

## Harjoitus 4

Nelli Sviili

[nekasvii@student.jyu.fi](mailto:nekasvii@student.jyu.fi)

TIES436 Langattomat teknologiat  
Informaatioteknologian tiedekunta

26.2.2020

Sisällys

1. Referaatti artikkelista: A Comparative Study of Various Digital Modulation Techniques ..... 3

## 1. Referaatti artikkelista: A Comparative Study of Various Digital Modulation Techniques

Referaatti on tehty artikkelin kappaleesta "IV. Classification of digital modulation".

Modulaatiossa muokataan aallonmuotoa toisella signaalilla, jotta sen avulla voidaan kuljettaa viestidataa. Yleensä siirtotien kantoaaltona käytetään korkeataajuisia siniaaltoja, Analogisessa modulaatiossa parametrin variaatio on suoraan suhteessa moduloitavan signaaliin, kun taas digitaalisessa modulaatiossa parametrin variaatio on diskreettinen suhteessa moduloitavaan signaaliin.

Digitaalisten modulaatiotekniikat luokitellaan koherenteiksi tai epäkoherenteiksi tekniikoiksi riippuen siitä, onko vastaanottimessa palautuspiiriä. Digitaaliset modulaatiotekniikat voidaan luokitella myös niiden havaitsemisominaisuuksien tai kaistanleveyden tiivistamiskarakteroinnin mukaan. Analoginen signaali voidaan muuttaa digitaalseksi varioimalla kantoaallon signaalin parametrejä, kuten amplitudia tai taajuutta. Toisinaan digitaalimuunnoksessa hyödynnetään myös hybridimenetelmiä. Digitaalisen modulaatiotekniikan valitsemiseen vaikuttaa signaalin tyyppi ja käytettävä sovellus.

Vaiheavainnus eli PSK on digitaalinen modulaatiojärjestelmä, joka perustuu kantoaallon referenssisignaalin vaiheiden modulaatioon. PSK käyttää tietyn määrän vaiheita, joille kullekin on määritetty oma uniikki binaaribittien malli. Yleensä jokaisessa vaiheessa on sama määrä koodattavia bittijä. PSK:n yksinkertainen versio on binaarinen vaiheavainnus eli BPSK, jossa viesti koodataan merkitsemään arvoja  $0^\circ$  tai  $180^\circ$ . BPSK on kestävä datansiirtomalli, mutten sovellu suuren datanopeuteen. Nelivaiheinen vaiheavainnus eli QPSK käyttää neljää signaalin vaihetta, jolloin sillä voidaan koodata kahden bitin pareja. QPSK on tietyillä kaistanleveyksillä kaksi kertaa BPSK:ta nopeampi siirtämään dataa. Muita PSK:n variaatioita ovat esimerkiksi differentiaalinen vaiheavainnus (DPSK) ja differentiaalinen nelivaiheinen vaiheavainnus (DQPSK).

Taajuusavainnuksessa eli FSK:ssa digitaalinen informaatio siirretään kantoaaltoon kahtena erillisenä taajuusmuutoksena. FSK:n yksinkertaisessa versiossa binaarisessa taajuusavainnuksessa eli BFSK:ssa käytetään kahta erillistä taajuutta vastaamaan binaariarvoja 0 ja 1. Vähimmäistaajuusavainnuksessa eli MSK:ssa alemman ja ylemmän taajuuden välinen ero on identtinen puolen bitin nopeudella. Äänitaajuusavainnuksessa eli AFSK:ssa tuottaa radion tai puhelimen kautta lähetettävän koodatun signaalin, jossa digitaalisen datan muutokset toteutetaan äänitaajuudella. AFSK ei yleensä sovellu nopeaan tiedonsiirtoon.

Amplitudin vaihtoavainnuksessa eli ASK:ssa tai On/Off avainnuksessa eli OOK:ssa modulaatio tapahtuu kantoaallon amplitudin variaatioina siten, että sekä taajuus että vaihe pysyvät vakioina. Tämä tekniikka soveltuu digitaalisen datan siirtämiseen optisessa kuidussa. Tekniikkaa hyödynnetään esimerkiksi digitaalisen tiedon siirrossa pisteestä pisteeseen muun muassa sotilaskohteissa. Binaarisessa amplitudin vaihtoavainnuksessa eli BASK:ssa binaari 1 on lyhyt valoimpulssi ja 0 valon puuttuminen. BASK on yksinkertainen toteuttaa, mutta altis häiriöille.

Jatkuva vaihemodulaatio eli CPM on yleinen datansiirtomenetelmä langattomissa modeeimeissa. CPS:ssä kantovaihe moduloidaan jatkuvana toisin, kuin muissa koherenteissa digitaalisissa vaihemoduloinneissa. Vähimmäisavainnus eli MSK on yksi jatkuvavaiheinen vaihtoavainnustyyppi. Siinä bitit koodataan vuorottelemaan kvadratuurikomponenttien välillä siten, että jokainen bitti koodataan puolikkaaseen siniaaltoon. Tämän seurauksena syntyy vakiomoduulisignaali, joka vähentää epälineaaristen vääristymien aiheuttamia ongelmia. Gaussin vähimmäisvaimennus eli GMSK on yksi jatkuvan vaiheen taajuussiiroavainnusympäristöistä. Tekniikka vähentää sivuttaistehoa, joka vähentää kaistan ulkopuolista häiriötä lähekkäisten signaaliaaltojen välillä.

Ortogonaalinen taajuusjaon multipleksointimenetelmä (OFDM) perustuu digitaalisen datan koodaamiseen useille eri kantotaajuuksille. Menetelmä on suosittu laajakaistaisissa digitaalisen viestinnän järjestelmissä kuten digitaalitelevisiossa, äänilähetyksissä, DLS-internetyhteyksissä, langattomissa verkoissa ja 4G-matkapuhelinverkoissa. OFDM:ssä suuri määrä vierekkäisiä ortogonaalisia apukantosignaaleita on valjastettu kuljettamaan useita rinnakkaisia datavirtoja. Apukantoaalto-signaali moduloidaan tavanomaisella modulaatiojärjestelmällä pitämällä kokonaisdatanopeudet samanlaisina kuin yhden kantoaallon modulaatiojärjestelmät samaisella kaistanleveydellä.

Aaltomuunnosmodulaatio (wavelet modulation) tunnetaan myös fraktaalimodulaationa. Siinä käytetään aaltomuunnoksia kuvaamaan lähetettävää datavirtaa. Sen taivoitteena on lähettää dataa useilla eri nopeuksilla tuntemattomien kanavien kautta. Mikäli signaalia ei pystytä vastaanottamaan tietyllä bittinopeudella, signaali voidaan lähettää myös eri bittinopeudella, jolla signaalin kohinasuhde on korkeampi. Hajaspektritekniikoissa signaali generoi tiettyä kaistanleveyttä levittymään tietylle taajuusalueelle. Tekniikoita hyödynnetään esimerkiksi turvallisten yhteyksien rakentamisessa, häiriöiden estämiseksi ja tehovuon tiheyden rajoittamiseen.