

Jukka Kinkamo, OH2JIN
oh2jin@oh3ac.fi
+358 44 965 2689

Missä sähkö kulkee – johdon sisällä vai pinnassa?

Tasavirta kulkee koko johtimen alueella

Tasavirta kulkee koko johtimen poikkipinnan alueella, ainakin järjestelmällä virranvoimakkuuksilla.

Pientaajuinen vaihtosähkö kulkee koko johtimen alueella

Taajuuksilla, jotka ovat 50 Hz:n lähellä vaihtosähkö menee käytännössä jopa toista senttiä paksun johtimen koko pinta-alalla.

Sähkön taajuuden kasvaessa tapahtuu virranahoilmiö eli "skin effect"

Vaihtovirran taajuuden kasvaessa tapahtuu virranahoilmiö, "skin effect." Tämä johtuu siitä, että johtimessa syntyy magneettikentän vaikutuksesta pyörrevirtoja, joiden napaisuus on väärinpäin. Voisi ajatella että suurtaajuiset pyörrevirrat tunkevat "hyötyvirtaa" ulos johtimesta.

Siksi kantoaaltoelinjojen avojohdoilla oli käytössä piikupari ja kuparoitu St-lanka. Suurtaajuudelle on ihan sama mitä peltiä johtimen sydän on...

Johtimen paksuuntuessa kasvaa kehä ja sitä kautta virran hyödyntämä pinta-alakin kasvaa. Toisaalta vaihtovirtaresistanssi kasvaa nopeammin, eli ei 240 mm² Cu-johtimilla kannata paljon RF:ää siirrellä.

Frequency	Skin depth δ in μm	Skin depth δ in mm
60 Hz	8470	8.47
10 kHz	660	0.66
100 kHz	210	0.21
1 MHz	66	0.066
10MHz	21	0.021
100 MHz	6.6	0.0066

Kentäteorian avuksi mietintään!

Kun taajuus nousee riittävän korkeaksi käy hyödynnetty johtimen pintaosa liian ohueksi. Tällöin tulee kuvaan mukaan siirtojohtoteoria, joka radioamatöörin kannalta voidaan ajatella seuraavasti:

Virta aiheuttaa magneettikentän ja jännite sähkökentän.

Siirretystä energiasta yhä pienempi osa kulkee elektronien liikkeenä ja sähkömagneettisen kentän kuljettama suurtaajuinen energia alkaa olla dominoiva.

Vrt aaltoputki. Jotain 80 m signaalia ei tarvitse eikä voi oikein käytännöllisesti putkessa kuljettaa, mutta se kulkee ihan ok jossain kalustejohdossa.

Asiat on ratkaistavissa ihan päättelemällä ja meillä radioamatööreillä on mahdollisuus kokeilla asioita. Miksi koaksiaalikaapelin vaimennus kasvaa sekä pientaajuudella että GHz-bandilla?

=> Koska resistanssihäviöt ovat pienistä pinta-aloista johtuen merkittäviä pientaajuus-alueella ja kaapelilla on korkeahko kapasitanssi. Jossain kohtaa spektriä energia sitten meneekin väliristeessä melkolailla pienin häviöin. Siten taas isommilla taajuuksilla pitäisi olla kaasueristeistä koksia, missä keskikarva on ontto putki. Lähestymme siis aaltoputkea.

Joka sitten onkin jo toinen asia!