

Dagens föreläsning

- Transistorsteg
- Transistormodeller
 - Tvåportar
 - h -parametrar
- Småsignalberäkningar

Transistorsteg

- Förstärkare byggs ofta med flera steg
 - Ingångssteg med hög inimpedans
 - Förstärkarsteg med hög förstärkning
 - Drivsteg med låg utimpedans
- Kaskadkoppling av steg
 - Varje steg belastar föregående steg och belastas av nästa steg

Transistormodeller

- Problem
 - Transistorer är olinjära $\Rightarrow j\omega$ -metoden kan inte användas direkt
- Lösning
 - Ersätt transistorn med en linjär modell
 - Modeller baserade på *tvåportar* är populära

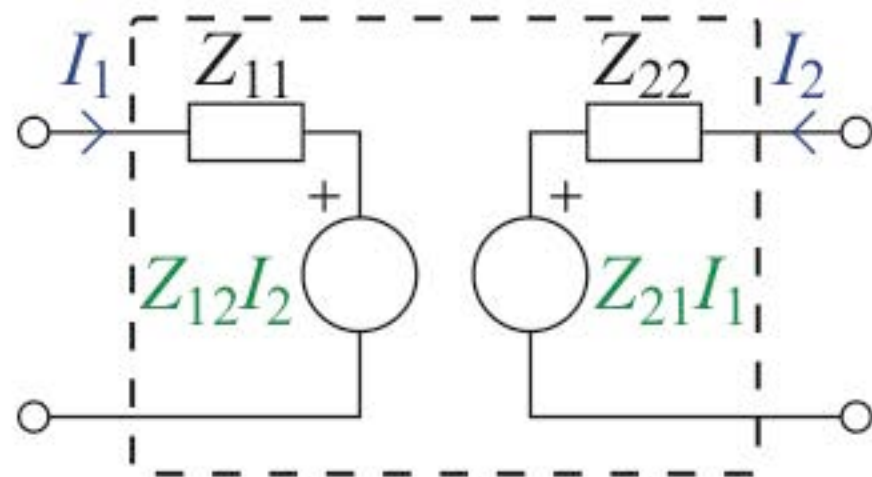
Tvåportar

- En tvåport separerar beräkningarna för olika steg

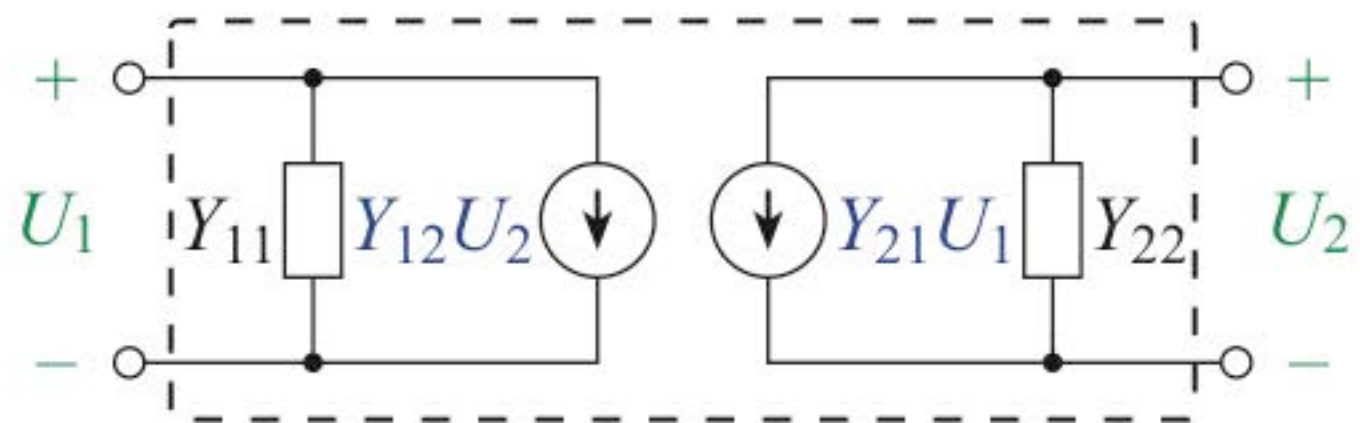


- Olika modeller för innehållet

- Impedansparametrar

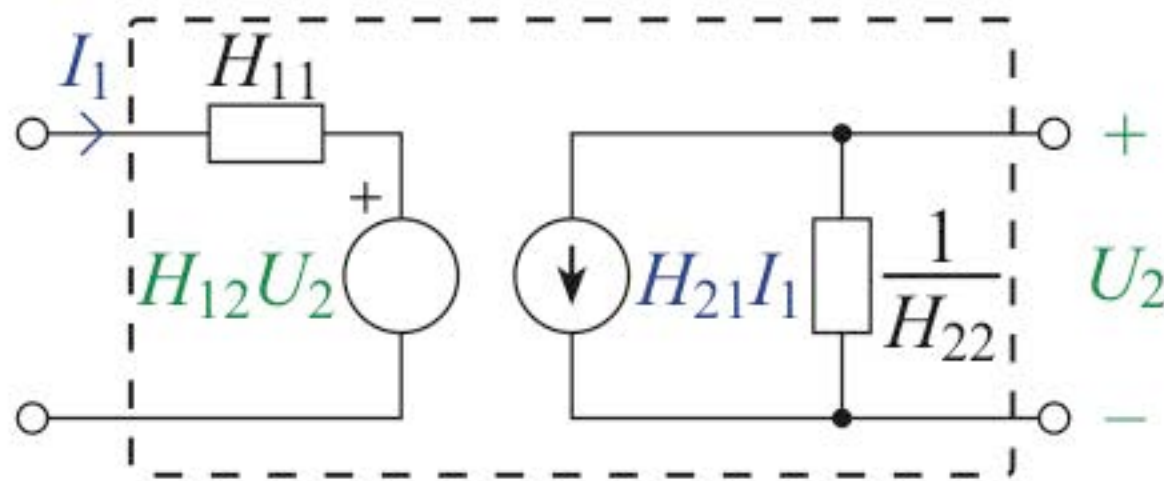


- Admittansparametrar



Tvåport med hybridparametrar

- Hybridparametermodellen är vanlig för transistorer



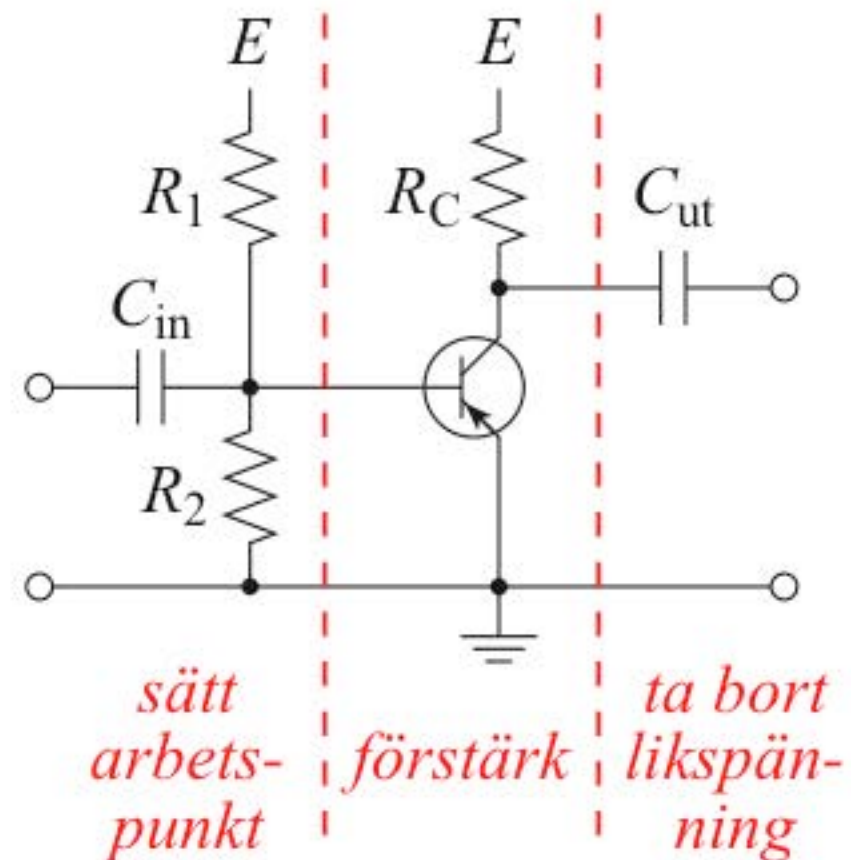
$$U_1 = H_{11}I_1 + H_{12}U_2$$
$$I_2 = H_{21}I_1 + H_{22}U_2$$

- H_{11} är inimpedansen (Ω)
- H_{12} är återkopplingsförhållandet (dimensionlös)
- H_{21} är strömförstärkningsfaktorn (dimensionlös)
- H_{22} är utadmittansen (S)

...men man gör grova fel om man skattar parametrarna globalt

Signalförstärkning

- Problem
 - Många signaler är både positiva och negativa
 - Enkla steg förstärker bara positiva spänningar
- Lösning
 - Addera till en likspänning som är större än amplituden
 - Filtera bort likspänningen på utgången

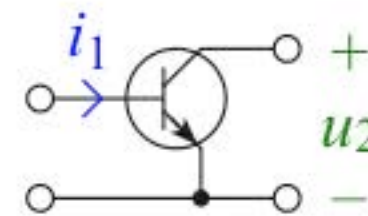
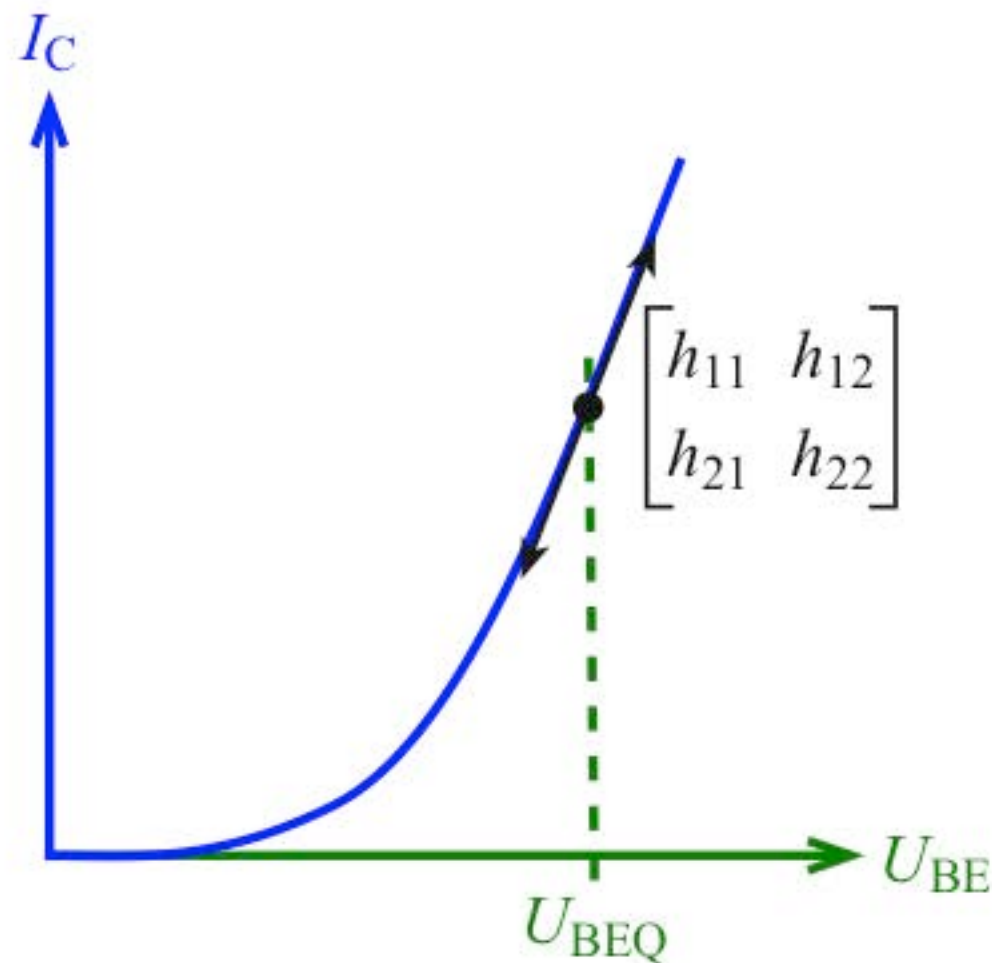


Småsignal och arbetspunkt

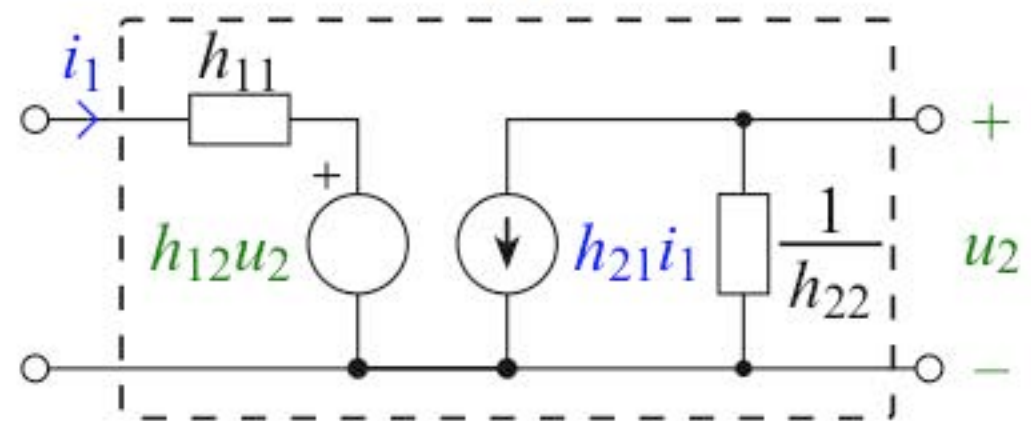
- Konstruktion
 - Separera signal och arbetspunkt
 - Betrakta arbetspunkten som konstant, dvs linjär
 - Betrakta signalamplituden som liten, dvs vi har en småsignal som går att linjärisera utan stora fel
 - Linjärisera transistorn i signalintervallet
 - Bestäm komponentvärden för kretsen
 - Använd superposition för att addera signal och arbetspunkt
 - Simulera kretsen med olinjäriteter för att se så att vi inte har approximerat för grovt

h -parametermodellen

- Linjärisera transistorn i signalområdet och bestäm h -parametrar
 - Koppla samman undre terminalerna i tvåporten

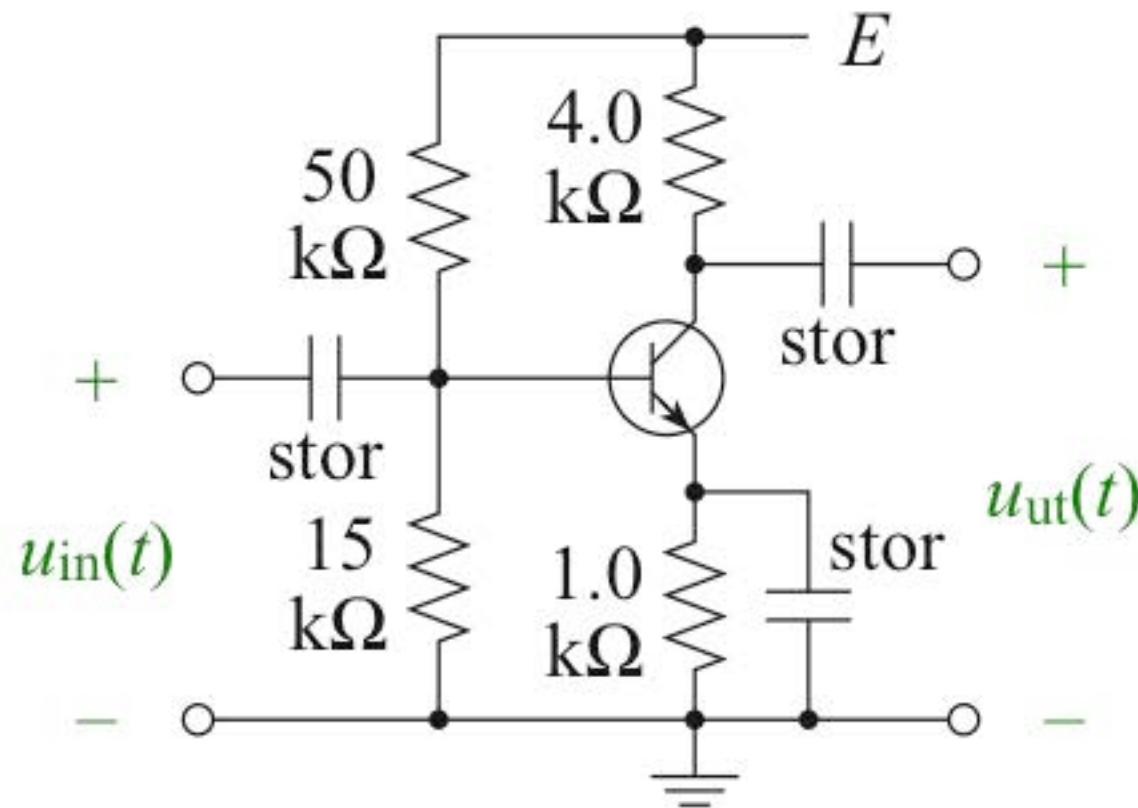


$$\begin{aligned} u_1 &= h_{11}i_1 + h_{12}u_2 \\ i_2 &= h_{21}i_1 + h_{22}u_2 \end{aligned}$$



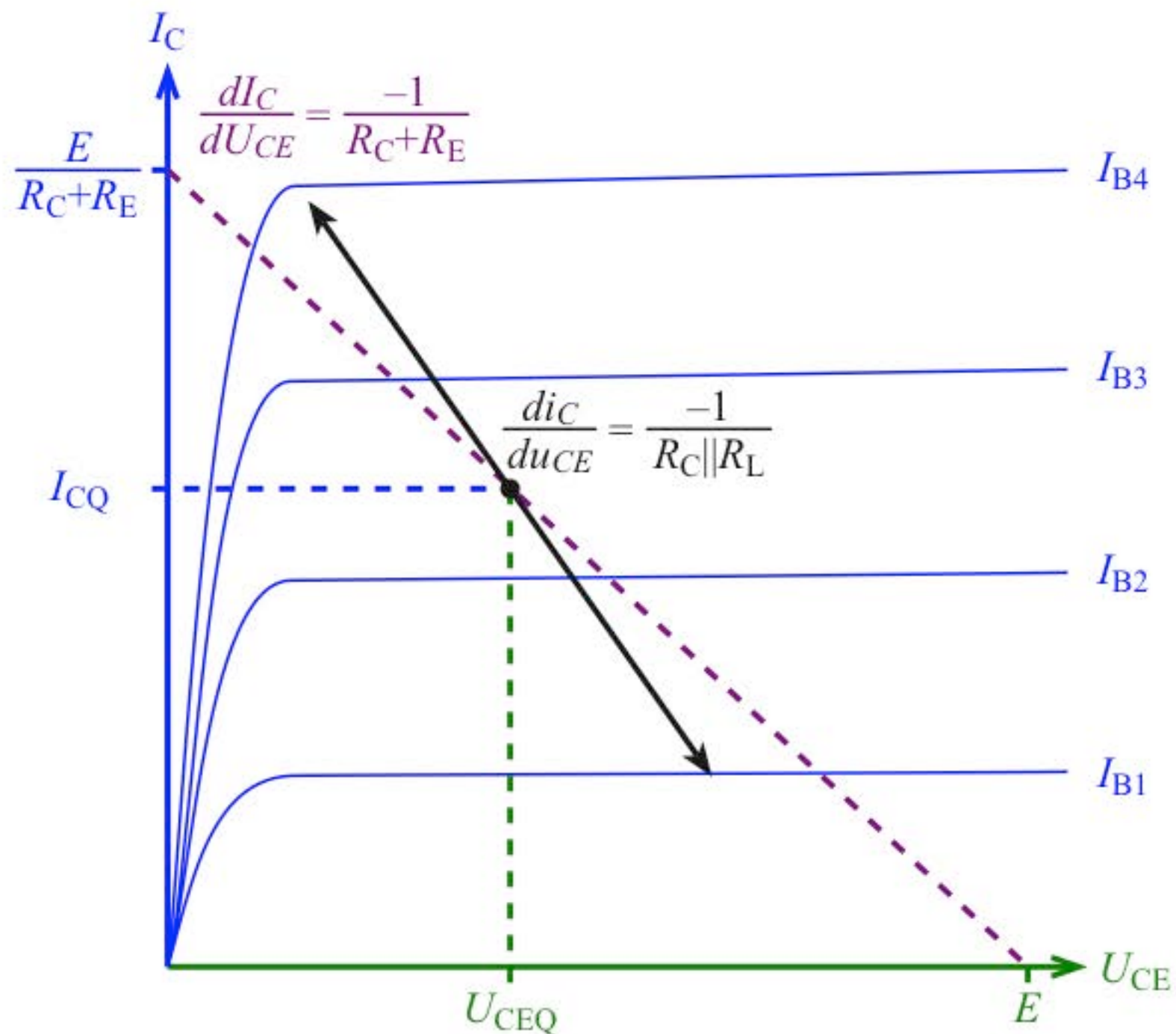
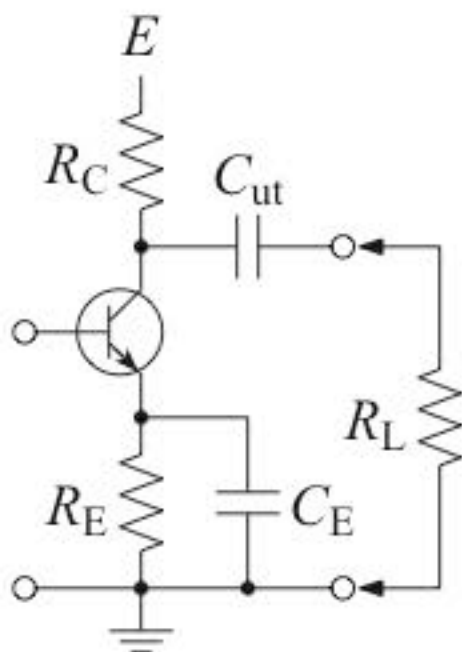
Beräkningsexempel med h -parametrar

- Beräkna inimpedans, utimpedans och förstärkning för GE-steget
 - h_{11} är 5 k Ω
 - h_{12} försummas
 - h_{21} är 300
 - h_{22} försummas



Val av arbetspunkt

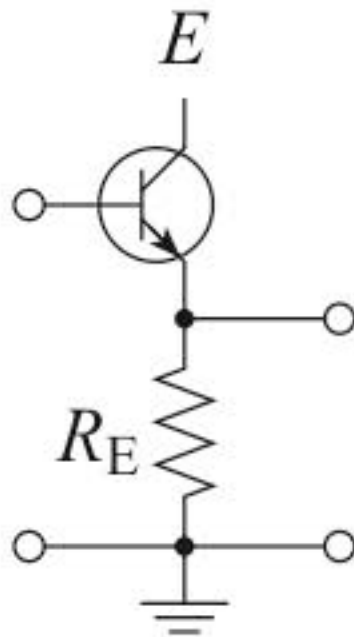
- Utsvinget är ofta begränsat
 - Optimera arbetspunkten med hänsyn till lasten



Fler transistorsteg

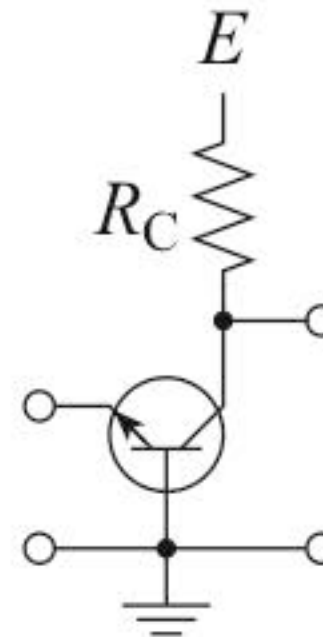
- Gemensam kollektor (emitterföljare)

- hög inimpedans
- låg förstärkning
- låg utimpedans



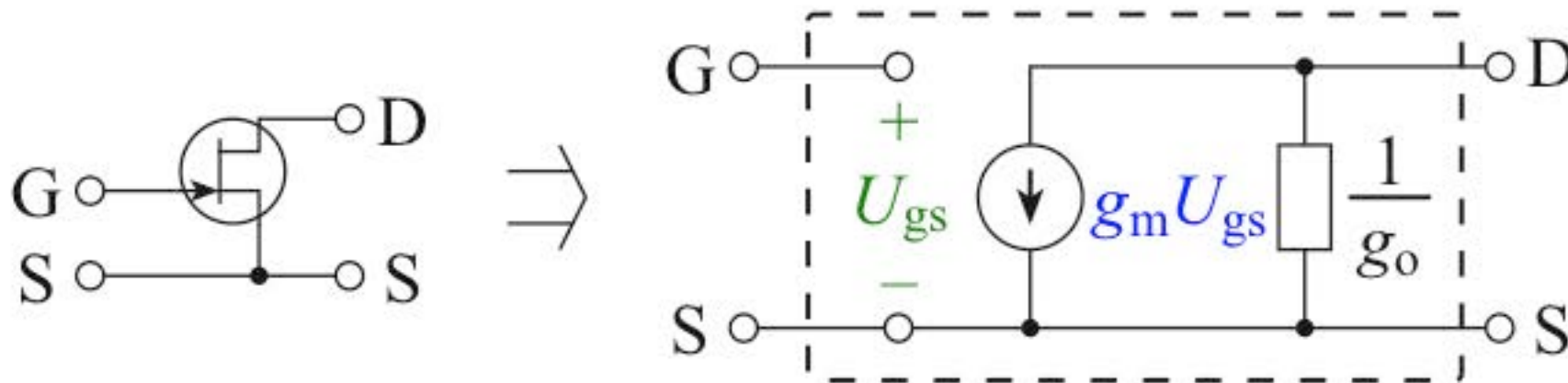
- Gemensam bas

- låg inimpedans
- strömbuffer
- högfrekvensförstärkare



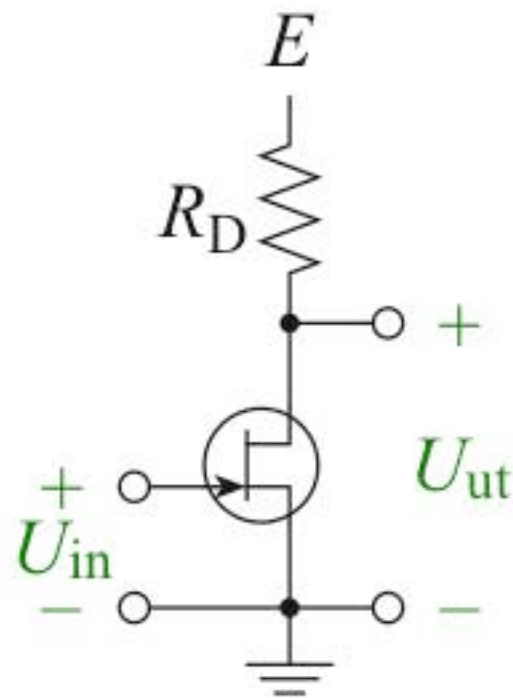
FET-modell

- Fälteffekttransistorer modelleras med spänning in
 - g_m är transkonduktansen
 - g_o är utkonduktansen

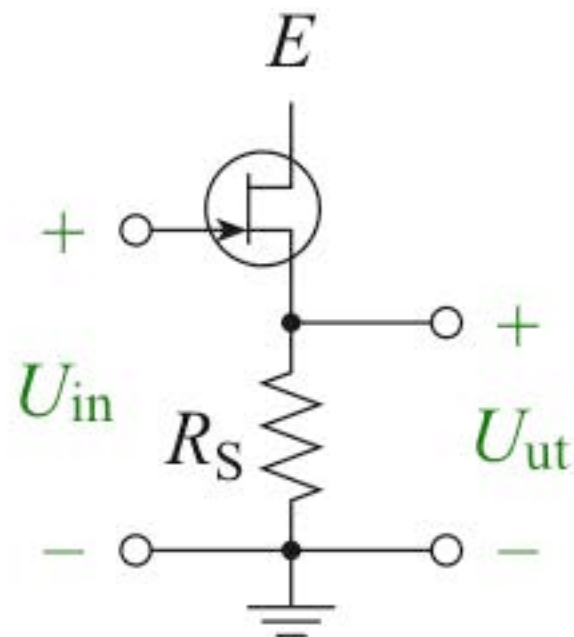


Transistorsteg med FET

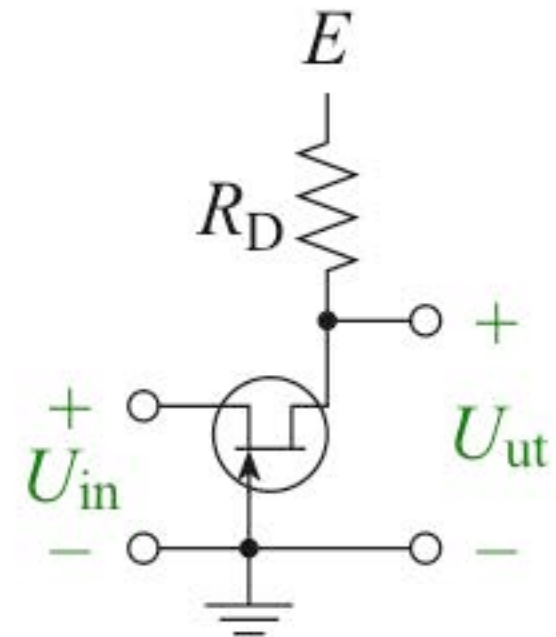
- Gemensam kollektor, emitter och bas-steg har motsvarigheter i FET-steg



gemensam source



*gemensam drain
(source-följare)*



gemensam gate

Komplett förstärkare

- Kaskadkoppla stegen
 - hög inimpedans, hög förstärkning, låg utimpedans

