

TSTE20 Elektronik vt2

Föreläsare under vt2

Mark Vesterbacka

E-post markv@isy.liu.se

Kontor Hus B, rum 3D:527



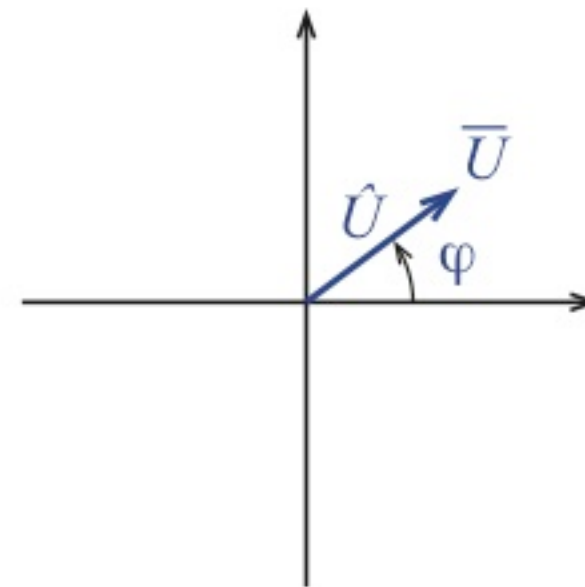
Dagens föreläsning

- Repetition
 - $j\omega$ -metoden
- Frekvensberoende
 - komponenter
 - kretsar
 - system
- Filter
 - vanliga typer

Visardiagram

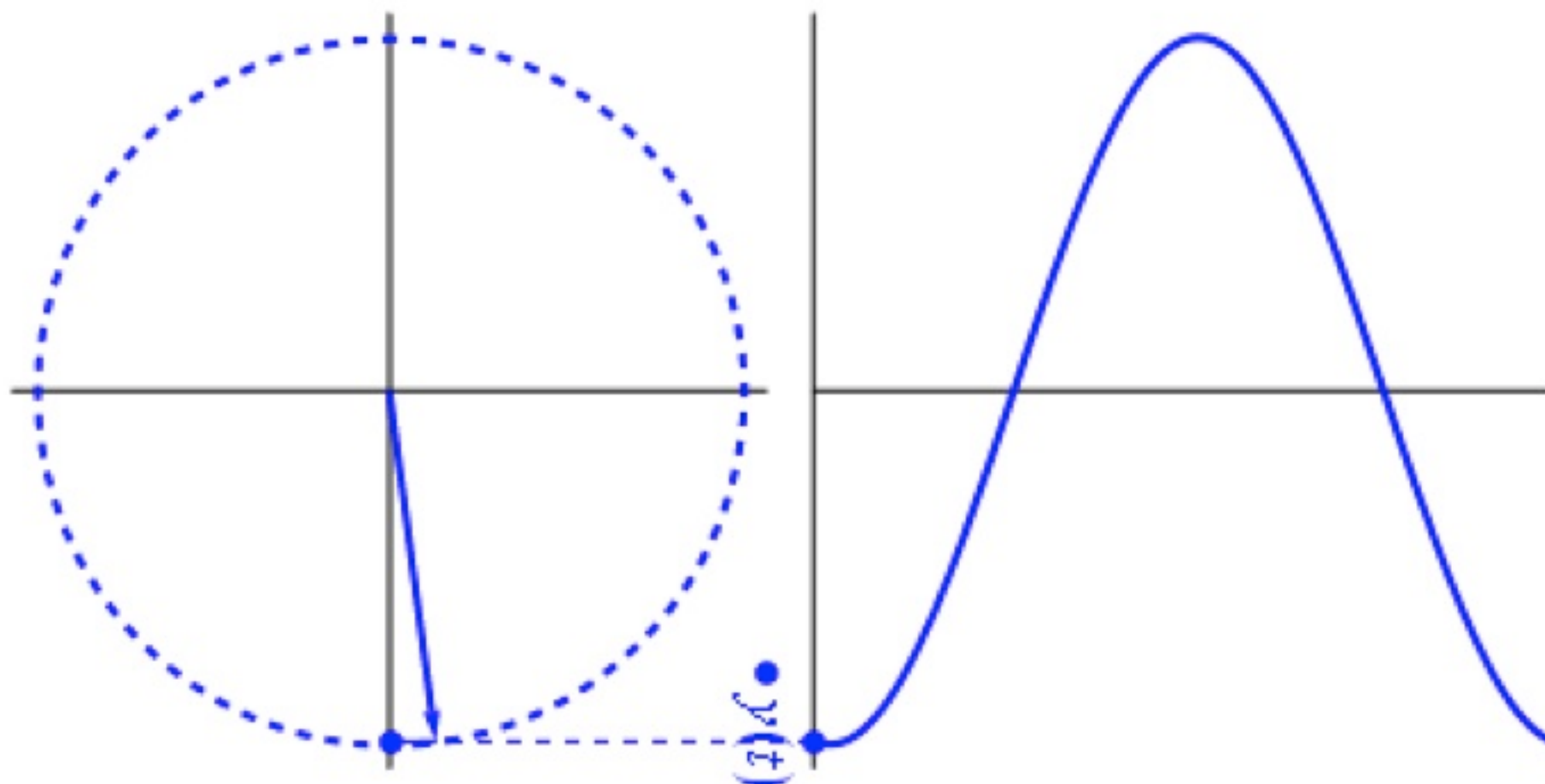
- Sinussignaler kan representeras med visare
- Alla visare i ett diagram roterar egentligen med samma vinkelfrekvens, men rotationen förkortas bort i beräkningarna
- Exempel på spänningsvisare

$$u(t) = \hat{U} \sin(\omega t + \varphi)$$



Animering av visarrotation

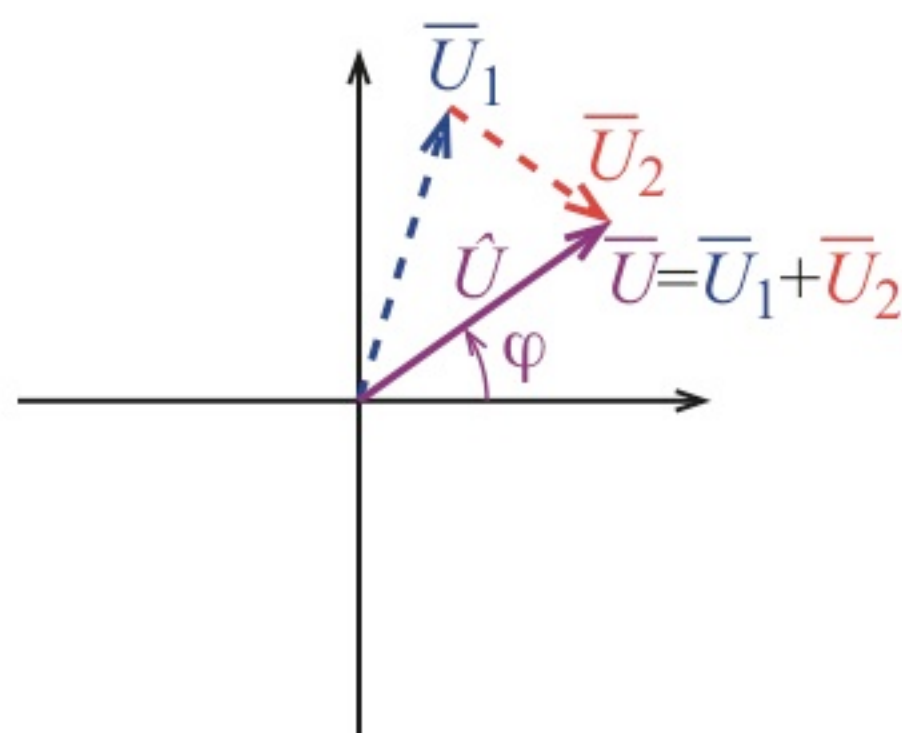
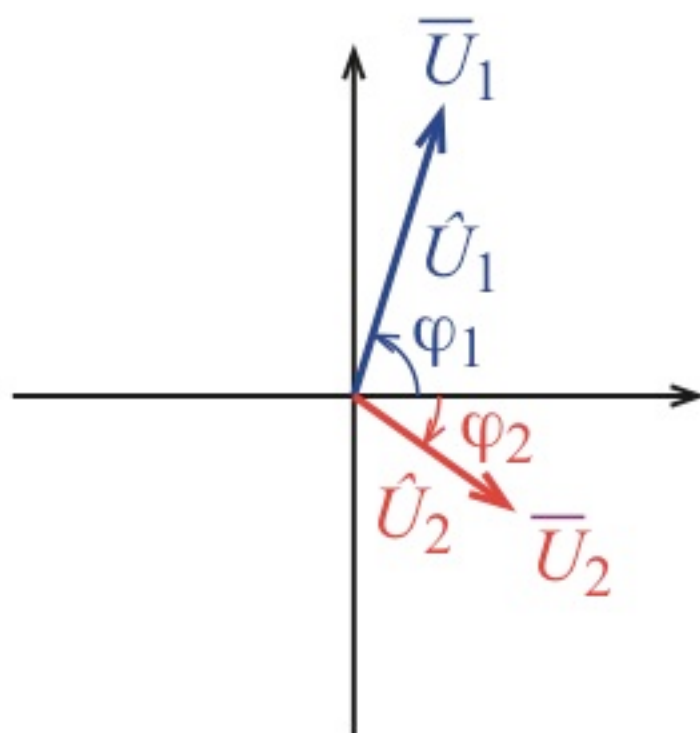
- Se <https://en.wikipedia.org/wiki/Phasor>



© Gonfer at en.wikipedia

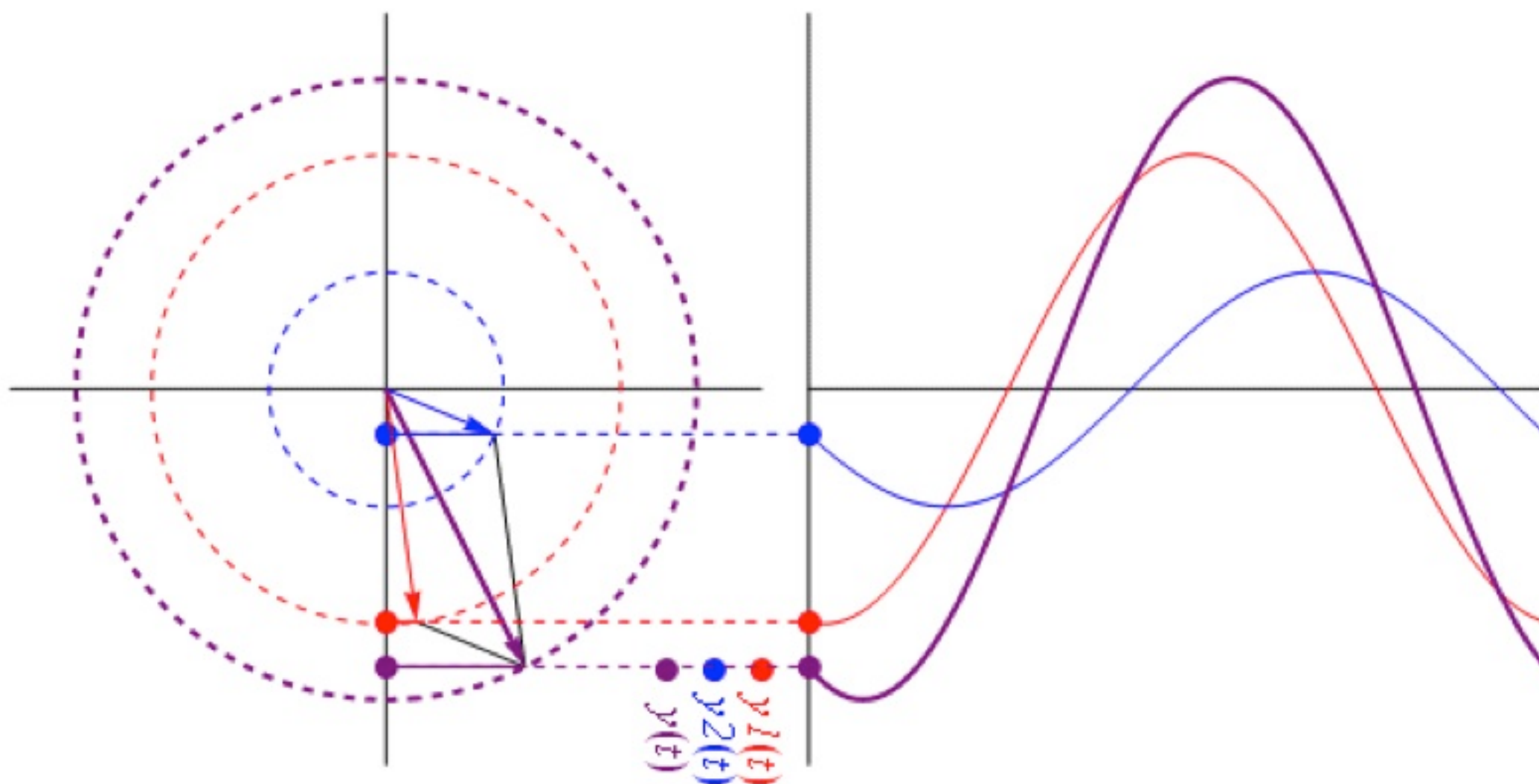
Addition av visare

- Sinussignaler representerade med visare kan adderas grafiskt



Animering av visaraddition

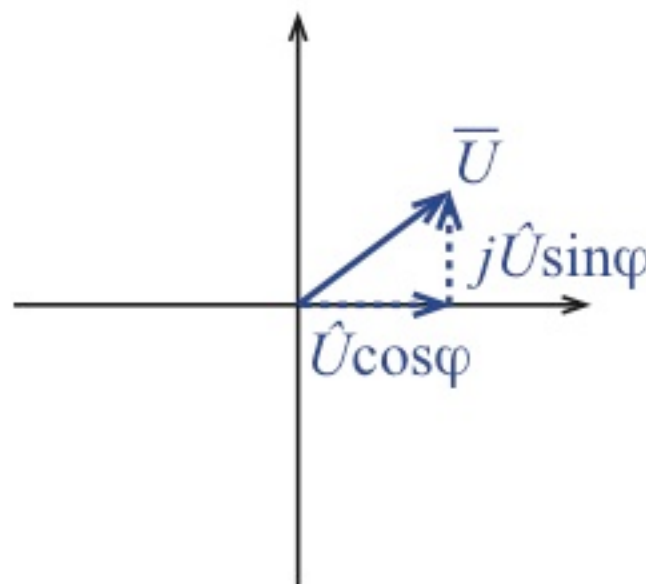
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Phasor>



© Gonfer at en.wikipedia

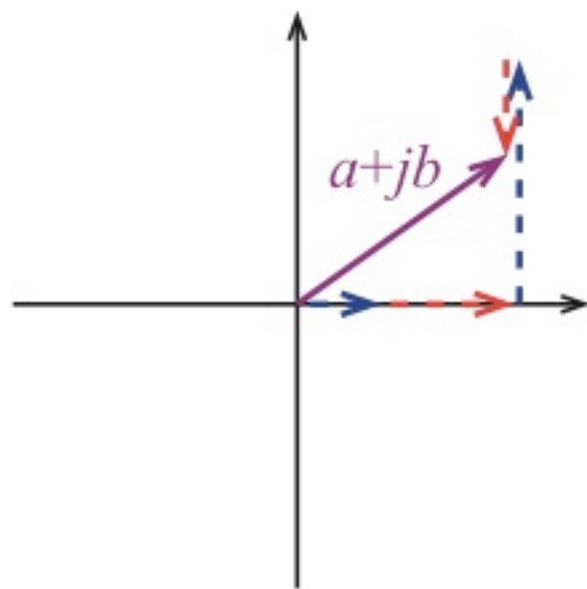
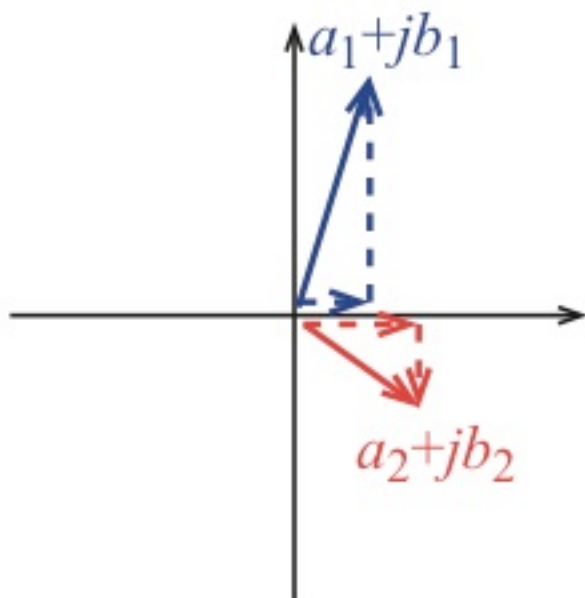
Addition med komplexa tal

- Placeras visarna i ett komplext talplan



$$\hat{U} \cos(\varphi) + j\hat{U} \sin(\varphi) = a + jb$$

... så kan sinussignalerna adderas som komplexa tal



$$(a_1 + jb_1) + (a_2 + jb_2) = (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2)$$

Polära koordinater

- Samband mellan kartesiska och polära koordinater

$$\begin{aligned}\hat{U}[\cos(\varphi) + j\sin(\varphi)] &= \hat{U}\left[\left(1 - \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} - \dots\right) + j\left(\varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} - \dots\right)\right] = \\ &= \hat{U}\left(1 + j\varphi + j^2\frac{\varphi^2}{2!} + j\cdot j^2\frac{\varphi^3}{3!} + j^4\frac{\varphi^4}{4!} + j\cdot j^4\frac{\varphi^5}{5!} + \dots\right) = \\ &= \hat{U}e^{j\varphi}\end{aligned}$$

- Polära $\rightarrow$ kartesiska koordinater

$$\hat{U}e^{j\varphi} = \hat{U}[\cos(\varphi) + j\sin(\varphi)] = a + jb \Rightarrow a = \hat{U}\cos(\varphi), \quad b = \hat{U}\sin(\varphi)$$

Polära $\leftrightarrow$ kartesiska koordinater

- Polära $\rightarrow$ kartesiska koordinater

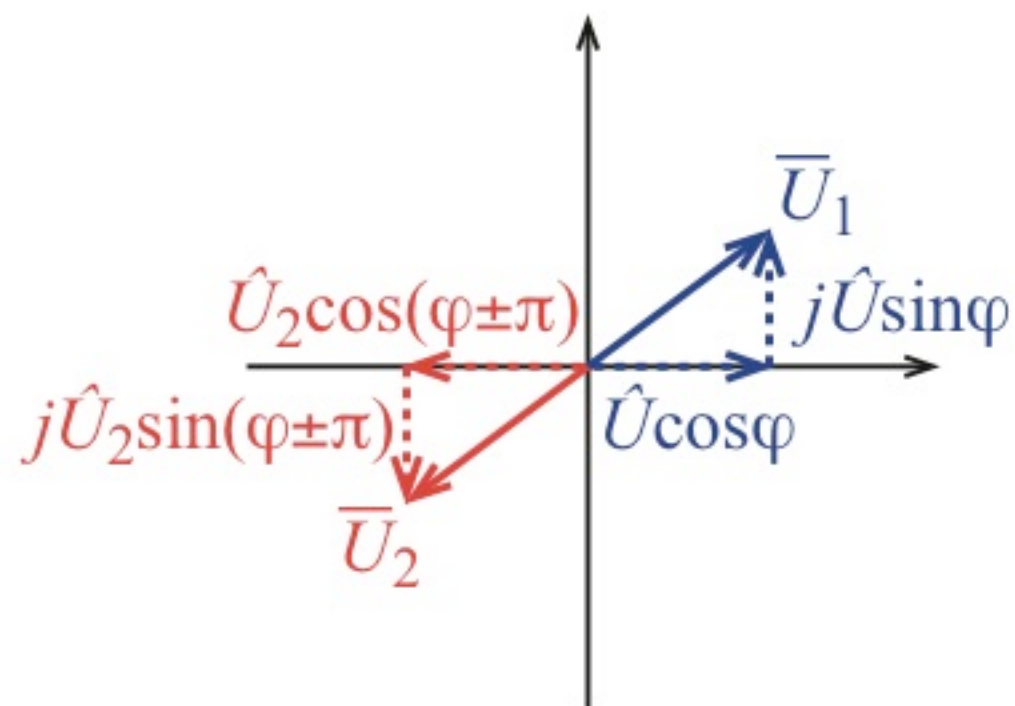
$$\hat{U}e^{j\varphi} = \hat{U}[\cos(\varphi) + j\sin(\varphi)] = a + jb \Rightarrow a = \hat{U} \cos(\varphi), b = \hat{U} \sin(\varphi)$$

- Kartesiska $\rightarrow$ polära koordinater

$$\hat{U}e^{j\varphi} = a + jb \Rightarrow \hat{U} = \sqrt{a^2 + b^2}, \varphi = \text{atan2}(b, a) = \arctan(b/a) + p$$

$$\text{där } p = \begin{cases} \pi & a < 0, b \geq 0 \\ 0 & a > 0 \\ -\pi & a < 0, b < 0 \end{cases}$$

(datorprogram hanterar även
 $a = 0$, vad blir φ då?)



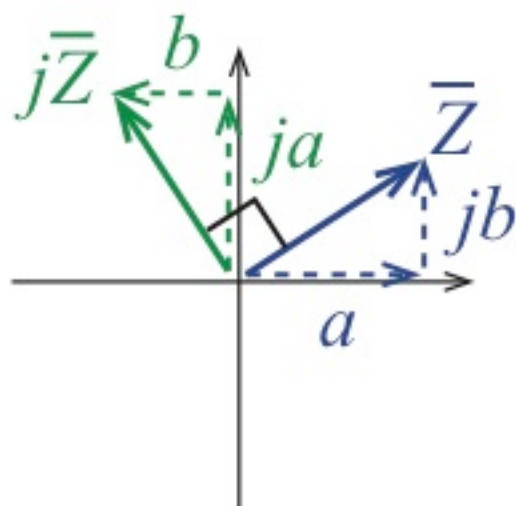
Fasändring med 90°

- Multiplicera ett komplext tal med j

$$z = a + jb$$

$$jz = j(a + jb) = ja - b$$

- Undersök vad som händer med fasvinkeln



$\Rightarrow$ vinkeln ökar med 90°

$j\omega$ -metoden

- Generalisera storheterna i Ohms lag till att vara komplexa

$\Rightarrow$

vi kan lösa växelströmsproblem på samma sätt som likströmsproblem

- Komponenterna karakteriseras av den komplexa impedansen Z som mäts i Ω

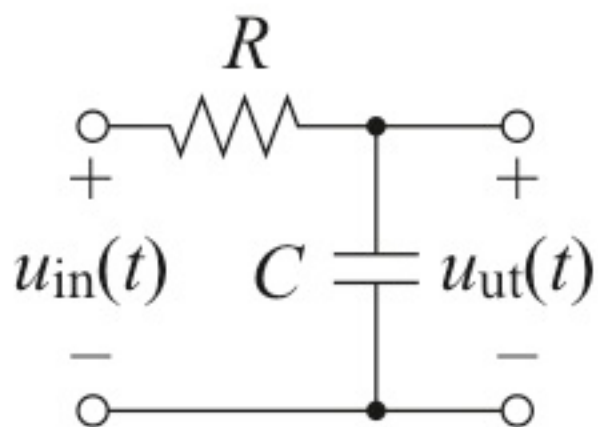
$$Z = \frac{\bar{U}}{\bar{I}}$$

Överföringsfunktion

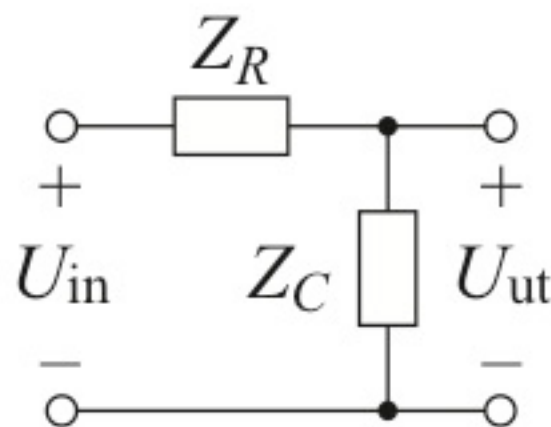
- Ett system beskrivs ofta med en komplex överföringsfunktion H som visar hur systemet påverkar insignalen

$$U_{ut} = H U_{in} \Rightarrow H = \frac{U_{ut}}{U_{in}}$$

- Exempel: RC-länk



system



komplexschema

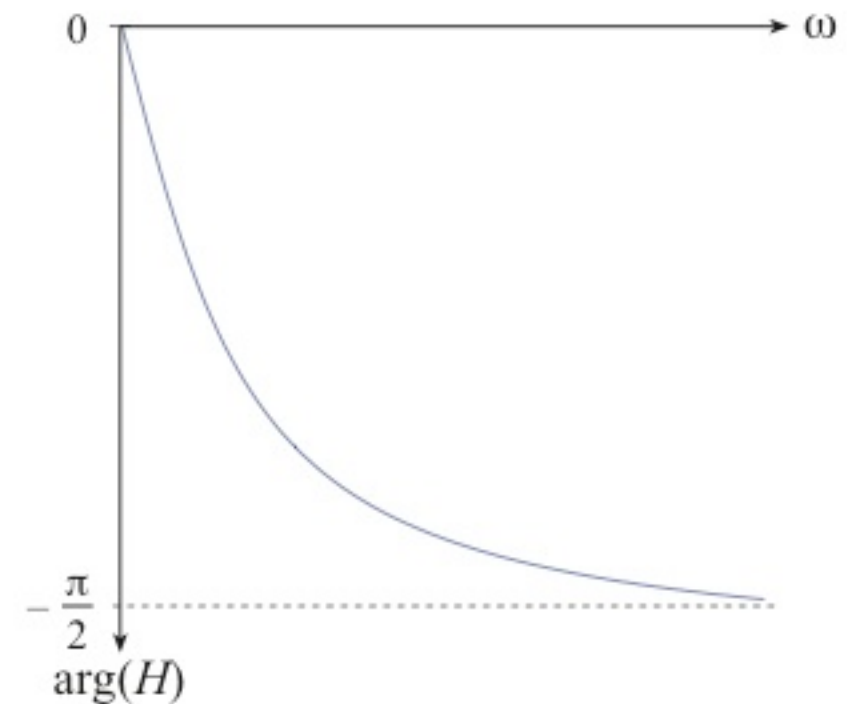
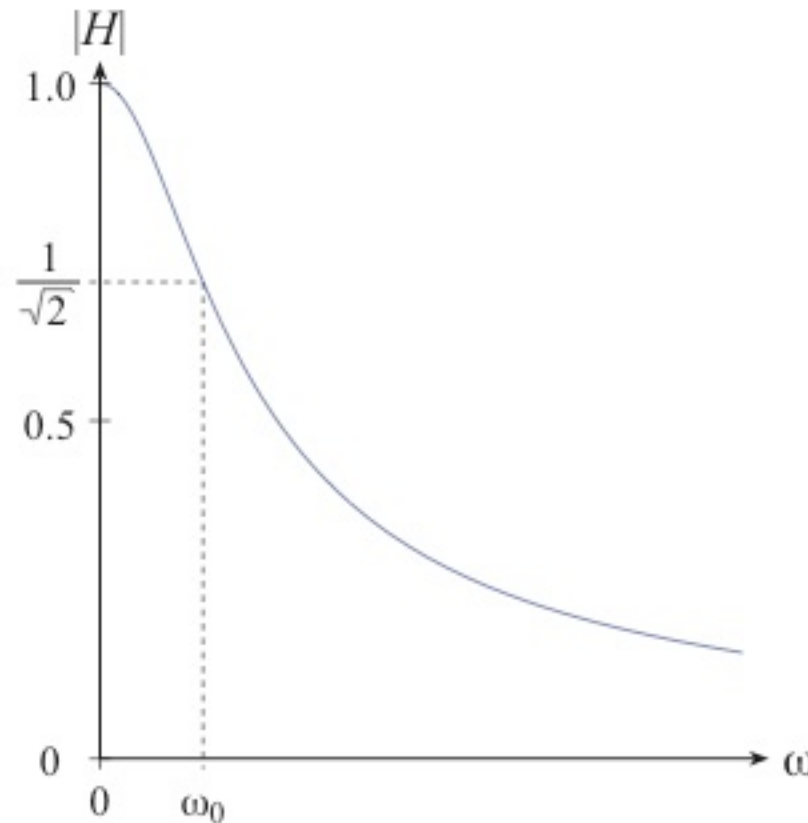
$$U_{ut} = \frac{Z_C U_{in}}{Z_R + Z_C} = \frac{\frac{1}{j\omega C} U_{in}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{U_{in}}{j\omega RC + 1}$$
$$\Rightarrow H = \frac{1}{j\omega RC + 1}$$

överföringsfunktion

Systemets karakteristik

- Tar man beloppet respektive fasen av överföringsfunktionen erhålls systemets *amplitudkarakteristik* och *faskarakteristik*
- Exempel: *RC*-länk (bandbredden är ω_0)

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



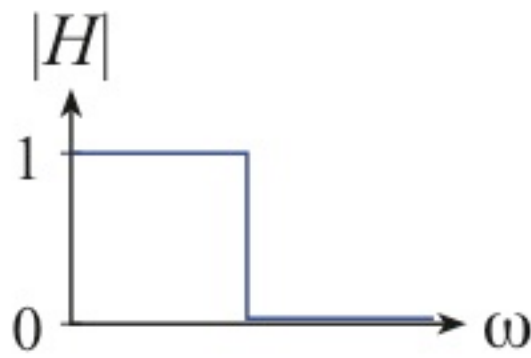
överföringsfunktion

amplitudkarakteristik

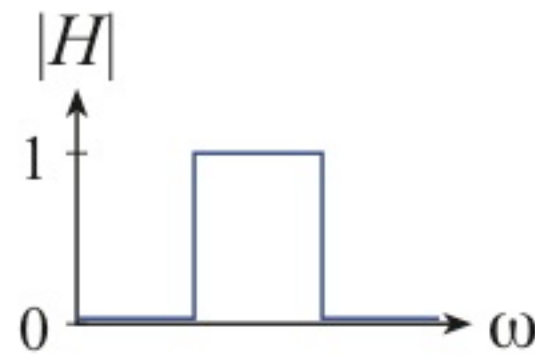
faskarakteristik

Filter

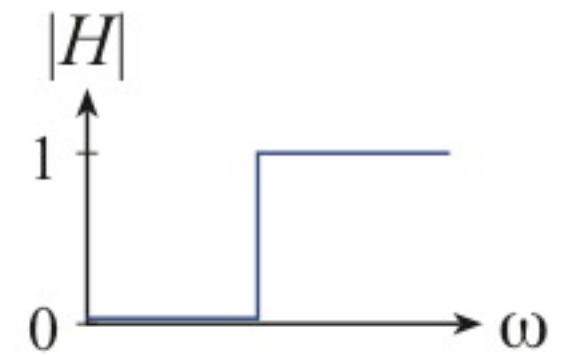
- Ett grundläggande problem inom signalbehandling är att filtrera fram en viss egenskap hos en signal
- Exempel på vanliga filter



lågpass



bandpass



högpass

Projektuppgift

- Genomförs i grupp om 2 personer
- Två delar
 - Beräkna och simulera för att kontrollera (Lab4a 2h)
 - Koppla upp och mät (Lab4b 4h)
- Redovisas med uppmätning på den senare labben
- Redovisa uppgiften skriftligt
 - Inlämning av beräkningar, mätningar och intryck från ljudfiltreringen
- Uppgiften delas ut på lektion

Inlämningsuppgift 2

- Inlämningsuppgiften om växelström
 - Läggas som tidigare i svarta brevlådan i Kents korridor
 - Lämnas lämpligen in i god tid innan tentamensperioden i vt2
 - Sista absoluta deadline är fredag 19/12 kl. 15.30
- Rättade inlämningsuppgifter hämtas på Kents kontor
 - Måndagar 11.00-11.30, 12.30-13.15
 - Torsdagar 11.00-11.30, 12.30-13.15