

TSKS10 Signaler, information & Kommunikation

Föreläsning 11

Några tidigare tentamensuppgifter

Mikael Olofsson
Institutionen för Systemteknik (ISY)
Ämnesområdet Kommunikationssystem

Tvådelad tenta

Frågedel – utan hjälpmedel

Lös först denna del och lämna in den till tentavakten innan du går vidare till del 2. Du får inte ha några hjälpmedel till denna del.

Problemdel – med hjälpmedel

När du lämnat in del 1 till tentavakten kan du börja på denna del. Här får du använda alla hjälpmedel som listas på försättsbladet.

Erik G. Larsson, Signals, Information and Communications.
Errata till använd upplaga av ovanstående.
Mikael Olofsson, Tables and Formulas for Signal Theory.
Sune Söderkvist, Formler & Tabeller.
Råde/Westergren, Mathematics Handbook for Science and Engineers (Beta).
Physics Handbook.
Formelsamling Fourieranalys.
Lasse Alfredsson, Formelsamling för Signaler & System.

Tenta 2015-06-01, frågedelen

- 1 Om en signal $x(t)$ trunckeras till ett ändligt intervall $[-T/2, T/2]$, vad händer då med dess spektrum? Förklara med hjälp av figurer. (3 p)
- 2 Definiera SNR för en signal. Vad är betydelsen av SNR? Vilken nytta har vi av SNR? (3 p)
- 3 Beskriv och förklara tre huvudsakliga fenomen som spelar in när en radiosignal breder ut sig över en trådlös markbunden radiokanal. (9 p)

Tenta 2015-06-01, fråga 1

- 1 Om en signal $x(t)$ trunckeras till ett ändligt intervall $[-T/2, T/2]$, vad händer då med dess spektrum? Förklara med hjälp av figurer. (3 p)

Originalsignal: $x(t)$

Fönster: $w(t)$

Trunckerad signal:

$$\hat{x}(t) = x(t)w(t)$$

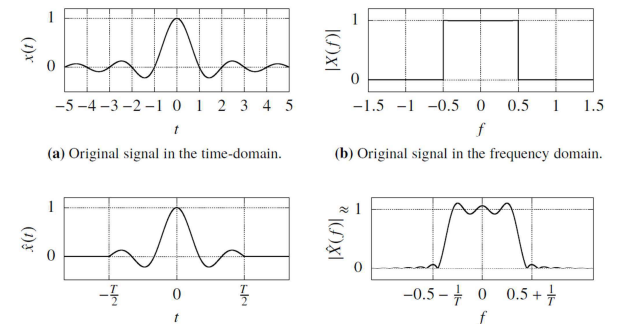
Motsvarande Spektra:

$$X(f)$$

$$W(f)$$

$$\hat{X}(f) = (X * W)(f)$$

Signalens spektrum breddas.



(a) Original signal in the time-domain. (b) Original signal in the frequency domain.

(c) Truncated signal in the time-domain. (d) Truncated signal in the frequency domain. The bandwidth increase is on the order of $1/T$ Hz.

Figure 2.4: Truncating a signal.

Se avsnitt 2.1.2 i kursboken

Tenta 2015-06-01, fråga 2

- 2 Definiera SNR för en signal. Vad är betydelsen av SNR? Vilken nytta har vi av SNR? (3 p)

Definition(er):

SNR för effekter: $\frac{P_X}{P_W}$ Med P_X signaleffekt och P_W brus effekt i frekvensbandet.

SNR för energier: $\frac{E_X}{E_W}$ Med E_X signalenergi och E_W brusenergi i dimensionen.

Betydelse:

SNR är ett kvalitetsmått som talar om hur mycket starkare signalen är än bruset.

Nytta:

Ju större SNR, desto bättre kommunikation. Påverkar kanalkapaciteten för en analog kanal.

Se avsnitt 3.2 i kursboken

Tenta 2015-06-01, fråga 3, forts

- 3 Beskriv och förklara tre huvudsakliga fenomen som spelar in när en radiosignal breder ut sig över en trådlös markbunden radiokanal. (9 p)

Småskalig fädning:

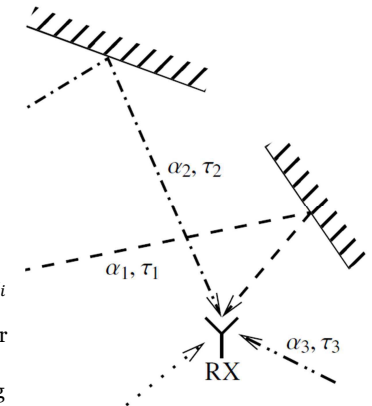
Beror på flervägsutbredning. Mottagen signal:

$$y(t) = \sum_{i=1}^M \alpha_i x(t - \tau_i)$$

På vissa ställen får vi vid vissa tidpunkter huvudsakligen konstruktiv interferens, medan det är huvudsakligen destruktiv interferens på andra ställen eller andra tidpunkter.

Såväl α_i som τ_i varierar i absoluta termer långsamt. Men τ_i orsakar en snabbt varierande fasvridning. Detta gör att denna fädning är snabbt varierande. Denna del bestämmer koherensvid, koherensbandbredd och dispersion.

Förändras väsentligt om antennen flyttas i storleksordning en halv våglängd.



Se avsnitt 9.2.3 i kursboken

Tenta 2015-06-01, fråga 3

- 3 Beskriv och förklara tre huvudsakliga fenomen som spelar in när en radiosignal breder ut sig över en trådlös markbunden radiokanal. (9 p)

Sträckdämpning (propagation loss, path loss):

Mottagen effekt är proportionerlig mot $r^{-\gamma}$ (vid tillräckligt stort r), där r är avstånd och γ är path loss exponent (sträckdämpningsexponent). Vanligen gäller $2 \leq \gamma \leq 5$. Sänd effekt fördelas över en yta som är proportionell mot r^{-2} . Utan förluster (vacuum), så skulle det motsvara $\gamma = 2$. Sträckdämpningsexponenten kan vara större än 2 pga absorption i mediet. Multiplikativ. Varierar mycket långsamt, då den beror endast på avstånd. Inom använt frekvensområde är den normalt inte frekvensberoende. Över stora frekvensband finns dock ett visst frekvensberoende.

Se avsnitt 9.2.1 i kursboken

Storskalig fädning (skuggfädning):

Beror på att signalen kan skuggas av stora objekt, som t.ex. hus. Långsamt varierande. Modelleras som en multiplikativ faktor $10^{X/10}$, där X är en gaussvariabel med medelvärde 0 och standardavvikelse på 6 à 8 dB. Beror på vilken typ av miljö vi befinner oss i. Frekvensberoendet är litet.

Se avsnitt 9.2.2 i kursboken

Tenta 2015-06-01, uppgift 4, situation

- 4 En källkod för ett alfabet av storlek 8, med symbolerna a till h ur alfabetet, använder följande kodord och avbildning. (10 p)

a → 00	e → 111
b → 01	f → 1100
c → 100	g → 11010
d → 101	h → 11011

Symbolerna kommer från en minnesfri källa A med följande sannolikheter.

$\Pr\{A = a\} = 1/2,$	$\Pr\{A = e\} = 1/32,$
$\Pr\{A = b\} = 1/4,$	$\Pr\{A = f\} = 1/64,$
$\Pr\{A = c\} = 1/8,$	$\Pr\{A = g\} = 1/128,$
$\Pr\{A = d\} = 1/16,$	$\Pr\{A = h\} = 1/128$

Tenta 2015-06-01, uppgift 4, del a

- 4 En källkod för ett alfabet av storlek 8, med symbolerna a till h ur alfabetet, använder följande kodord och avbildning. (10 p)

a → 00	e → 111
b → 01	f → 1100
c → 100	g → 11010
d → 101	h → 11011

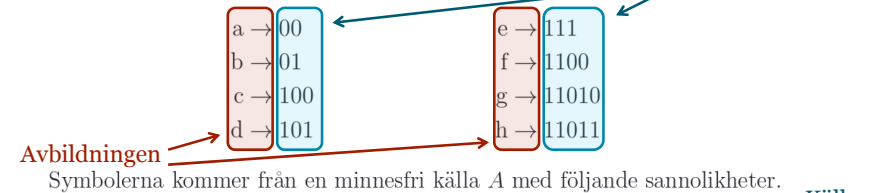
Symbolerna kommer från en minnesfri källa A med följande sannolikheter.

$\Pr\{A = a\} = 1/2,$	$\Pr\{A = e\} = 1/32,$
$\Pr\{A = b\} = 1/4,$	$\Pr\{A = f\} = 1/64,$
$\Pr\{A = c\} = 1/8,$	$\Pr\{A = g\} = 1/128,$
$\Pr\{A = d\} = 1/16,$	$\Pr\{A = h\} = 1/128$

- a. Bestäm entropin för källan. (2 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 4, del c

- 4 En källkod för ett alfabet av storlek 8, med symbolerna a till h ur alfabetet, använder följande kodord och avbildning. (10 p)



Symbolerna kommer från en minnesfri källa A med följande sannolikheter.

$\Pr\{A = a\} = 1/2,$	$\Pr\{A = e\} = 1/32,$
$\Pr\{A = b\} = 1/4,$	$\Pr\{A = f\} = 1/64,$
$\Pr\{A = c\} = 1/8,$	$\Pr\{A = g\} = 1/128,$
$\Pr\{A = d\} = 1/16,$	$\Pr\{A = h\} = 1/128$

- c. Givet kodorden och källan ovan, är detta en bra avbildning av symbolerna på kodorden? Om inte, föreslå en annan avbildning, och visa att den är bättre än den givna avbildningen. (2 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 4, del b

- 4 En källkod för ett alfabet av storlek 8, med symbolerna a till h ur alfabetet, använder följande kodord och avbildning. (10 p)

a → 00	2	e → 111	3
b → 01	2	f → 1100	4
c → 100	3	g → 11010	5
d → 101	3	h → 11011	5

Symbolerna kommer från en minnesfri källa A med följande sannolikheter.

$\Pr\{A = a\} = 1/2,$	$\Pr\{A = e\} = 1/32,$
$\Pr\{A = b\} = 1/4,$	$\Pr\{A = f\} = 1/64,$
$\Pr\{A = c\} = 1/8,$	$\Pr\{A = g\} = 1/128,$
$\Pr\{A = d\} = 1/16,$	$\Pr\{A = h\} = 1/128$

- b. Bestäm väntevärdet av kodordslängden. (2 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 4, del d

- 4 En källkod för ett alfabet av storlek 8, med symbolerna a till h ur alfabetet, använder följande kodord och avbildning. (10 p)

a → 00	e → 111
b → 01	f → 1100
c → 100	g → 11010
d → 101	h → 11011

Symbolerna kommer från en minnesfri källa A med följande sannolikheter.

$\Pr\{A = a\} = 1/2,$	$\Pr\{A = e\} = 1/32,$
$\Pr\{A = b\} = 1/4,$	$\Pr\{A = f\} = 1/64,$
$\Pr\{A = c\} = 1/8,$	$\Pr\{A = g\} = 1/128,$
$\Pr\{A = d\} = 1/16,$	$\Pr\{A = h\} = 1/128$

- d. Är detta en bra kod för denna källa? Om inte, föreslå en annan källkod, och visa att den är bättre än den givna koden. (4 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 5, del a

- 5 Följande kod är avsedd för felrättning. Det är ett exempel på en väldigt kort så kallad terminerad faltningkod, där vi också angivit en avbildning från informationsbitarna till kodorden. (6 p)

Info	Kodord
0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1	0 0 0 0 0 1 1 1
0 1 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 1
1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0
1 0 1	0 1 1 1 0 1 1 1
1 1 0	0 1 1 0 1 1 0 0
1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 1

$M = 8$

$N = 8$

- a. Bestäm kodens takt. (1 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 5, del c

- 5 Följande kod är avsedd för felrättning. Det är ett exempel på en väldigt kort så kallad terminerad faltningkod, där vi också angivit en avbildning från informationsbitarna till kodorden. (6 p)

Info	Kodord
0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1	0 0 0 0 0 1 1 1
0 1 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 1
1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0
1 0 1	0 1 1 1 0 1 1 1
1 1 0	0 1 1 0 1 1 0 0
1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 1

- c. Föreslå ett enkelt sätt att skapa en kod vars takt är större än takten för denna kod, men som fortfarande har samma storlek och samma förmåga att detektera och korrigera fel. (1 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 5, del b

- 5 Följande kod är avsedd för felrättning. Det är ett exempel på en väldigt kort så kallad terminerad faltningkod, där vi också angivit en avbildning från informationsbitarna till kodorden. (6 p)

Info	Kodord
0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1	0 0 0 0 0 1 1 1
0 1 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 1
1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0
1 0 1	0 1 1 1 0 1 1 1
1 1 0	0 1 1 0 1 1 0 0
1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 1

- b. Bestäm kodens förmåga att detektera respektive korrigera fel. (3 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 5, del d

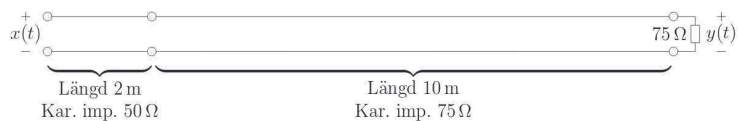
- 5 Följande kod är avsedd för felrättning. Det är ett exempel på en väldigt kort så kallad terminerad faltningkod, där vi också angivit en avbildning från informationsbitarna till kodorden. (6 p)

Info	Kodord
0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1	0 0 0 0 0 1 1 1
0 1 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 1
1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0
1 0 1	0 1 1 1 0 1 1 1
1 1 0	0 1 1 0 1 1 0 0
1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 1

- d. Koden används för kommunikation över en binärsymmetrisk kanal med felsannolikhet ε . Ungefär hur ser sannolikheten för fel efter avkodning ut? Beroendet av ε ska ges i storleksordning. (1 p)

Tenta 2015-06-01, uppgift 6

- 6 En 10 m lång kabel med karakteristisk impedans 75Ω används för kommunikation av information till en utrustning som är avsedd för just en sådan kabel. På sändarsidan appliceras spänningen $x(t)$. På mottagarsidan observeras spänningen $y(t)$ över en resistans på 75Ω . Kabeln behövde skarvas och av misstag eller ovetskap så valdes en 2 m lång kabel med karakteristisk impedans 50Ω för detta. Resultatet beskrivs i figuren nedan. (9 p)



- a. Bestäm frekvenssvaret hos systemet ovan. (6 p)
- b. Vad skulle frekvenssvaret ha varit om man hade valt rätt sorts kabel att skarva med? (3 p)

Not: Du behöver antagligen införa några beteckningar för att lösa denna uppgift, beteckningar som också behövs i ditt svar. Gör då det med omsorg.

Mikael Olofsson
ISY/CommSys

www.liu.se