

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

Yksinkertaistettu ajattelumalli impedanssisovituksen ja tehonsiirron optimoinnin havainnollistamiseen

Radioamatööri joutuu useinkin miettimään impedanssisovitusta ja kuvaan tulee väistämättä tehonsiirron optimointi. Oletamme seuraavassa yksinkertaistetussa esimerkissä meillä olevan tasasähkölähteen, jonka sisäinen sähkömotorinen voima on 100 V. Sen sisävastus, i. generaattorin resistanssi (R_i), on resistiivinen 50 Ω . Tällöin saamme kuormaan maksimitehon, mikäli kuorma on myös resistiivinen ja kuorman resistanssi on 50 Ω . Seuraavissa yksinkertaistetuissa esimerkeissä käydään tehonsiirron kannalta erilaisia sovitustapauksia läpi enemmän radioamatöörihengessä, ilman pitkälle meneviä matemaattisia perusteluita.

Esimerkki 1: Sovitustapaus. $R_i = 50 \Omega$ ja $R_L = 50 \Omega$.

Vaihe 1: Laskemme virran voimakkuuden I

$$I = 100 \text{ V} / (50 + 50) \Omega = 1 \text{ A}$$

Vaihe 2: Laskemme kuormitusvastuksen R_L tehohäviön I . vastukseen siirretyn tehon P

$$P = I^2 \times R_L = 1 \text{ A} \times 1 \text{ A} \times 50 \text{ V/A} = 50 \text{ W}$$

Toteamme että optimaalisessa impedanssisovituksessa saamme siirtymään 50 W tehon kuormitusvastukseen R_L .

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

Esimerkki 2: $R_i = 50 \Omega$ ja $R_L = 25 \Omega$

Laskemme edellisen esimerkin mukaisella menetelmällä:

$$I = 100 \text{ V} / 75 \Omega = 1,33 \text{ A}$$

$$P = 1,33 \text{ A} \times 1,33 \text{ A} \times 25 \Omega = 44,2 \text{ W}$$

Esimerkki 3: $R_i = 50 \Omega$ ja $R_L = 75 \Omega$

$$I = 100 \text{ V} / 125 \Omega = 0,8 \text{ A}$$

$$P = 0,8 \text{ A} \times 0,8 \text{ A} \times 75 \Omega = 48 \text{ W}$$

Esimerkki 4: $R_i = 50 \Omega$ ja $R_L = 120 \Omega$

$$I = 100 \text{ V} / 170 \Omega = 0,59 \text{ A}$$

$$P = 41,8 \text{ W}$$

Huomaamme että resistanssin pienentäminen 25Ω verran on tehonsiirron kannalta epäedullisempää kuin sen kasvattaminen 25Ω .

Näitä voi laskea useammilla eri kuormitusvastuksen arvoilla, pitäen R_i parametrina ja tulos on sama. Vaikkapa 40Ω ero ylöspäin on edullisempi kuin alaspäin. Syy havaittuun ilmiöön piilee siinä, että generaattorin sisäinen resistanssi R_i sekä kuormitusresistanssi R_L ovat sarjassa, jolloin niiden läpi

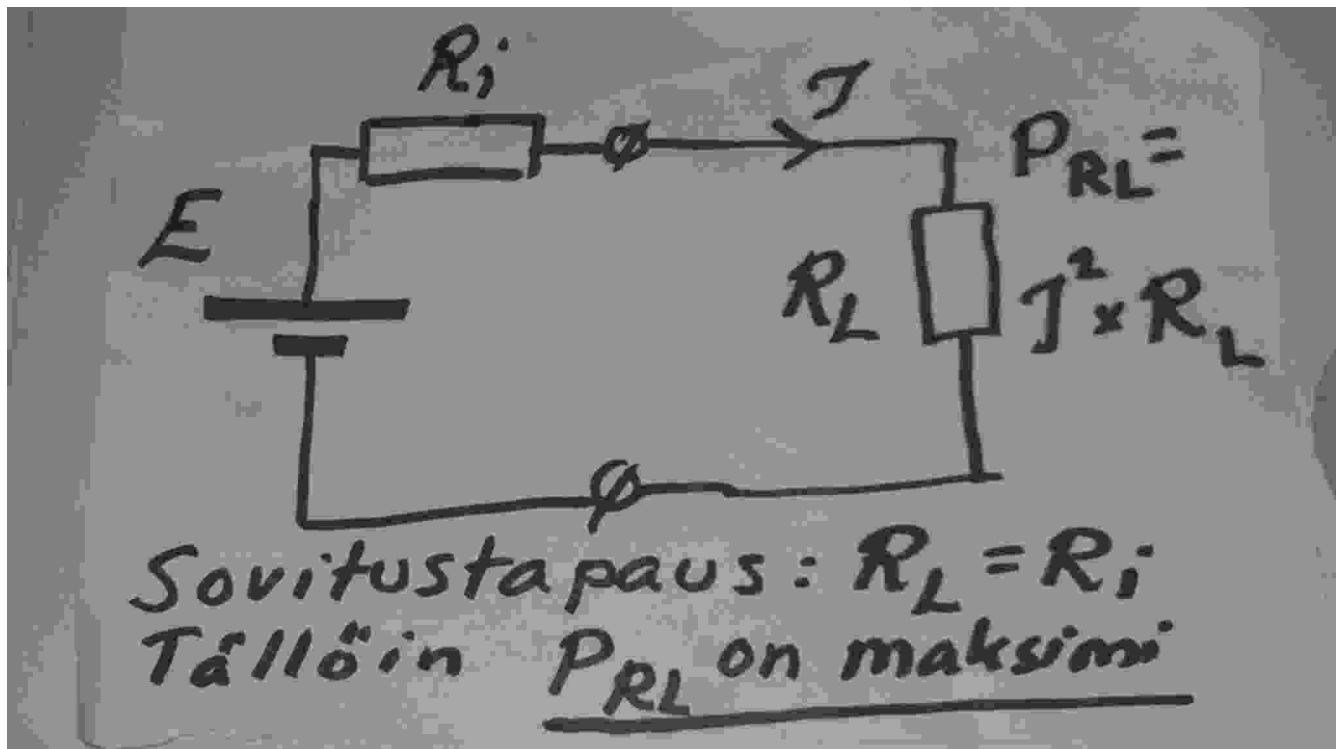
Jukka Kinkamo, OH2JIN
oh2jin@oh3ac.fi
+358 44 965 2689

kulkee sama virran voimakkuus. Kulkiessaan pienemmän resistanssin läpi aiheuttaa virta pienemmän tehohäviön kuin kulkiessaan suuremman resistanssin läpi. Kun kuorma on pienempi kuin generaattorin resistanssi, tapahtuu suurempi tehohäviö jälkimmäisessä.

Kuorman resistanssin ollessa generaattorin resistanssia suurempi, putoaa toki kuormaan siirtyvä teho, mutta vähemmän kuin jos kuorman resistanssin muutos olisi saman "ohmimäärän" pienempään suuntaan. Tässä tapauksessa pienenee virran voimakkuus, joten myös generaattorin resistanssin tehohäviö pienenee.

Johtopäätöksenä voimme todeta sovitustapauksessa generaattorin resistanssissa sekä kuormitusresistanssissa syntyvän tehohäviön olevan yhtä suuri. Mikäli kuormitusresistanssi R_L on suurempi kuin generaattorin resistanssi R_i , pienenee virran voimakkuus ja tätä kautta myös tehohäviö sekä generaattorin resistanssissa että kuormitusresistanssissa. Kuitenkin kaikissa epäsovitustilanteissa $R_L > R_i$ (virtapiiri lähestyy katkosta) on generaattorin resistanssin tehohäviö aina pienempi kuin kuormitusresistanssin. Saadaan siis enemmän tehoa kuormaan kuin mitä hukkuu generaattorin vastukseen. Jos epäsovitus on suuntaan $R_L < R_i$ (virtapiiri lähestyy oikosulkua), syntyy aina tilanne, missä generaattorin resistanssin tehohäviö on suurempi kuin kuorman resistanssin.

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



Kuva 1. Impedanssisovitus on tilanne, missä kuormaan saadaan siirrettyä suurin mahdollinen teho.