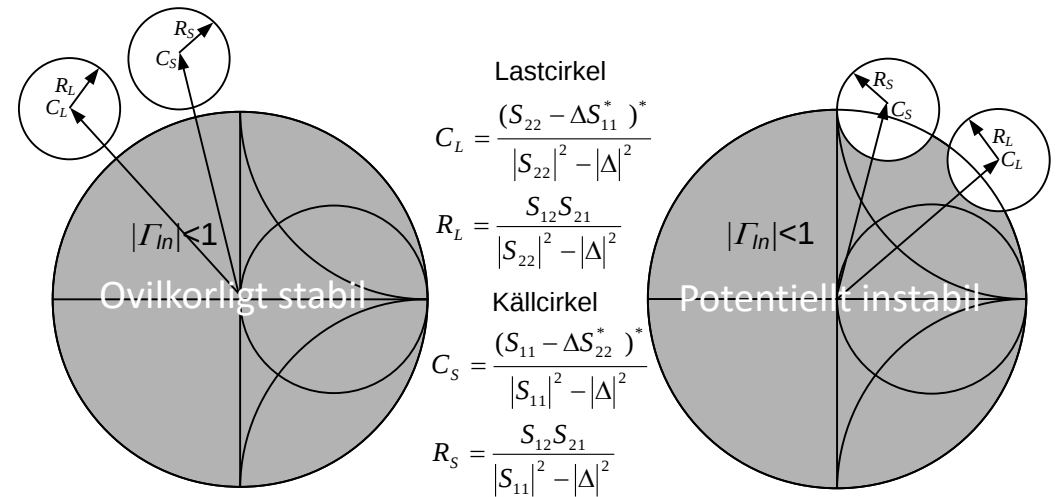


Stabilitet

Stabilitetscirklar



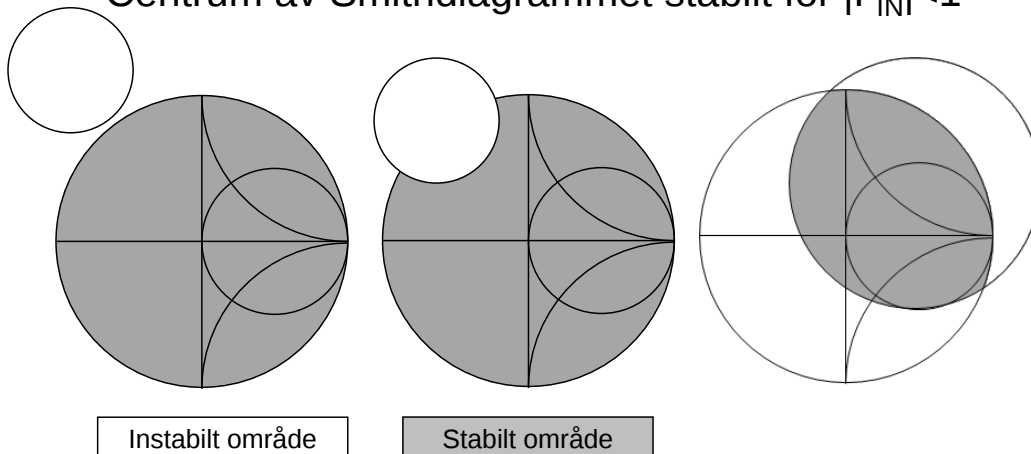
$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$$

Mattias Thorsell

2

För $| \Gamma_{IN} | < 1$

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



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

Mattias Thorsell

5



Dagens föreläsning

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

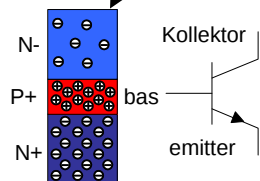
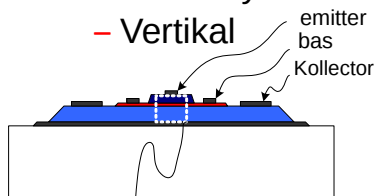
Mattias Thorsell

6

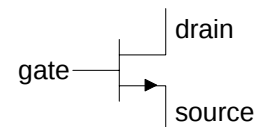
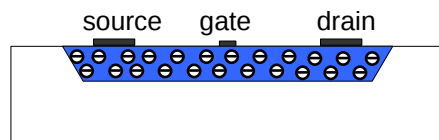


Transistorer

- Bipolär transistor
 - npn (pnp)
 - Strömstyrd
 - Vertikal



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



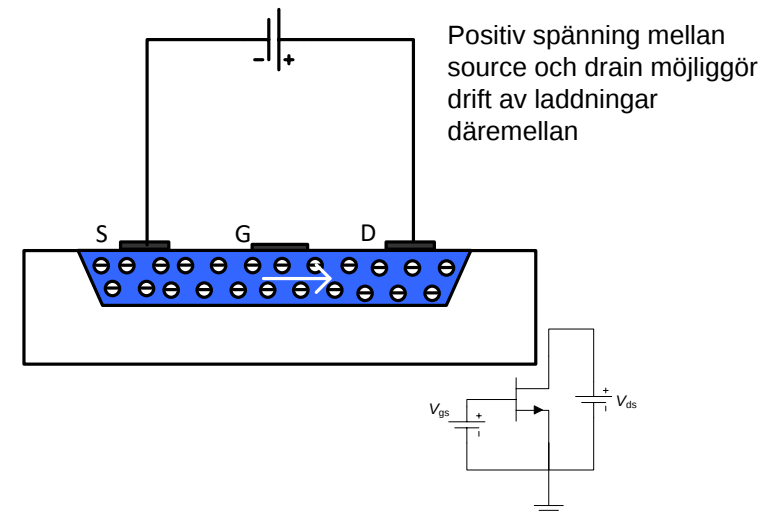
Mattias Thorsell

7



Fälteffekttransistorn

n-kanal



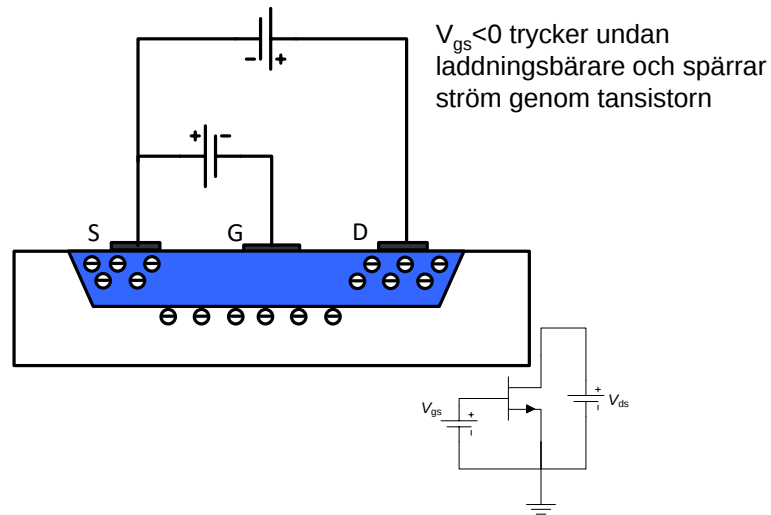
Mattias Thorsell

8



Fälteffekttransistorn

n-kanal

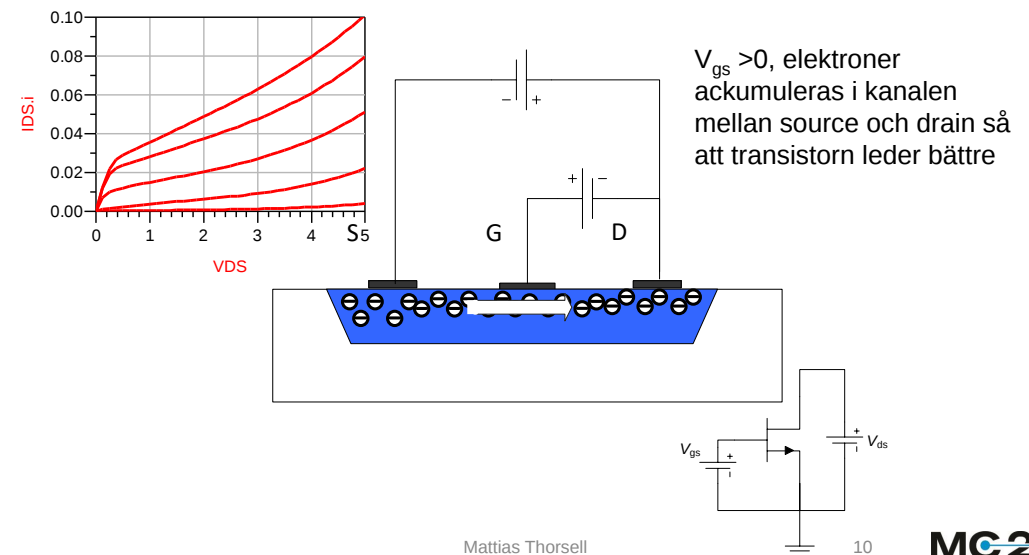


Mattias Thorsell

9

Fälteffekttransistorn

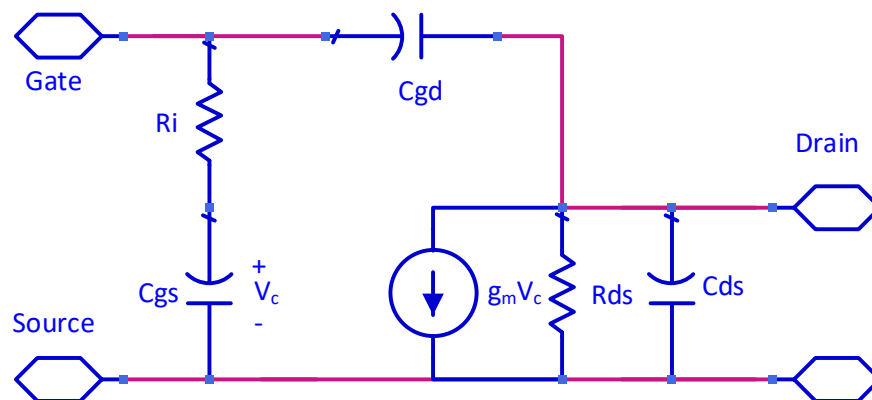
n-kanal



Mattias Thorsell

10

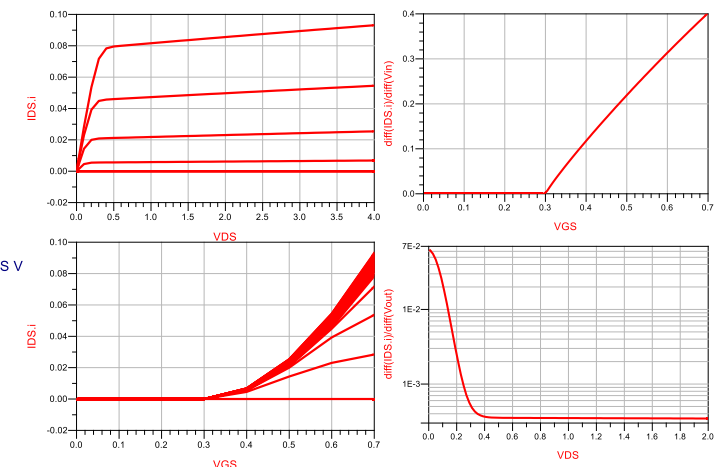
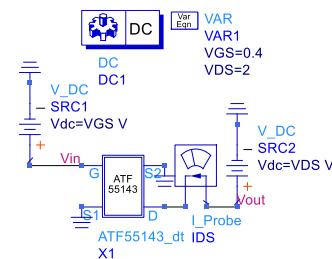
Ekvivalent småsignals modell



Mattias Thorsell

11

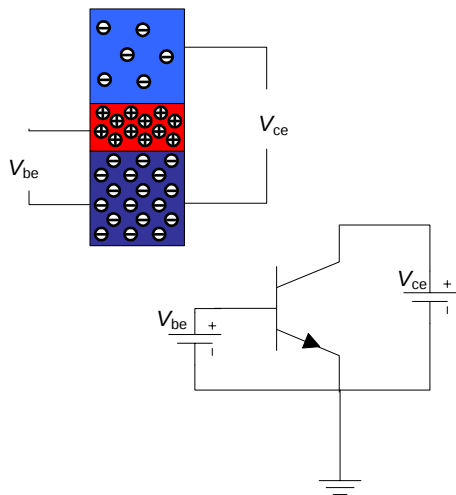
Simulering ATF-55143



Mattias Thorsell

12

Bipolära (nnp) transistorn

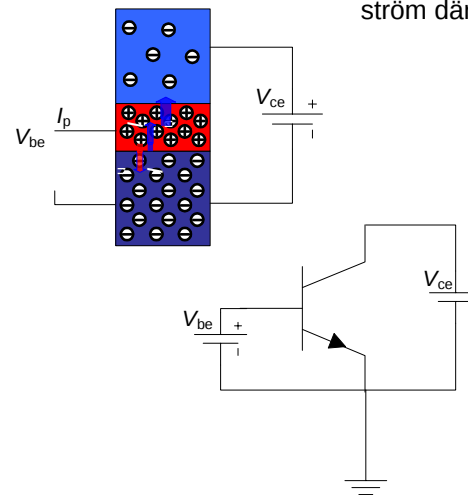


Mattias Thorsell

13

Bipolära (nnp) transistorn

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



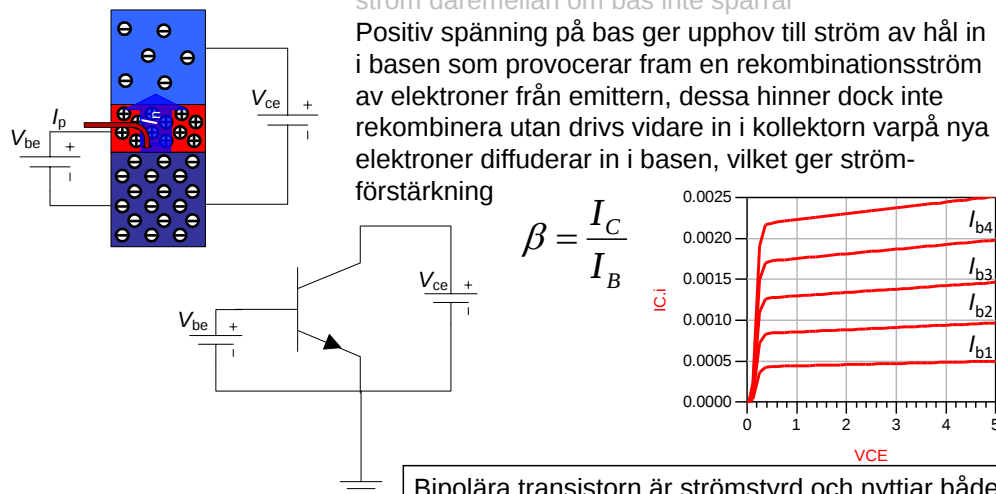
Mattias Thorsell

14

Bipolära (nnp) transistorn

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

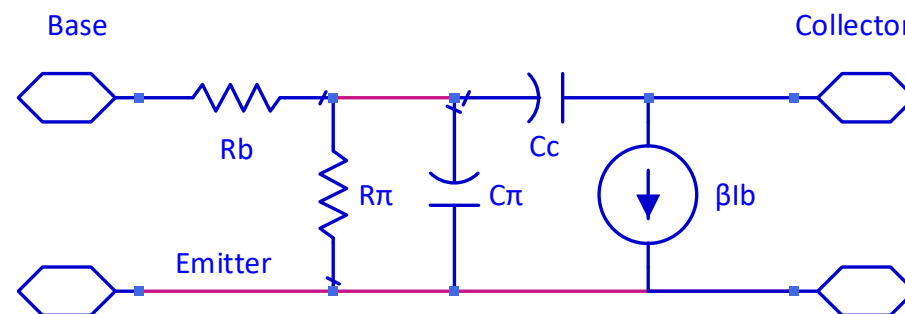


Bipolära transistorer är strömstyrda och nyttjar både minoritets och majoritetsladdningsbärare

Mattias Thorsell

15

Ekvivalent småsignals modell



Mattias Thorsell

16

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 $V_c = \frac{V_s}{2j\omega R_i C_{gs}}$

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

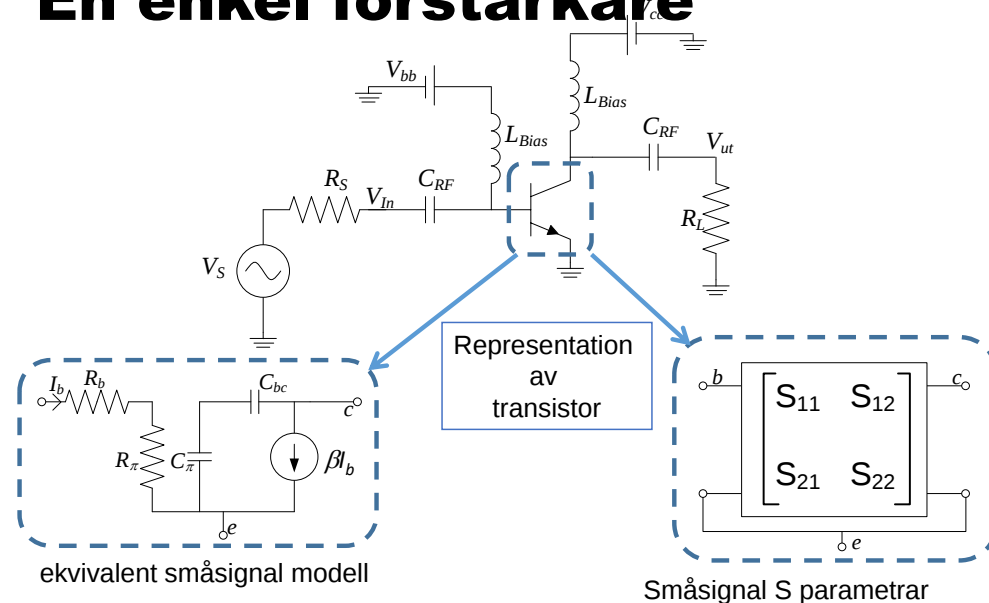
$$f_t = \frac{g_m}{2\pi C_{gs}}$$

- Förstärkningen avtar med 6dB/oktav!

Mattias Thorsell

17

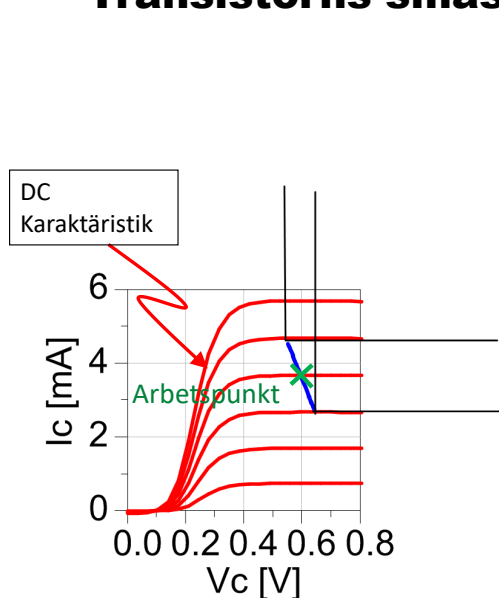
En enkel förstärkare



Mattias Thorsell

18

Transistorns småsignalförstärkning

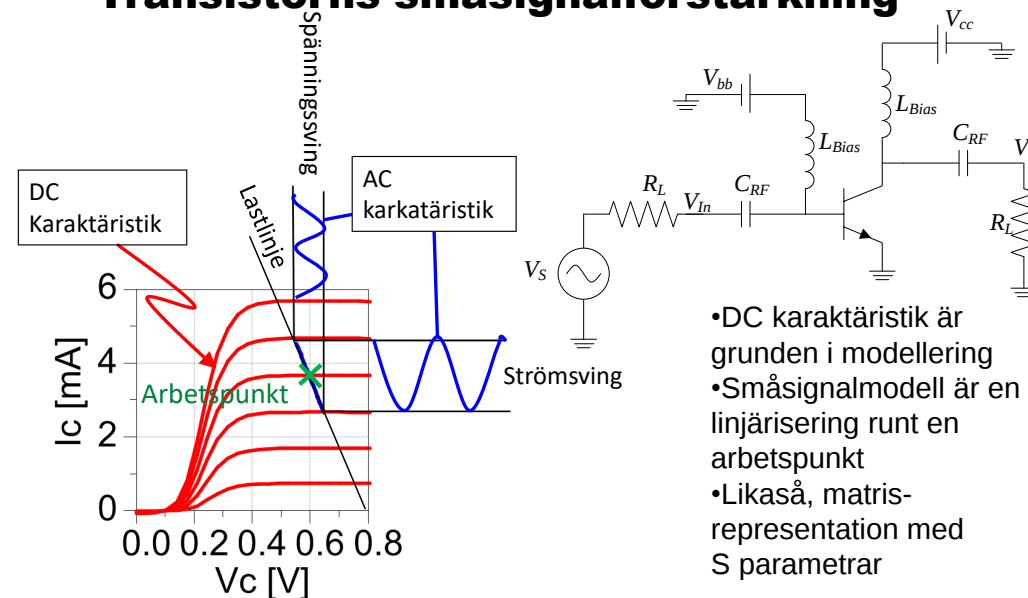


- DC karaktäristik är grunden i modellering
- Småsignalmodell är en linjärisering runt en arbetspunkt

Mattias Thorsell

19

Transistorns småsignalförstärkning

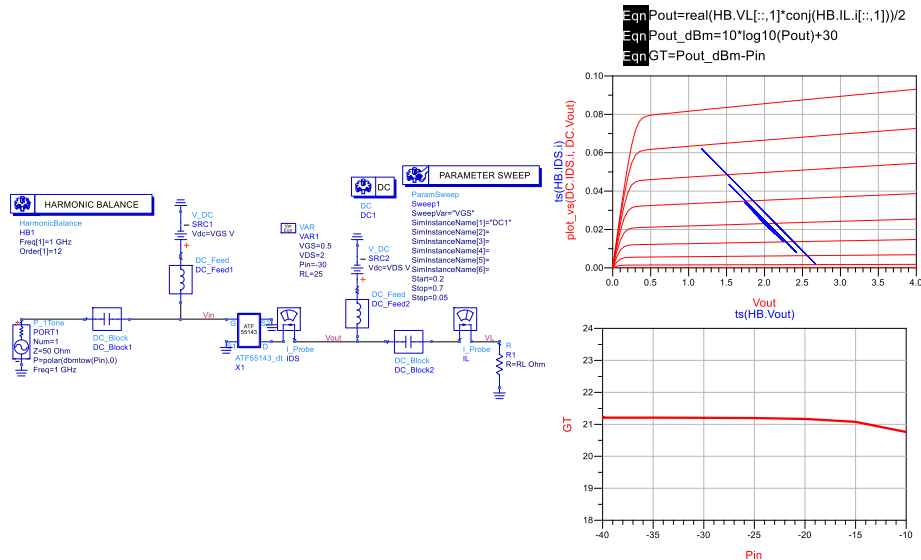


- DC karaktäristik är grunden i modellering
- Småsignalmodell är en linjärisering runt en arbetspunkt
- Likaså, matrisrepresentation med S parametrar

Mattias Thorsell

20

Simulering ATF-55143



Mattias Thorsell

21



Halvledarteknologier

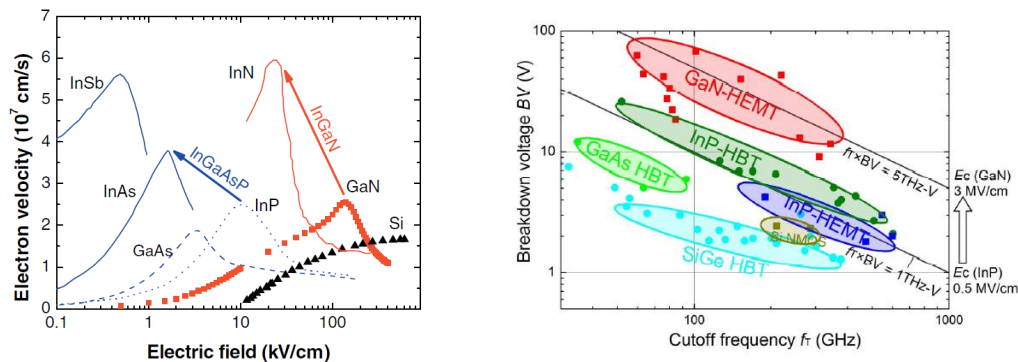
- Olika halvledarmaterial ger olika egenskaper
- Elektronhastighet
 - Högre hastighet → högre frekvens
 - Högre hastighet → högre ström
- Genombrottsspänning
 - Högre genombrott → högre uteffekt
- Material som har hög elektronhastighet och hög genombrottsspänning är intressanta

Mattias Thorsell

22



Halvledarteknologier



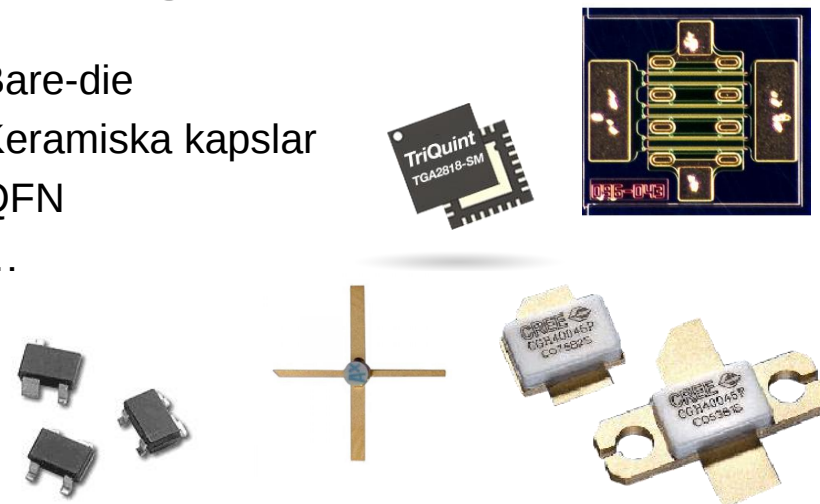
Mattias Thorsell

23



Kapsling

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



Mattias Thorsell

24



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

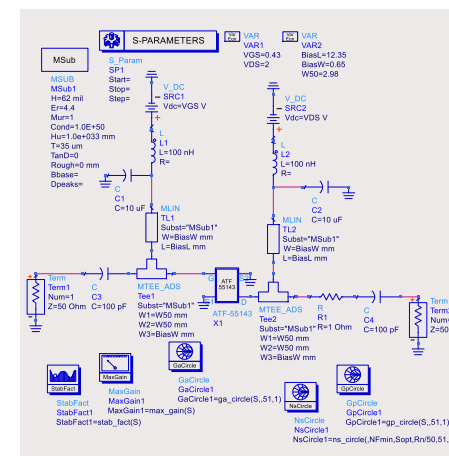
Layout: Stubbanpassning

- Stubbe och ledning måste sammankopplas
- Sammankopplingspunkten har elektrisk längd



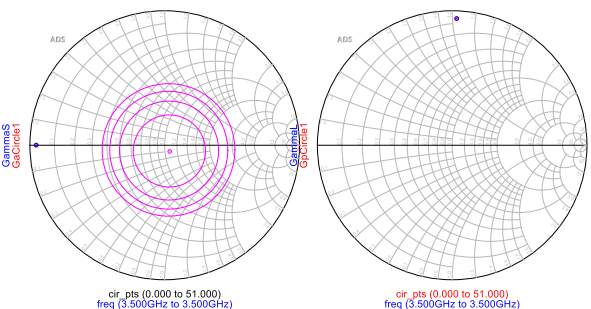
- Stubbens längd bestämmer $|\Gamma|$
- Ledningens längd bestämmer $\angle\Gamma$
- Justera manuellt

Max Gain @ 3.5 GHz

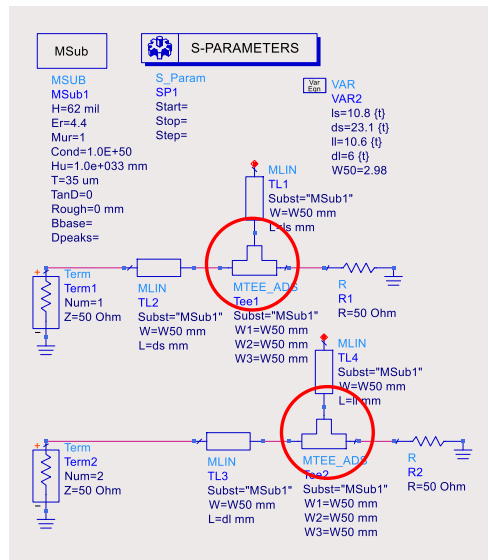


$$\begin{aligned} \text{EqnDelta} &= S_{11} \cdot S_{22} \cdot S_{12}^* \cdot S_{21} \\ \text{EqnB1} &= 1 + \text{abs}(S_{11})^2 - \text{abs}(S_{22})^2 - \text{abs}(\text{delta})^2 \\ \text{EqnB2} &= 1 + \text{abs}(S_{22})^2 - \text{abs}(S_{11})^2 - \text{abs}(\text{delta})^2 \\ \text{EqnC1} &= S_{11} \cdot \text{delta} \cdot \text{conj}(S_{22}) \\ \text{EqnC2} &= S_{22} \cdot \text{delta} \cdot \text{conj}(S_{11}) \\ \text{EqnGammaS} &= (B1 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \text{abs}(C1)^2}) / (2 \cdot C1) \\ \text{EqnGammaL} &= (B2 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \text{abs}(C2)^2}) / (2 \cdot C2) \end{aligned}$$

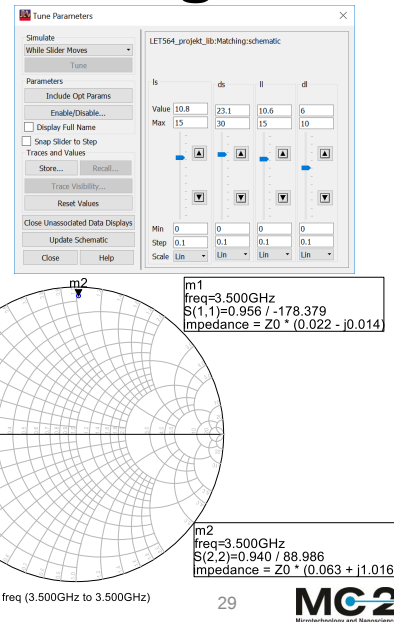
freq	StabFact1	MaxGain1	GammaS	GammaL
3.500 GHz	1.002	17.676	0.954 / 179.939	0.942 / 87.954



Justera Stubbanpassningen



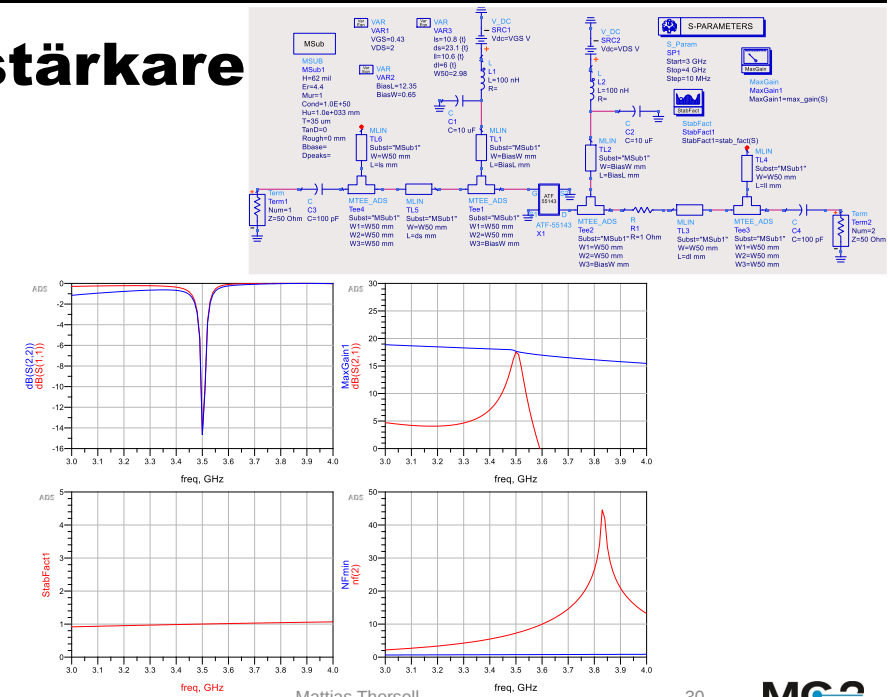
Mattias Thorsell



29

MC2
Microtechnology and Nanoscience

Förstärkare



Mattias Thorsell

30

MC2
Microtechnology and Nanoscience

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

Mattias Thorsell

31

MC2
Microtechnology and Nanoscience

Generera layout (1/3)

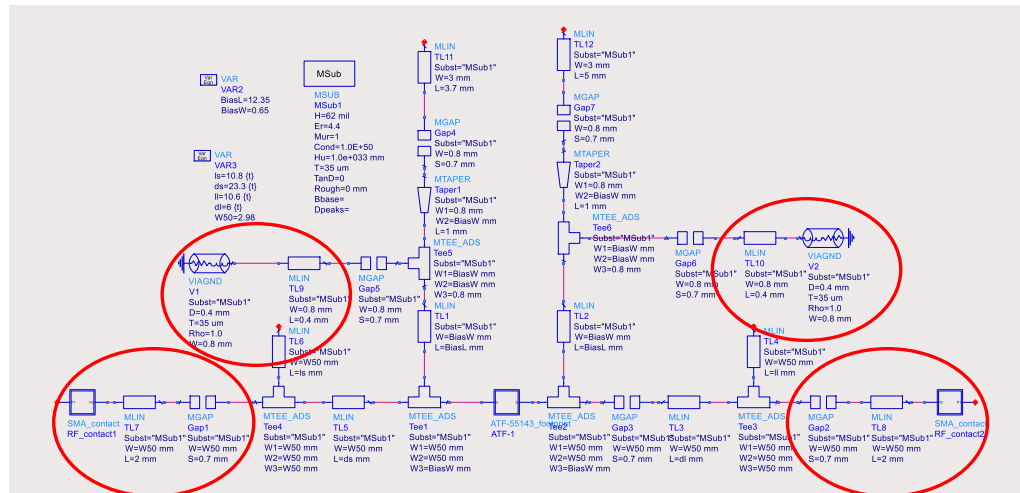
- Spara en kopia av er färdiga förstärkare
- Lägg till layoutkomponenter
 - ATF-55143_footprint
 - Byt ut transistormodellen
 - SMA_contact
 - Footprint för SMA kontakterna läggs till vid in och utgång
 - MGAP
 - Alla diskreta komponenter ersätts med en öppning
 - Viahål
 - Tänk på att ersätta all ideal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

Mattias Thorsell

32

MC2
Microtechnology and Nanoscience

“Layout” i Schematic



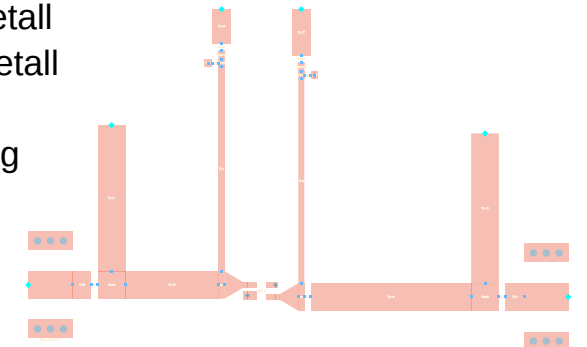
Mattias Thorsell

33



Generera layout (2/3)

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



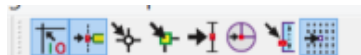
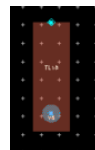
Mattias Thorsell

34



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

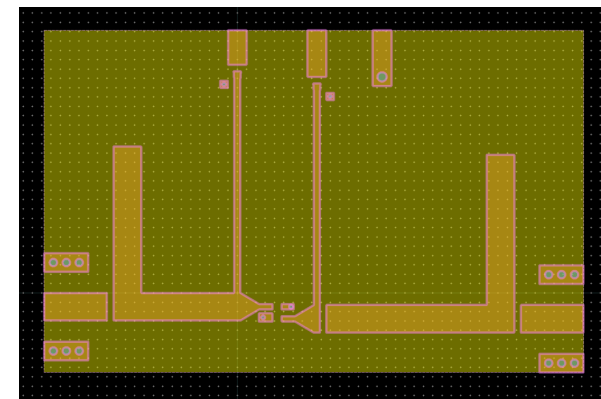
Mattias Thorsell

35



Färdig layout

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



Mattias Thorsell

36

