

TSKS10 Signaler, information & Kommunikation

Föreläsning 8

Avslutning kanalkodningssatsen

LTI-vågformskanaler

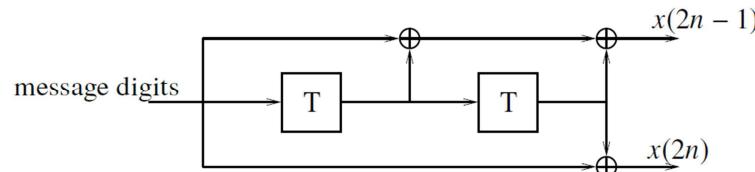
Mikael Olofsson

Institutionen för Systemteknik (ISY)

Ämnesområdet Kommunikationssystem



En enkel faltningskod

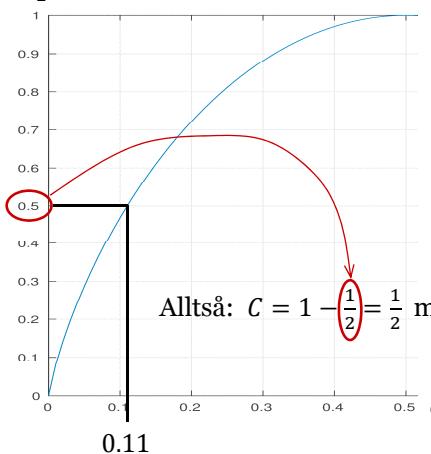


Figur 7.7 ur kursboken



Kapaciteten för BSC

$$H_2(\epsilon)$$



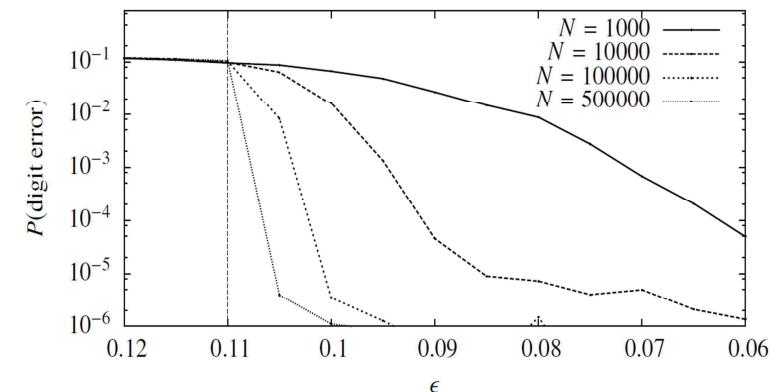
Kapaciteten för BSC med felsannolikhet ϵ :

$$C = 1 - H_2(\epsilon)$$

Motsvarar halva figur 6.2 i kursboken



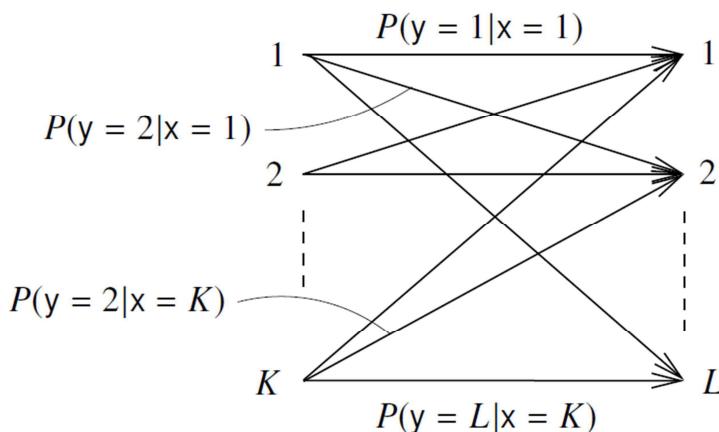
Prestanda LDPC-koder över BSC med $R = 1/2$



Figur 7.8 ur kursboken

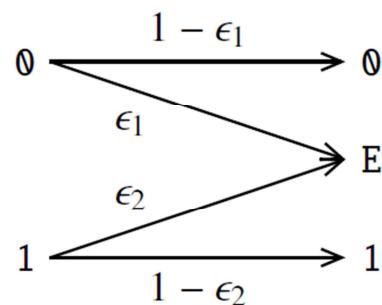


Diskret minnesfri kanal



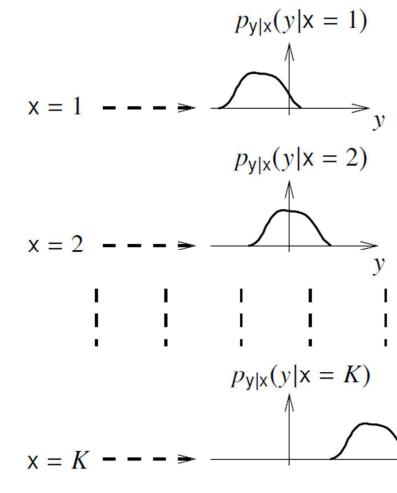
Figur 7.9 ur kursboken

Binär suddningskanal



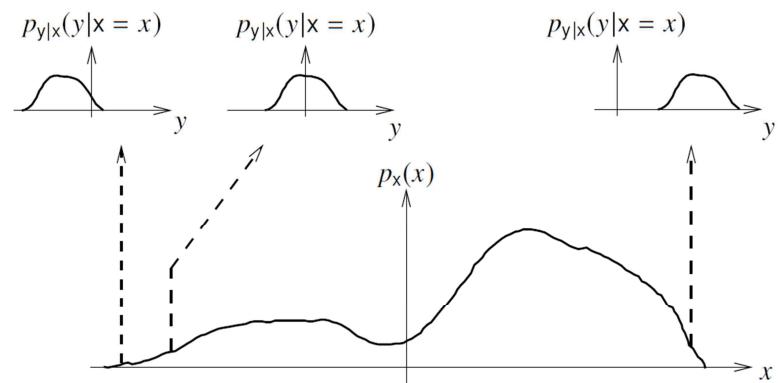
Figur 7.10 ur kursboken

Kanal som är diskret in och kontinuerlig ut



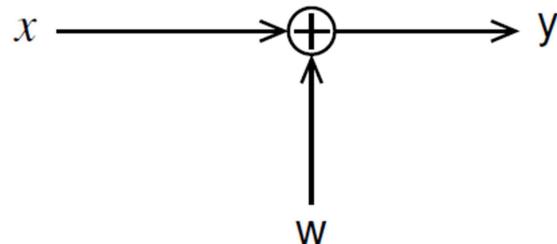
Figur 7.11 ur kursboken

Kanal som är kontinuerlig in och kontinuerlig ut



Figur 7.12 ur kursboken

Additivt gaussiskt brus (AGN-kanal)

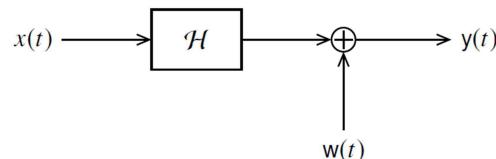


Figur 7.13 ur kursboken

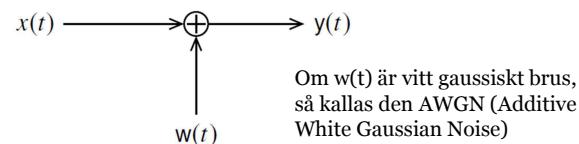
TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 9

Vågformskanaler

Allmän vågformskanal:



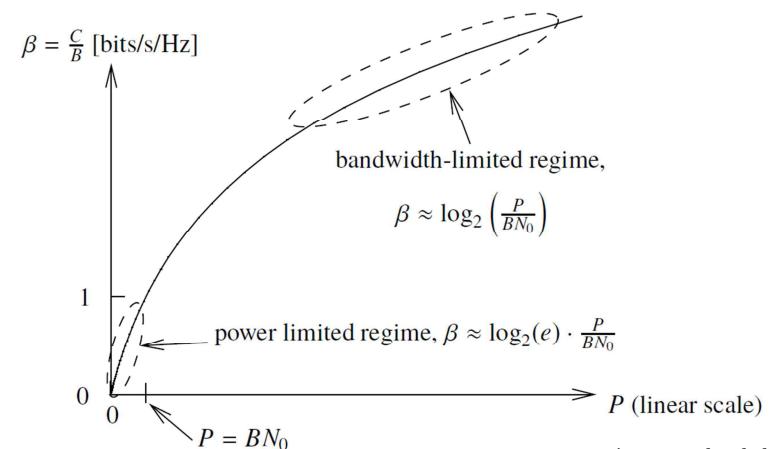
Kanal som endast adderar brus:



Figur 1.4 ur kursboken

TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 10

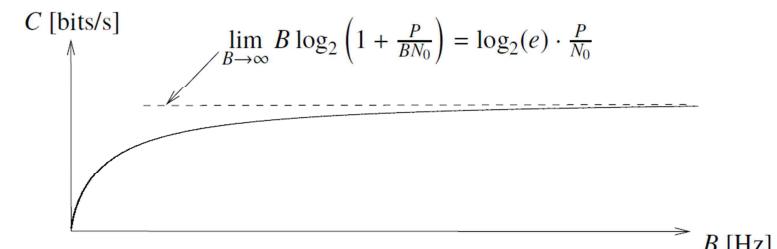
Arbetspunkter för AWGN-kanalen – spektraleffektivitet β



Figur 8.3 ur kursboken

TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 11

Gränsen för bandbredds begränsning



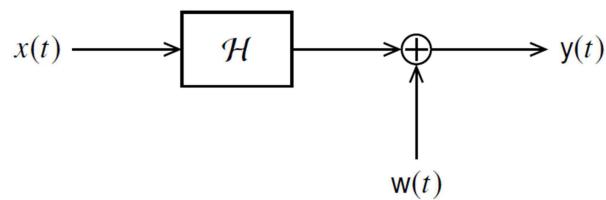
Figur 8.4 ur kursboken

TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 12

Exempel på vågformskanaler

- Kabel (transmissionsledning)
- Trådlös länk
- Mikrovågsledare
- Optisk fiber
- Akustisk kanal

Generell vågformskanal



Figur 1.4 ur kursboken

Egenskaper hos vågformskanaler

Bortsett bruset, är kanalen:

- Linjär? Normalt ja!
- Tidsinvariant? Ibland.

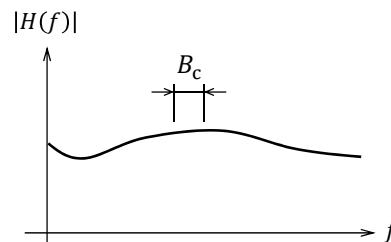
Om LTI så beskrivs kanalen av impulssvar $h(t)$ och frekvenssvar $H(f)$.

Koherenstid (T_c):

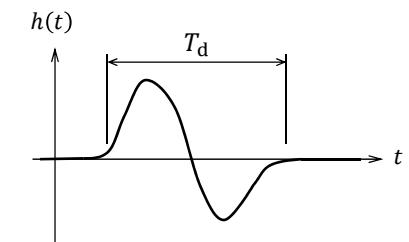
Tid under vilken kanalen kan betraktas som LTI.

Koherensbandbredd (B_c) och dispersion (T_d)

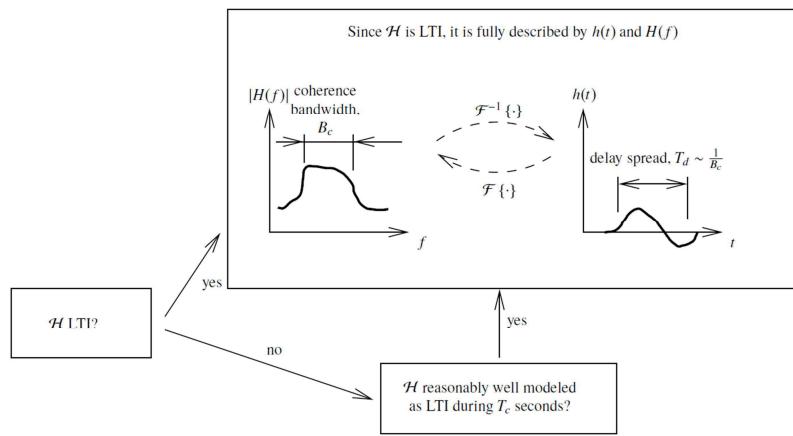
Koherensbandbredden B_c är bredden på ett frekvensband där $|H(f)|$ är väsentligen konstant och $\arg\{H(f)\}$ är väsentligen en rät linje.



Dispersion (delay spread) T_d är den väsentliga tidsutbredningen hos impulssvaret $h(t)$.



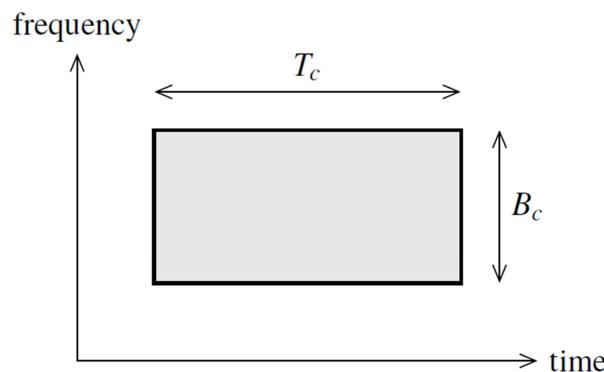
Relationen mellan koherensbandbredd B_c och dispersion T_d under koherenstiden T_c



Figur 8.1 ur kursboken

TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 17

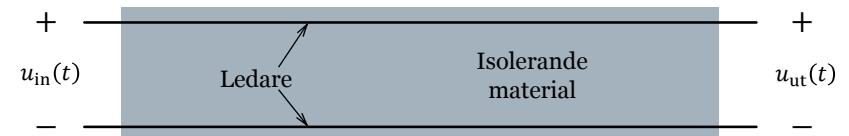
Koherensintervall



Figur 8.2 ur kursboken

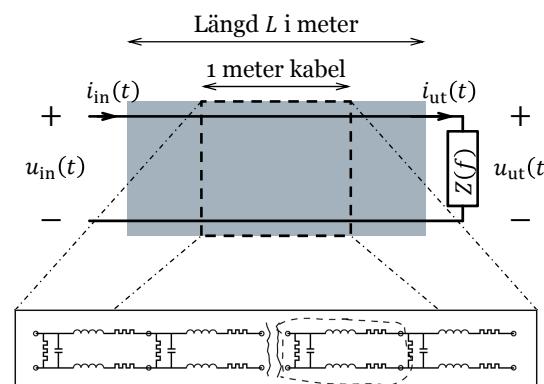
TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 18

En kabel



TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 19

Modell av en kabel 1(3)



En meter kabel
 N st. kaskadkopplade RLC-länkar \Rightarrow LTI-system

Delvis del av figur 9.1 ur kursboken

Insignalens spektrum:
 $U_{in}(f) = \mathcal{F}\{u_{in}(t)\}$
 $I_{in}(f) = \mathcal{F}\{i_{in}(t)\}$

Utsignalens spektrum:
 $U_{ut}(f) = \mathcal{F}\{u_{ut}(t)\}$
 $I_{ut}(f) = \mathcal{F}\{i_{ut}(t)\}$

Frekvenssvar:
 $H(f) = \frac{U_{ut}(f)}{U_{in}(f)}$

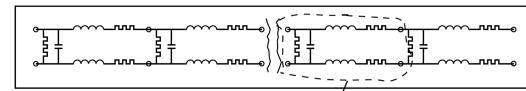
Impulssvar:
 $h(t) = \mathcal{F}^{-1}\{H(f)\}$

Utsignal:
 $u_{ut}(t) = (u_{in} * h)(t)$

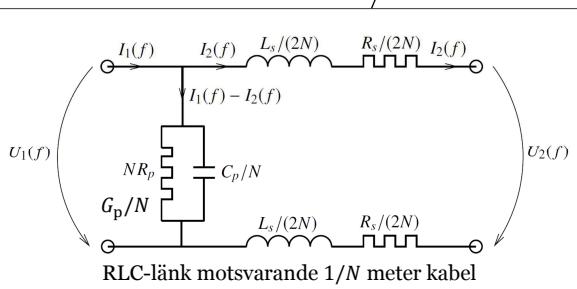
TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9
2018-04-24 20

Modell av en kabel 2(3)

En meter kabel



N st. kaskadkopplade
RLC-länkar, LTI-system



- L : Kabelns längd
- R_s : Serieresistans/m
- L_s : Serieinduktans/m
- R_p : Parallelldelresistans i en meter kabel
- G_p : Parallelldelkonduktans/m
 $= 1/R_p$
- C_p : Parallelldelkapacitans/m

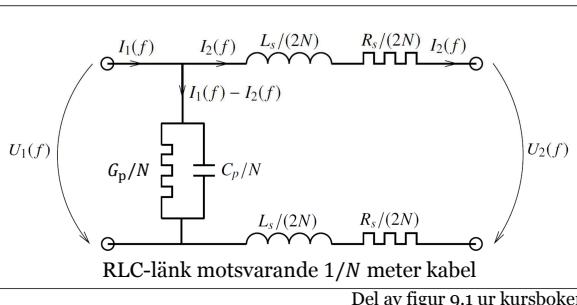
Del av figur 9.1 ur kursboken

TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9

2018-04-24 21



Modell av en kabel 3(3)



- L : Kabelns längd
- R_s : Serieresistans/m
- L_s : Serieinduktans/m
- G_p : Parallelldelkonduktans/m
- C_p : Parallelldelkapacitans/m

$$U_1 = U_2 + \frac{Z_s}{N} I_2$$

$$\text{Serieimpedans per meter: } Z_s(f) = R_s + j2\pi f L_s$$

$$\text{Parallelldeladmittans per meter: } Y_p(f) = G_p + j2\pi f C_p$$

$$\text{Serieimpedans per länk: } Z_s(f)/N$$

$$\text{Parallelldeladmittans per länk: } Y_p(f)/N$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{Y_p}{N} U_1 + I_2 = \\ &= \frac{Y_p}{N} U_2 + \left(1 + \frac{Y_p Z_s}{N^2}\right) I_2 \end{aligned}$$

Mikael Olofsson
ISY/CommSys

www.liu.se



TSKS10 Signaler, information och kommunikation - Föreläsning 9

2018-04-24 22