

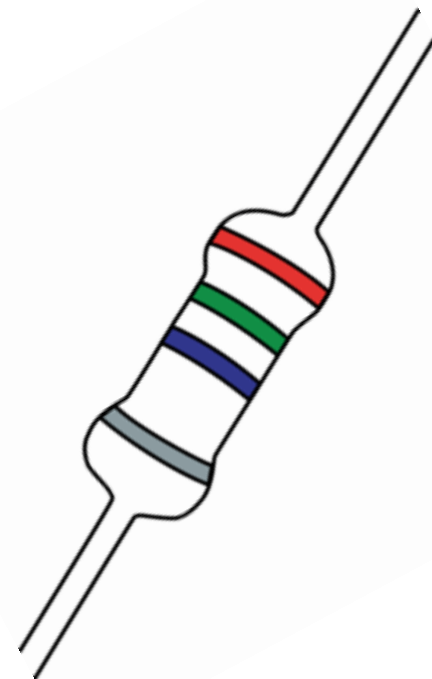
Föreläsning 10

Filter

Lågpasfilter

Högpasfilter
(Allpasfilter)

Bodediagram



Hambley
307-332

Laboration 2

Förberedelseuppgifter!

(Ingen anmälan till labben – gör på tillfälle för övningsgrupp)

Behöver vara gjorda innan laborationen : miniprov (dugga) för att att få göra labben!

Mall till rapport på hemsidan – följ mallen!

En tentamensuppgift kommer att vara relaterad till laborationen. Skriv rapporten i tid!

Labbrapport

Skicka in *en vecka* efter laborationen

Rättning kommer efter en vecka

Maximalt två returer –(en vecka efter retur):

Överföringsfunktion - frekvensdomän



$$H(j\omega) = \frac{V_{ut}}{V_{in}} = |H|e^{j \arg(H)}$$

Amplitud: $|H|$

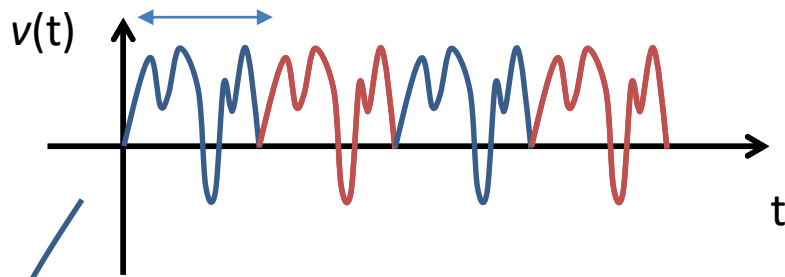
Fas: $\arg(H)$

$$v_{in}(t) = V_0 \cos(\omega t)$$

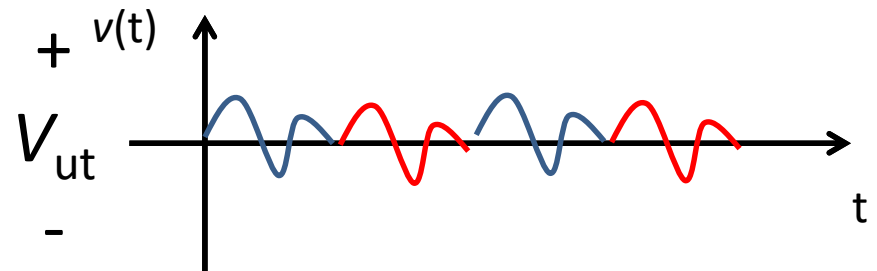
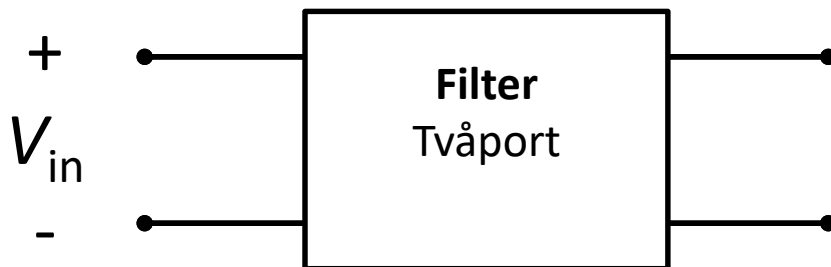
$$v_{ut}(t) = |H|V_0 \cos(\omega t + \arg(H))$$

Fourierserier - Filter

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{n\pi}{T}t\right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{n\pi}{T}t\right) \quad \omega_n = \frac{n\pi}{T}$$



Alla (realiserbara) periodiska signaler kan skrivas som en summa av sinus-och cosinustermer!



Filter



Ett filter:

- **Dämpar vissa frekvenser**
- **Släpper igenom andra**
- Oftast en fasförskjutning

Hur mycket dämpning / vilka frekvenser:

- Filtertyp
- Filterdesign

Första ordningens (passiva):

- Lågpas/Högpasfilter
- Decibel (dB)

Hur representerar vi
överföringsfunktioner grafiskt:

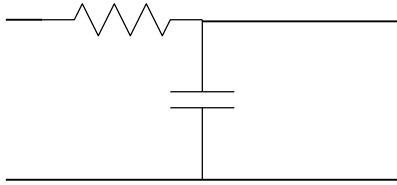
- Bode-diagram
- Exakt - *Approximativt*

Lätt att göra med dator:

Men – genom att skissa ett
Bodediagram kan vi få förståelse för
en krets!

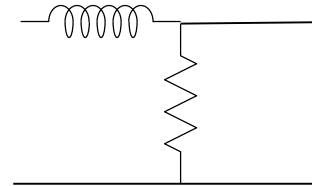
Användbart för snabba
approximationer!

Lågpassfilter – första ordningen



$$H = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$\omega_B = \frac{1}{RC}$$



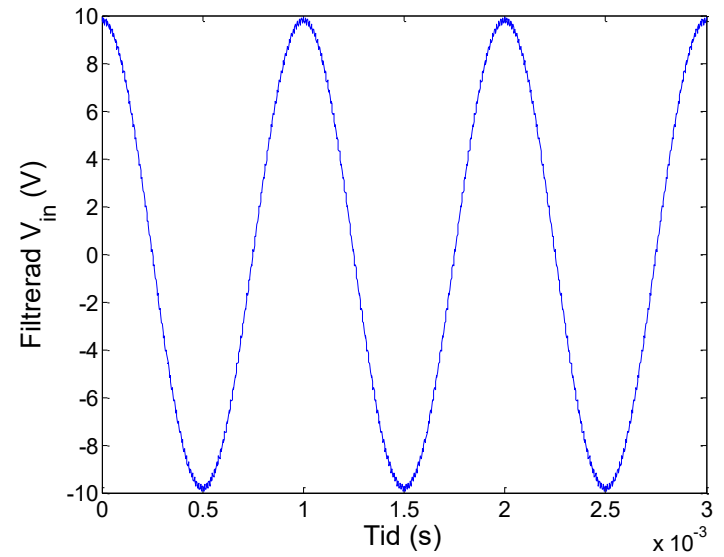
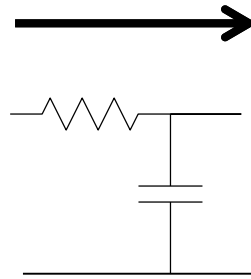
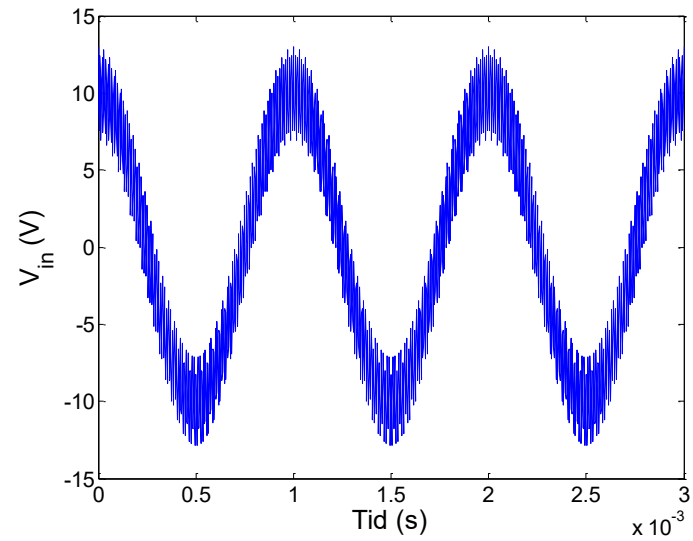
$$H = \frac{1}{1 + j\omega R/L}$$

$$\omega_B = \frac{R}{L}$$

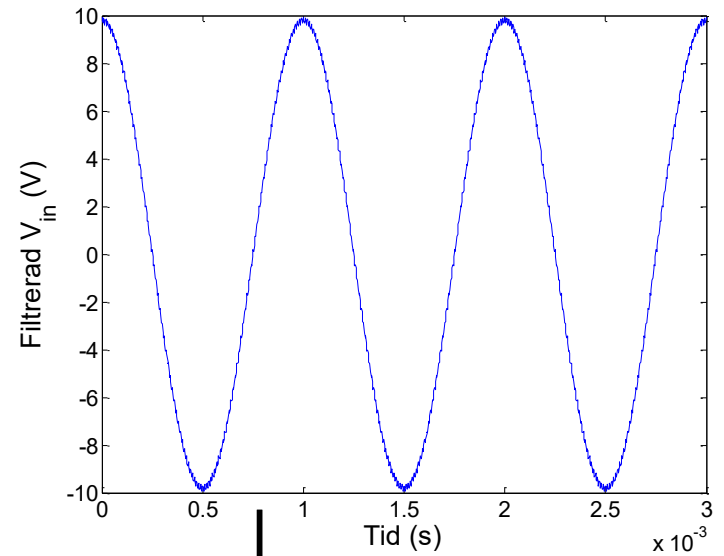
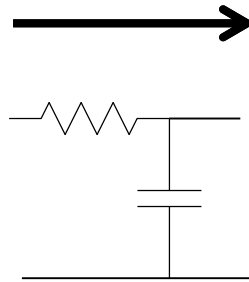
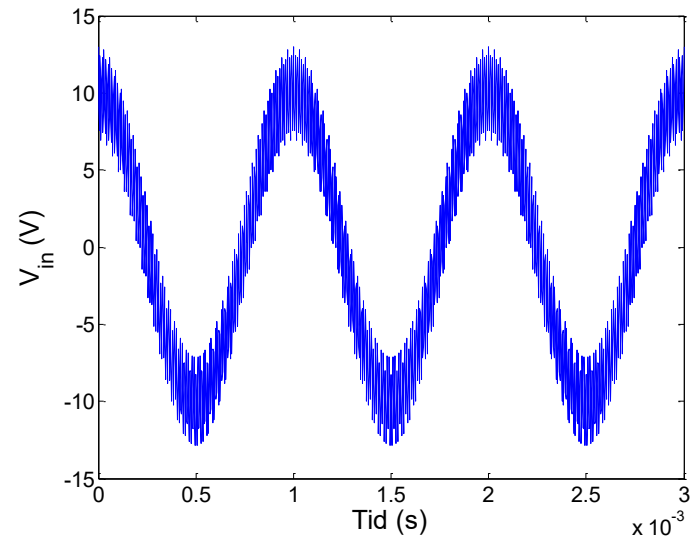
$$H = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_B}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_B}\right)^2}} e^{-j\arctan\frac{\omega}{\omega_B}}$$

**En spole har dock ofta
hög serieresistans – RC
är att föredra!**

Lågpassfiltrering



Lågpassfiltrering

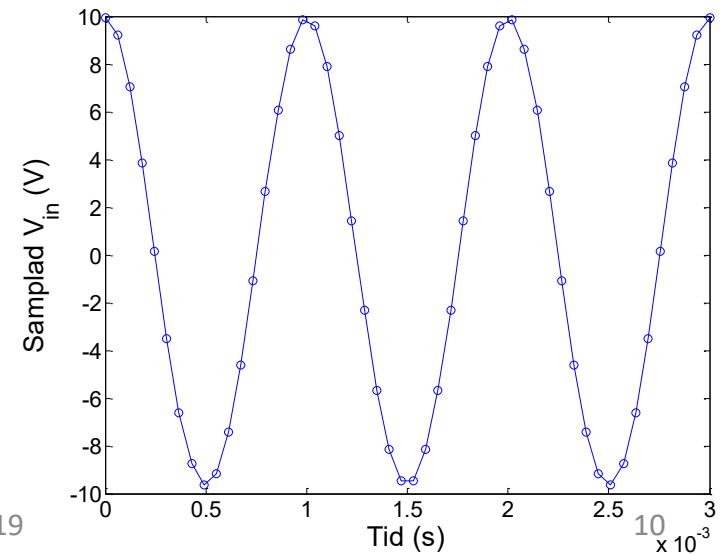


Lågfrekvent sampling

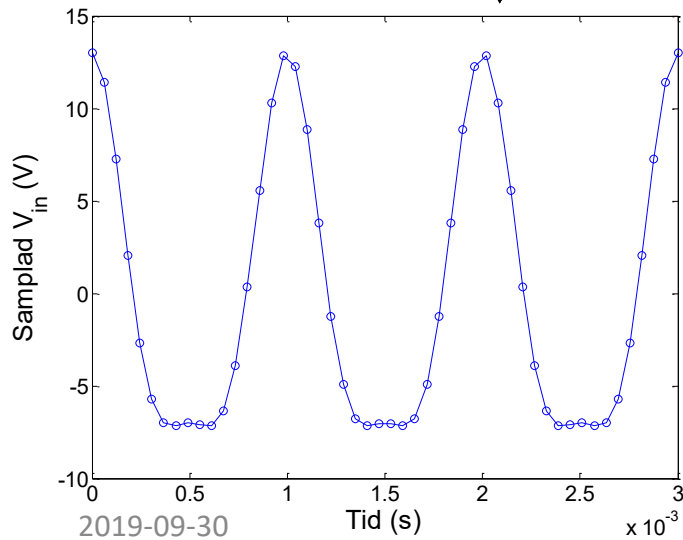
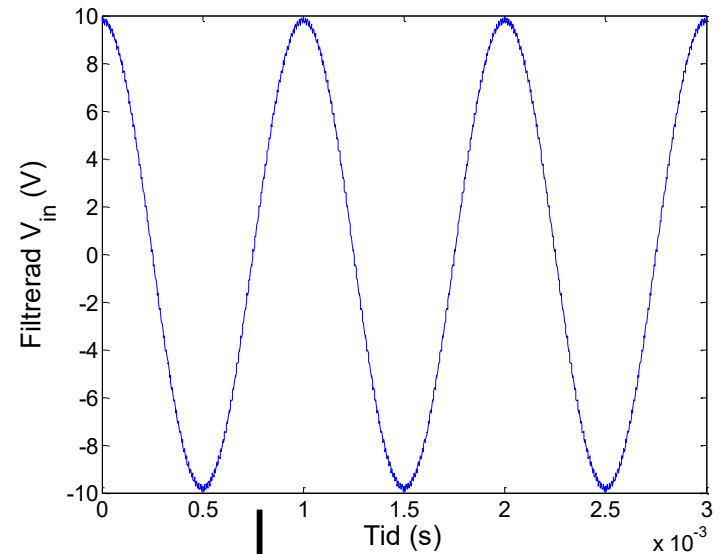
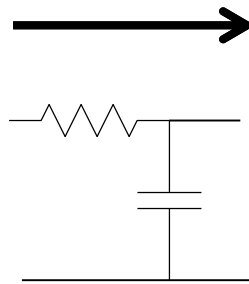
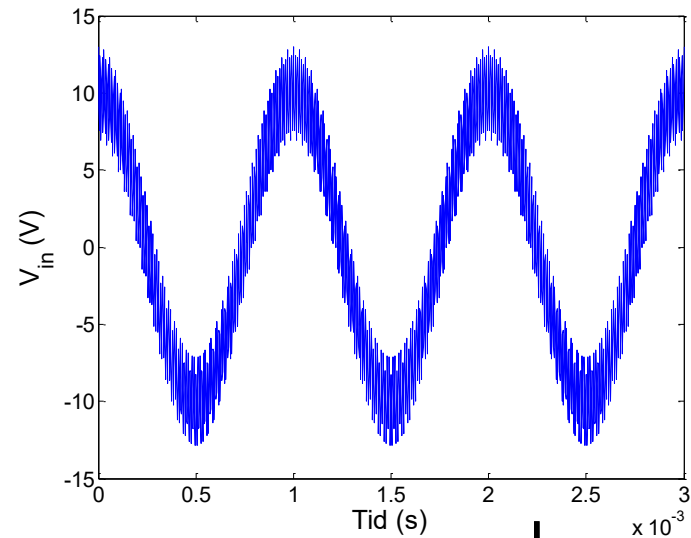
$$f_{\text{samp}} = 17 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 1 \text{ kHz}$$

$$f_2 = 100 \text{ kHz}$$



Lågpassfiltrering - Antialiaseringsfilter



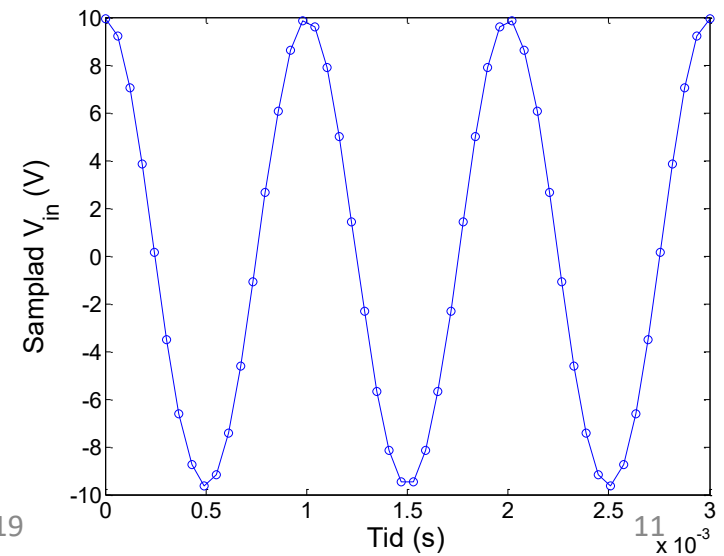
Sampling

$$f_{\text{samp}} = 17 \text{ kHz}$$

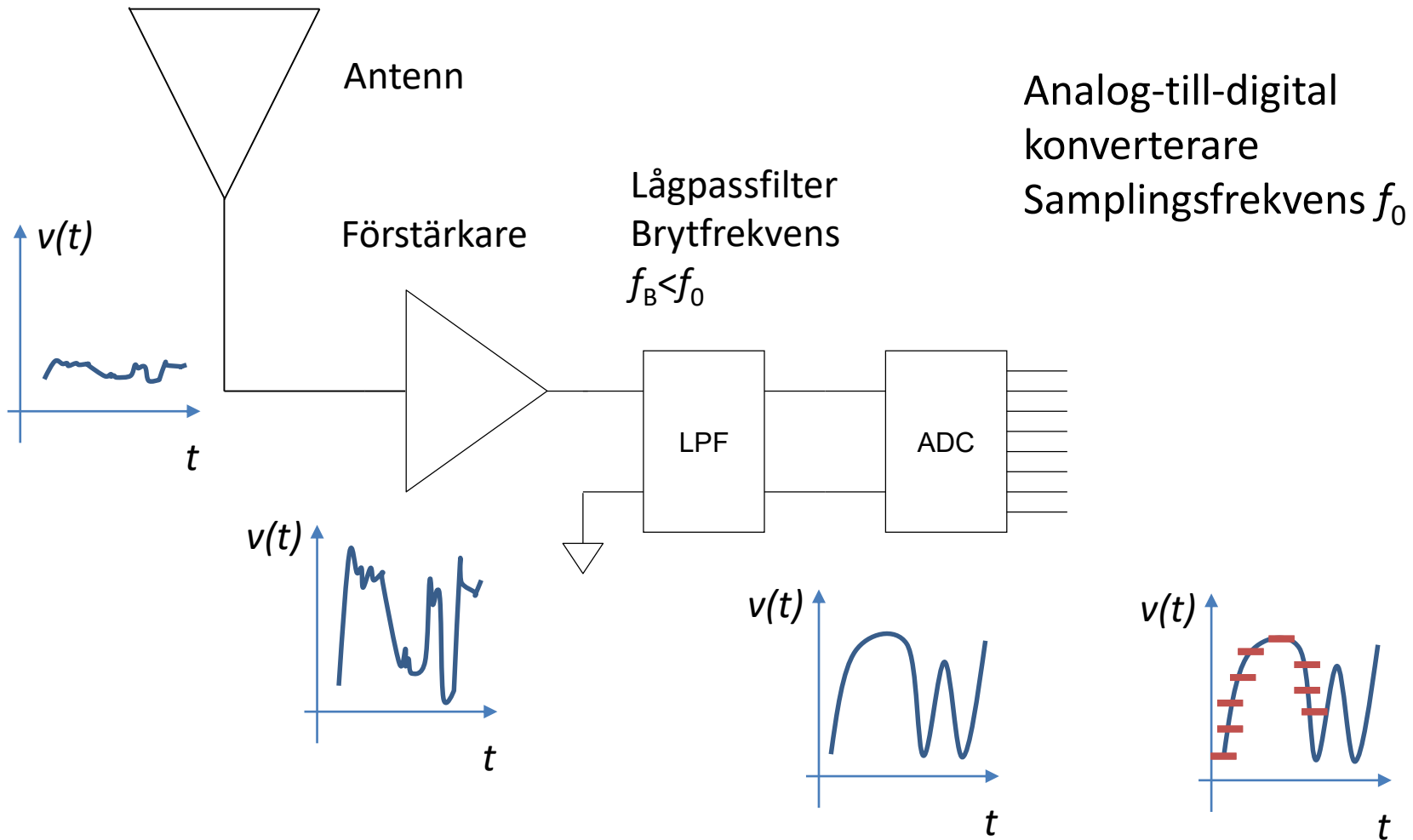
$$f_1 = 1 \text{ kHz}$$

$$f_2 = 100 \text{ kHz}$$

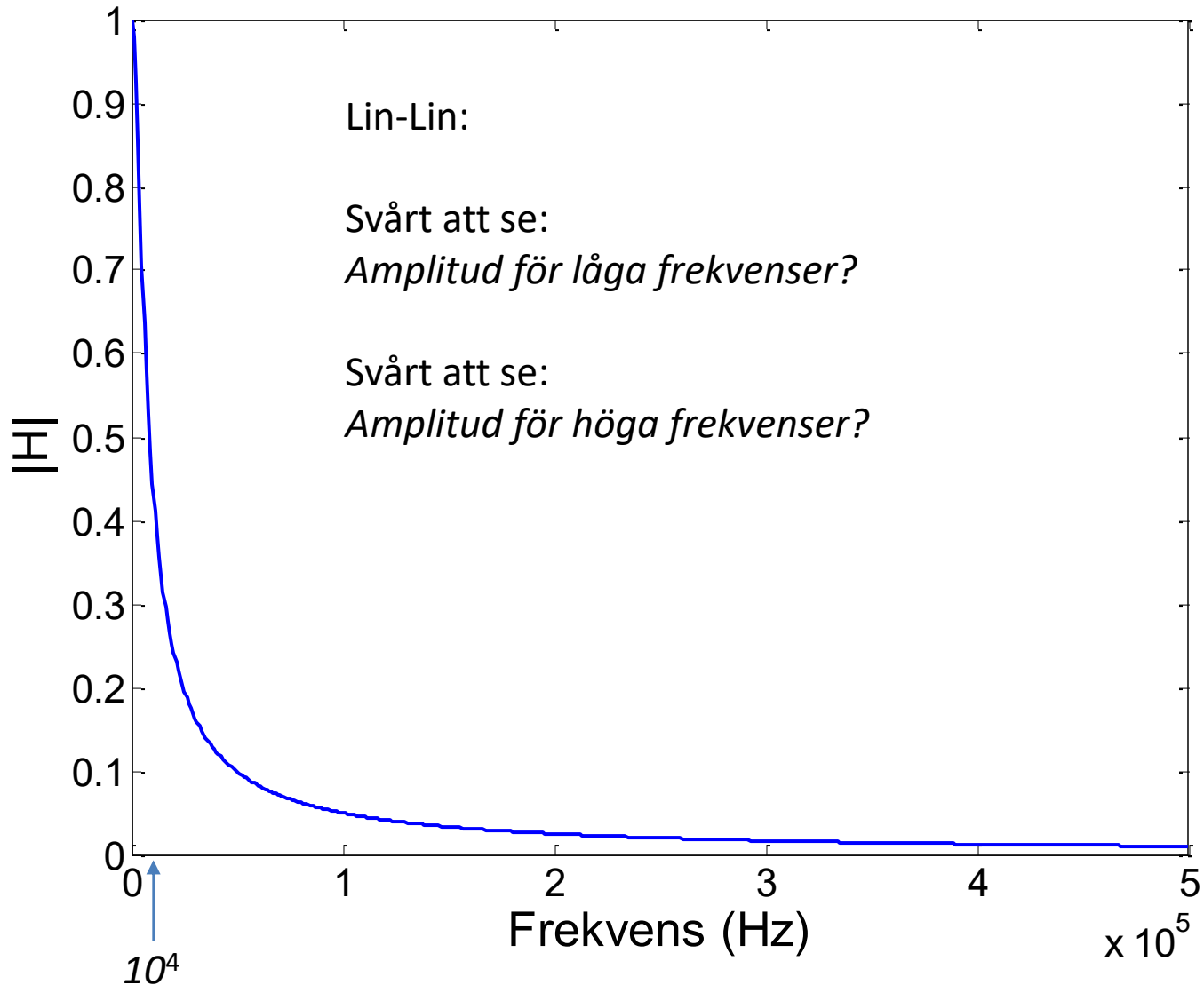
Korrekt signal bara
om $f_{\text{samp}} \geq f_{\text{sig}}/2$



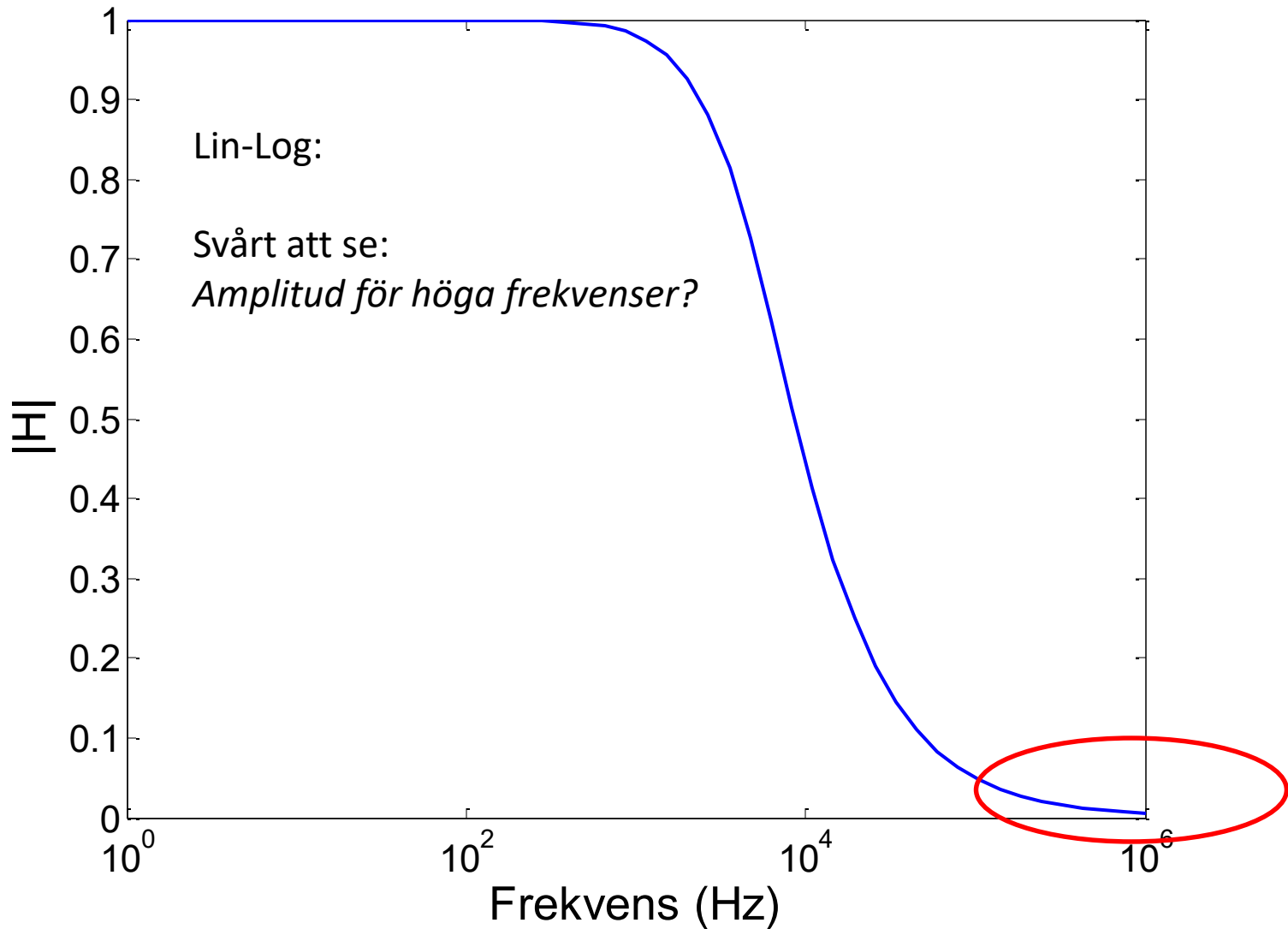
Förenklat mottagarsteg : trådlös kommunikation



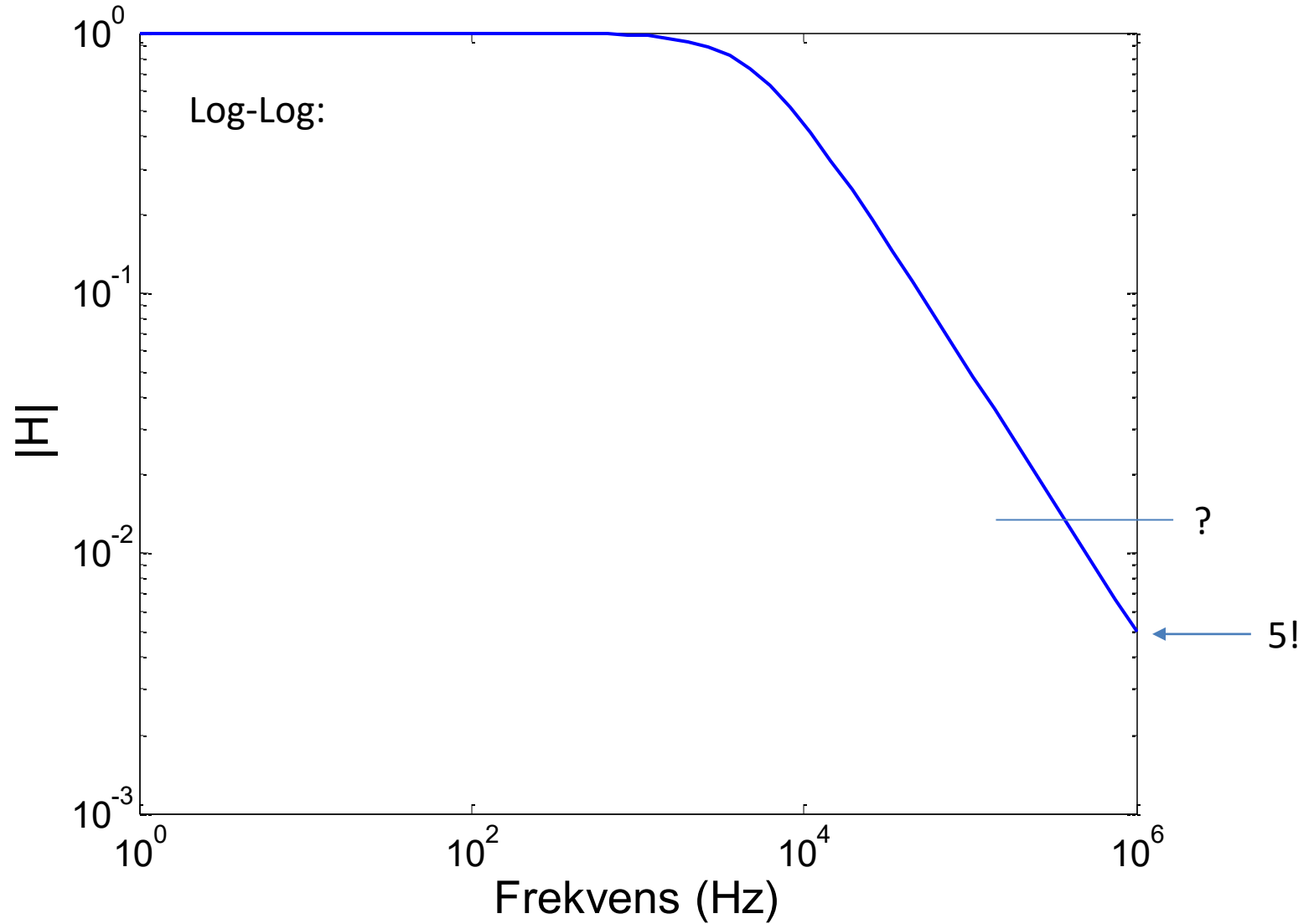
Lin-Lin plot



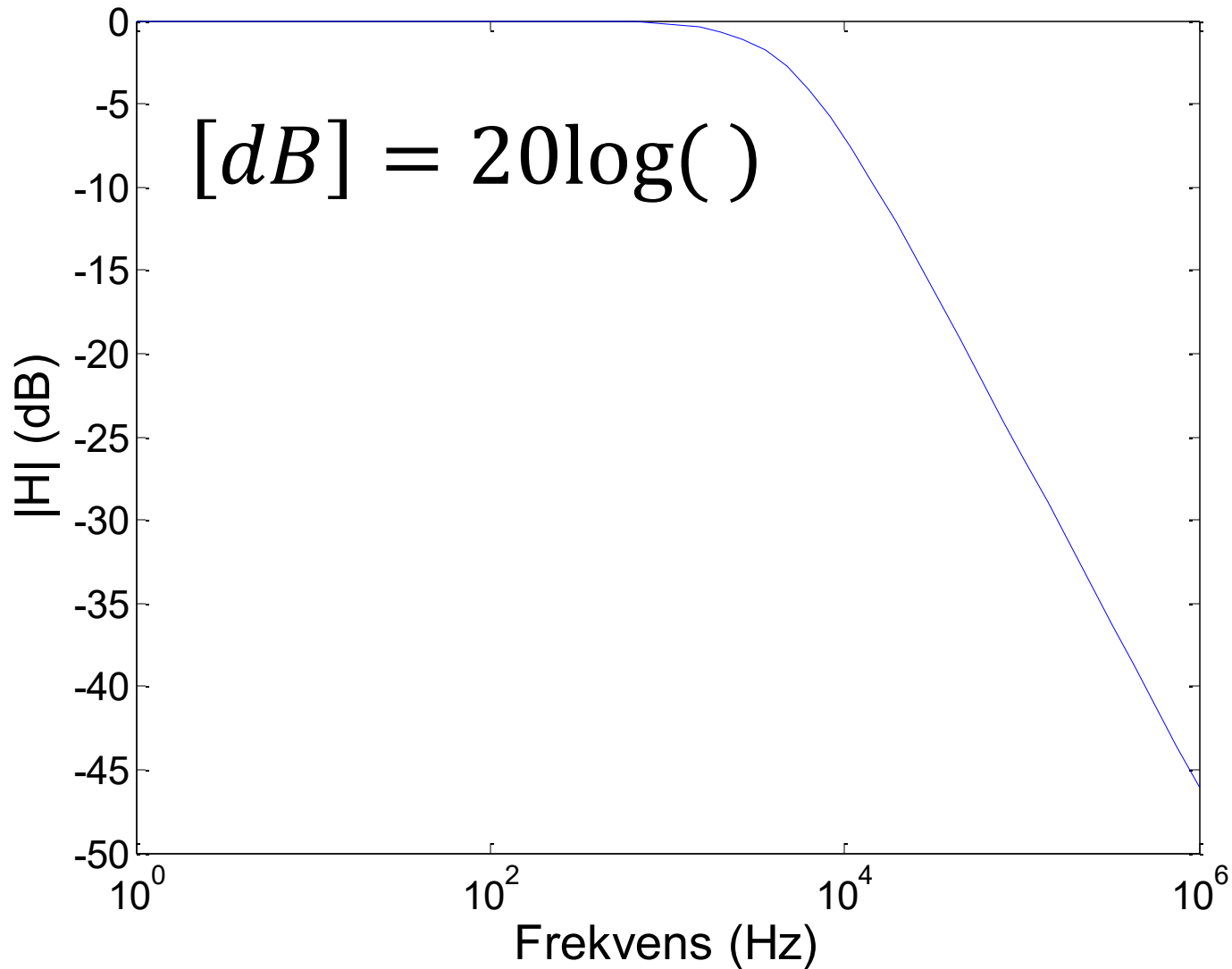
Lin-Log plot



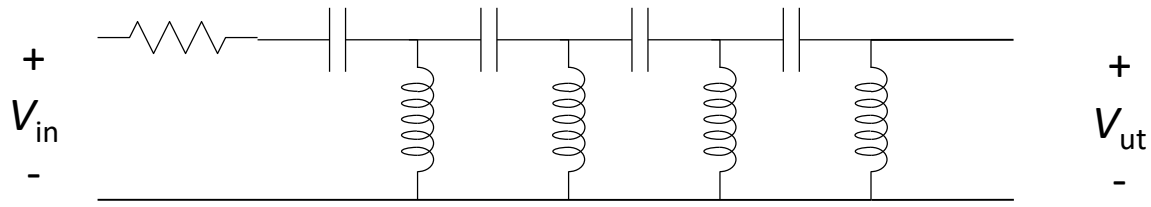
Log-Log plot



Bode-diagram



Filter (?)



Utan att göra några beräkningar - vilken typ av filter är detta?

- A) Lågpas
- B) Högpas
- C) Bandpass
- D) Bandspärr
- E) E???

Varför är fasen viktig?

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{n\pi}{T}t\right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{n\pi}{T}t\right)$$

↓
 H

$$f(t) = \frac{1}{2}b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos\left(\frac{n\pi}{T}t + \phi(n)\right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{n\pi}{T}t + \phi(n)\right)$$

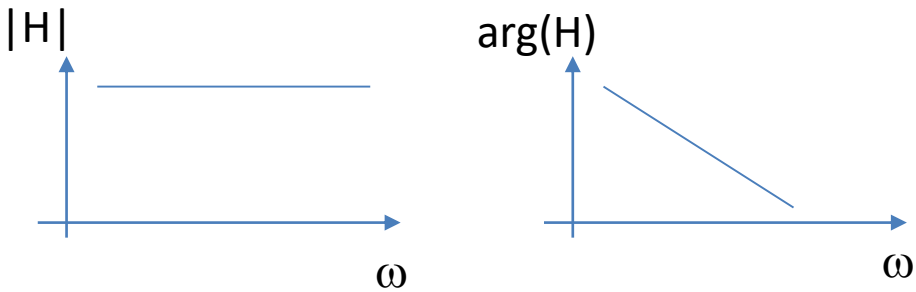
Olika fasförskjutning i de vid olika frekvenser – vågformen kan bli påverkat på ett felaktigt sätt.

Linjär fasfunktion $\arg(H) = \alpha\omega$ är oftast önskvärd!

$$\tau_{\omega} = \frac{d}{d\omega}(\arg(H)) = \alpha$$

Motsvarar en bara fördröjning av signalen med en tid τ_{ω} .

All-pass-filter : Linjär fasförskjutning



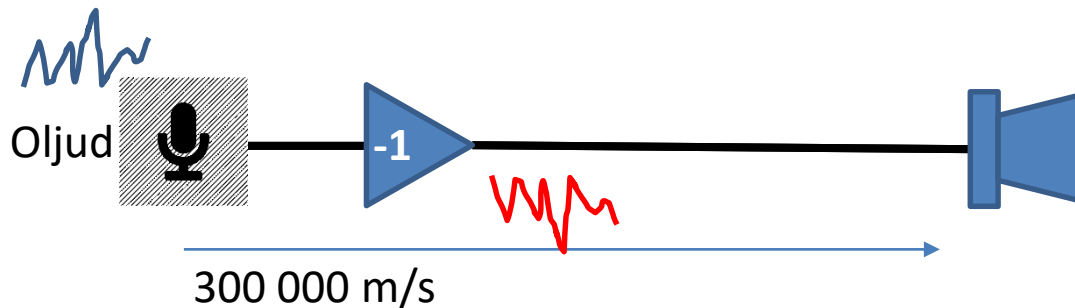
$$\tau_{\omega} = \frac{d}{d\omega} (\arg(H)) = \alpha$$

En signal släpps igenom filtret – fast fördröjd med tiden τ_{ω} !

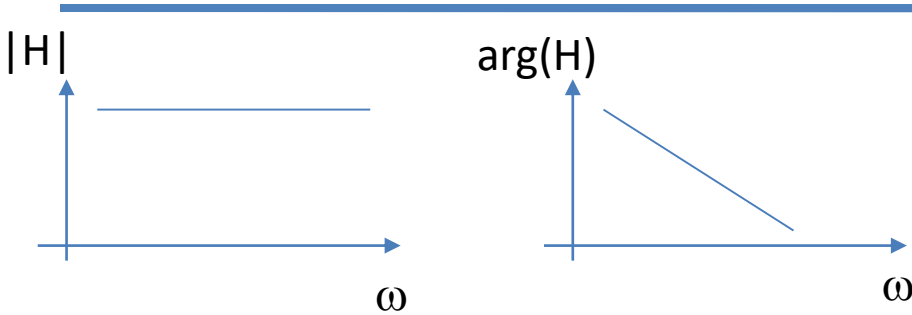
En applikation - brusreducerande hörlurar



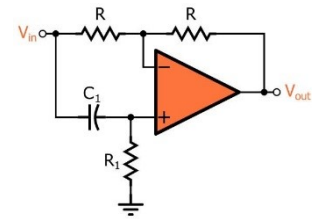
340 m/s



All-pass-filter

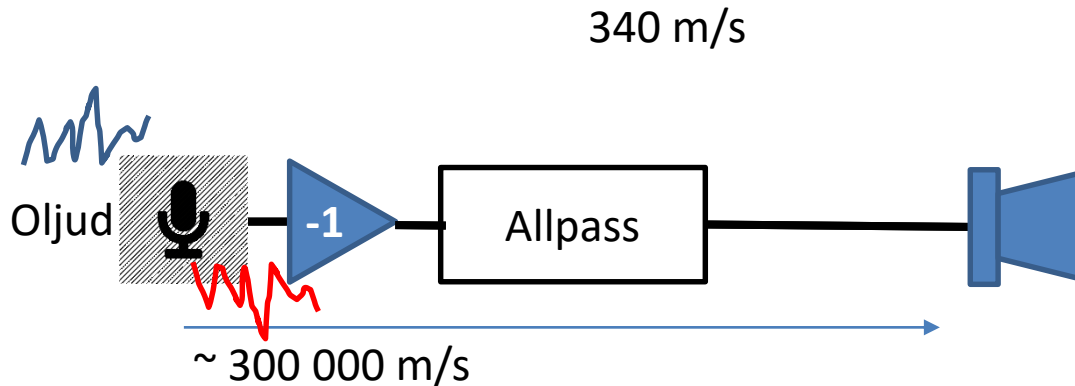


$$\tau_\omega = \frac{d}{d\omega} (\arg(H)) = \alpha$$

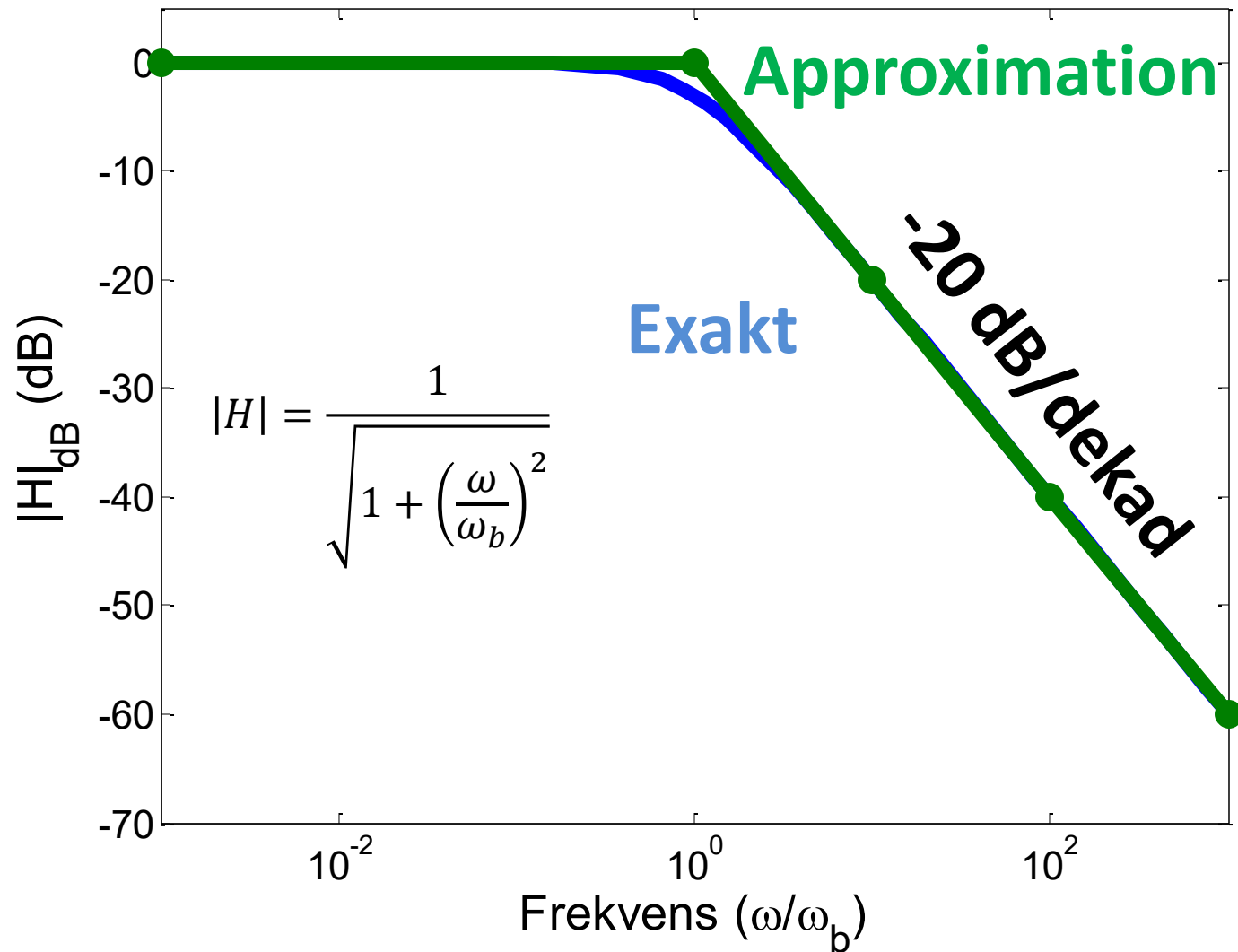


En signal släpps igenom filtret – fast fördröjd med tiden τ_ω !

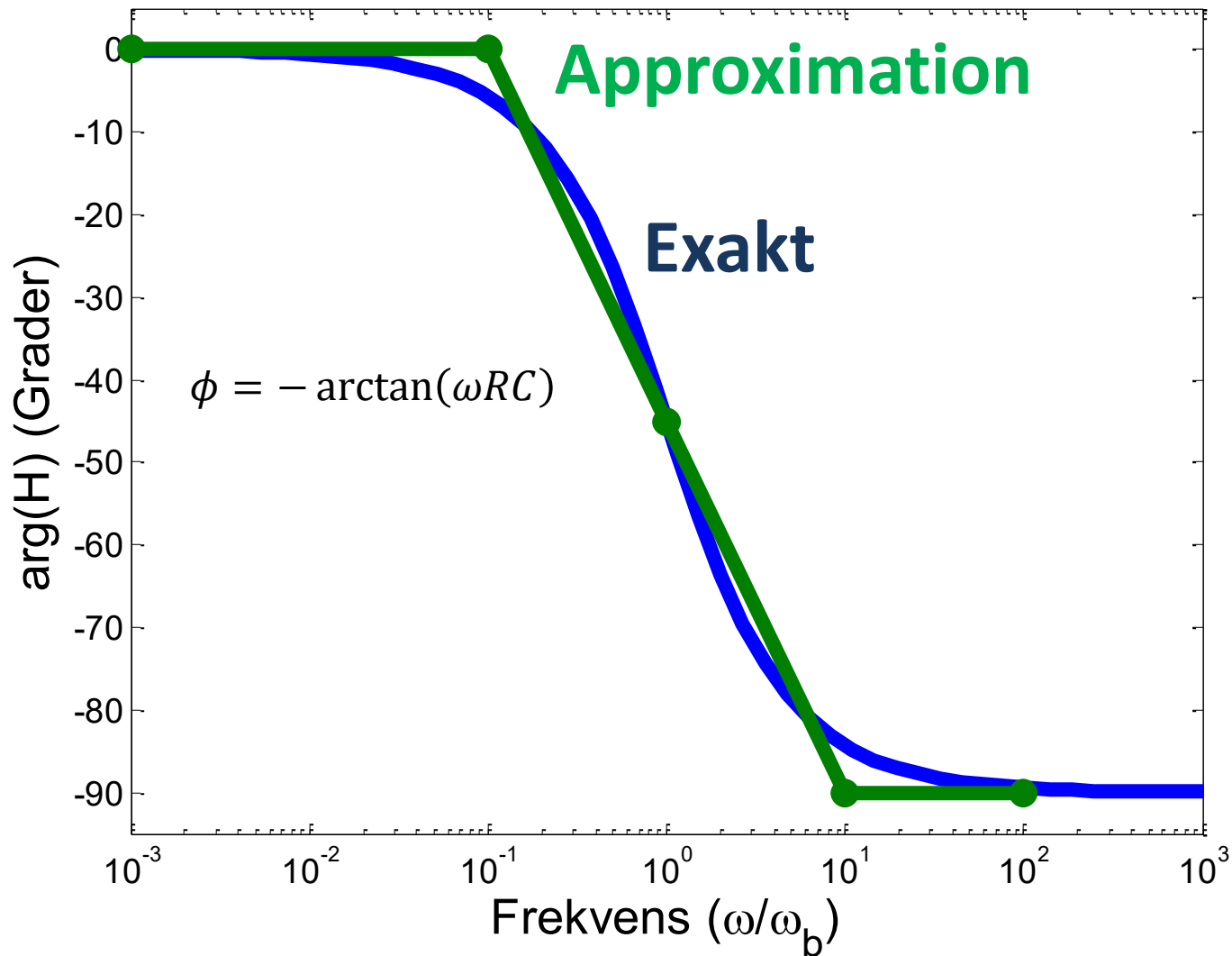
En applikation - brusreducerande hörlurar



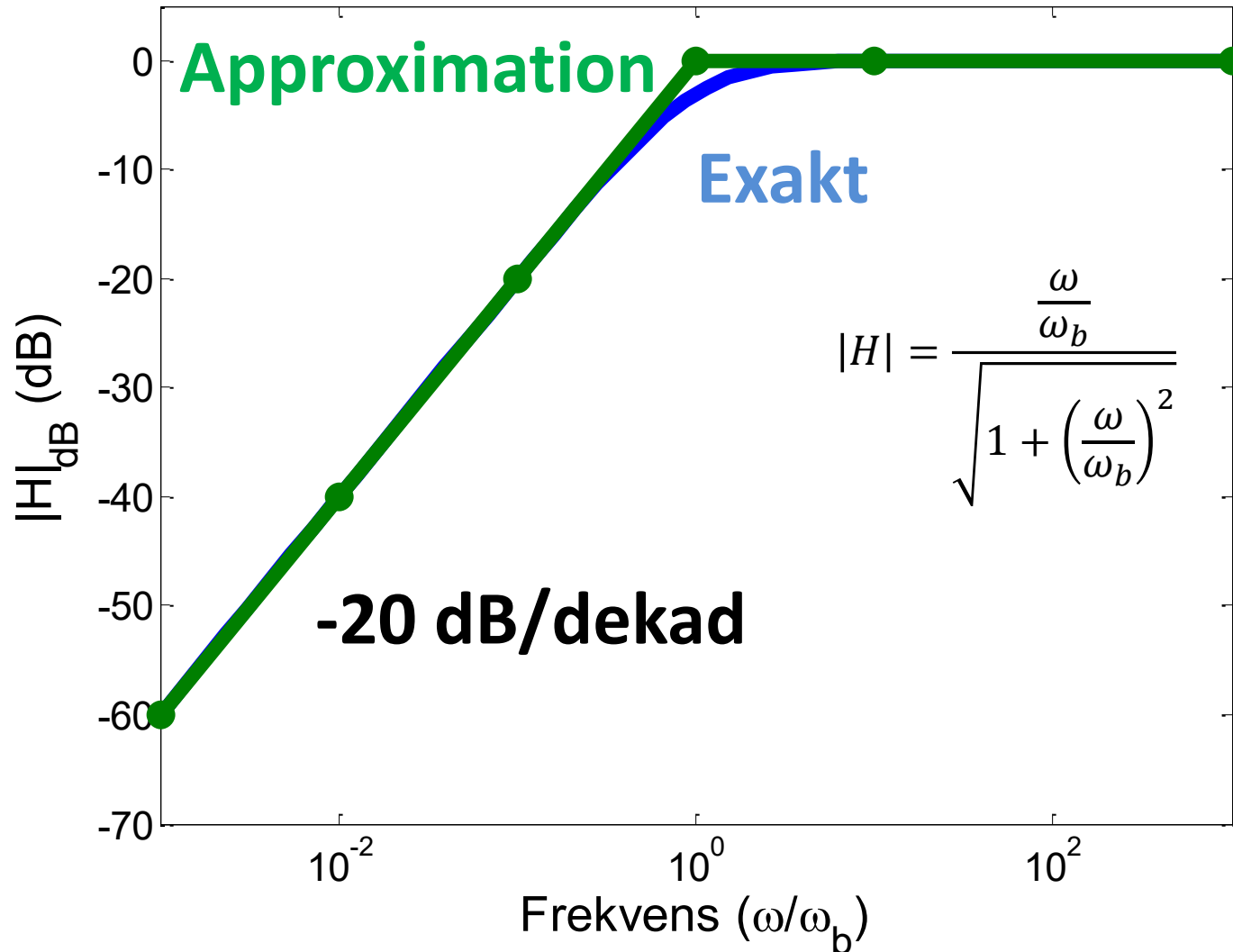
Bodediagram – första ordningens lågpassfilter



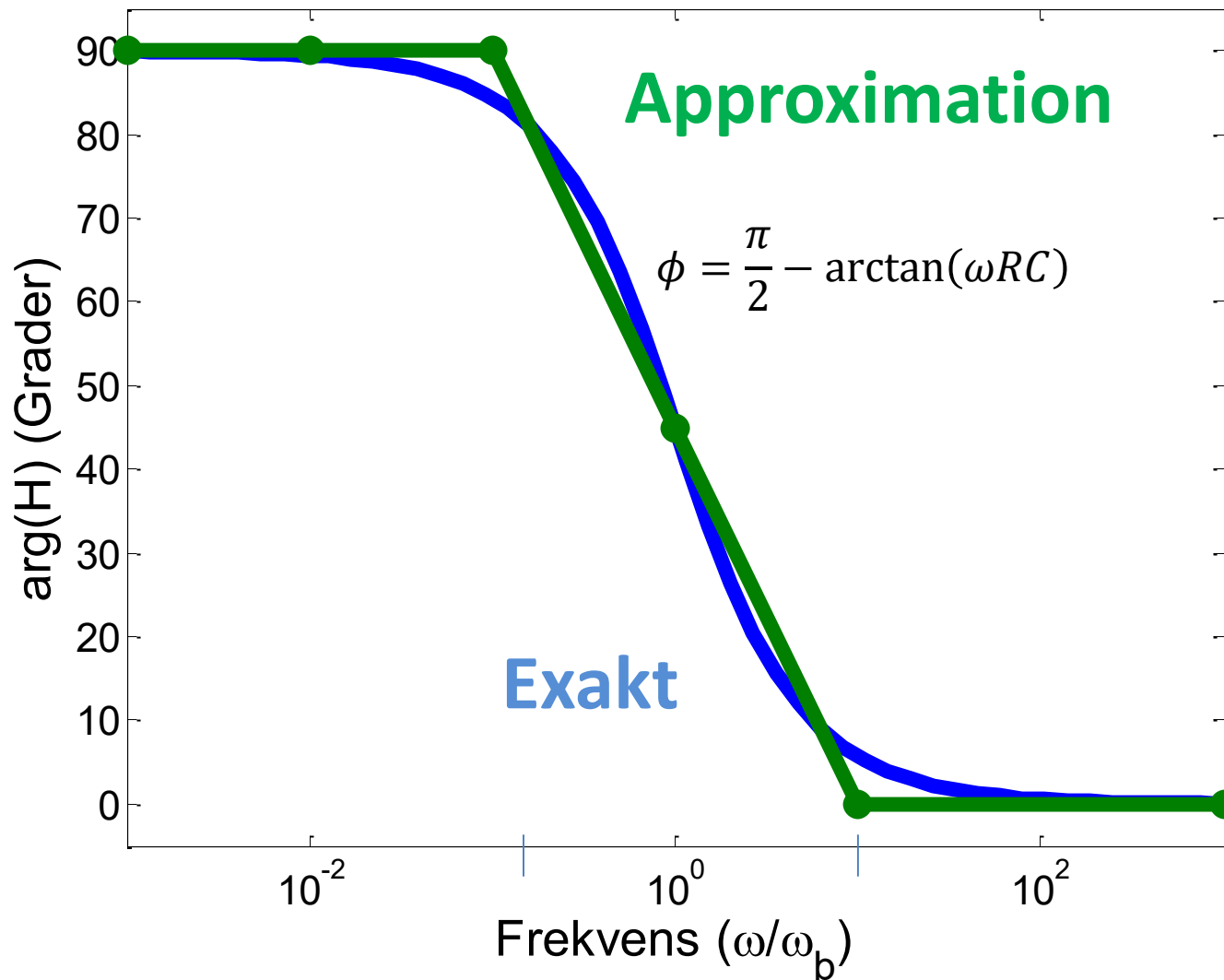
Bodediagram – första ordningens lågpassfilter



Bodediagram – första ordningens högpasfilter



Bodediagram – första ordningens högpasfilter



Bodediagram

Bodediagram – Analogelektroniken i 2an

Essentiellt för återkopplade förstärkare!

Stabilitet – kommer förstärkaren alls att fungera?