

Senaste föreläsning

Föreläsning 13

Oscillatorer

Kapitel 8.1 – 8.2

- Blandare (Mixer)
 - Utnyttja icke linjära karakteristiken i en komponent
 - Andra ordningens icke linjäritet skapar summa och skillnadsfrekvens
 - Spegelfrekvens
 - Konverteringsförluster/förstärkning
 - Diod- eller FET-blandare

Mattias Thorsell

1



Mattias Thorsell

2



Dagens föreläsning

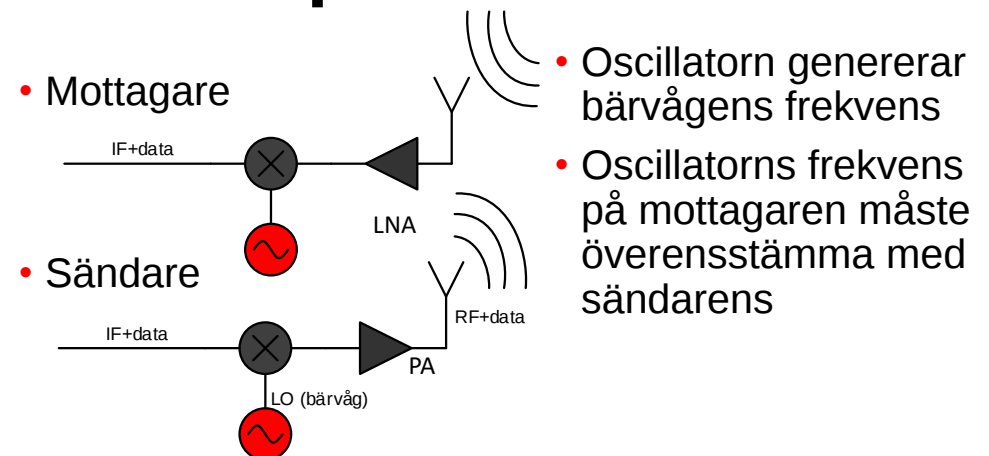
- Signalgenerering
- Fasbrus
- Villkor för oscillation
- Oscillatordesign
 - Negativ resistansoscillator

Mattias Thorsell

3



Sändar-mottagare på blockrepresentation



Mattias Thorsell

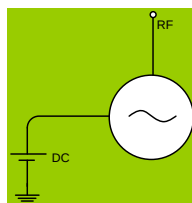
4



Oscillatorn

- En oscillator är en icke-stabil självsvängande förstärkare
- Oscillatorn är nödvändig för att generera bärvåg i sändaren samt en referens för nedblandning i mottagaren
- Spänningsstyrd oscillator -VCO efter engelskans voltage controlled oscillator

En oscillator konverterar en DC signal
Till en mikrovågssignal

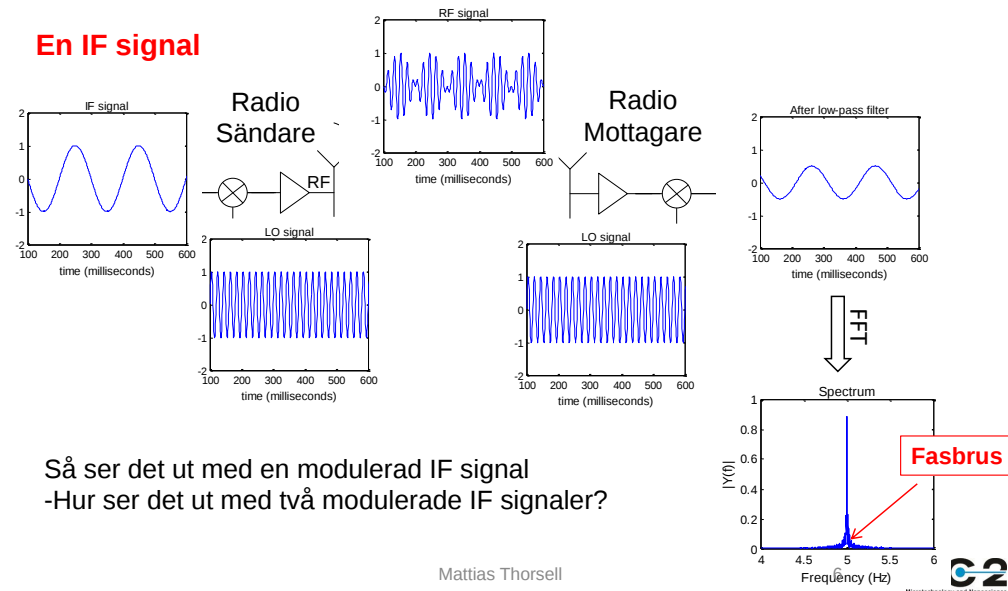


Mattias Thorsell

5

Varför behövs oscillatorer

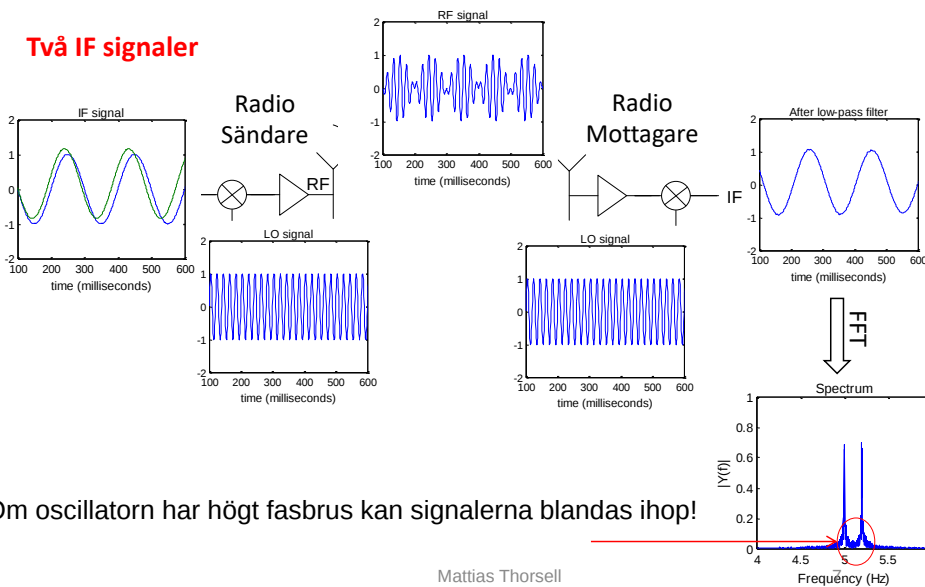
En IF signal



Mattias Thorsell

Krav på en oscillator

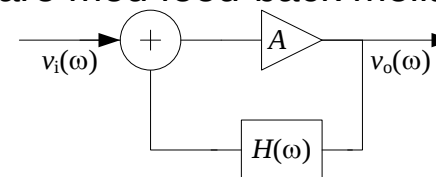
Två IF signaler



Mattias Thorsell

Modell av en oscillator

- Förstärkare med feed-back mellan utgång och ingång



- Överföringsfunktion
- $$V_o(\omega) = \frac{A}{1 - AH(\omega)} V_i(\omega)$$

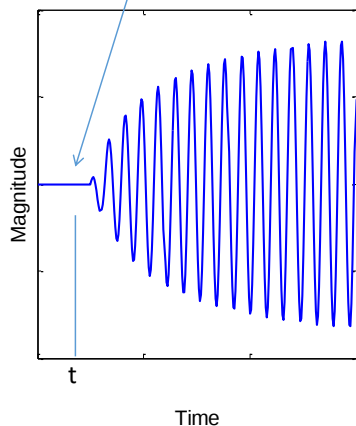
- Villkor för oscillation
 - Barkhaussens kriterium $1 - AH(\omega) = 0$

Mattias Thorsell

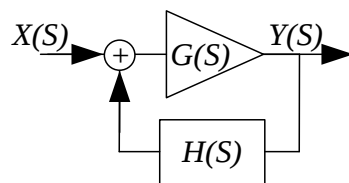
8

Oscillatorns transientsvar

Brus utifrån startar oscillationen



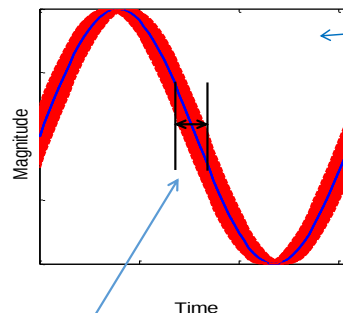
- Amplituden ökar till mättnad
- Stabilt tillstånd uppnås
 - Små frekvens och amplitudvariationer
 - Frekvensvariationer kallas jitter eller fasbrus



Mattias Thorsell

9

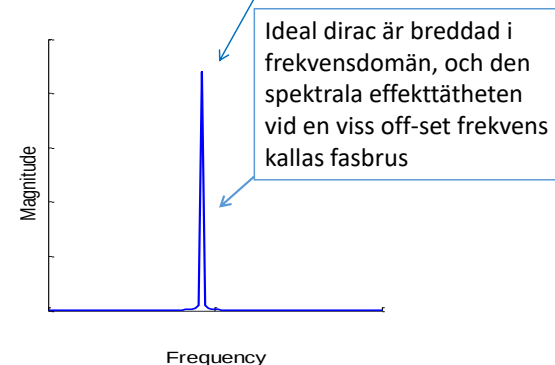
Frekvensstabilitet



En ren sinus blir otydlig och standardavvikelsen av nollgenomgångens kallas jitter

$$X_{in}(I_0, j\omega_0) + X_L(j\omega_0) = 0$$

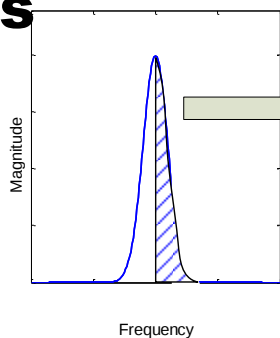
Frekvensstabiliteten hos en oscillator uttrycks i tiddomän som jitter, eller i frekvensdomän som fasbrus



Mattias Thorsell

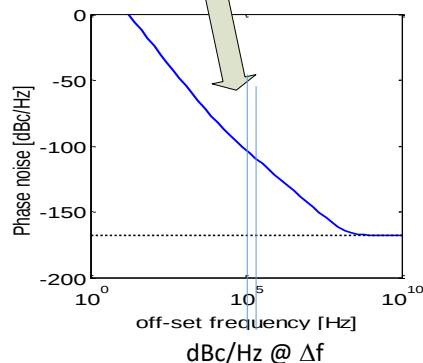
10

Fasbrus



Fasbrus presenteras generellt som ena sidbandets spektrala effektdensitet normaliserat till totala effekten i bärvågen (dBc/Hz @ Δf) (plottas normalt i log-skala)

Fasbruset (breddningen av linjebredden) är till stor del på grund av förluster i resonatorn, alltså Q-faktor

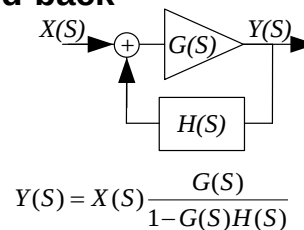


Mattias Thorsell

11

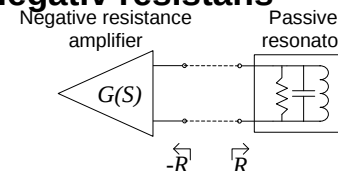
Oscillatorer

Feed-back



- Positiv feedback förstärkare med oändlig förstärkning
- $1 - G(s)H(s) = 0$ (1)
- Om (1) är uppfylld vid en viss frekvens så kan oscillation spontant uppstå

Negativ resistans



$$X_{in}(I_0, j\omega_0) + X_L(j\omega_0) = 0$$

$$R_{in}(I_0, j\omega_0) + R_L = 0$$

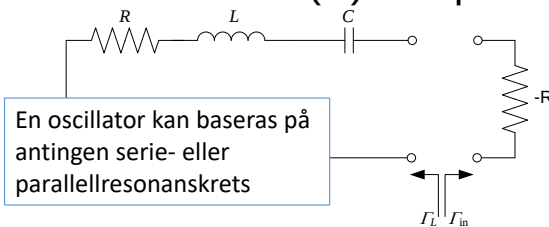
- En passiv resonator sätter frekvensen
- Aktiv krets (reflektions förstärkare/ negativ resistans) injicerar energi för att kompensera förluster

Mattias Thorsell

12

Negativ-resistans oscillatorer vid steady-state oscillation

- Reflektionsförstärkaren kompenserar för förlusterna (R) i en passiv resonator



Den negativa resistansen neutraliserar dämpningen i resonatorn så att oscillation kan uppstå vid

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Förluster kan anges i form av "quality (Q) factor" som kan uttryckas i R

$$Q = \omega \frac{\text{stored energy}}{\text{dissipated power}} \quad Q = \omega_0 CR = \frac{R}{\omega_0 L}$$

Högt Q innebär små förluster
→ lågbrusig oscillator

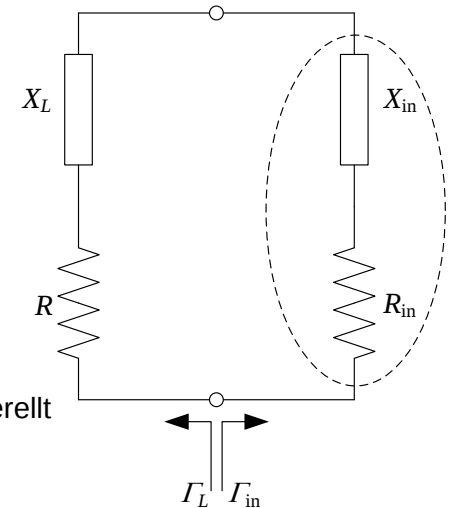
Negativ resistans oscillator

- Vilkoret för oscillation kan skrivas:

$$\begin{cases} (Z_L + Z_{in})I = 0, \\ I \neq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_L + R_{in} = 0 \\ X_L + X_{in} = 0 \end{cases}$$

Detta gäller för steady-state oscillation
För att oscillation skall starta krävs generellt $R_{in} < -R_L$

Tumregel: Designa för $R_{in} = -3R_L$

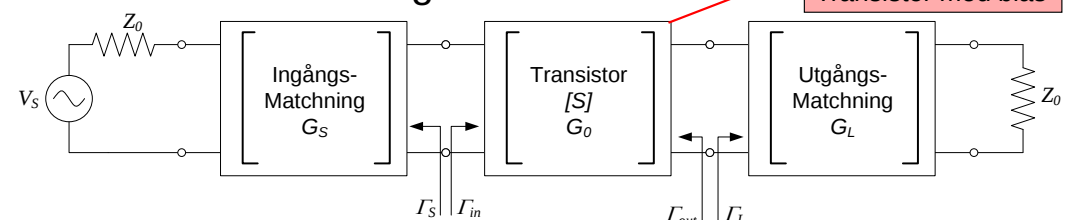


Start-upp för oscillator

- Initialt $R_{in}(I, j\omega) + R_L < 0$
 - Extern störning startar oscillatorn vid frekvens som uppfyller $X_{in}(I, j\omega) + X_L(j\omega) = 0$
- När strömmen ökar i kretsen så minskar $R_{in}(I, j\omega)$ till dess $R_{in}(I_0, j\omega_0) + R_L = 0$
 - Då fås steady-state oscillation vid frekvens som uppfyller $X_{in}(I_0, j\omega_0) + X_L(j\omega_0) = 0$
 - Frekvensen vid start upp skiljer sig i regel från frekvensen vid steady-state pga strömberoende X_{in}
 $X_{in}(I, j\omega) \neq X_{in}(I_0, j\omega_0)$

En förstärkare, återblick

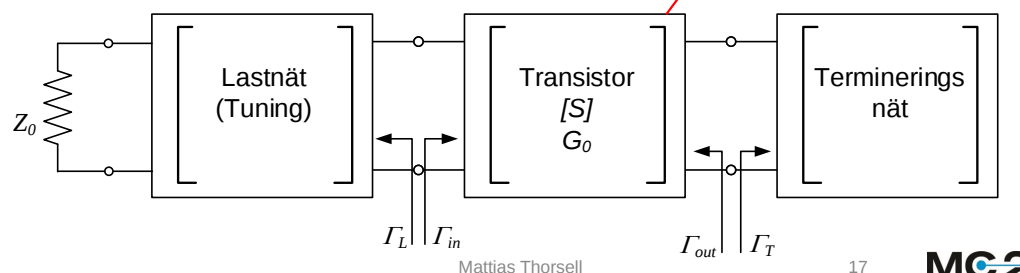
- En förstärkare består av
 - Stabil transistor med biaseringsnät
 - Matchningsnät för ingång och utgång
- Förstärker en signal



$$G_T = \frac{P_L}{P_{avs}} = \frac{(1 - |\Gamma_S|^2)}{|1 - \Gamma_S \Gamma_{in}|^2} |S_{21}|^2 \frac{(1 - |\Gamma_L|^2)}{|1 - S_{22} \Gamma_L|^2} = G_S G_0 G_L$$

Negativ resistans oscillator

- En oscillator består av
 - Transistor med biaseringsnät
 - Termineringsnät på utgång (ingång)
 - Lastnät på ingång (utgång)
- Genererar en signal

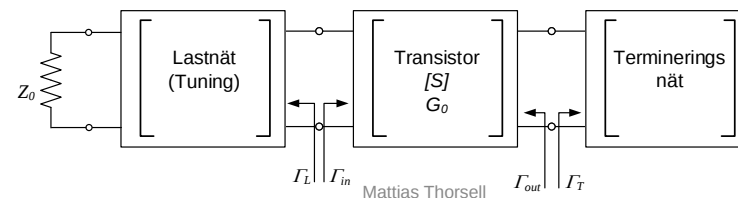


Mattias Thorsell

17

Design av oscillator

- Terminera transistorns utgång (ingång) med en last som gör att den blir instabil
- Realdelen av ingångsimpedansen blir då negativ,
- På ingången designas sedan ett frekvensväljande nät (resonator) som sätter oscillationsfrekvensen



Mattias Thorsell

18

Oscillationsvillkor

- Vid steady-state oscillation gäller

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_C}{Z_L + Z_C} = \{Z_L = -Z_{in}\} = \frac{-Z_{in} - Z_C}{-Z_{in} + Z_C} = \frac{Z_{in} + Z_C}{Z_{in} - Z_C} = \frac{1}{\Gamma_{in}}$$

$$\Rightarrow \Gamma_L \Gamma_{in} = 1$$

$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_T}{1 - S_{22}\Gamma_T} = \frac{S_{11} - \Delta\Gamma_T}{1 - S_{22}\Gamma_T}$$

- På samma sätt

$$\Gamma_T = \frac{1 - S_{11}\Gamma_L}{S_{22} - \Delta\Gamma_L}$$

$$\Gamma_{out} = S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{11}\Gamma_L} = \frac{S_{22} - \Delta\Gamma_L}{1 - S_{11}\Gamma_L}$$

$$\Gamma_{out}\Gamma_T = 1$$

Mattias Thorsell

19

Oscillatordesign

- Börja med att hitta en instabil utgångsterminering Γ_T för transistorn
 - Alternativ ingångsterminering
- Beräkna ingångsimpedansen Z_{in}
 - Alternativt utgångsimpedans Z_{ut}
- Välj en lastimpedans Z_L för ingången så att oscillationsvillkoret uppfylls
 - Alternativt utgången

$$R_L = -R_{in}/3$$

$$X_L = -X_{in}$$

Mattias Thorsell

20

Övning

- Designa en Oscillator vid 1 GHz
 - Använd ATF-55143
- S-parametrar vid $V_{DS} = 2V$, $I_{DS} = 10mA$

$$S = \begin{bmatrix} 0.82 \angle -58^\circ & 0.04 \angle 57^\circ \\ 10.56 \angle 128^\circ & 0.62 \angle -38^\circ \end{bmatrix}$$

Sammanfattning

- Oscillator är en självsvängande förstärkare
- Används för LO generering i sändare/mottagare
- Fasbrus
- Oscillationsvillkor

$$X_{in}(I_0, j\omega_0) + X_L(j\omega_0) = 0$$

$$R_{in}(I_0, j\omega_0) + R_L = 0$$