

TSKS10 Signaler, information & Kommunikation

Föreläsning 3

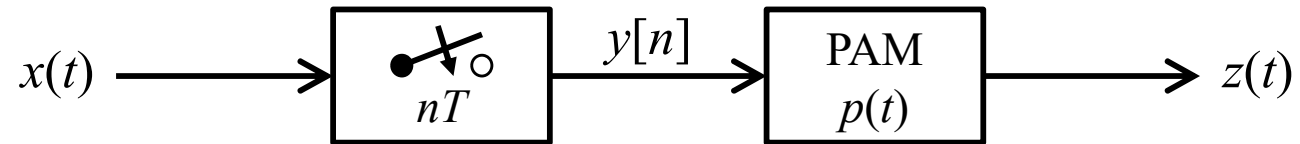
Dimensionalitet, Vikning, nyquist-kriteriet, brus

Mikael Olofsson

Institutionen för Systemteknik (ISY)

Ämnesområdet Kommunikationssystem

Samplingsteoremet för deterministiska Signaler



Samplingsteoremet:

Betrakta en signal $x(t)$, med spektrum $X(f)$ och $X(f) = 0$ för $|f| \geq f_0$. Om $x(t)$ samplas med samplingsfrekvens f_s , då kan $x(t)$ rekonstrueras utan fel från den samplade signalen om $f_s \geq 2f_0$ holds.

Detta betyder:

Det existerar en pulsform $p(t)$, sådan att $x(t)$ kan skrivas som

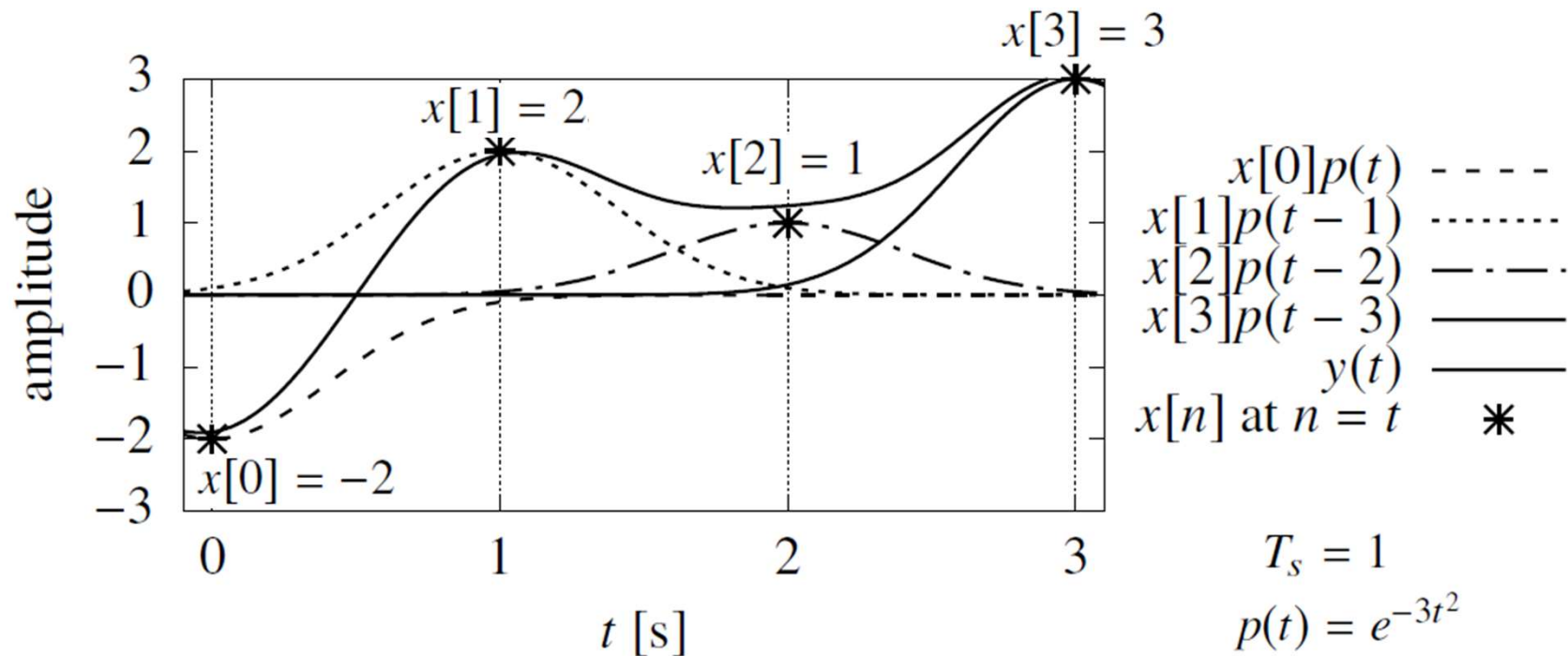
$$x(t) = \sum_n x(nT_s) p(t - nT_s)$$

om $f_s \geq 2f_0$ gäller, med $f_s = 1/T_s$.

Uppfyllt för:

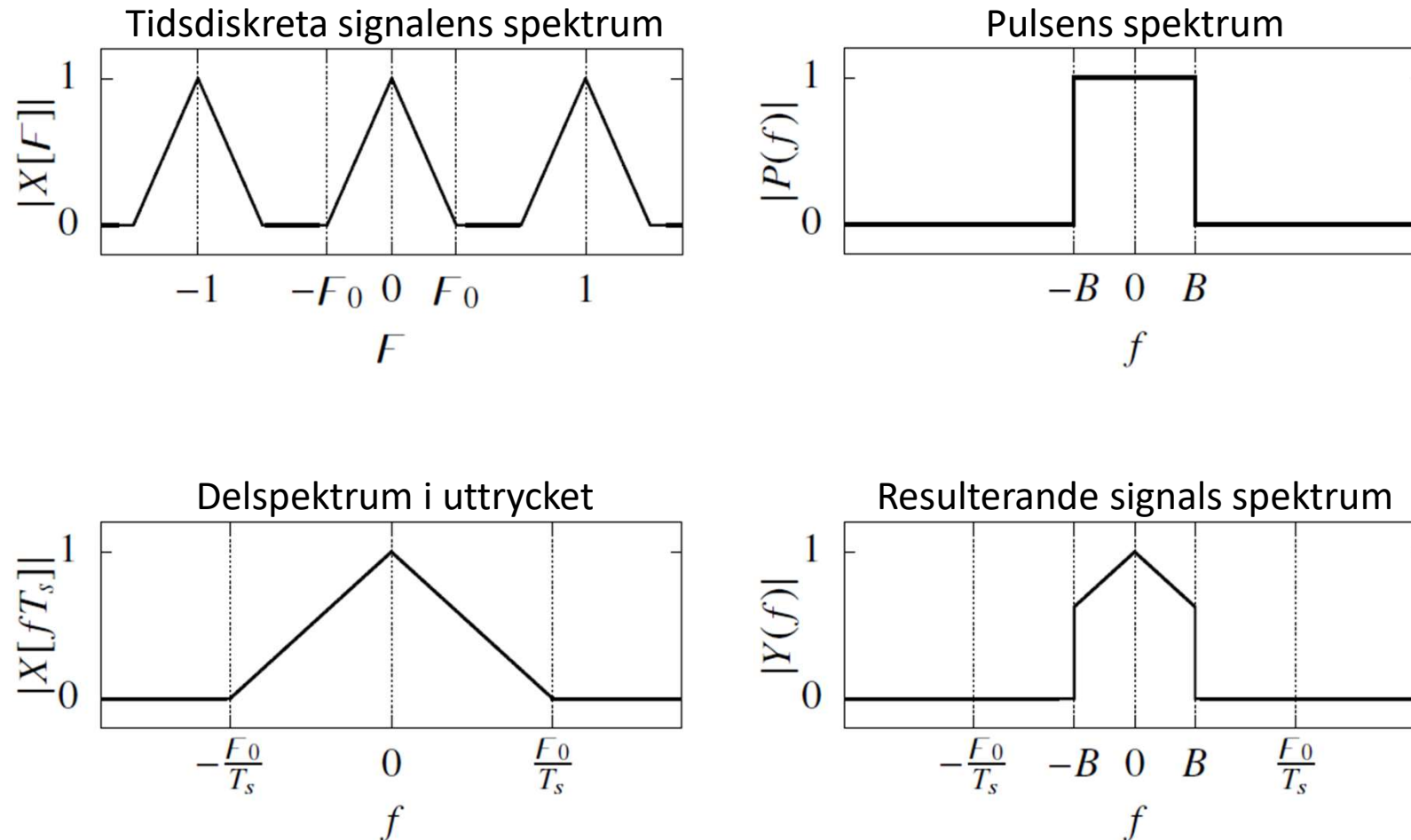
Ideal rekonstruktion: $p(t) = \text{sinc}(t/T_s)$

PAM – Pulsamplitudmodulering



Figur 3.1 ur kursboken

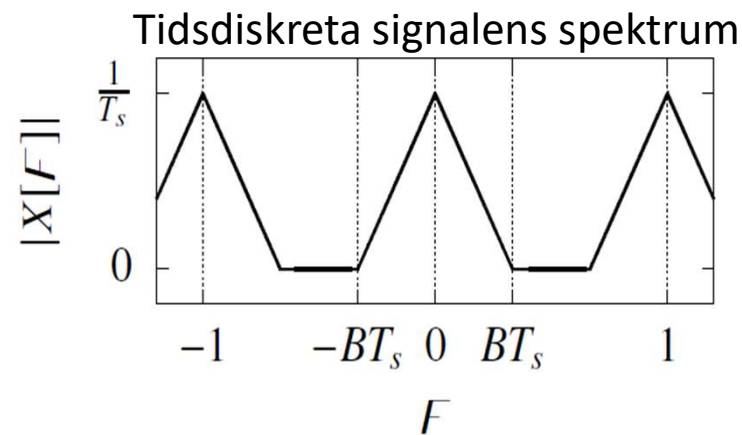
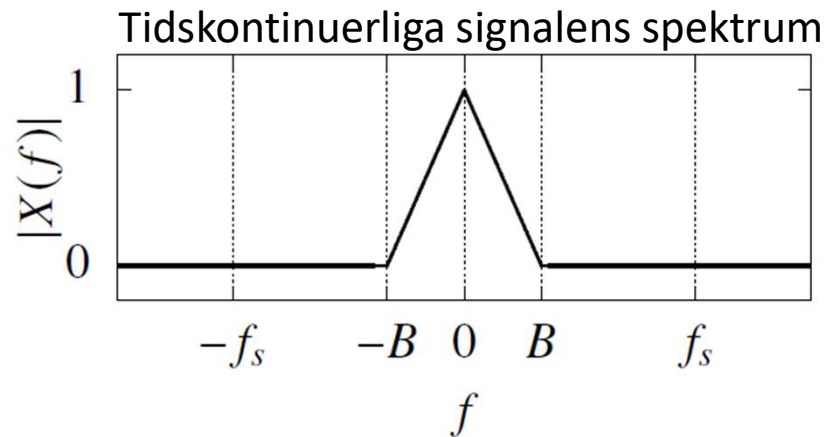
PAM i frekvensdomänen



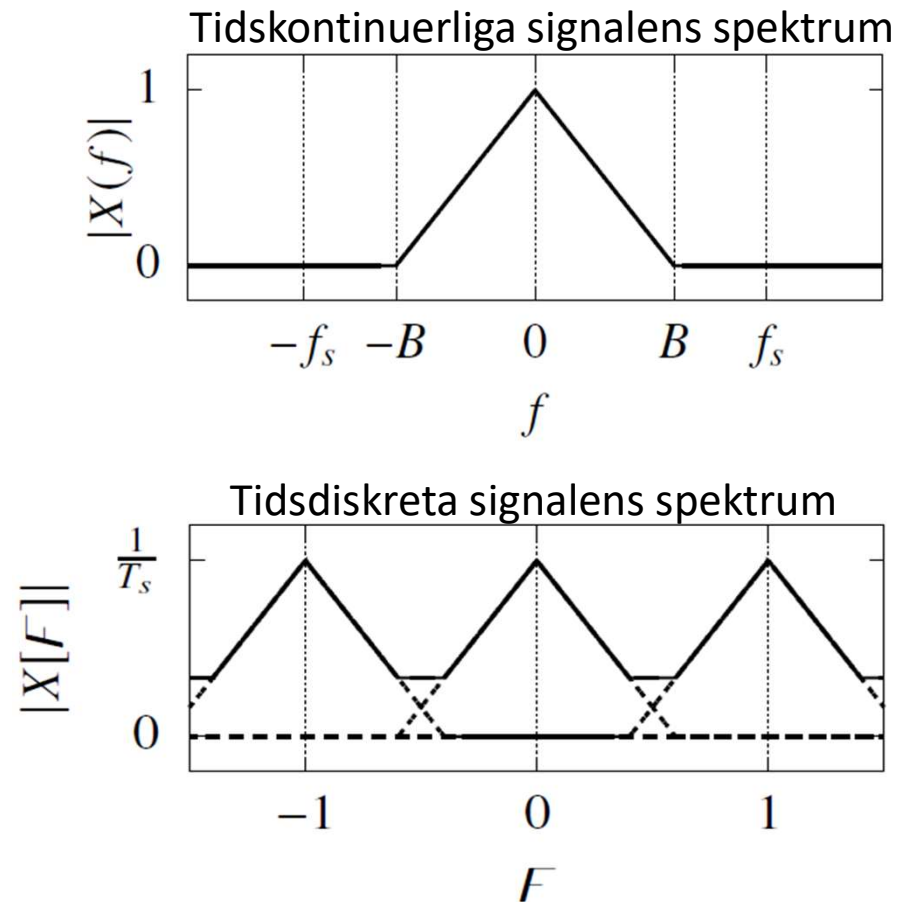
Figur 3.2 ur kursboken

Sampling – Poissons summationsformel

$$B < f_s/2$$

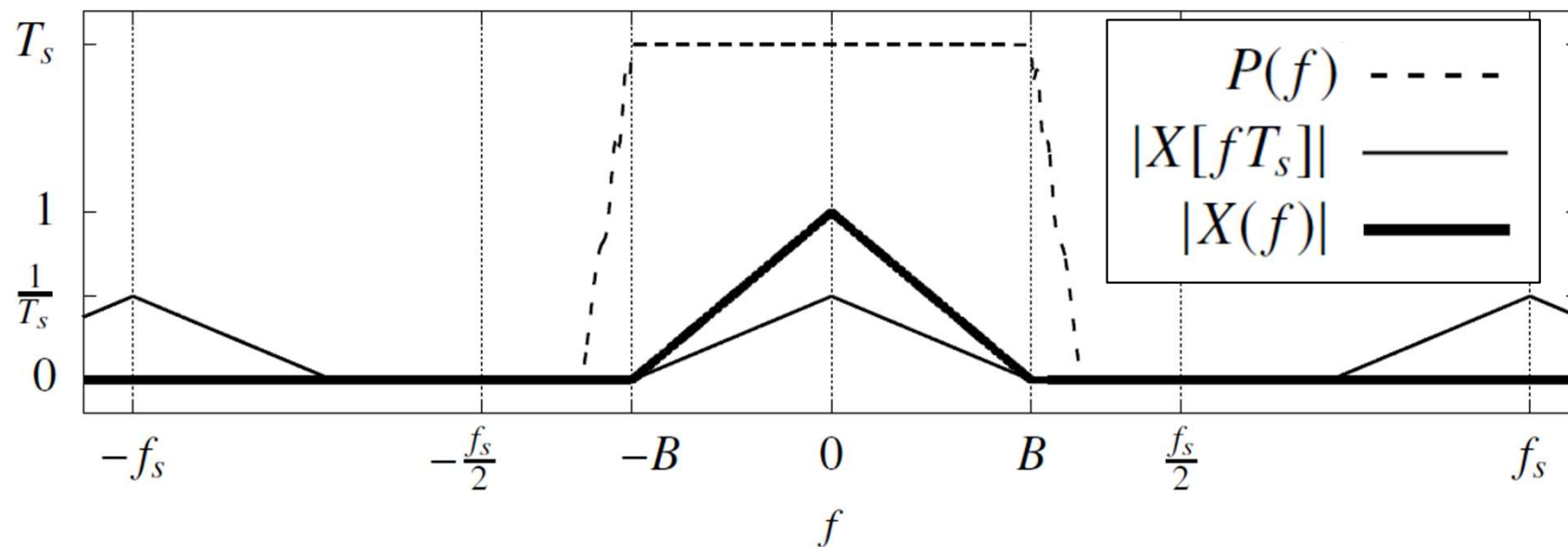


$$B > f_s/2$$



Figur 3.3 och 3.4 ur kursboken

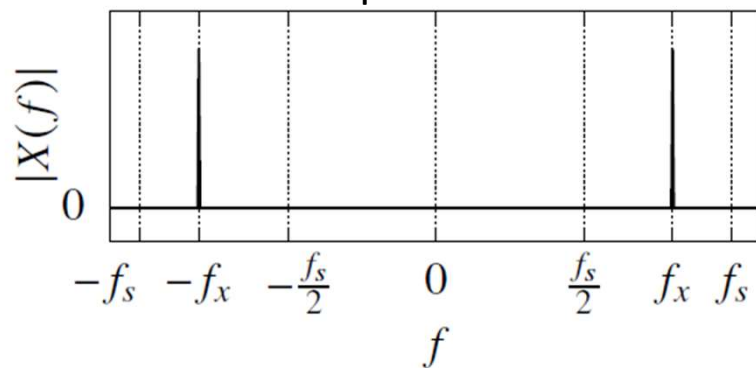
Ideal rekonstruktion



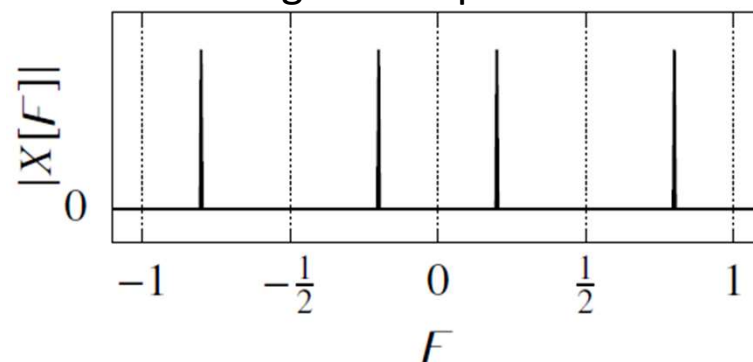
Figur 3.5 ur kursboken

Vikning, exempel

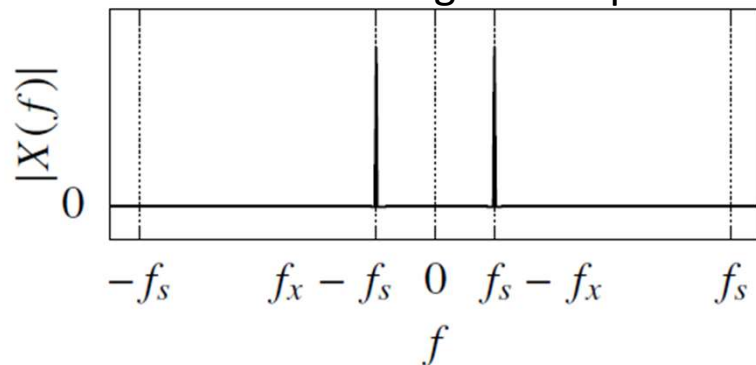
Tidskontinuerliga ursprungssignalens spektrum



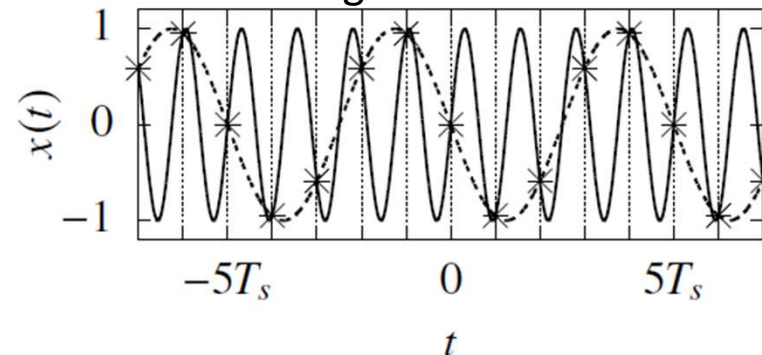
Tidsdiskreta (samplade) signalens spektrum



Rekonstruerade signalens spektrum

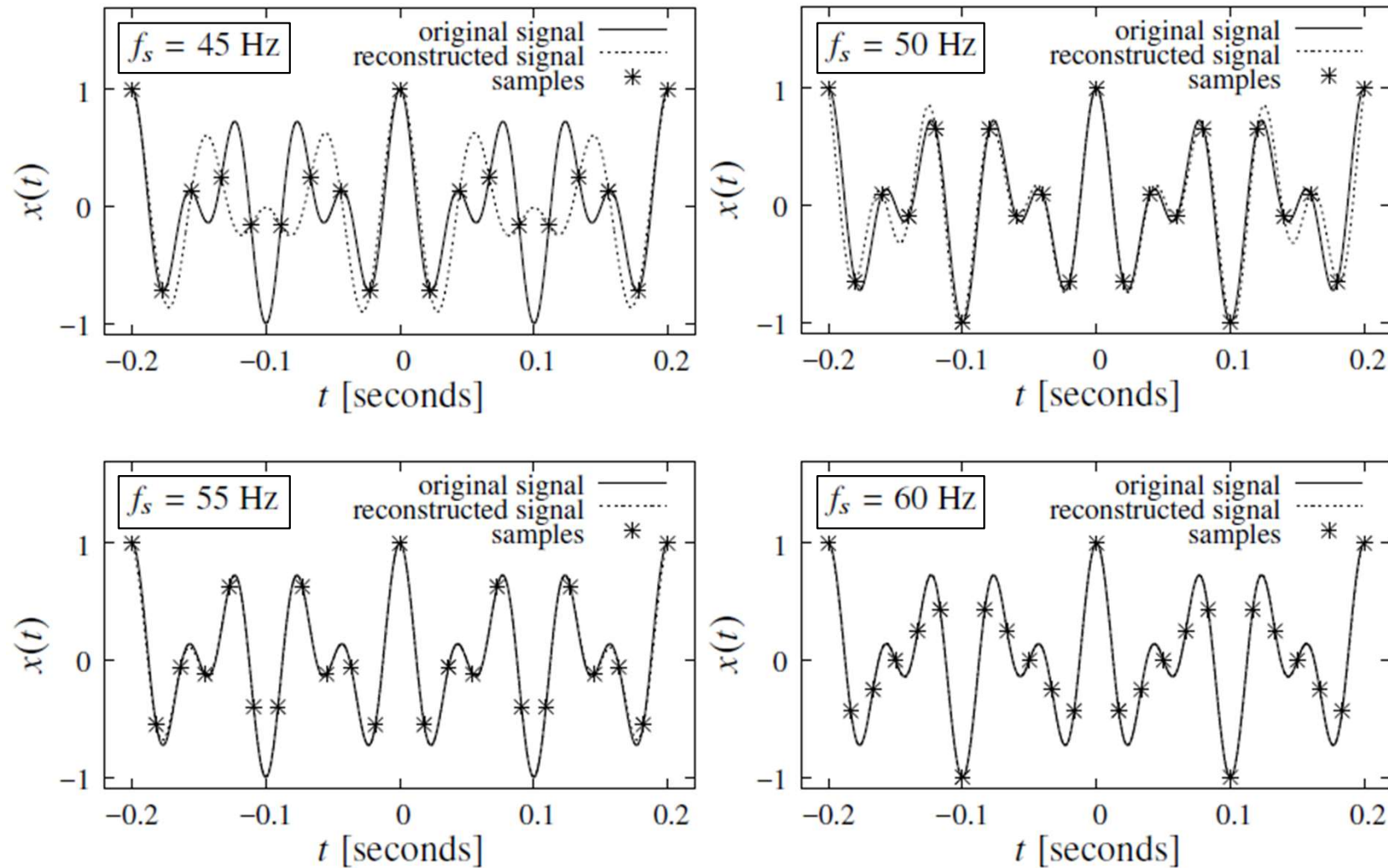


Vikning i tidsdomänen



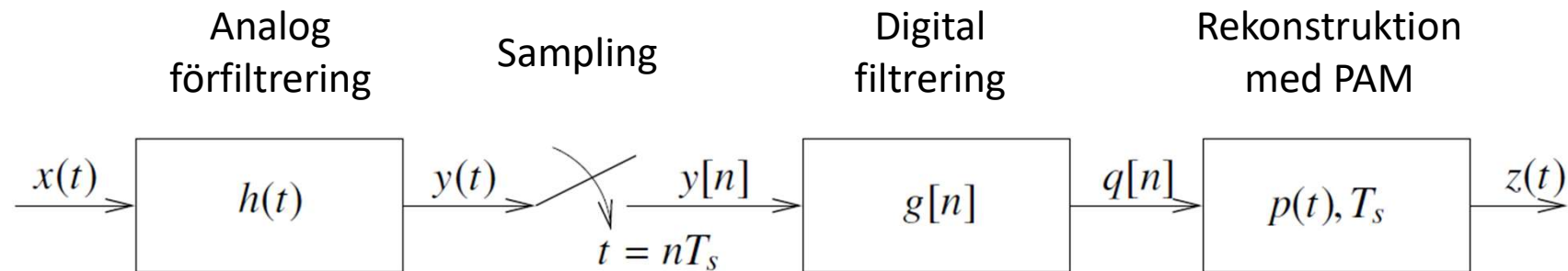
Figur 5.7 ur kursboken

Rekonstruering av trunkerad signal



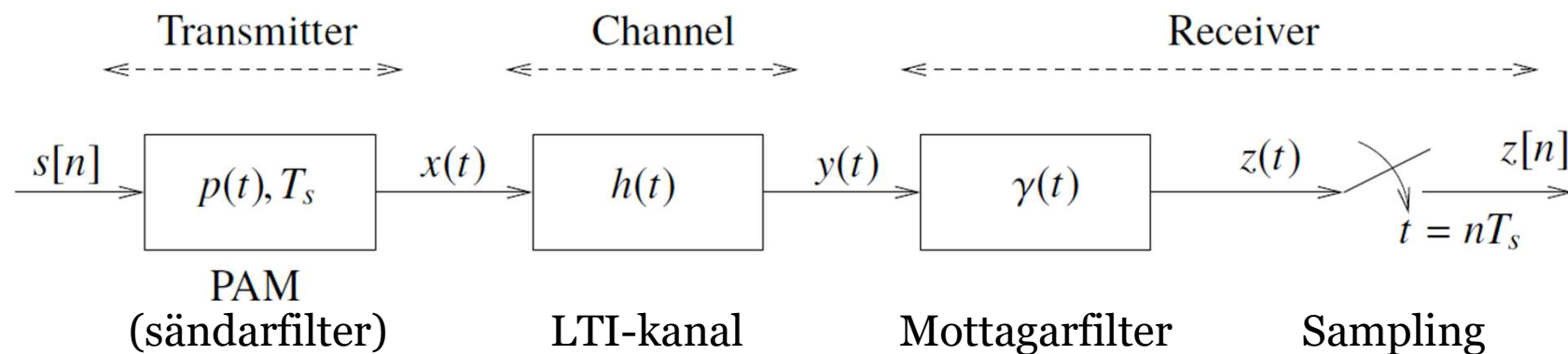
Figur 5.8 ur kursboken

Tidsdiskret behandling av tidskontinuerlig signal



Figur 5.9 ur kursboken

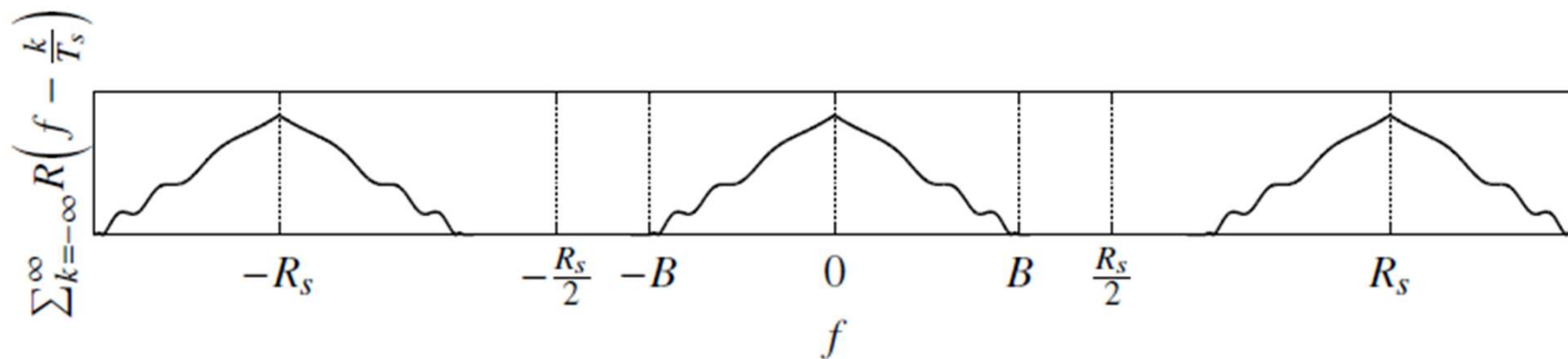
Tidskontinuerlig behandling av tidsdiskret signal (kommunikationslänk över brusfri LTI-kanal)



Figur 5.10 ur kursboken

Nyquistkriteriet – fall 1: $R_s = \frac{1}{T_s} > 2B$

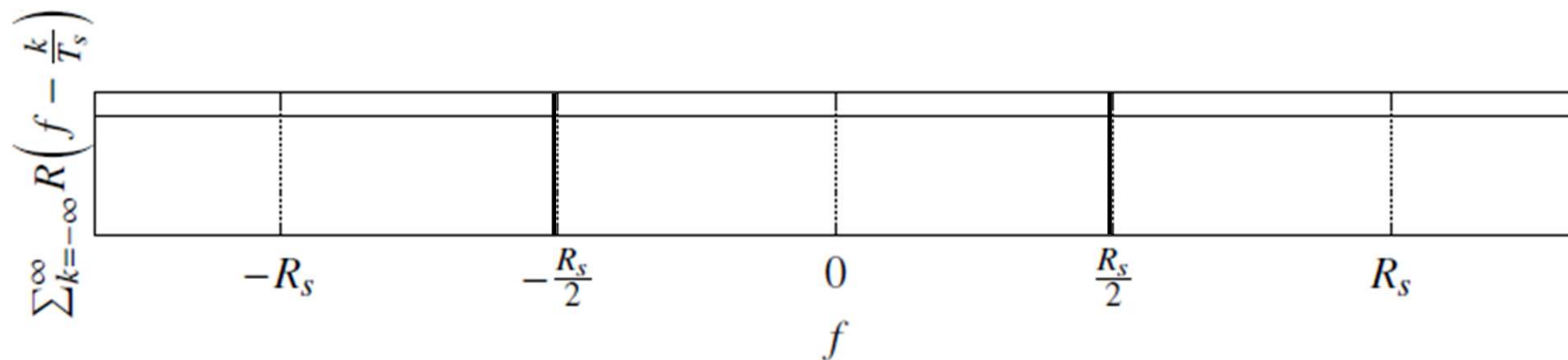
Nyquistkriteriet kan inte uppfyllas, oavsett hur $p(t)$ och $\gamma(t)$ väljs.



Figur 5.11a ur kursboken

Nyquistkriteriet – fall 2: $R_s = \frac{1}{T_s} = 2B$

Nyquistkriteriet uppfylls endast om $r(t)$ är rätt sinc-funktion.

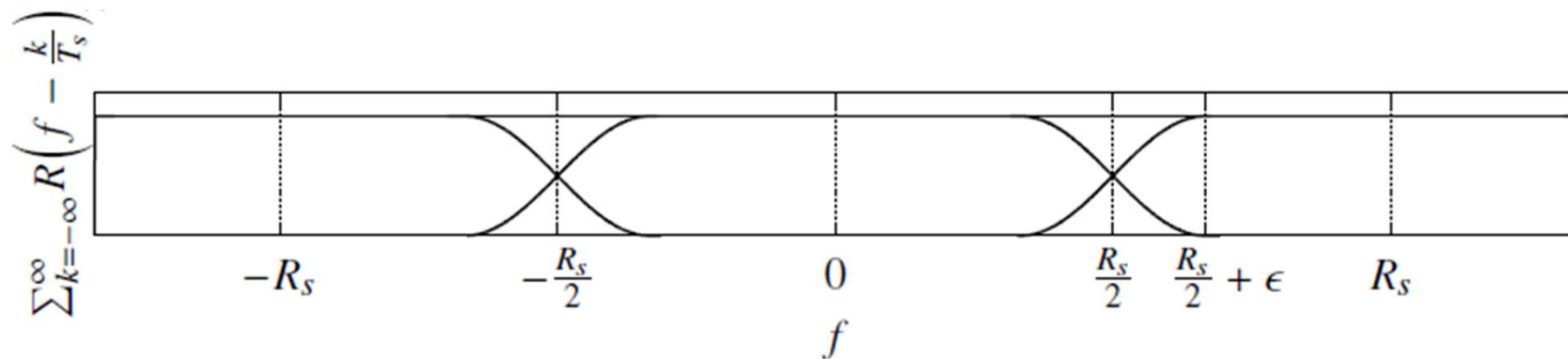


$$r(t) = \text{sinc}\left(\frac{t}{T_s}\right)$$

Figur 5.11b ur kursboken

Nyquistkriteriet – fall 3: $R_s = \frac{1}{T_s} < 2B$

Det finns oändligt många val av $p(t)$ och $\gamma(t)$ så att nyquistkriteriet uppfylls.



Figur 5.11c ur kursboken

Mikael Olofsson
ISY/CommSys

www.liu.se