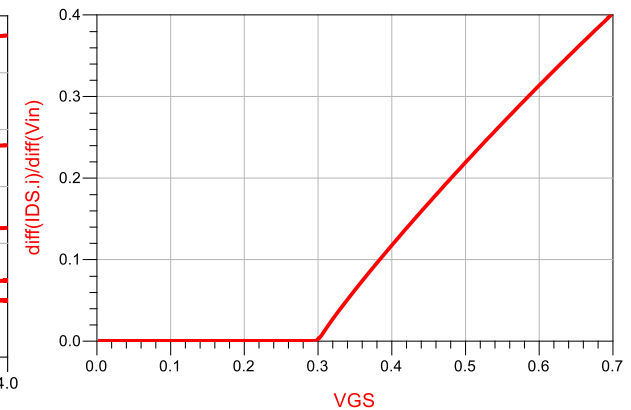
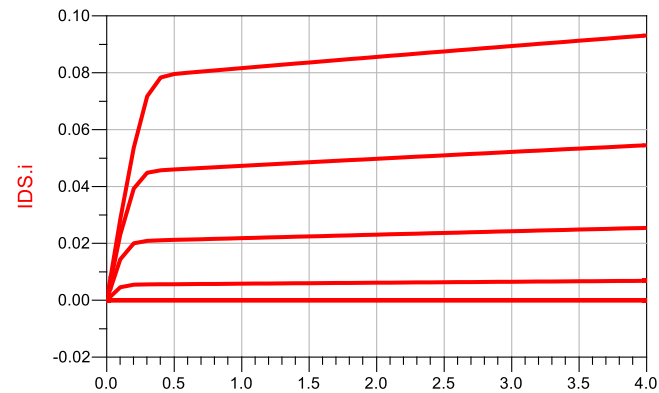
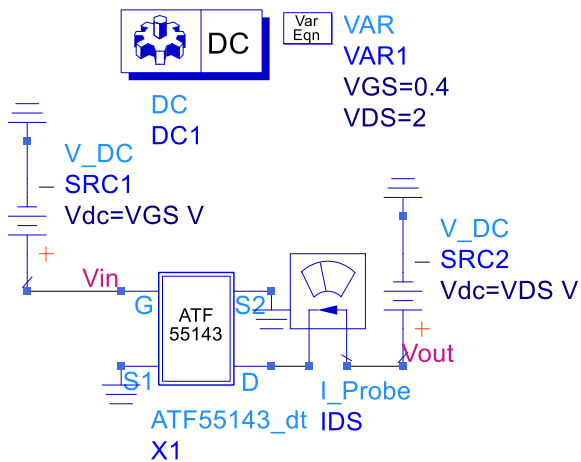
$V_{gs} > 0$, elektroner
ackumuleras i kanalen
mellan source och drain så
att transistorn leder bättre



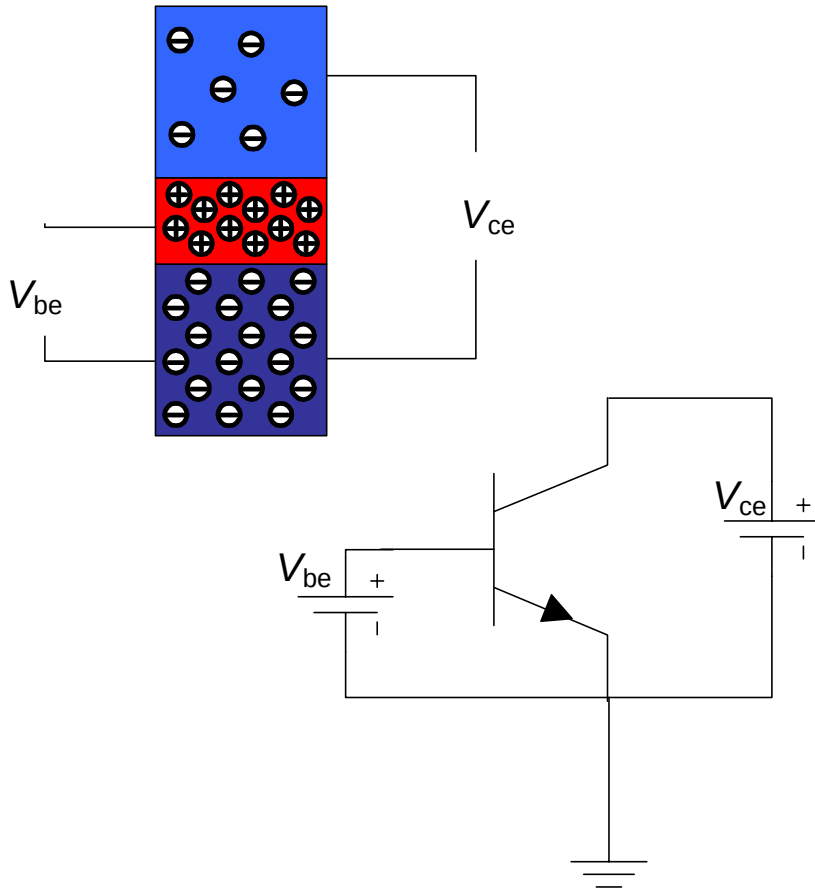
Ekvivalent småsignals modell



Simulering ATF-55143

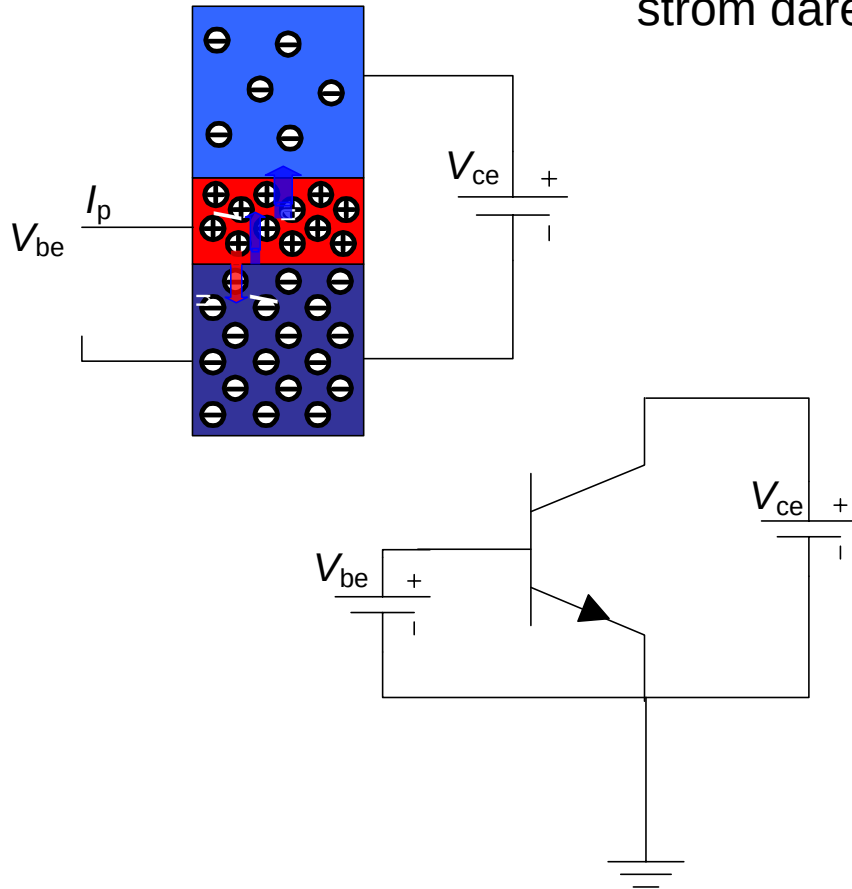


Bipolära (nnp) transistororn



Bipolära (npn) transistororn

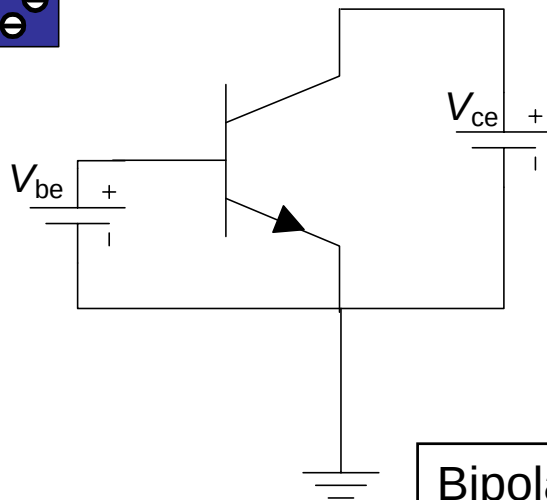
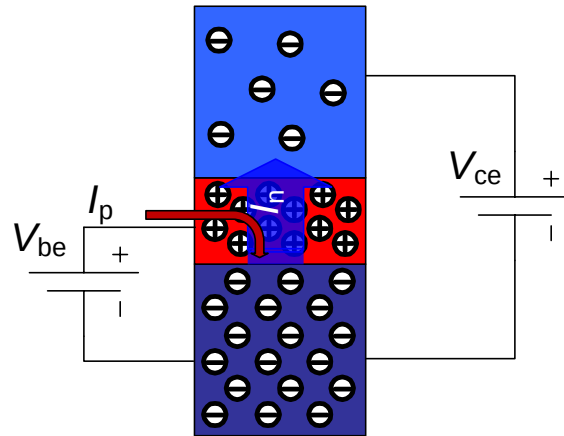
Positiv spänning mellan kollektor och emitter driver ström däremellan om bas inte spärrar



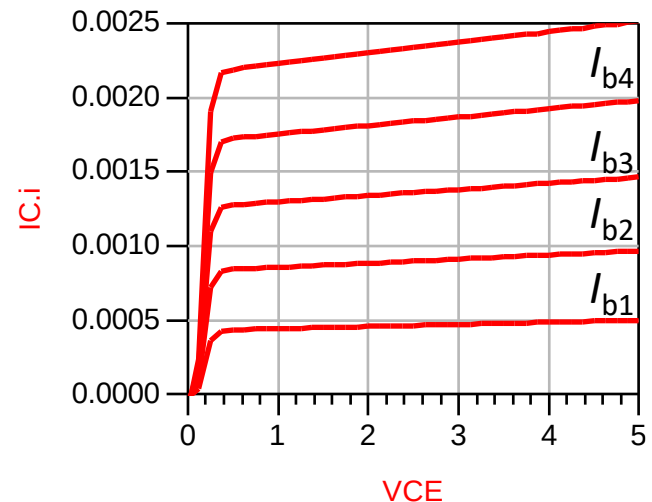
Bipolära (nnp) transistororn

Positiv spänning mellan kollektor och emitter driver ström däremellan om bas inte spärrar

Positiv spänning på bas ger upphov till ström av hål in i basen som provocerar fram en rekombinationsström av elektroner från emittern, dessa hinner dock inte rekombinera utan drivs vidare in i kollektorn varpå nya elektroner diffunderar in i basen, vilket ger strömförstärkning

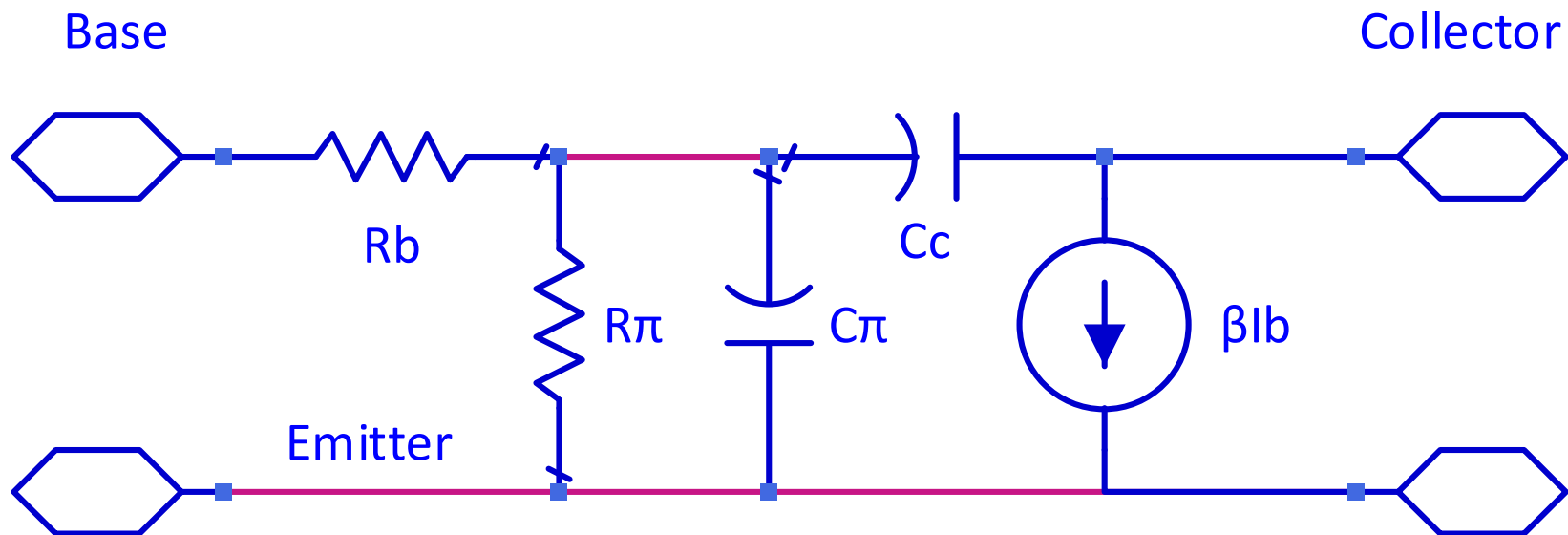


$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$



Bipolära transistorer är strömstyrd och nyttjar både minoritets och majoritetsladdningsbärare

Ekvivalent småsignals modell



En observation

- Anta unilateral FET

- Sätt $X = 1/\omega C_{gs} \Rightarrow Z_{in} = Z_S^*$

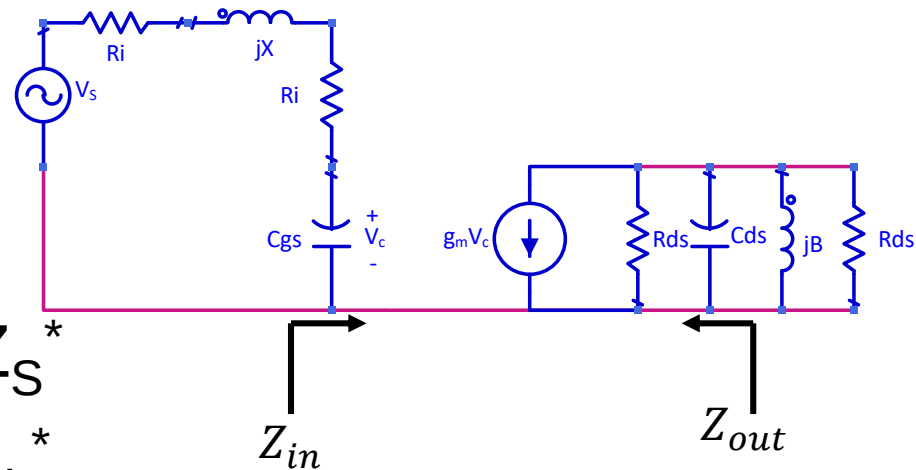
- Sätt $B = -\omega C_{ds} \Rightarrow Z_{out} = Z_L^*$

- Genom spänningsdelning fås $V_c = \frac{V_s}{2j\omega R_i C_{gs}}$

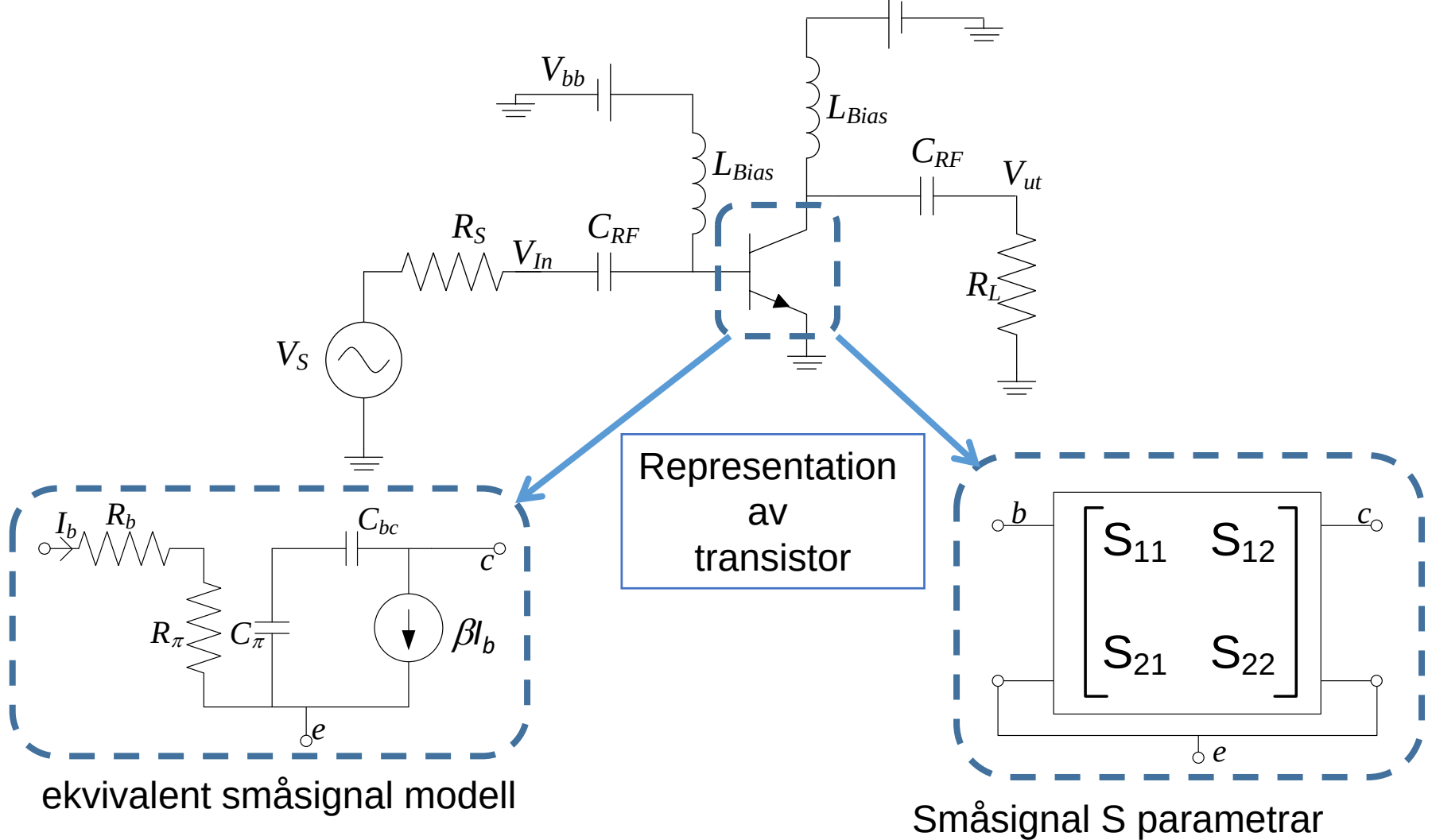
$$G_{TU} = \frac{P_L}{P_{avs}} = \frac{\frac{1}{8} |g_m V_c|^2 R_{ds}}{\frac{1}{8} |V_s|^2 / R_i} = \frac{g_m^2 R_{ds}}{4\omega^2 R_i C_{gs}^2} = \frac{R_{ds}}{4R_i} \left(\frac{f_T}{f} \right)^2$$

$$f_t = \frac{g_m}{2\pi C_{gs}}$$

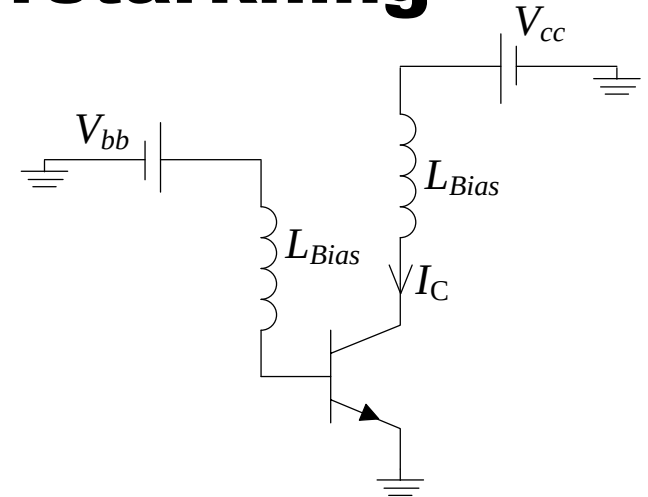
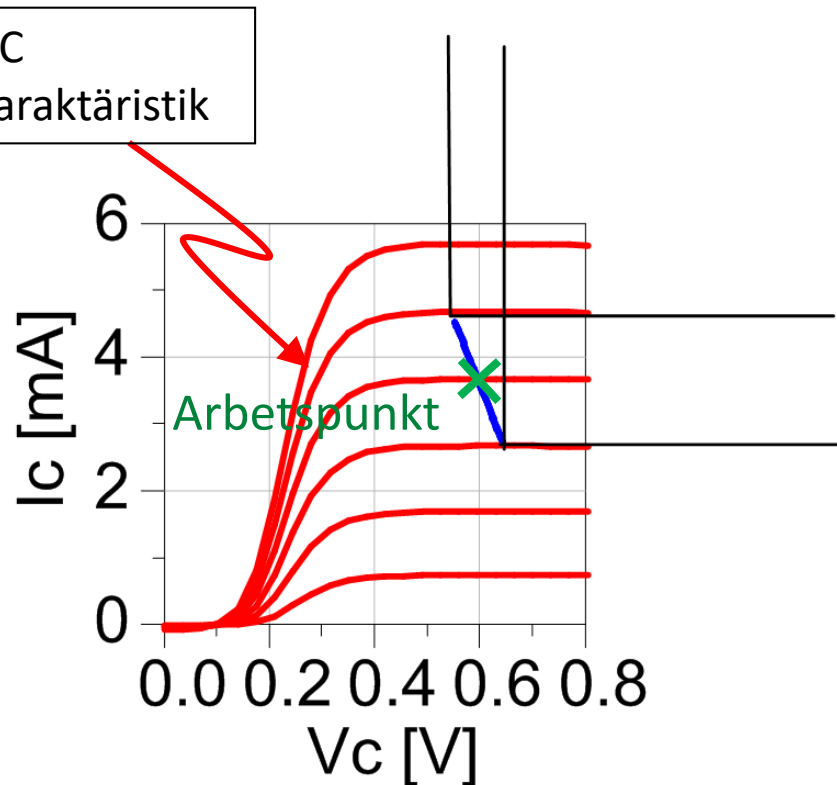
- Förstärkningen avtar med 6dB/oktav!



En enkel förstärkare

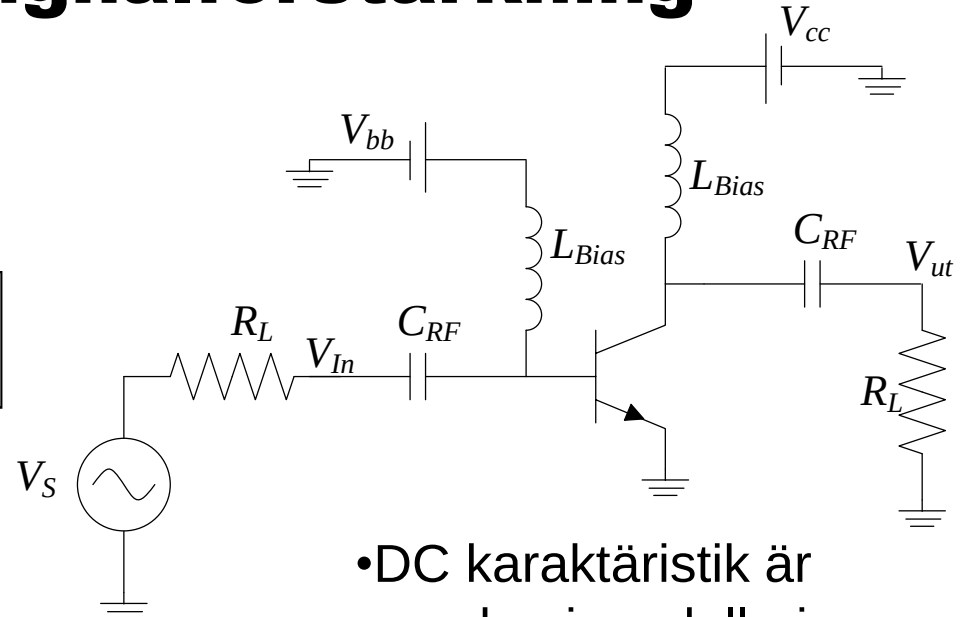
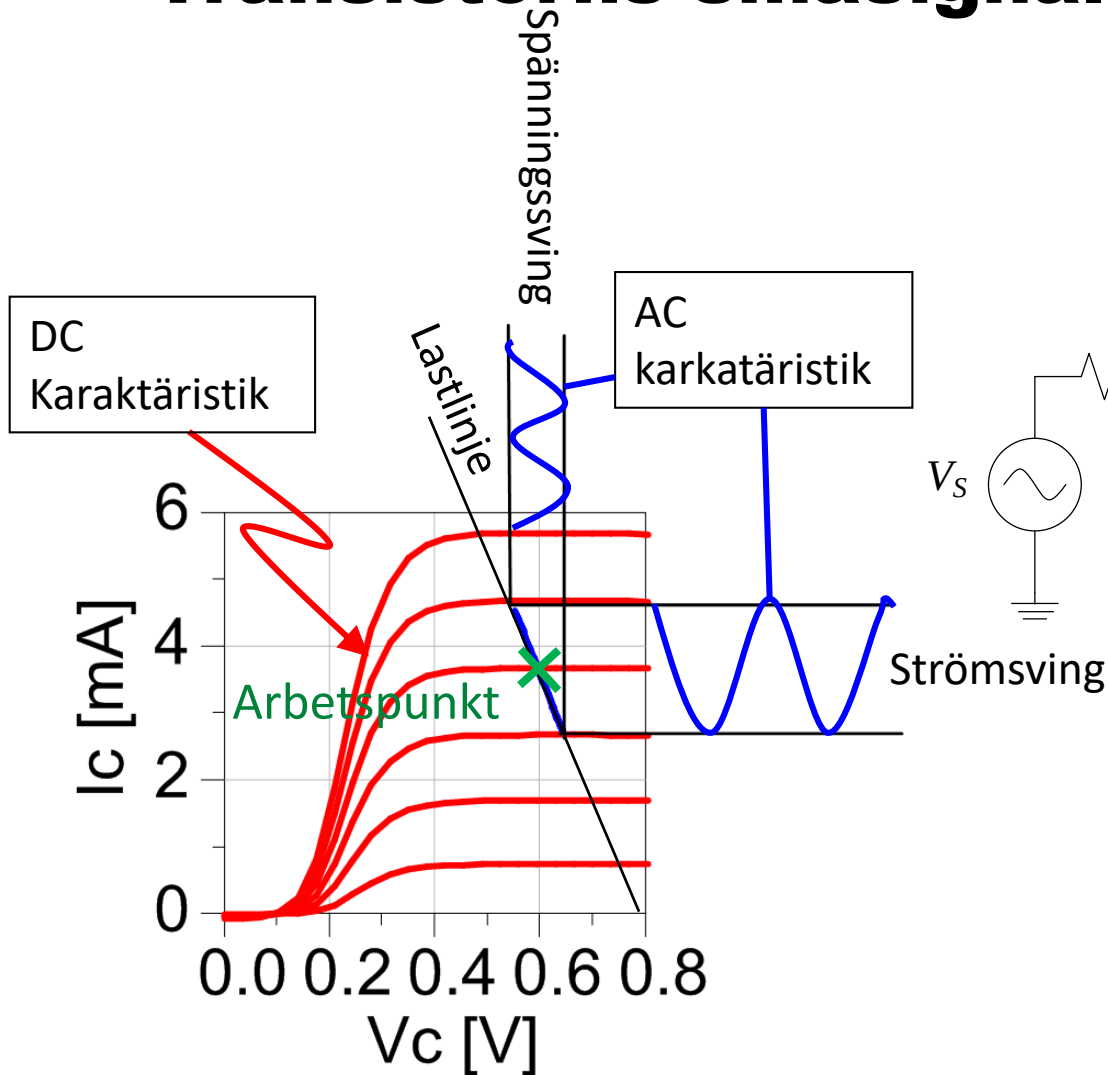


Transistorns småsignalförstärkning



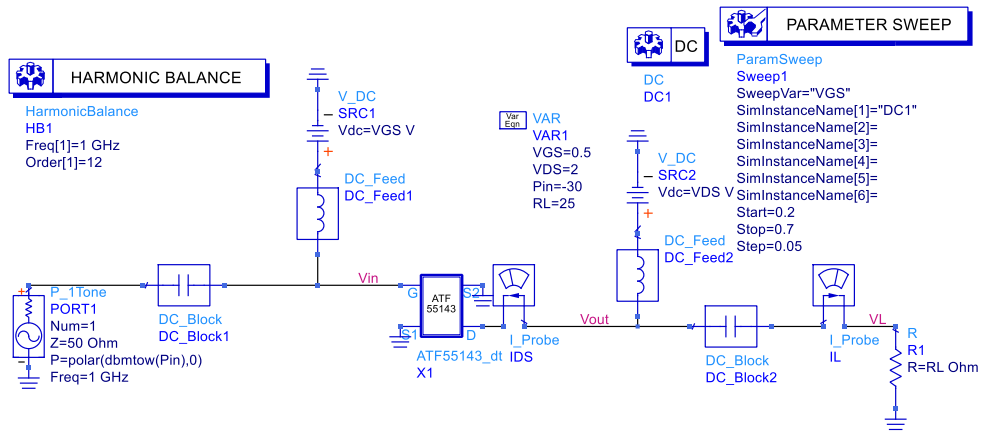
- DC karaktäristik är grunden i modellering
- Småsignalmodell är en linjärisering runt en arbetspunkt

Transistorns småsignalförstärkning

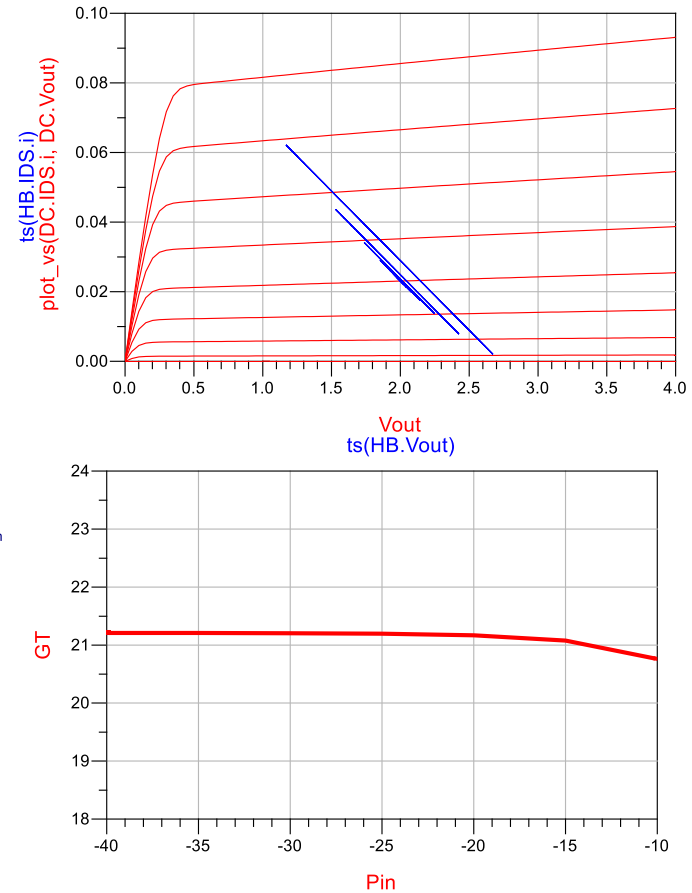


- DC karaktäristik är grunden i modellering
- Småsignalmodell är en linjärisering runt en arbetspunkt
- Likaså, matrisrepresentation med S parametrar

Simulering ATF-55143



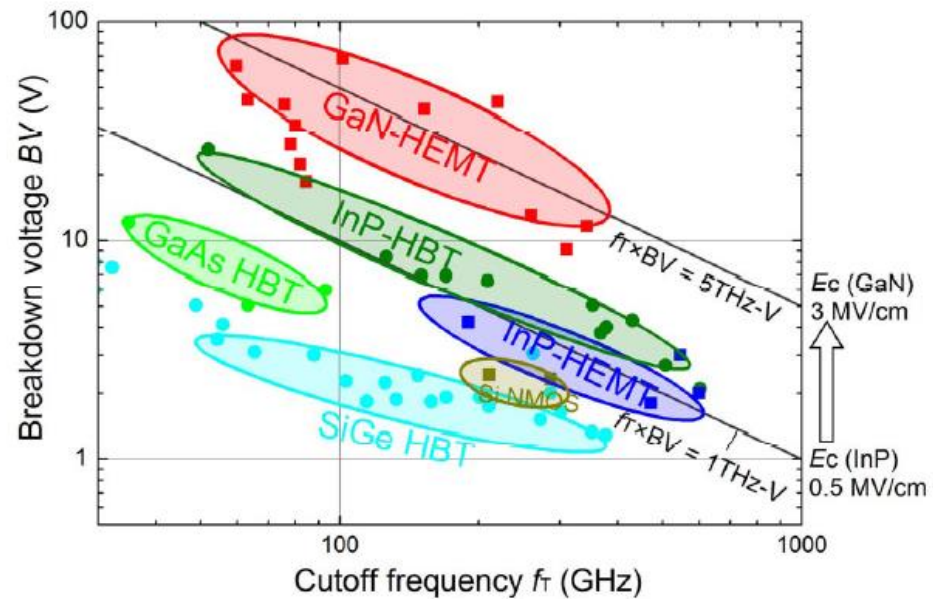
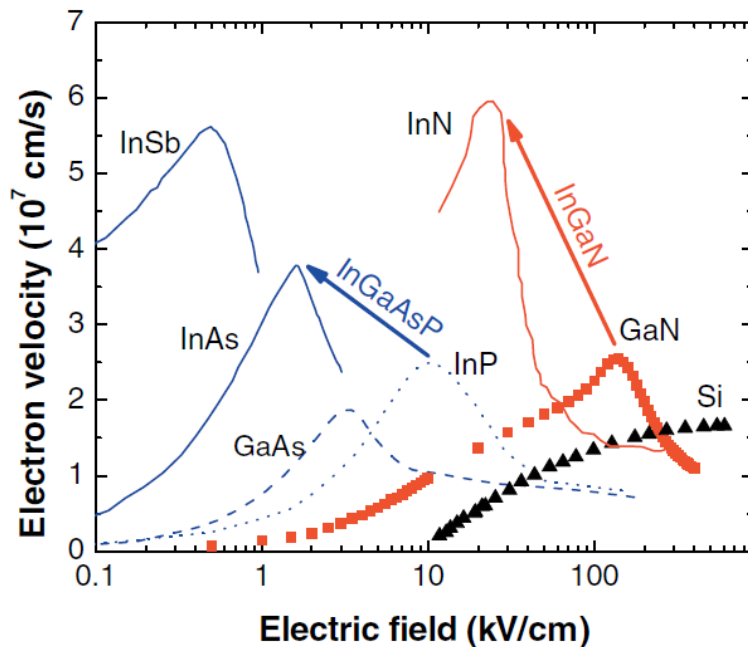
```
Eqn Pout=real(HB.VL[:,1]*conj(HB.IL.i[:,1]))/2
Eqn Pout_dBm=10*log10(Pout)+30
Eqn GT=Pout_dBm-Pin
```



Halvledarteknologier

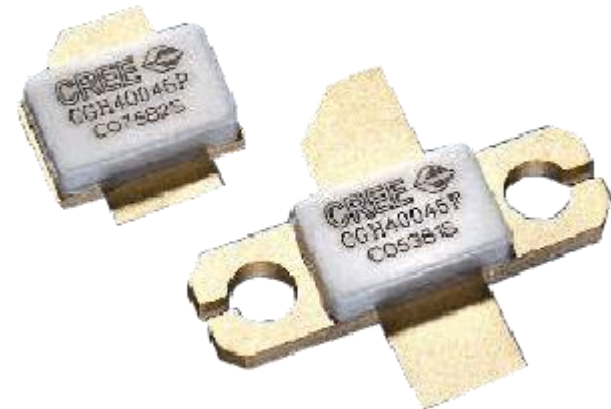
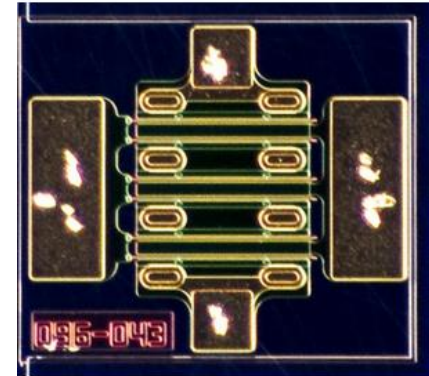
- Olika halvledarmaterial ger olika egenskaper
- Elektronhastighet
 - Högre hastighet → högre frekvens
 - Högre hastighet → högre ström
- Genombrottsspänning
 - Högre genombrott → högre uteffekt
- Material som har hög elektronhastighet och hög genombrottsspänning är intressanta

Halvledarteknologier



Kapsling

- Bare-die
- Keramiska kapslar
- QFN
- ...



Sammanfattning

- Transistorn omvandlar DC effekt till RF effekt
- Fälteffekts- och bipolära transistorer
- Val av halvledarteknologi beror på
 - Tillämpning
 - Prestandakrav
 - Pris

Projektet

- Status
 - Biasnät
 - Stabilisering
 - In- och utgångsanpassningsnät
 - Layout
 - Simuleringar
 - Mätningar

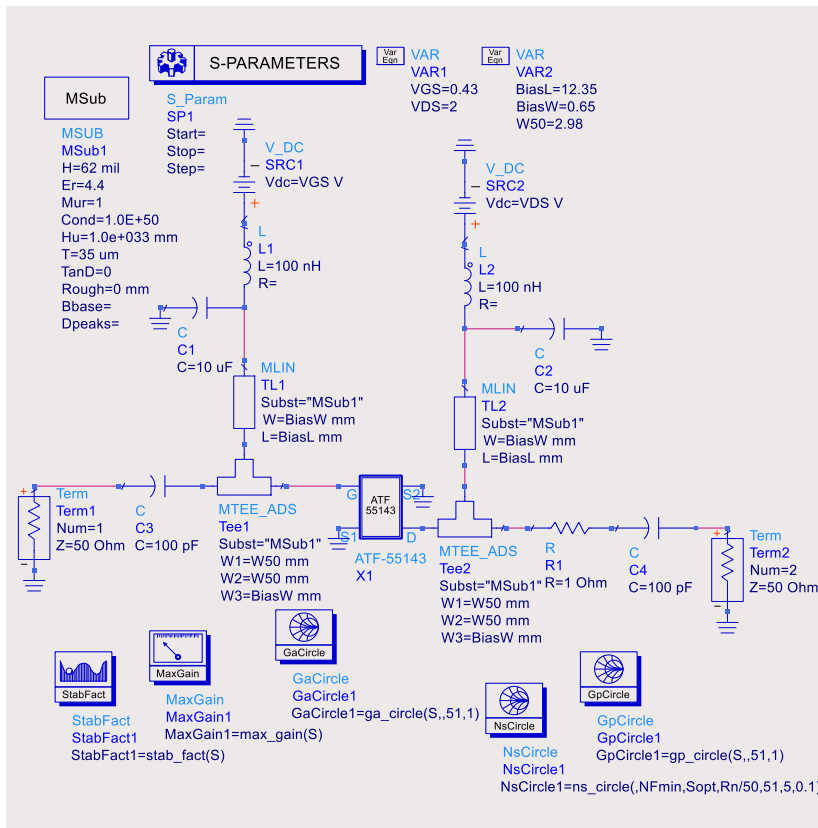
Layout: Stubbanpassning

- Stubbe och ledning måste sammankopplas
- Sammankopplingspunkten har elektrisk längd



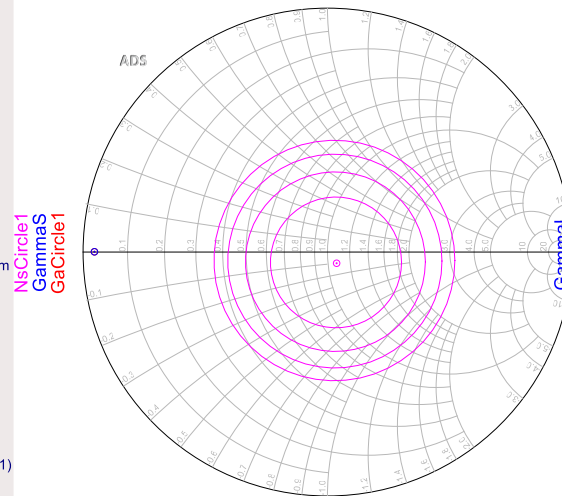
- Stubbens längd bestämmer $|\Gamma|$
- Ledningens längd bestämmer $\angle\Gamma$
- Justera manuellt

Max Gain @ 3.5 GHz

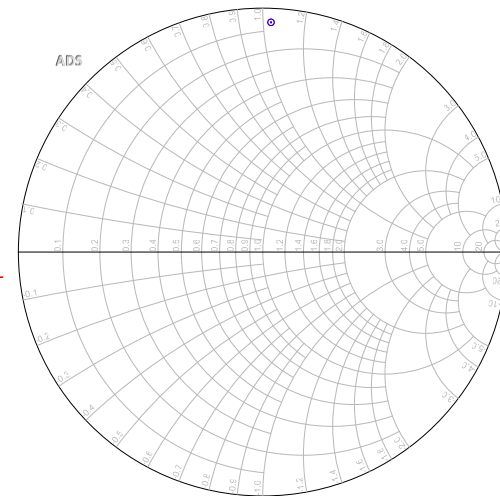


$$\begin{aligned} \text{Eqn1 } \Delta &= S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} \\ \text{Eqn2 } B_1 &= 1 + \text{abs}(S_{11})^2 - \text{abs}(S_{22})^2 - \text{abs}(\Delta)^2 \\ \text{Eqn3 } B_2 &= 1 + \text{abs}(S_{22})^2 - \text{abs}(S_{11})^2 - \text{abs}(\Delta)^2 \\ \text{Eqn4 } C_1 &= S_{11} - \Delta \cdot \text{conj}(S_{22}) \\ \text{Eqn5 } C_2 &= S_{22} - \Delta \cdot \text{conj}(S_{11}) \\ \text{Eqn6 } \Gamma_{\text{S}} &= (B_1 - \sqrt{B_1^2 - 4 \cdot \text{abs}(C_1)^2}) / (2 \cdot C_1) \\ \text{Eqn7 } \Gamma_{\text{L}} &= (B_2 - \sqrt{B_2^2 - 4 \cdot \text{abs}(C_2)^2}) / (2 \cdot C_2) \end{aligned}$$

freq	StabFact1	MaxGain1	GammaS	GammaL
3.500 GHz	1.002	17.676	0.954 / 179.939	0.942 / 87.954

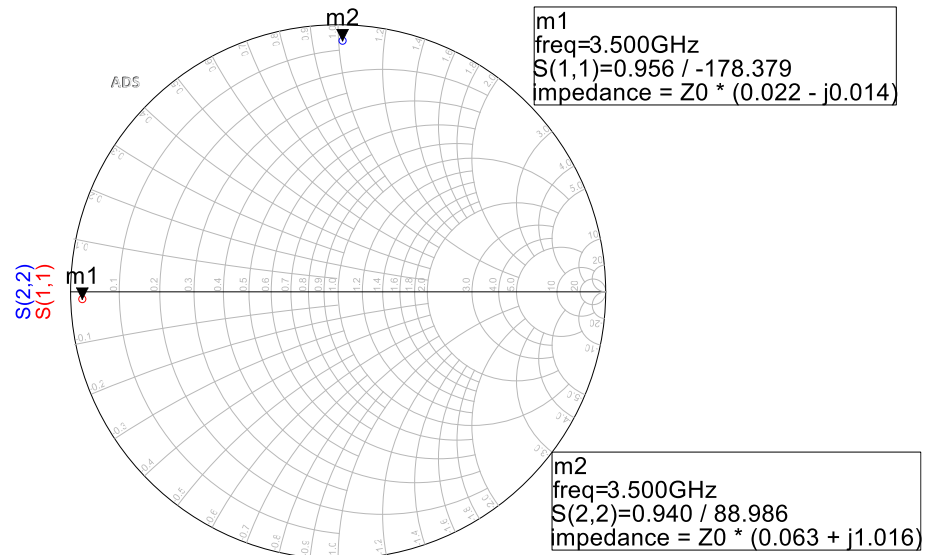
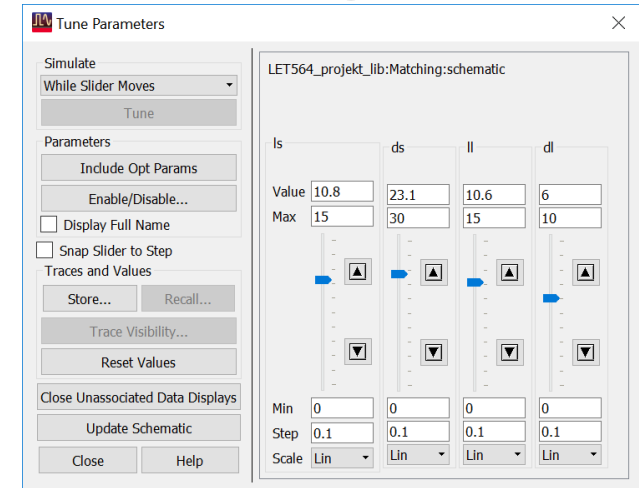
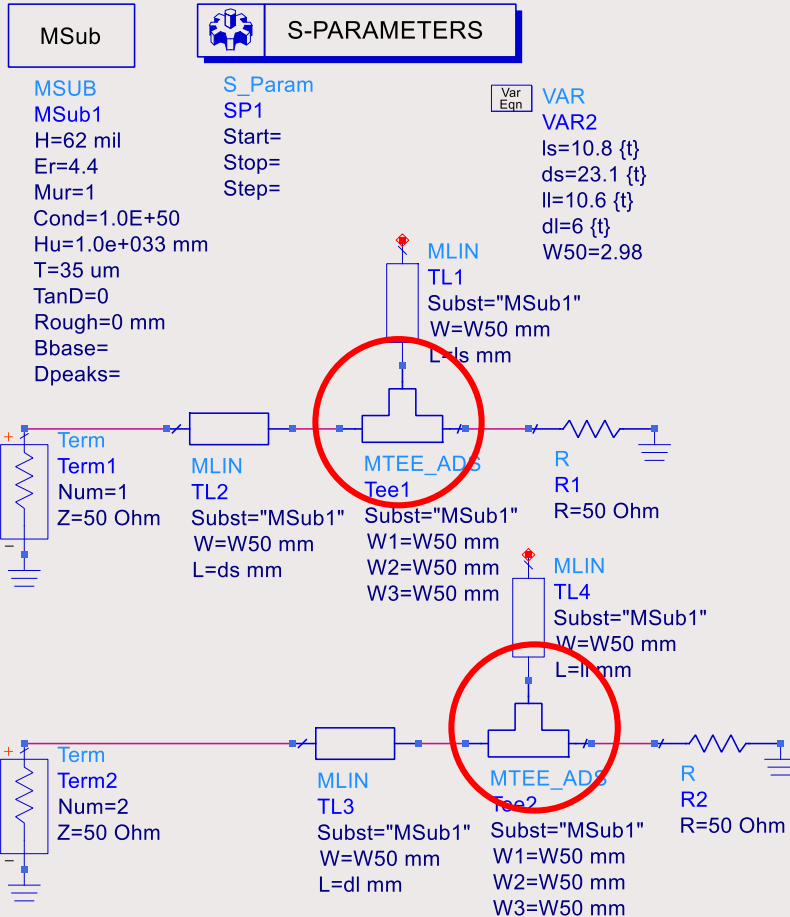


cir_pts (0.000 to 51.000)
freq (3.500GHz to 3.500GHz)

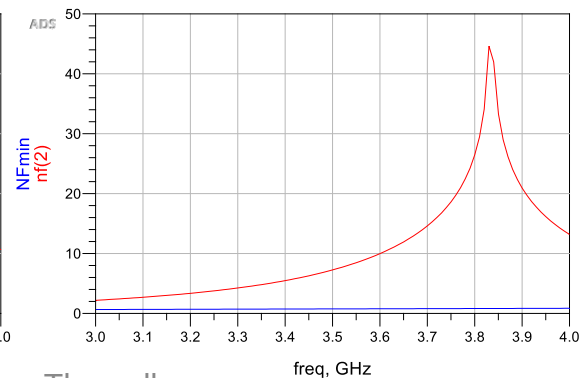
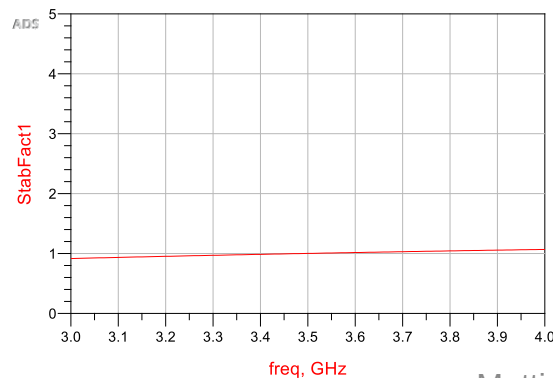
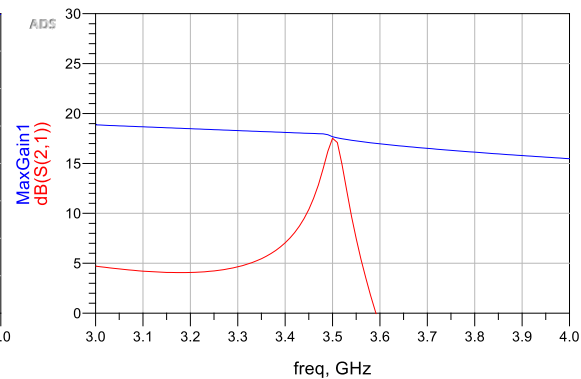
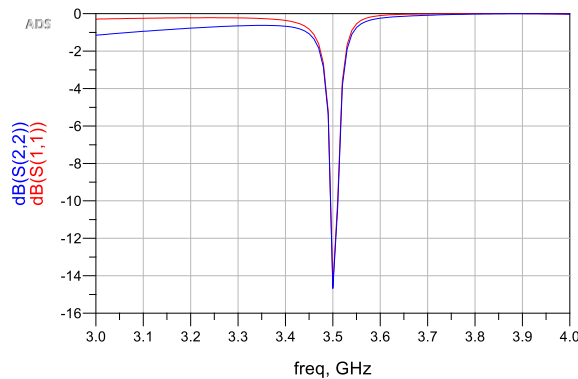
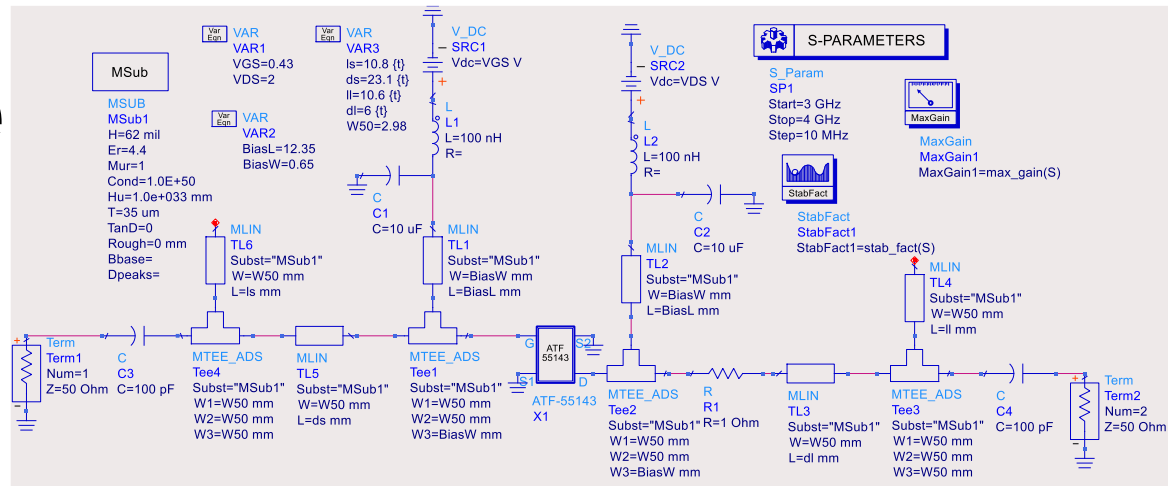


cir_pts (0.000 to 51.000)
freq (3.500GHz to 3.500GHz)

Justera Stubbanpassningen



Förstärkare



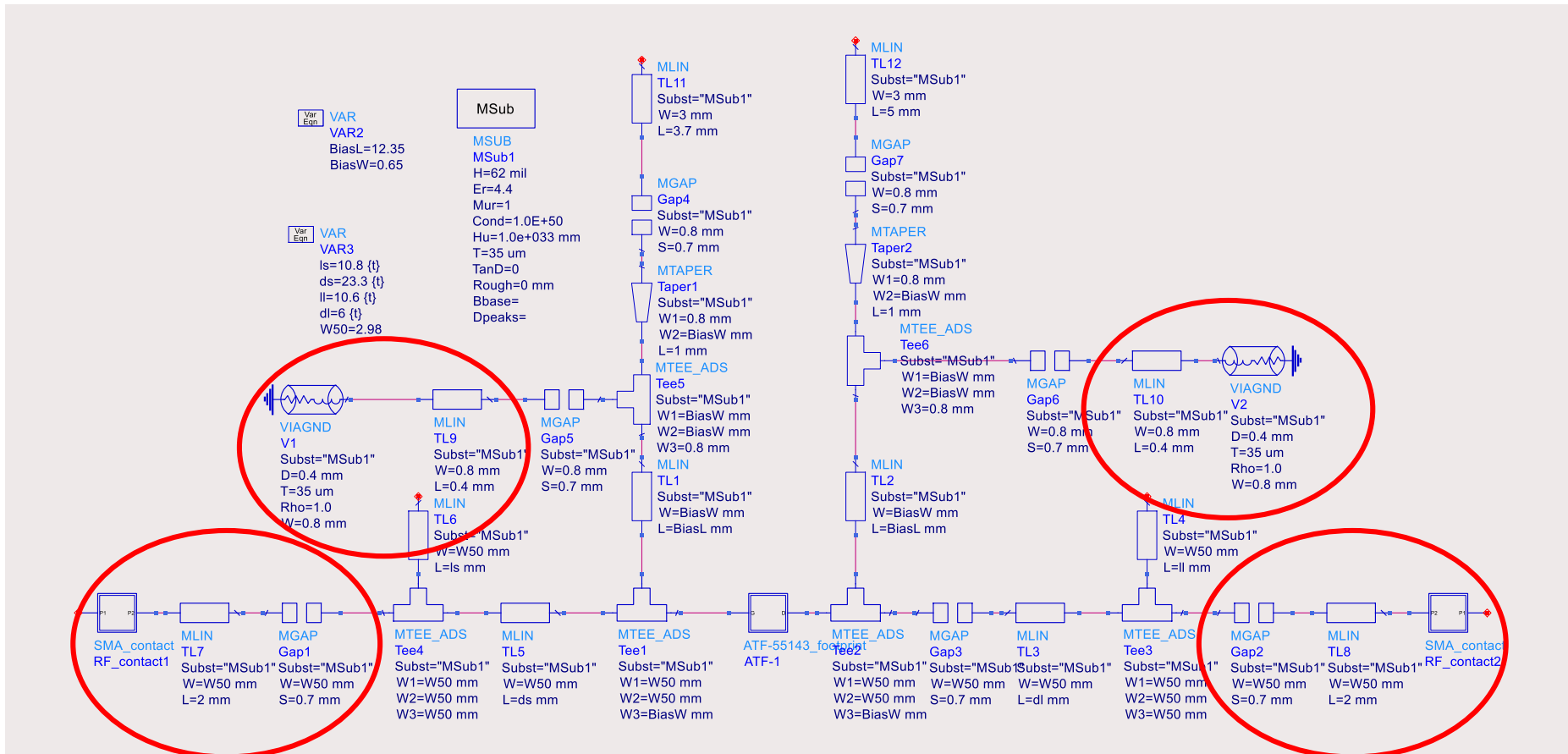
Layout

- Förstärkardesignen i ADS måste konverteras till en motsvarande microstriplayout
- Layoutfiler genereras och skickas till PCB tillverkaren
- Fotolitografimasker tillverkas utifrån filerna
- Fyra stycken filer skall skapas
 - Metallager på framsida (transmissionsledningar)
 - Metallager på baksida (jordplan)
 - Hållager för viahål
 - Avgränsningslager för PCB storlek

Generera layout (1/3)

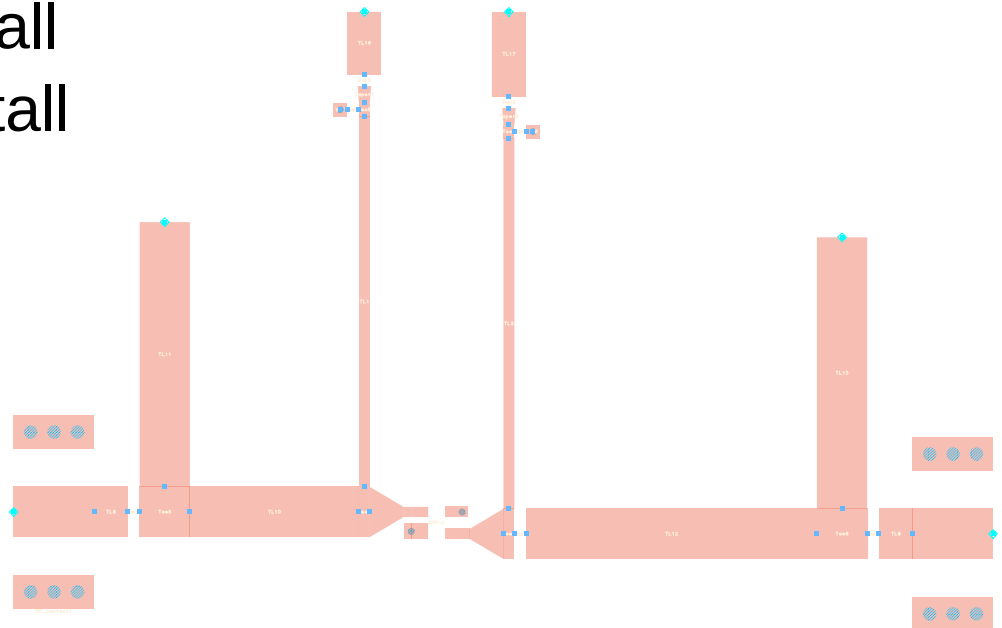
- Spara en kopia av er färdiga förstärkare
- Lägg till layoutkomponenter
 - ATF-55143_footprint
 - Byt ut transistormodellen
 - SMA_contact
 - Footprint för SMA kontakterna läggs till vid in och utgång
 - MGAP
 - Alla diskreta komponenter ersätts med en öppning
 - Viahål
 - Tänk på att ersätta all ideal jord med riktiga viahål

“Layout” i Schematic

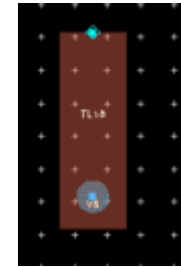


Generera layout (2/3)

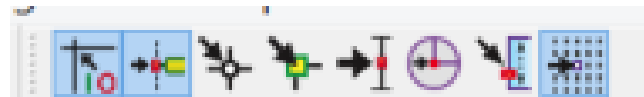
- Skapa layouten
 - Layout – Generate/Update Layout
- Lager som vi använder
 - cond, framsidesmetall
 - cond2, baksidesmetall
 - hole, viahål
 - bound, avgränsning



Generera layout (3/3)



- Glöm inte bort lödpad för DC-jord
- Användbart att använda olika "snap" funktioner



- Lägg till jordplan i cond2 lagret
- Lägg till avgränsning i bound lagret
- 2x Edit – Component – Flatten
- Edit – Merge – Union
- File – Export – GDS

Färdig layout

- Färdig layout skickas via mail
- Deadline för layouter: Måndag 4/12 kl 08.00

