

# Vinjetter för TSBB32 Linjära system

## Vinjetter i VT2 – Fouriertransformanalys

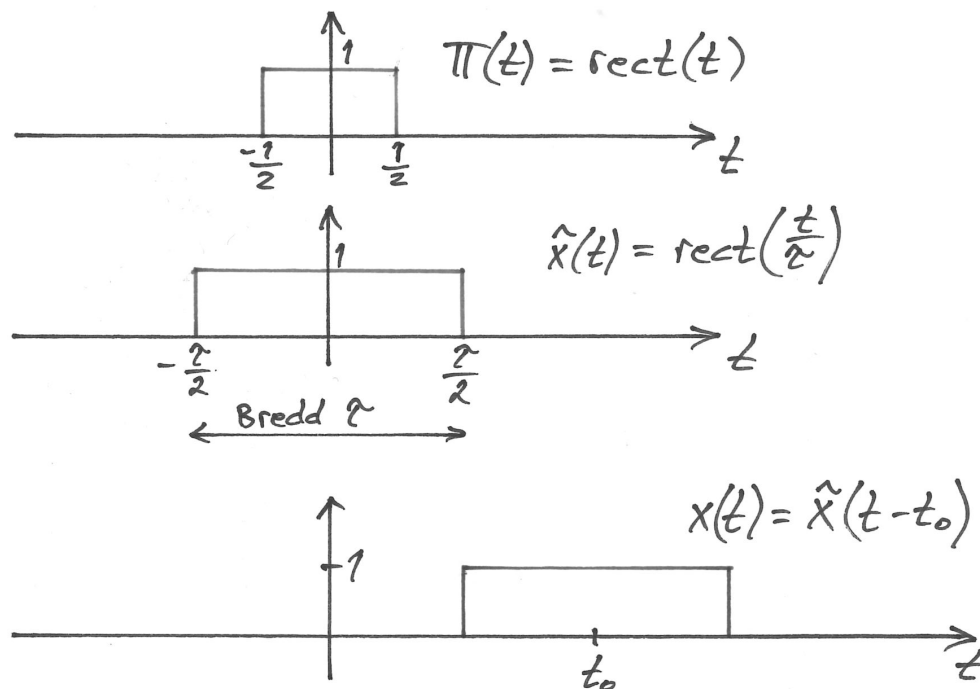
### Vinjett 5

Förståelsen för den principiella relationen mellan en signals *tidsutbredning* och dess *frekvensutbredning* är viktig i många signalbehandlingssammanhang. Denna relation kan lämpligen undersökas för den allmänna rektangelpulsen  $\tilde{x}(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{\tau}\right)$  och dess **spektrum**

(**fouriertransform**)  $\tilde{X}(f)$ , där man låter pulsbredden  $\tau$  variera – se graferna nedan.

Det är bland annat intressant att undersöka pulsens frekvensegenskaper när pulsbredden går mot noll och när pulsbredden går mot oändligheten. Det bidrar till förståelsen för den allmänna relationen mellan en signals tids- och frekvensutbredning.

Hur spektrumet ändras när en signal förskjuts längstidsaxeln, som t.ex. den förskjutna fyrkantpulsens  $x(t)$  i figuren, är också viktig egenskap.



Vid undersökning av signalens spektrum  $\tilde{X}(f)$ , så fokuserar man ofta främst på dess **amplitudspektrum**  $|\tilde{X}(f)|$ , men i en del sammanhang är även **fasspektrumet**  $\arg \tilde{X}(f)$  av stort intresse. Ibland föredrar man också att tala om spektrumet/fouriertransformen som funktion av vinkelfrekvensen  $\omega$  i stället för frekvensen  $f$ .

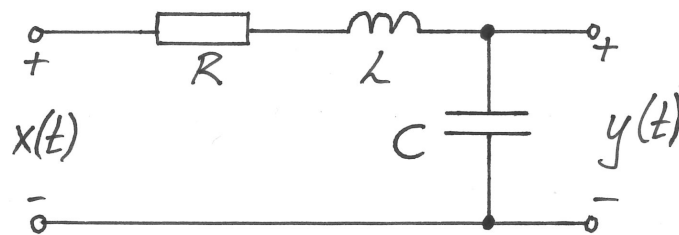
I vissa signalbehandlingstillämpningar skulle man vilja ha en signal som både har en *ändlig tidsutbredning* och en *ändlig frekvensutbredning*.  
Hmmm, undrar om det finns en sådan signal...?

## Vinjett 6

Både signaler och linjära tidsinvarianta system, som till exempel en elektrisk krets, kan beskrivas på olika sätt – bland annat i tidsdomänen eller i frekvensdomänen.

Här nedan anges fyra varianter som beskriver ett och samma linjära tidsinvarianta system:

1.



2.

$$LC \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + RC \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t)$$

3.

$$H(\omega) = \frac{1}{1 - \omega^2 LC + j\omega RC}$$

4.

$|H(\omega)|$ : Amplitudkaraktäristik,  $\arg H(\omega)$ : Faskaraktäristik

5.

$$h(t) = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega_0 t) u(t),$$

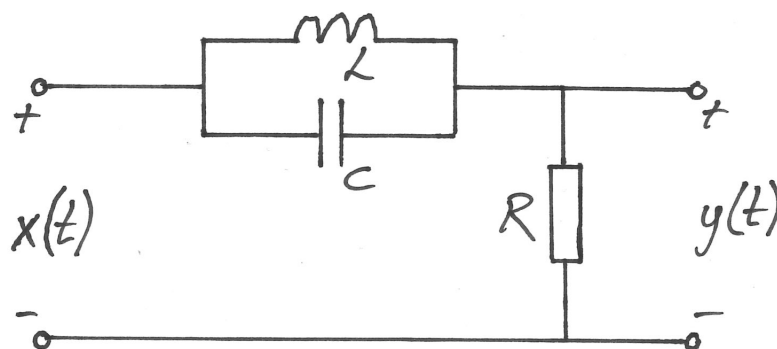
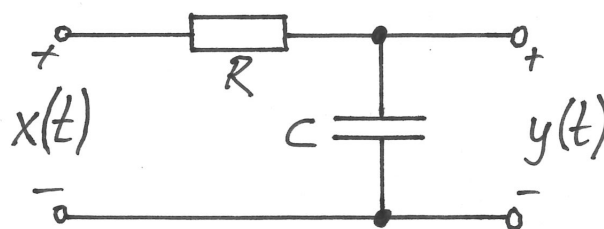
$$\text{där } A = \frac{1}{\omega_0 LC}, \quad \alpha = \frac{R}{2L}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$$

## Vinjett 7

Med hjälp av en resistans  $R$ , en induktans  $L$  och en kapacitans  $C$  kan man göra enkla elektriska nät som fungerar som filter – **passiva frekvensselektiva filter**. Sådana s.k. RLC-nät är LTI-system är vanliga komponenter i större system.

Frekvensselektiva filter kan implementeras på flera olika sätt, med olika frekvens-egenskaper. Man kan naturligtvis göra komplicerade filter som innehåller ett stort antal komponenter, men i denna vinjett är vi bara intresserade av filter som endast innehåller en resistans  $R$  och en eller två reaktiva komponenter ( $L$  och  $C$ ), där man kan ha spänningar eller strömmar som insignal och någon spänning eller ström i nätet som utsignal. De vanligaste filtertyperna är **lågpass- (LP)**, **högpas- (HP)**, **bandpass- (BP)** och **bandspärrfilter (BS)**.

Två exempel (i dessa fall med spänningar som insignal och utsignal):



Filtrets frekvensegenskaper erhålls från dess **frekvensfunktion** – och då särskilt från dess **amplitud- och faskarakteristik**. När dessa ritas är erhålls kan man få en tydlig bild och förståelse av deras **gränshäufig, passband, spärrband** samt **dämpningen** i olika frekvensområden. Förstärkning eller dämpning anges ofta i dB och ett mått som används i exempelvis spärrbandet är dämpningen i dB/oktav eller dB/dekad.

---

Ett intressant tillämpningsexempel är ett **högtalarsystem** bestående av en subwoofer (bashögtalare) samt en tvåväghögtalare per kanal (vänster/höger), där varje tvåväghögtalare består av ett mellanregisterelement och ett diskantelement.

För att dessa högtalare ska fungera bra tillsammans så är det lämpligt att bara låta en lågpasfilterad musiksignal mata subwoofern samt att, för varje kanal, låta en bandpassfilterad signal mata mellanregisterelementet medan en högpasfilterad signal får mata diskantelementet. En vanlig förenkling vid beräkningar är att betrakta varje högtalarelement som en resistans på  $8 \Omega$ .