

1. ~~(a)~~ Selitä lyhyesti mitä *tiedonsiirtojärjestelmien yhteydessä* tarkoitetaan termeillä/käsitteillä (i) informaatio, (ii) entropia ja (iii) kanavan kapasiteetti. [3p]

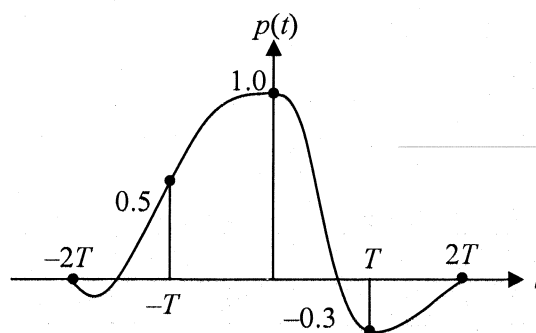
~~(b)~~ Pohdi signaalitehon ja kaistanleveyden merkitystä ja toisaalta keskinäistä yhteyttä digitaalisten tiedonsiirtojärjestelmien suorituskyvyn kannalta. Tarkastele asiaa toisaalta teoreettiselta kannalta (lähtien AWGN aaltomuotoکانavan kapasiteettilaista $C = W \log_2(1 + S/N)$), ja toisaalta myös käytännön siirtotekniikoiden (esim. PAM) näkökulmasta. [3p]

2. Tarkastellaan *kantataajuista* PAM siirtoketjua.

~~(a)~~ Selitä lyhyesti mitkä ovat lähetys- ja vastaanottosuodattimien tärkeimmät tehtävät yleisesti. Entä mitä tarkoitetaan Nyquist pulssinmuokkauksella? [2p]

~~(b)~~ Miten lähetteen vaatima kaistanleveys määräytyy symbolinopeudesta? Mitä tässä yhteydessä tarkoitetaan lisäkaistalla (excess bandwidth)? Entä miten itse bittinopeus määräytyy? [2p]

~~(c)~~ Oletetaan, että vastaanottosuodattimen jälkeinen pulssimuoto $p(t)$ on viereisessä kuvassa. Miten vastaanottosuodattimen jälkeisestä signaalista hetkellä $t=kT$ otettu näyte riippuu vastaavasta lähetetystä symbolista ja toisaalta muista symboleista? Mitä nimitystä tästä ilmiöstä käytetään? Jos oletetaan että symboliaakkosto on $\{\pm 1\}$, kuinka suuri voi näytteen poikkeama lähetetystä symbolista pahimmillaan olla tässä tapauksessa? [2p]



3. ~~(a)~~ Esitä *kantaaaltomoduloituissa* PAM/PSK/QAM siirtojärjestelmissä käytetyn kvadratuuri-modulaation (I/Q-modulaation) yleinen periaate. Esitä lähettimen ja vastaanottimen lohkokaaviot (yleisellä tasolla). Havainnollista periaatetta oleellisilla spektrikuvilla eri kohdissa järjestelmää. Millaista roolia pulssinmuokkaus tässä yhteydessä näyttelee? [4p]

~~(b)~~ Oletetaan, että PAM/PSK/QAM järjestelmän additiivinen kohina on Gauss-jakautunutta. Miten symboliaakkosto tulisi suunnitella jos halutaan minimoida *symbolivirhetodennäköisyyttä* (olettaen minimietäisyyteen perustuva ilmaisu)? Miksi? Miten tämä liittyy käytettävään lähetystehoon? Jos aakkosto ja *symbolivirhetodennäköisyys* ovat kiinnitetty, miten ja miksi ns. Gray-koodi auttaa minimoimaan *bittivirhetodennäköisyyttä*? [2p]

4. Mitä tarkoitetaan ~~(i)~~ spektraalisella tehokkuudella ja (ii) energiatehokkuudella tiedonsiirtoaaltomuotojen yhteydessä? Mistä spektraalinen tehokkuus määräytyy *kantaaaltomoduloituissa* PAM/PSK/QAM järjestelmässä, ja miksi (anna myös jokin numeerinen esimerkki)? Jos tavoiteltava symbolivirhetodennäköisyys ja kaistanleveys ovat kiinnitetty em. PAM/PSK/QAM järjestelmässä, miten spektraalisen tehokkuuden kasvattaminen vaikuttaa tarvittavaan lähetystehoon? Perustele. [6p]

~~(a)~~ Oletetaan, että havainto $Y = A + N$ missä A on lähetetty symboli ja N Gaussinen kohina-muuttuja. Oletetaan vielä, että kyseessä on binäärinen aakkosto $\{-a, +a\}$ ja symbolitodennäköisyydet $P_A(+a) = 0.7$ ja $P_A(-a) = 0.3$. Hahmottele tässä esimerkkitilanteessa Maximum Likelihood (ML) ja Maximum A Posteriori (MAP) ilmaisimiin liittyvät periaatteelliset todennäköisyysjakaumat ja selitä tämän perusteella miten ilmaisimet toimivat. [6p]

Huom: Kurssin harjoitustyö pian tehtävissä, lisätiedot verkkosivulla pikapuoliin...