

Föreläsning 10

Ickelinjära effekter

Pozar 3.7

Senaste föreläsningen

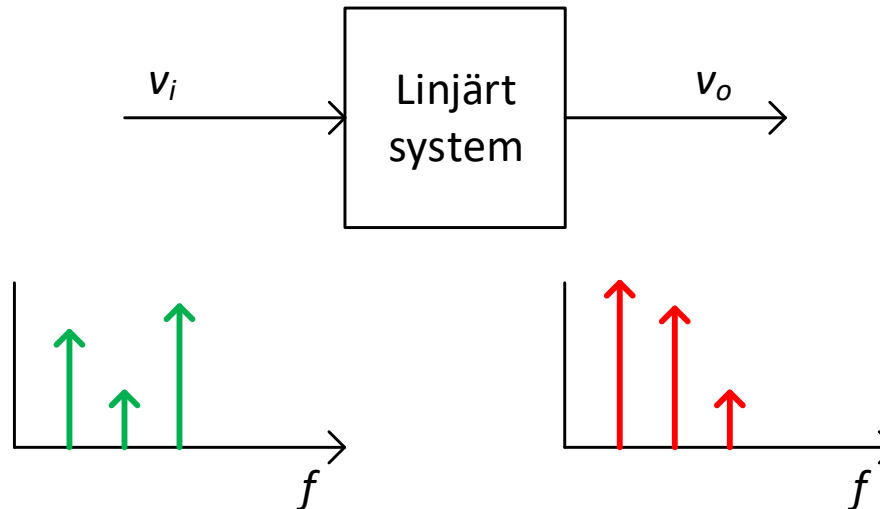
- Transistorer
 - Fälteffekttransistor (FET)
 - Bipolär transistor (BJT)
- Omvandlar DC effekt till RF effekt

Dagens föreläsning

- Ickelinjära effekter
- Förstärkningskompression
- Intermodulation
- Tredje ordningens skärningspunkt OIP3

Linjära system

- Sinus in sinus ut (SISO)
 - Systemet kan ha komplex förstärkning
- Superposition för bestämning av frekvenssvar

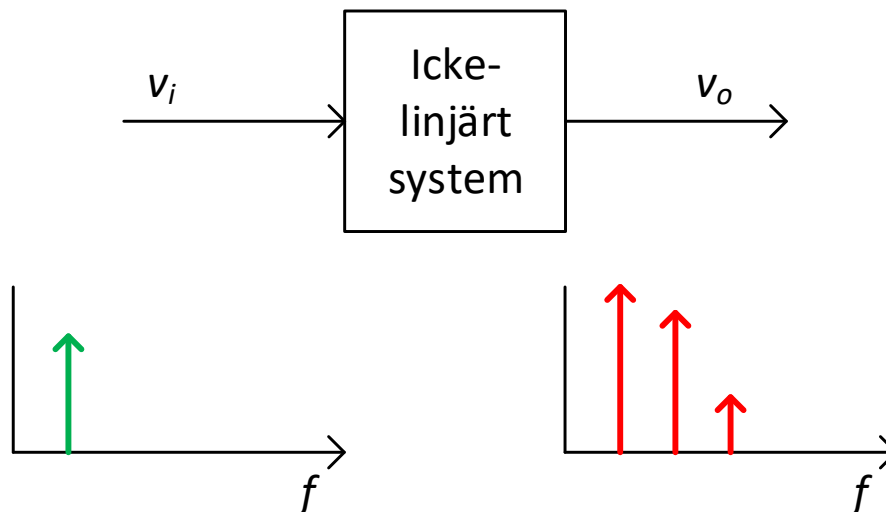


Linjär analys

- S-parametrar
 - Bygger på superposition för bestämning av frekvenssvar
 - VNA mäter enbart vid excitationsfrekvensen
 - Komplett linjär modell av ett linjärt system
- Småsignalmodell
 - Beskriver en transistor i termer av diskreta komponenter

Ickelinjära system

- Periodisk insignal samma period ut (PISPO)
 - Ej kaotiska system
- Superposition gäller inte längre
- Högre ordningens harmoniska komponenter



Ickelinjär analys

- Mätning av ström- och spänningsvågformer
 - Bredbandiga mätsystem nödvändiga
 - Svårt vid höga frekvenser
- Storsignalmodell
 - Strömuttryck (trans- och utgångskonduktans)
 - Laddningsuttryck (kapacitanser)

Analys av icke-linjärt system

- Utsignalen kan beskrivas som en taylorserie

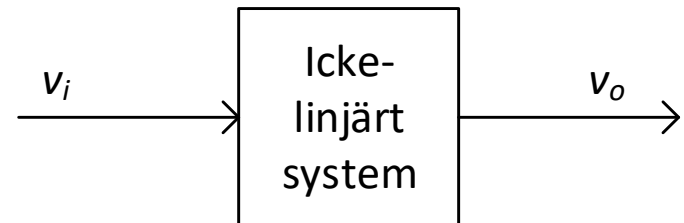
$$v_o = a_0 + a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots$$

- Där taylorkomponenterna är följande

$$a_0 = v_o(0) \quad \text{DC komponent}$$

$$a_1 = \left. \frac{dv_o}{dv_i} \right|_{v_i=0} \quad \text{Linjär komponent}$$

$$a_2 = \left. \frac{d^2 v_o}{dv_i^2} \right|_{v_i=0} \quad \text{Kvadratisk komponent}$$



Förstärkningskompression

- En förstärkare drivs av en ren sinussignal

$$v_i = V_0 \cos \omega_0 t$$

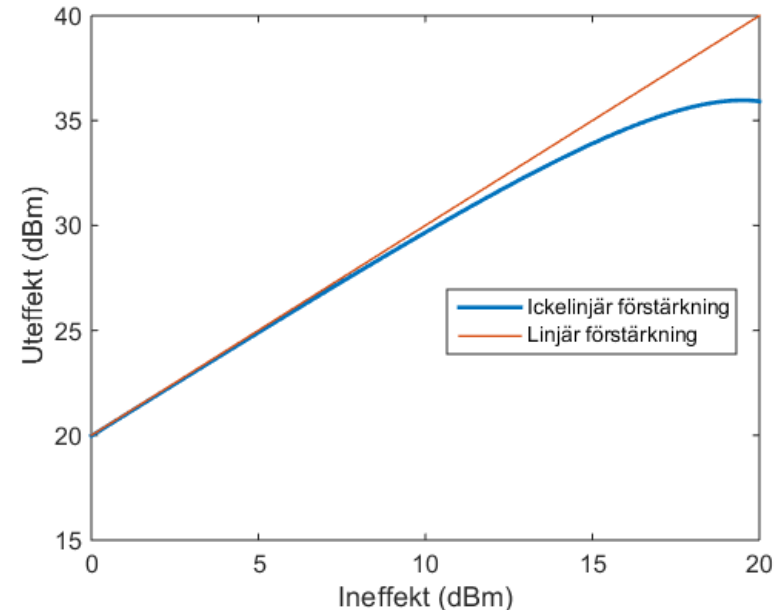
- Utsignalen ges av

$$v_0 = a_0 + a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots$$

- Vilket ger förstärkningen

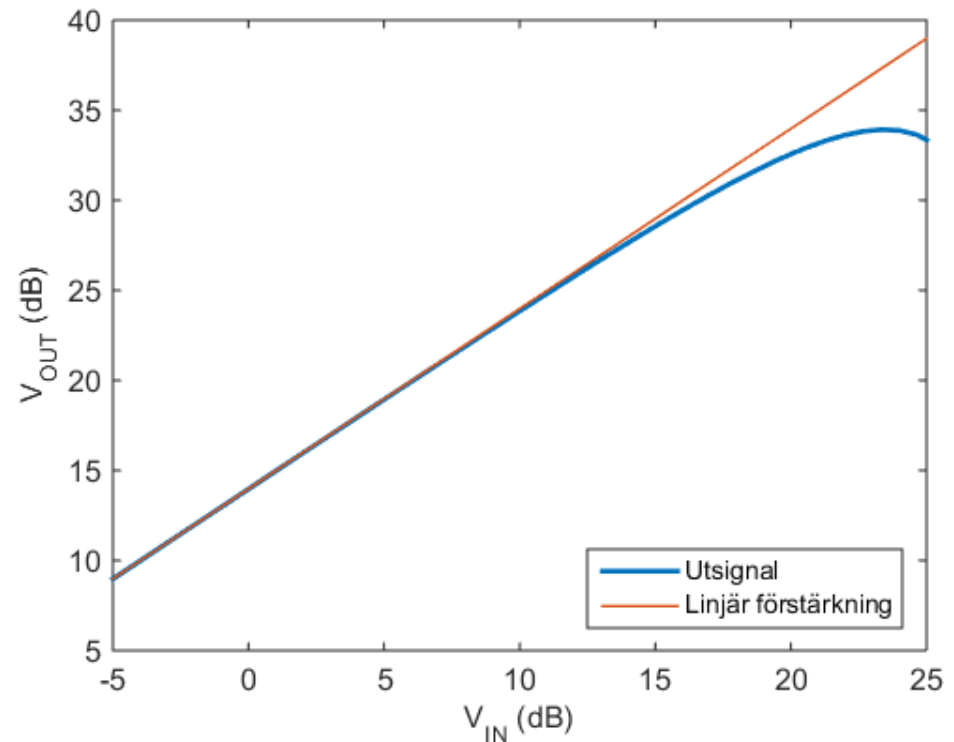
$$G_v = \frac{v_0(\omega_0)}{v_i(\omega_0)} = a_1 + \frac{3}{4} a_3 V_0^2$$

- a_3 är negativ



1 dB kompression

- Godhetstal för effektförstärkare
- Definierad när uteffekten är 1 dB lägre än idealt
 - Förstärkningen 1dB lägre än den linjära förstärkningen



Intermodulation

- En förstärkare drivs av två sinussignaler

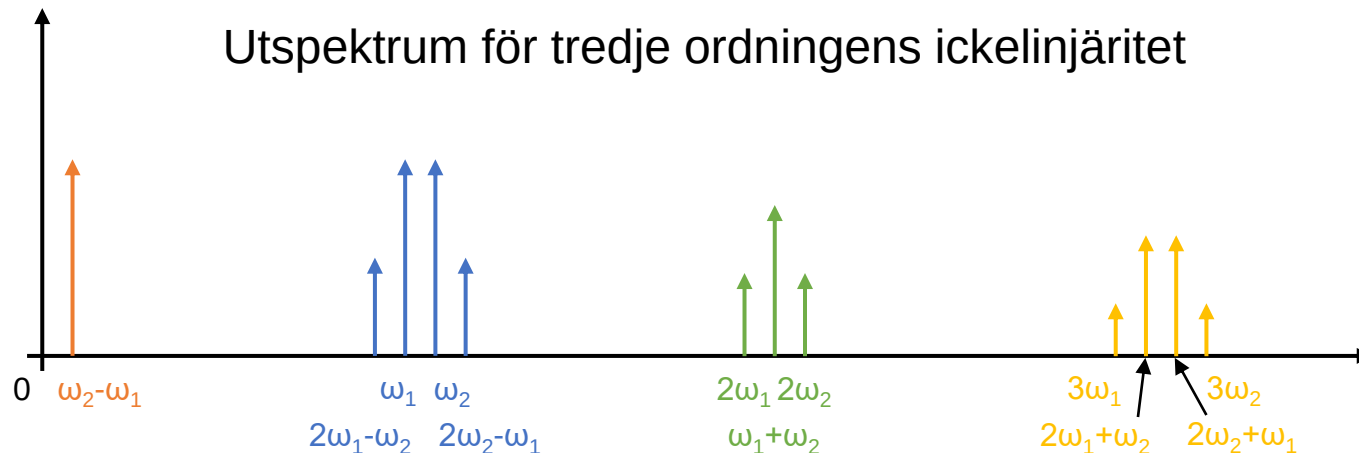
$$v_i = V_0(\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t)$$

- Utsignalen ges av

$$\begin{aligned} v_0 = & a_0 + a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots = a_0 + a_1 V_0 (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) \\ & + a_2 V_0^2 \left(1 + \frac{\cos 2\omega_1 t + \cos 2\omega_2 t}{2} + \cos(\omega_1 - \omega_2)t + \cos(\omega_1 + \omega_2)t \right) \\ & + \frac{a_3 V_0^3}{4} (9 \cos \omega_1 t + \cos 3\omega_1 t + 9 \cos \omega_2 t + \cos 3\omega_2 t) \\ & + \frac{3a_3 V_0^3}{4} (\cos(2\omega_1 - \omega_2) + \cos(2\omega_1 + \omega_2) + \cos(2\omega_2 - \omega_1) + \cos(2\omega_2 + \omega_1)) + \dots \end{aligned}$$

Intermodulation

- Ut spektrumet består av toner enligt $m\omega_1 + n\omega_2$
- Där den ickelinjära ordningen ges av $|m| + |n|$



Tredje ordningens skärningspunkt

- En förstärkare drivs av två sinussignaler

$$v_i = V_0 (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t)$$

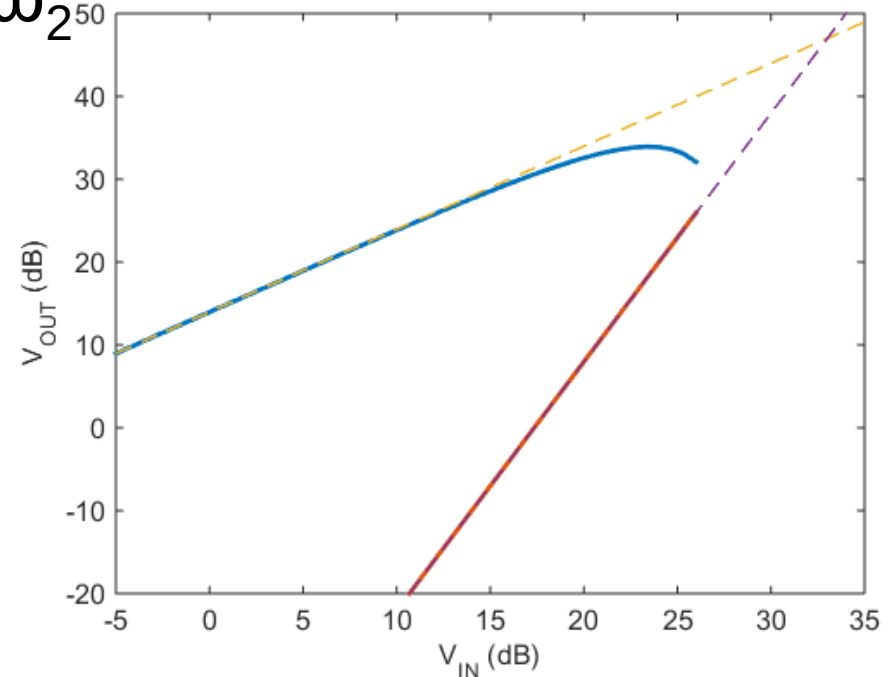
- Effekt vid ω_1 och $2\omega_1 - \omega_2$

$$P_{\omega_1} = \frac{(a_1 V_0)^2}{2}$$

$$P_{2\omega_1 - \omega_2} = \frac{\left(\frac{3}{4} a_3 V_0^3\right)^2}{2}$$

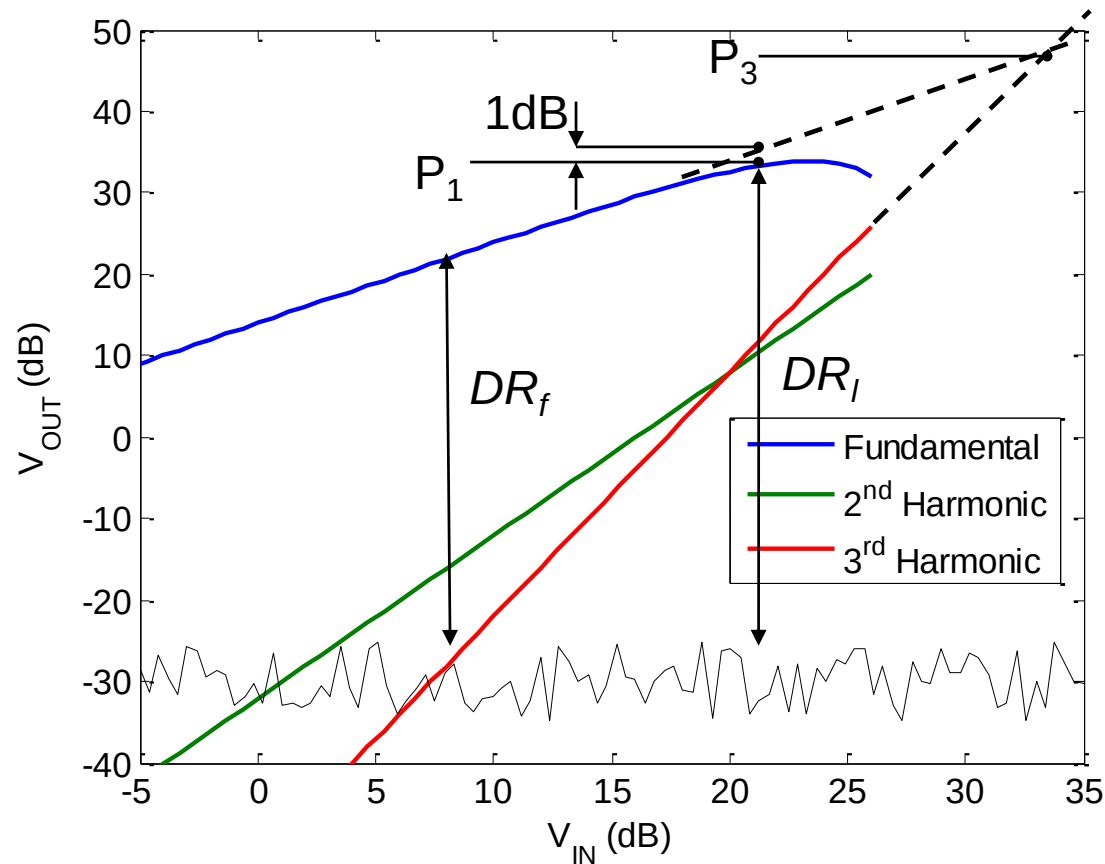
- OIP3 i dBm ges av

$$OIP_3 = \frac{3P_{\omega_1} - P_{2\omega_1 - \omega_2}}{2}$$



Dynamiskt område

Går igenom exempel 3.6 i Pozar



Sammanfattning

- Alla komponenter är icke linjära
 - Många kan approximeras med linjära modeller
- Godhetstal för förstärkare
 - P1dB (P1), 1 dB kompressionspunkten
 - OIP3 (P3), tredje ordningens skärningspunkt
 - Refereras till utgång (OIP3) eller ingång (IIP3)
 - DRf, dynamiskt område fritt från spuriöser