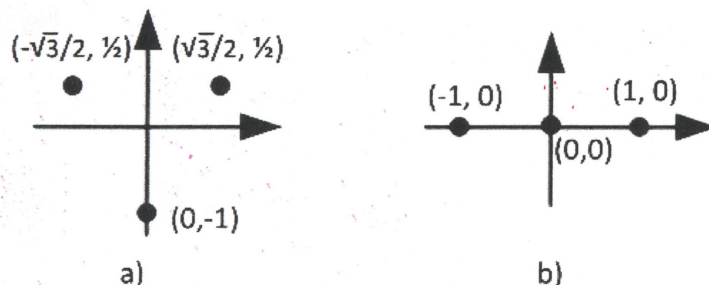


ELEC-C7230 Tietoliikenteen siirtomenetelmät

Välikoe I, 14.2.2018

- Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.
 - Miten lineaarinen modulaatiomenetelmä eroaa epälineaarista?
 - Miten kantaaltomodulaatio määritellään?
 - Mikä erottaa digitaalisen modulaation analogisesta?
 - Mitä PSK:ssa moduloidaan? Entä QAM:issa?
 - Miten päästökaistan leveys suhtautuu kantataajuuden kaistanleveyteen?
 - Kuinka monta bittiä tarvitaan kuvaamaan QPSK-modulaatiosymboli?
- Kuvassa 1 on kaksi 3-arvoista modulaatiokonstellaatiota. Kumpaakin käytettäisiin QAM-modulaationa moduloimaan kantaaltoa. Vastaanotin näkee signaaliavaruudessa AWGN-kanavan, jossa kompleksiarvoisen kohinanäytteen energia on N_0 , jolloin kohinanäytteen reaali- ja imaginaariosien varianssi on $N_0/2$.
 - Laske kummankin konstellaation keskimääräinen energia.
 - Kasvata b-konstellaation $(1, 0)$ ja $(-1, 0)$ -pisteiden etäisyyttä origosta siten, että b-konstellaatiolla on sama keskimääräinen energia kuin a-konstellaatiolla. Mitkä näiden kahden pisteen uudet koordinaatit ovat? Tästä lähtien käytetään tätä kasvatettua b-konstellaatiota.
 - Oletetaan, että kutakin konstellaatiopistettä käytetään yhtä paljon. Piirrä konstellaatioihin päätöspinnat.
 - Kummassa konstellaatiossa etäisyys päätöspintaan on suurempi?
 - Kumpi konstellaatio antaa oletettavasti pienemmän symbolivirhesuhteen? (Riittää tarkastella minimietäisyyttä.)
 - Miksi 3-arvoisia konstellaatioita ei yleensä käytetä digitaalisessa tiedonsiirrossa?



Kuva 1. Kaksi kolmiarvoista modulaatiokonstellaatiota.

3. Lähetetään kaksi bittiä aikavälissä $t \in [-2, 4]$ käyttämällä kahta BPSK-moduloitua aaltomuotoa $\phi_1(t)$ ja $\phi_2(t)$. Jatkuvan ajan lähetetty signaali on $s(t) = \sum_{j=1}^2 s_j \phi_j(t)$, missä s_j saa arvot ± 1 . Kullakin BPSK-symbolilla lähetetään yksi bitti $b_j \in \{0, 1\}$, siten että $s_j = 2b_j - 1$. Siirtotie on AWGN, ja signaalimalli on $r(t) = s(t) + n(t)$, missä $n(t)$ on reaaliarvoinen AWGN-prosessi varianssilla $N_0/2$. Käytetään aaltomuotoina kuvan pulsseja:

$$\phi_1(t) = \begin{cases} \sqrt{t+2} & \text{jos } -2 \leq t < 0 \\ \sqrt{2-t} & \text{jos } 0 \leq t < 2 \\ 0 & \text{muuten} \end{cases}, \quad \phi_2(t) = \begin{cases} \sqrt{t} & \text{jos } 0 \leq t < 2 \\ \sqrt{4-t} & \text{jos } 2 \leq t < 4 \\ 0 & \text{muuten} \end{cases}.$$

- a) Piirrä lähetettävä signaali, kun bitit ovat $b_1 = b_2 = 1$ ja $b_1 = -b_2 = 1$.

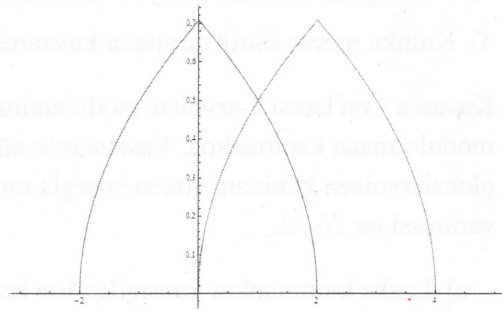
- b) Laske pulssien ϕ_j , $j = 1, 2$ energiat E_j .

- c) Laske pulssien ϕ_1 ja ϕ_2 sisätulo. Ovatko pulssit ortogonaalisia?

- d) Käytä korrelaatiovastaanotinta (sovitettu suodatin) erikseen kummallekin läheteelle. Mikä signaalikohinasuhde on?

- e) Mikä on s_1 :n ja s_2 :n välinen signaali-interferenssisuhde (SIR) tällä vastaanotimella?

- f) Hahmota samalle ajanjaksolle kaksi pulssia, joiden Inter-Symbol Interferenssi häviää.



Vihje: Saatat tarvita integraalia

$$\int_0^2 \sqrt{2t-t^2} dt = \pi/2.$$