HØGSKOLEN I STAVANGER

Institutt for elektroteknikk og databehandling

Stavanger, 9. mai 1995

Utlevering: 24/1/95
Innlevering: 3/2/95

Digital transmisjon: Øving 1

Oppgave 1 Lett

Et basisbånd overføringssystem bruker pulsformen:

$$h(t) = \frac{\sin(\frac{\pi}{T}t)}{\frac{\pi}{T}t} \tag{1}$$

til å overføre binære data med en rate på $1/T$ bit per sekund. Amplituden i samplingstidpunktet er 1 volt dersom '1' er sendt og -1 volt dersom '0' er sendt, dvs vi har et bipolart system.

a) Skisser formen på mottatt pulstog dersom bitsekvensen er '0 0 1 0 1 1 0'.

b) Hvor stor båndbredde er nødvendig for å overføre dette signalet?

c) Hvorfor er det i praksis nødvendig å bruke større båndbredde enn dette?

Oppgave 2 Middels

Anta samme pulsform som i forrige oppgave, samt bipolar kode med amplitude ± 1 mvolt. Det mottatte signalet samples ved tidspunkt

$$t_k = kT + \frac{T}{10}, \quad k = 0, \pm 1, \ldots, \pm M, \tag{2}$$

dvs at vi har en timing-feil som utgjør 10% av bitvarigheten. Anta inngangs-signalet er en $2M+1$ bits sekvens hvor '0' og '1' alternerer: $'010101\ldots010'$.

a) Skisser formen på det mottatte signalet for $M = 2$. Merk av samplingstidspunktene.

b) For en vilkårlig verdi av M, finn intersymbolinterferensen i tidspunkt t_0.

Sven Ole Aase

Førsteamanuensis, dr.ing.

Høgskolen i Stavanger

Institutt for elektroteknikk
og databehandling

Postboks 2557 Ullandhaug

4004 Stavanger

Tel.: 51 83 20 09

Fax.: 51 83 17 50

E-mail: aase@hsr.no

Oppgave 3 Morsom

Vi har et binært basisbåndssystem hvor støyen kan antas gaussisk med enhetsvarians i samplingstidspunktet. Sannsynlighetstetthetsfunksjonene for de samplede verdiene kan skrives som:

$$
\begin{aligned}
p_{Y|'1'sendt}(y) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-1)^2}{2}}, -\infty < y < \infty \\
p_{Y|'0'sendt}(y) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y+1)^2}{2}}, -\infty < y < \infty,
\end{aligned} \tag{3}
$$

hvor P('1' sendt)=p og P('0' sendt)=$1-p$. Mottakeren sammenligner Y med en terskelverdi V_t og velger '1' dersom $Y > V_t$ og '0' dersom $Y < V_t$.

a) Finn som funksjon av p et uttrykk for terskelverdien V_t som minimerer sannsynligheten for feil-tolkning av en bit.

b) Se på tilfellene $p = 0$, 0.5 og 1.0. Hva blir V_t? Kommenter.

Oppgave 4 Morsom

Den mottatte bølgeformen i et 3-nivå system har verdiene (i samplingstidspunktene) -1 volt, 0 volt, eller $+1$ volt når vi ser bort fra eventuell støy. Sannsynlighetene for disse verdiene er hhv. 0.25, 0.5 og 0.25. Støyen i systemet er gaussisk, med standardavvik på 0.25 volt.

a) Finn de optimale terskelverdiene V_1 og V_2 for dekoding.
Hint: Utnytt symmetri til å argumentere for at $V_1 = -V_2$.

b) Finn den tilhørende feilsannsynligheten P_e.

Oppgave 5 Middels

Et transmisjonssystem har intersymbolinterferens (ISI) gitt ved

$$
x(kT) = \begin{cases} 0.2, & k = 1 \\ 0.8, & k = 0 \\ 0.2, & k = -1 \\ 0, & |k| > 1. \end{cases} \tag{4}
$$

a) Design et 3-taps FIR filter, $h(n)$, slik at det filtrerte signalet $y(k) = (h * x)(k)$ er 1 ved $k = 0$ og 0 for $k = \pm 1$.

b) Finn $y(k)$ for $k = \pm 2, \pm 3$.

c) Dersom vi designer et 5-taps FIR filter, hva blir $y(k)$ for $k \neq 0$?