



RT-ohjekortti Induktiosilmukka kuulovammaisen apuvälineenä

Juha Nikula, QLU Oy
040 5881138
Juha.nikula@qlu.fi



Arvot kohdallaan.

Copyright © 2016 Qlu Oy

1.3.2018

RT 09-11280 / ST 656.01

*Ohjeen on laatinut Rakennustietosäätiö RTS:n toimikunta 373 Induktiosilmukat
Jukka Rasan käsikirjoituksen pohjalta aikajaksolla 3/1016 - 11/2017*

- ▶ *Timo Tuominen, toiminnanjohtaja, AVITA ry*
- ▶ *Jukka Rasa, arkkitehti, Kuuloliitto*
- ▶ *Hannu Mattila, suunnittelija, Studiotec Oy*
- ▶ *Juha Nikula, DI, Qlu Oy*
- ▶ *Kimmo Arenius, tekninen asiantuntija, Sähköinfo Oy*
- ▶ *Jukka Korhonen, suunnittelupäällikkö, Sweco Oy*
- ▶ *Harri Kuovi, teleinsinööri, Helsingin kaupunki*
- ▶ *Seppo K. Niiranen, arkkitehti, Rakennustieto Oy, sihteeri*



TYÖN TAUSTAA

- ▶ *Suomessa ei ole ollut ajantasaista ohjeistusta induktiosilmukkejärjestelmien toteuttamiseen*
- ▶ *Alaan liittyen esiintyy paljon väärinkäsityksiä sekä toteuttajien, että käyttäjien piirissä*
- ▶ *Erittäin paljon laatuongelmia olemassa olevissa järjestelmissä*
- ▶ *Virheinvestoinnit; tehdään järjestelmä, joka ei sovellu kyseisessä tilassa käytettäväksi*
- ▶ *Silmukateknologia on kehittynyt viimeisten vuosien aikana nopeasti ja alalle on tullut uusia toimijoita ja uutta tekniikkaa*
- ▶ *Kuuloliiton arvion mukaan n. 3% tiloista, joissa säännösten mukaan tulee olla silmukka tai muu äänensiirtojärjestelmä on varustettu toimivalla järjestelmällä*

SISÄLTÖ

Tässä ohjeessa käsitellään kuulovammaisille tarkoitettuja äänensiirtojärjestelmiä, erityisesti induktiosilmukkaa, ja annetaan ohjeita äänensiirtojärjestelmän valintaan ja suunnitteluun.

Ohje on tarkoitettu tilaajalle, käyttäjälle, rakennuttajalle, arkkitehdille, pää- ja sähkösuunnittelijalle sekä urakoitsijalle.



SISÄLTÖ

- ▶ JOHDANTO
- ▶ KÄSITTEET
- ▶ ÄÄNENSIIRTOJÄRJESTELMÄT
- ▶ INDUKTIOSILMUKKAJÄRJESTELMÄ
- ▶ SUUNNITTELU
- ▶ ASENNUS
- ▶ INDUKTIOSILMUKAN MERKITSEMINEN
- ▶ LOPPUTARKASTUS
- ▶ KÄYTTÖ JA YLLÄPITO

JOHDANTO

Etenkin iän mukana tuoma kuulon alenema heikentää korkeiden taajuuksien kuulemista, jolloin puheen selkeyden kannalta tärkeät konsonantit sekoittuvat.

Puheen ymmärrettävyyteen vaikuttavat pääasiassa

- ▶ puhujan artikulaatio
- ▶ etäisyys
- ▶ tilan akustiikka, kaikuisuus, äänentoiston ongelmat
- ▶ taustamelu
- ▶ kuuntelijan kuulokyky

* Sama pätee myös vieraskielisen puheen kuunteluun!

KÄSITTEET

Lista on kortissa varsin lyhyt! Lisää käsitteitä esitellään myöhemmissä kappaleissa!

Käytännössä tärkeimpiä ovat:

- ▶ Kenttävoimakkuus; sähkömagneettisen signaalin voimakkuus, RMS/125ms
 - ▶ Saa vaihdella vain ± 3 dB
 - ▶ Täytyy olla riippumaton AV järjestelmän säädöistä ja puhujan mikrofonin käytöstä
- ▶ AGC toiminto
 - ▶ Attack ja Release aikojen tulee olla äänisisältöön sopiva (dynamiikka)
 - ▶ Tyypillinen säätöalue on noin 40 dB (1/100)
- ▶ Taajuusvaste; 100 Hz – 5 kHz, ± 3 dB REF 1 kHz
- ▶ MLC = Metal Loss Correction, metallikorjaus; johtavaan materiaalin indusoituvien pyörrevirtojen tuottaman tehohäviön kompensointi
- ▶ Kuuntelutaso; kuulijan korvan taso, istuessa 1.2m, seistessä 1.7m (standardin määrittely)
- ▶ Silmukkataso; taso, johon silmukajohdin on asennettu (typ. lattia, sisäkatto)

ÄÄNENSIIRTOJÄRJESTELMÄT

Apuväline, joka siirtää äänisignaalin äänilähteestä suoraan kuulolaitteeseen

- Induktiosilmukka on yleisimmin käytetty äänensiirtojärjestelmä
 - **SFS-EN 60118-4 määrittelee järjestelmän**
 - Vaivattomin sekä käyttäjän, että tilan haltijan kannalta
 - Oikein toteutettuna kustannustehokas
- Infrapunajärjestelmät (IR)
 - **Ei yhteistä standardia**
 - Näköyhteys; luottamuksellisuus
 - Digitaalinen => Monikanavaisuus (simultaanitulkkaus)
 - Vaatii erillisen vastaanottimen
- Radiotaajuutta käyttävät järjestelmät (FM)
 - **Ei yhteistä standardia**
 - Ryhmäkuuntelulaitteet
 - Kuulolaittevalmistajien omat järjestelmät
 - Usein henkilökohtaisessa käytössä (esim. koulussa)
- WLAN järjestelmät
 - Tulossa markkinoille
 - Ongelmana on latenssi, joka tekee huulion käytön kuuntelun tukena vaikeaksi



TEKNIikka

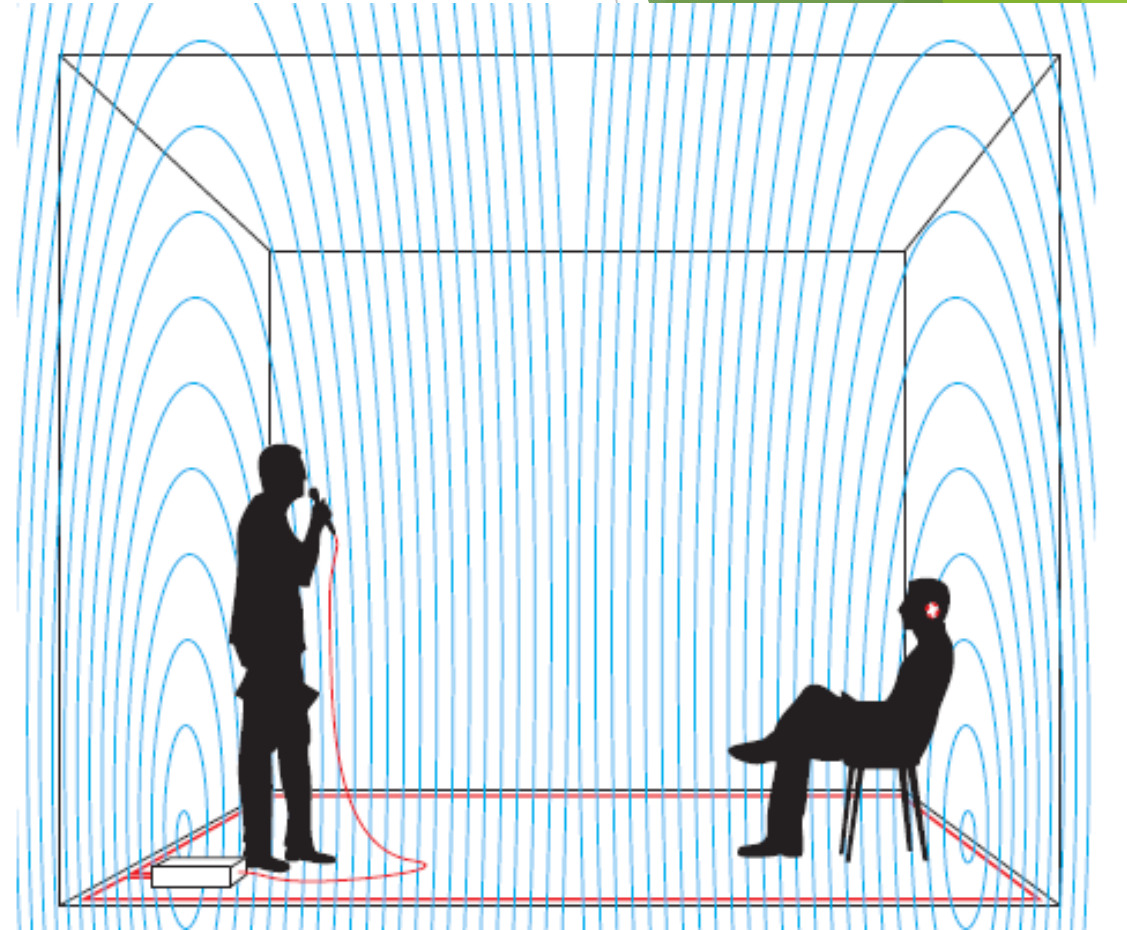
Qlu®

IFHOH; Washington declaration 2016

- ▶ Hearing aid technology is constantly improving, but brings with it challenges.
- ▶ IFHOH encourages technological innovation and welcomes safe new developments that promote hearing accessibility.
- ▶ These new developments should ensure for the compatibility of hearing aids with cellular phones and assistive listening devices.
- ▶ **IFHOH believes, that for the foreseeable future, the proven technology of the Telecoil must be included and activated in hearing aids and cochlear implant processors.**

INDUKTIOSILMUKKAJÄRJESTELMÄ

- ▶ Induktiosilmukajärjestelmä (arkikielessä induktiosilmukka) on kuulovammaisten apuvälineenä laite, joka siirtää äänen sähkömagneettisen kentän välityksellä kuulolaitteen vastaanotinkelaan.
- ▶ SFS-EN 60118-4 -standardi määrittelee induktiosilmukan signaalin laadulle, testaukselle ja merkinnöille asetetut vaatimukset.
- ▶ Induktiosilmukka voi olla yhden huoneen tai sen osan käsittävä asennus tai suuren konserttisalin tai auditorion osittain tai kokonaan kattava, useammasta vahvistimesta ja silmukasta koostuva järjestelmä.
- ▶ Tärkeä on muistaa myös palvelupistesilmukat, etenkin luottamuksellisia asioita käsiteltäessä ja meluisissa ympäristöissä olevissa palvelupisteissä



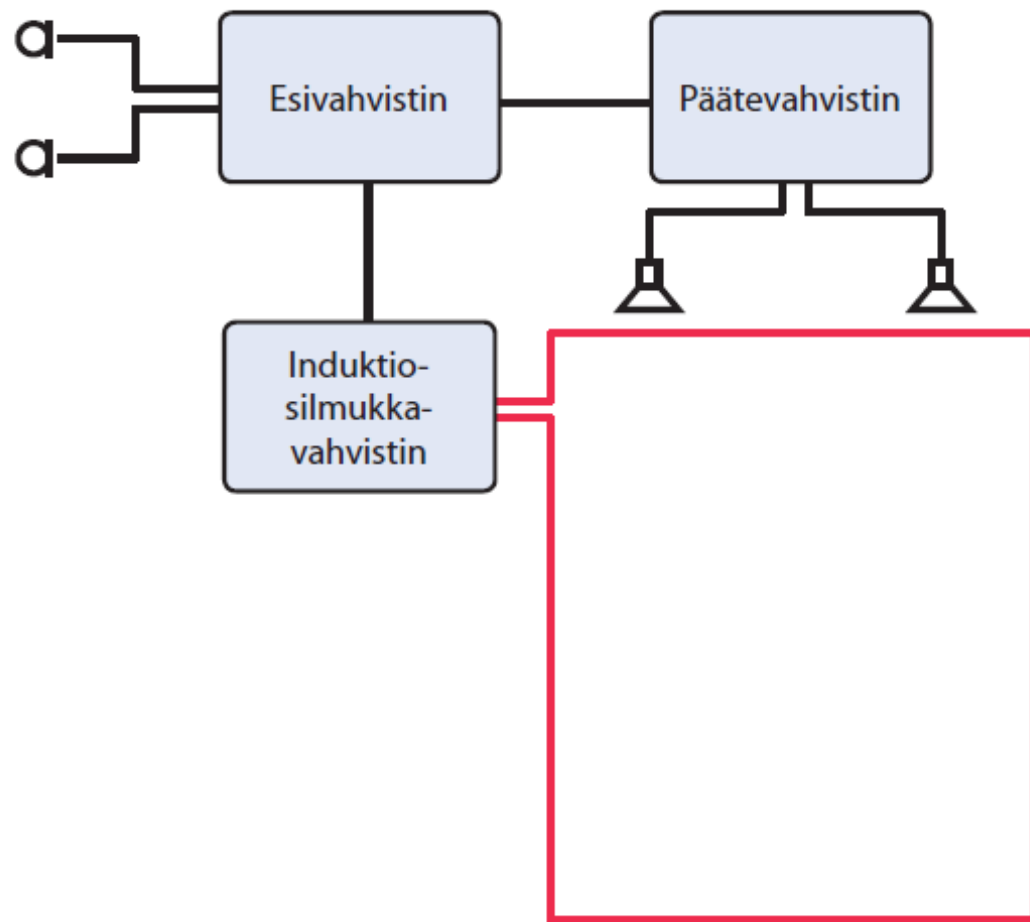
INDUKTIOSILMUKKAJÄRJESTELMÄ

Induktiosilmukkastandardi SFS-EN 60118-4 (IEC 60118-4)

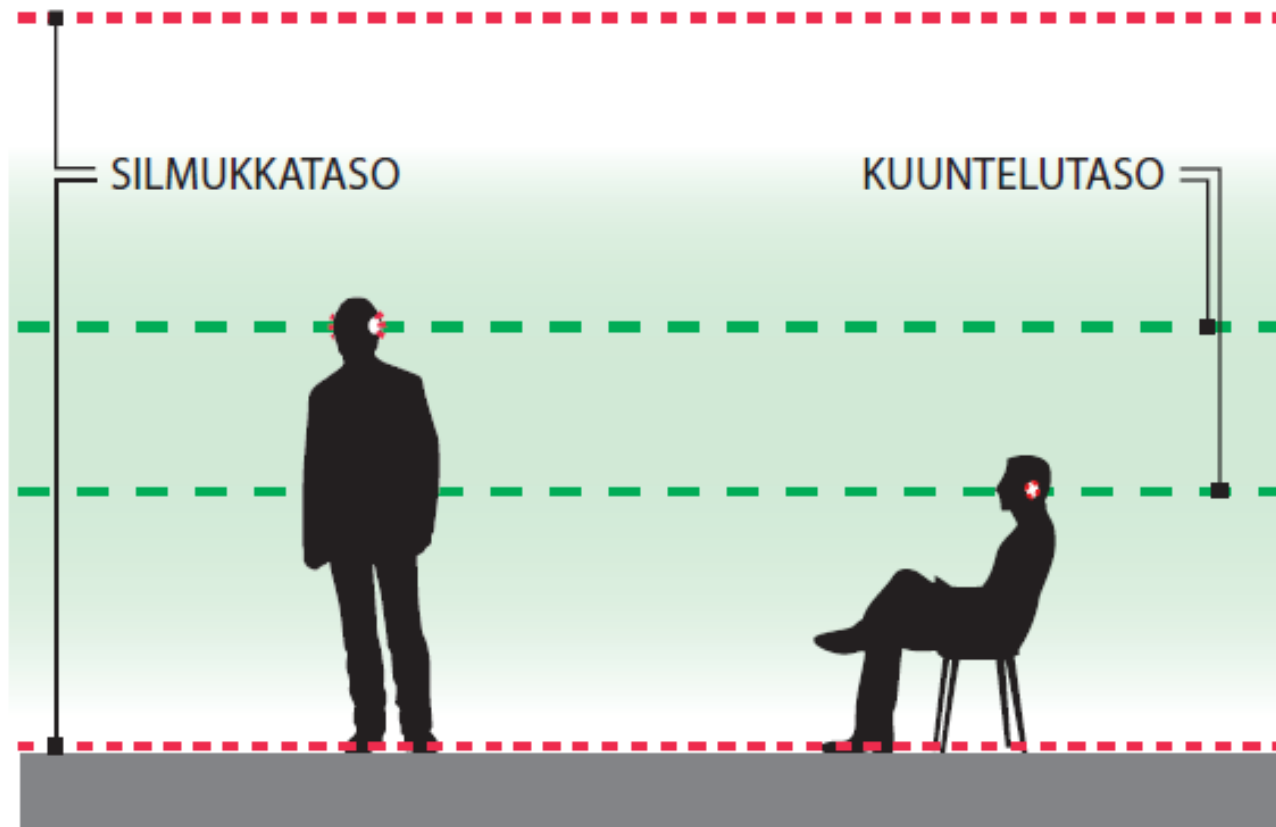
- ▶ Silmukkajärjestelmän toiminnalliset ominaisuudet, testausmenetelmät ja merkinnät on määritelty standardissa
- ▶ Sähkömagneettisen signaalin kentän voimakkuus (1 kHz): $400 \text{ mA/m} \pm 3 \text{ dB}$.
- ▶ Taajuusvaste: 100 Hz – 5 kHz; $\pm 3 \text{ dB}_{\text{REF } 1 \text{ kHz}}$
- ▶ Sähkömagneettinen häiriö:
 - ▶ tilassa, jossa äänen laatu on tärkeä, A-painotetun häiriön taso ei saa ylittää -47 dB tasoa verrattuna referenssitason (400 mA/m)
 - ▶ Konserttisali, teatteri, luentosali
 - ▶ tilassa, missä kuuntelutapahtuma on tyypillisesti lyhytaikainen ja missä on paljon akustista häiriötä, -32 dB taso on hyväksyttävissä.
- ▶ Signaalin laadulle asetetut vaatimukset koskien mm. kentän voimakkuutta, taajuusvastetta, vahvistimen vastetta ja häiriö- ja kohinatasoja löytyvät standardin kohdasta 10.2.

Qlu®

INDUKTIO SILMUKKAJÄRJESTELMÄ



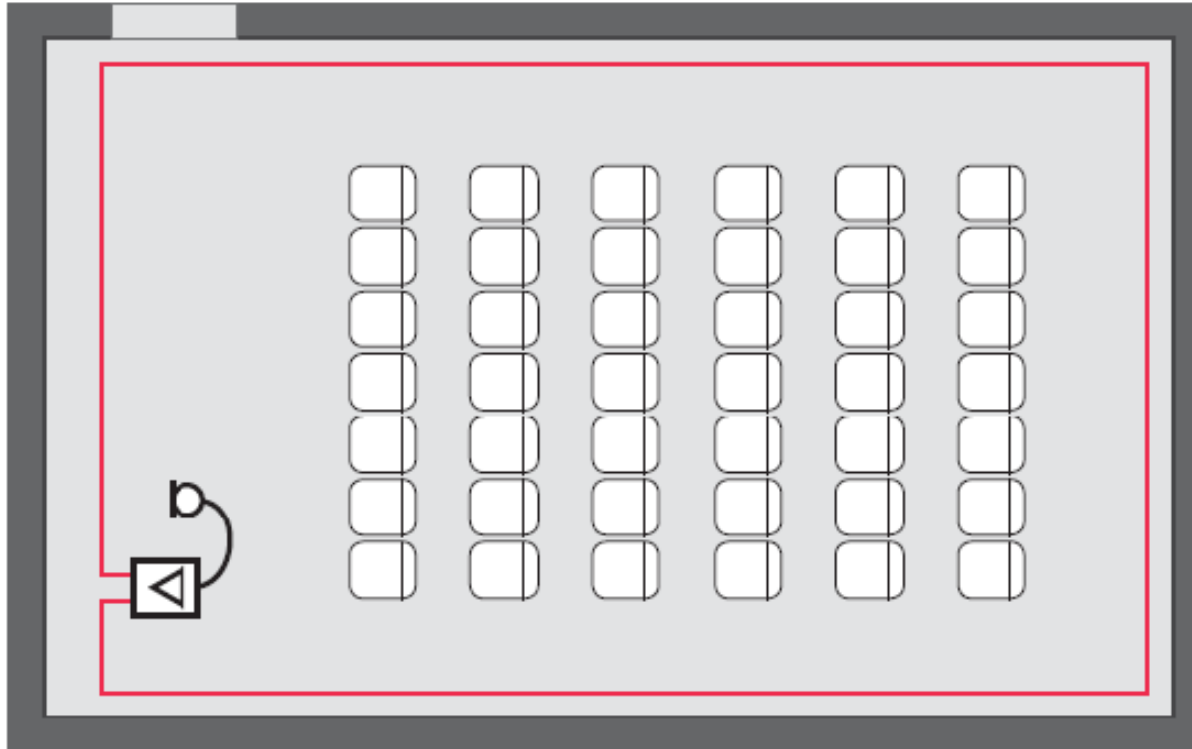
INDUKTIOSILMUKKAJÄRJESTELMÄ



Kuva 4. Kuuntelutaso on se korkeus, jolla kuulokoje (induktiosilmukan vastaanottokela) sijaitsee; istuessa noin 1,2 m ja seisoessa noin 1,7 m korkeudella. Silmukkataso voidaan sijoittaa kuuntelutason ylä- tai alapuolelle.

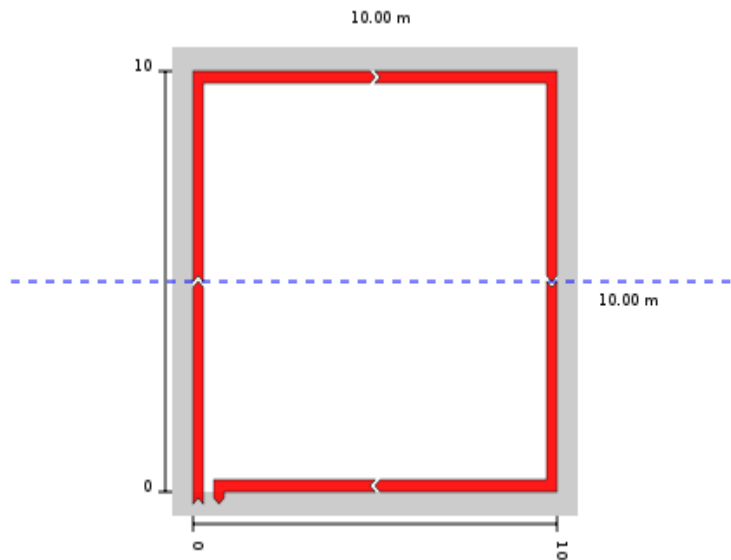
INDUKTIOSILMUKKAJÄRJESTELMÄ

REUNASILMUKKA

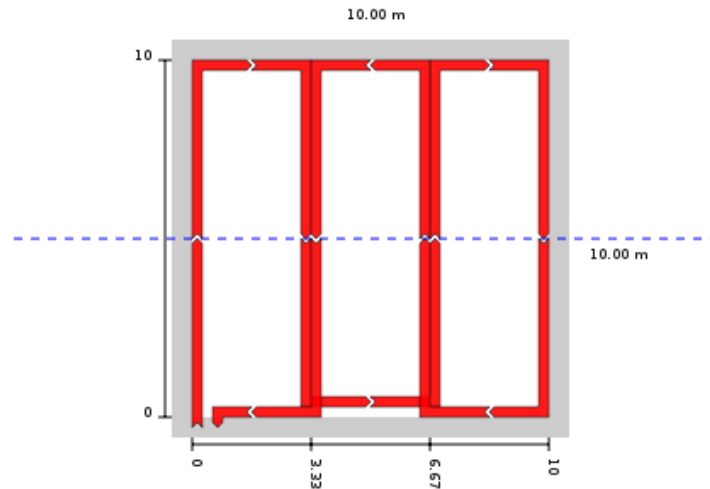
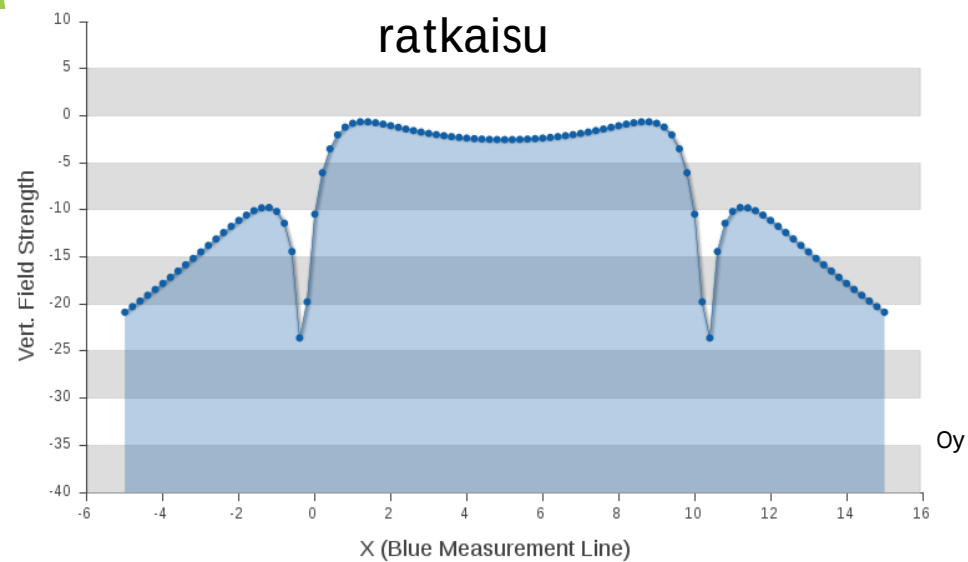


Kuva 5. Esimerkki yksilenkkisestä silmukasta tilassa. Johdin on hyvä asentaa kuuntelualueen ulkopuolelle eikä suoraan istumapaikan kohdalle, sillä johtimen kohdalla kuuluvuus on huono.

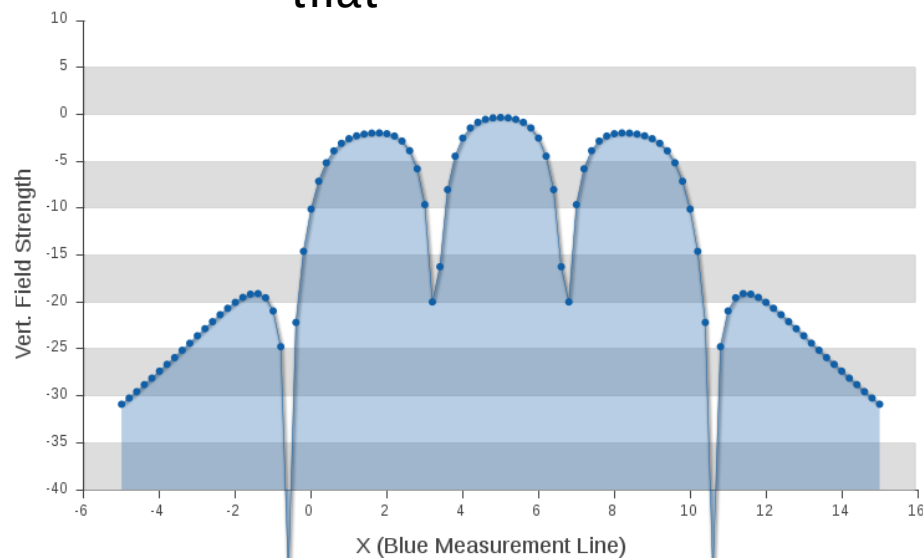
Perinteiset arkkitehtuurit



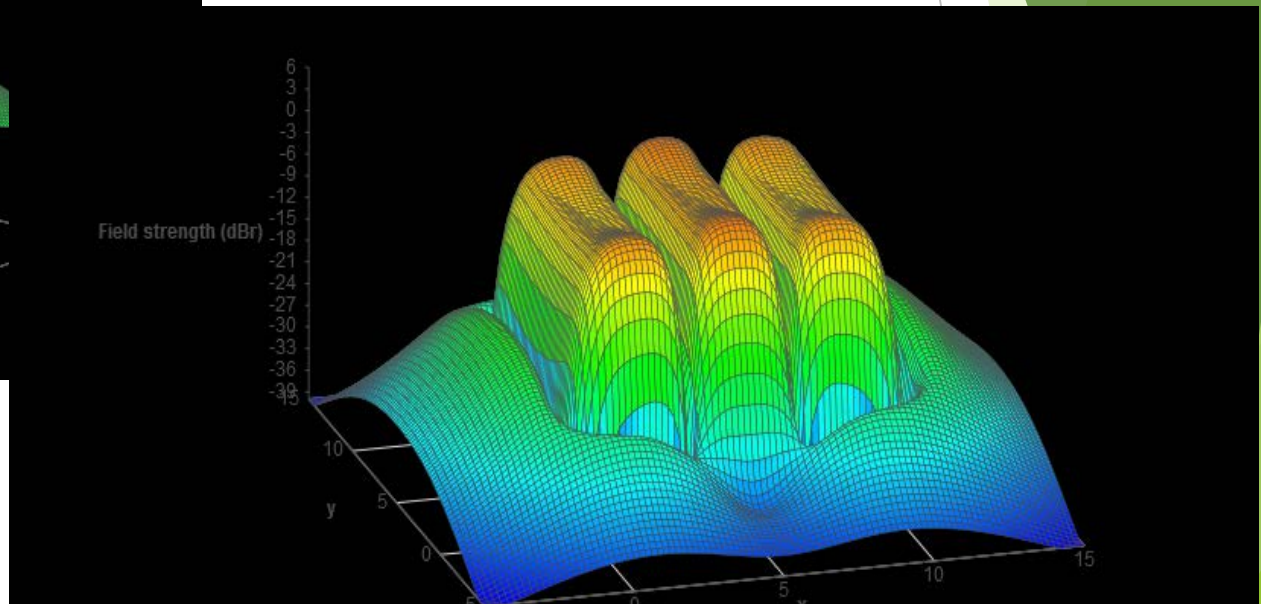
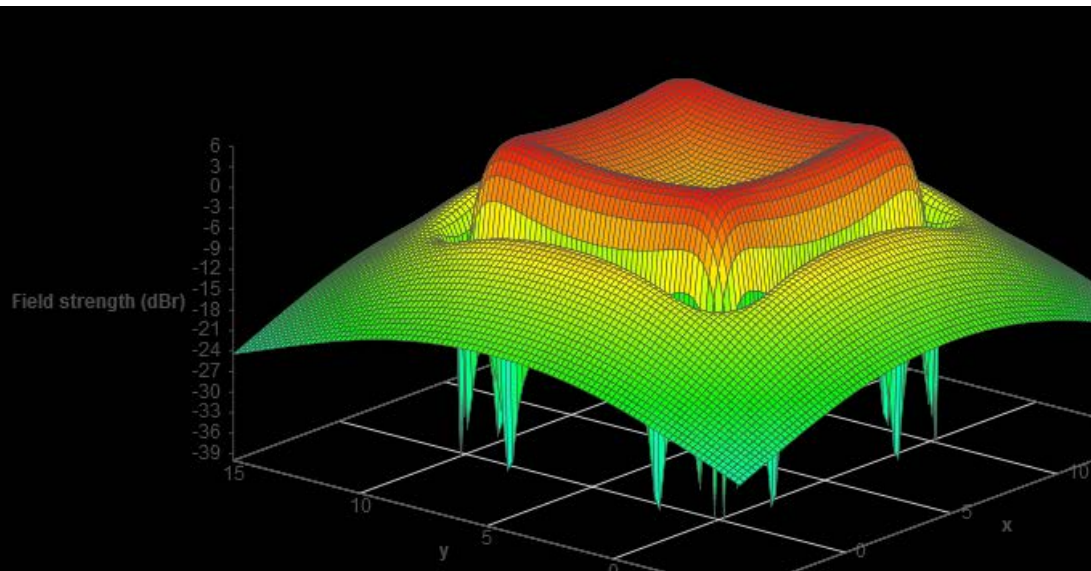
60 luvun
ratkaisu



80 luvun ratkaisu, isot
tilat

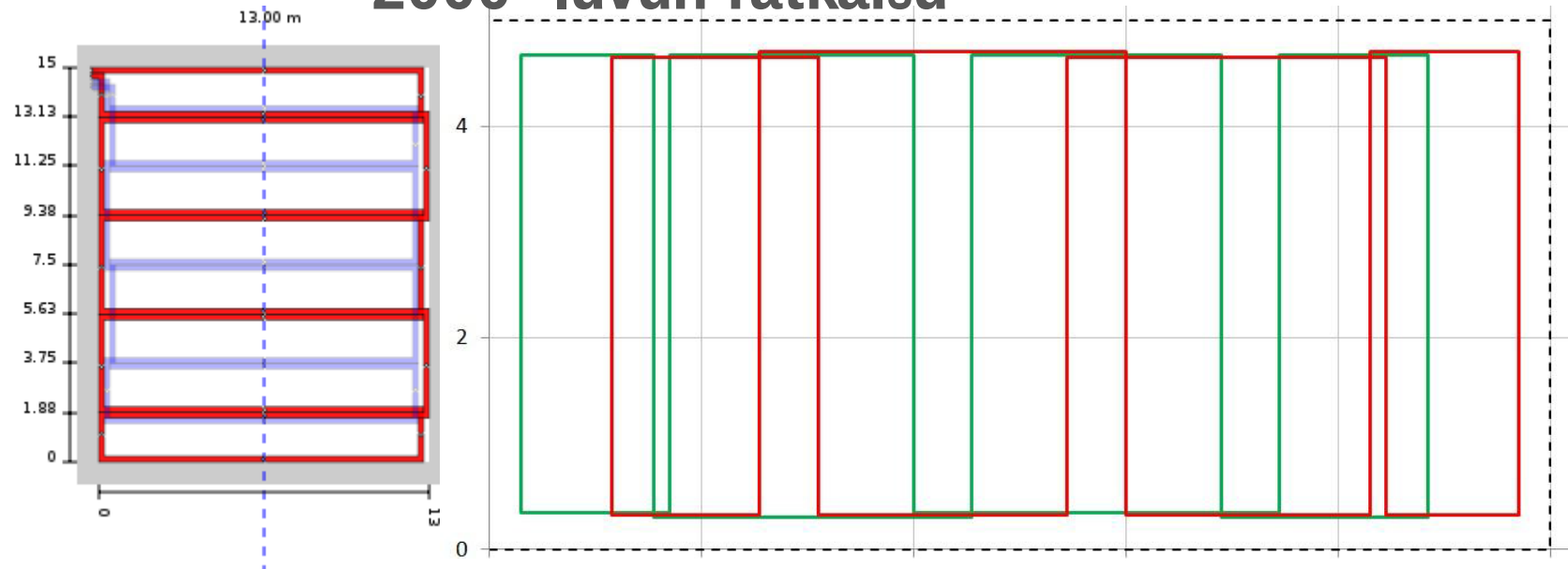


Perinteiset arkkitehtuurit



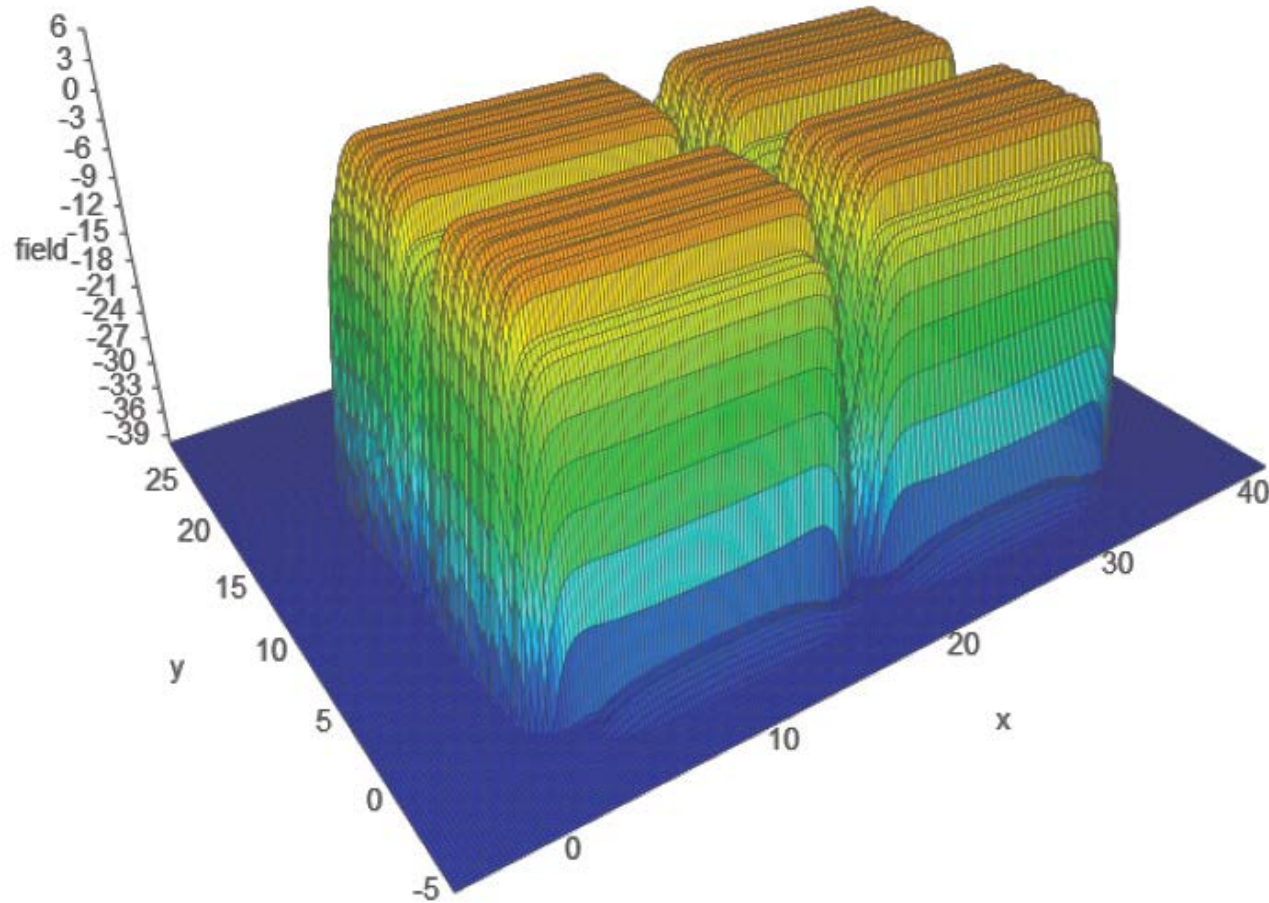
Vaihesiirtoarkkitehtuureja

2000 -luvun ratkaisu

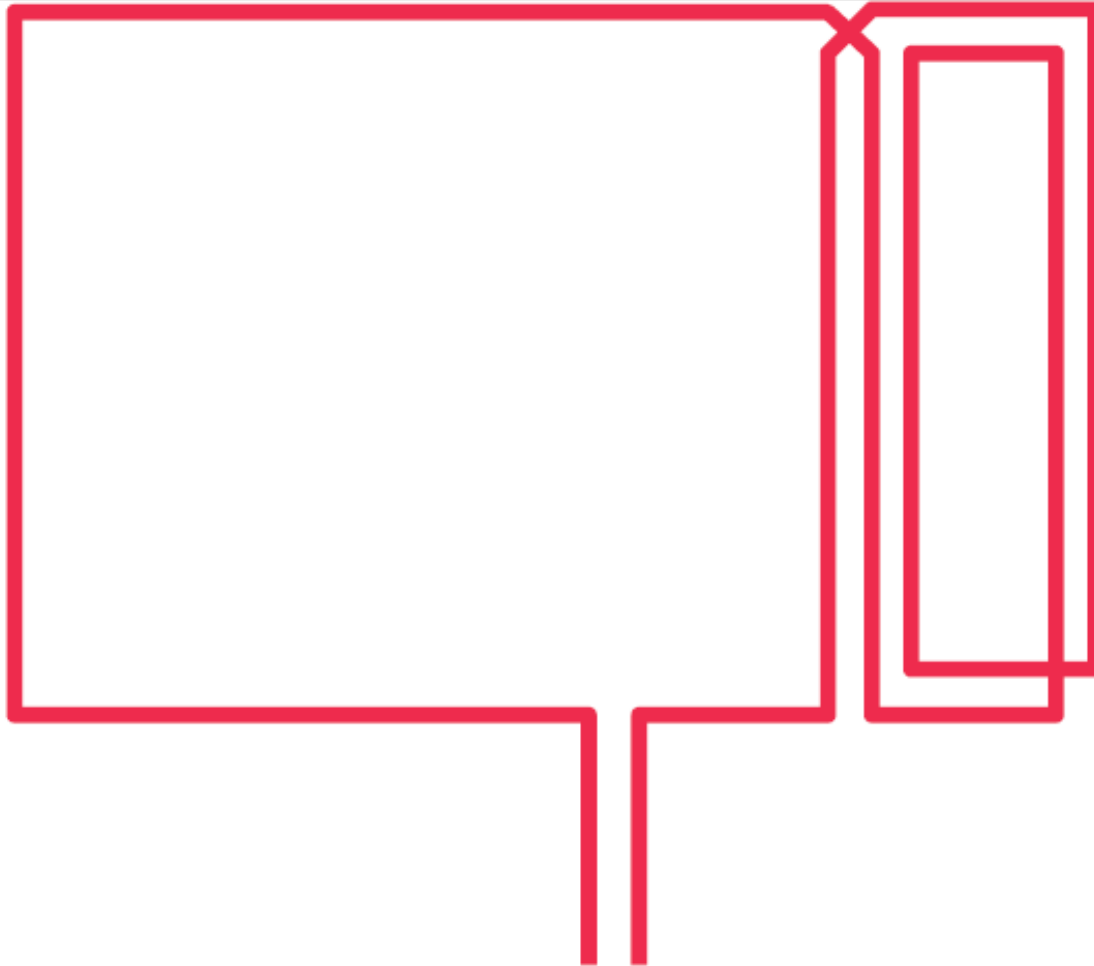


Kaksikanavainen vahvistin, 90° vaihe-ero

Esimerkki; tilan osioiminen



ESTOSILMUKKA



Kuva 7. Estosilmukan kaavio. Normaalin induktiosilmukan viereen tehty kaksinkertainen johdinlenkki estää induktion välittämän signaalin ylikuulumisen oikealle.

PALVELUPISTESILMUKAT

Silmukkastandardi määrittelee testimenetelmän ja testirajat

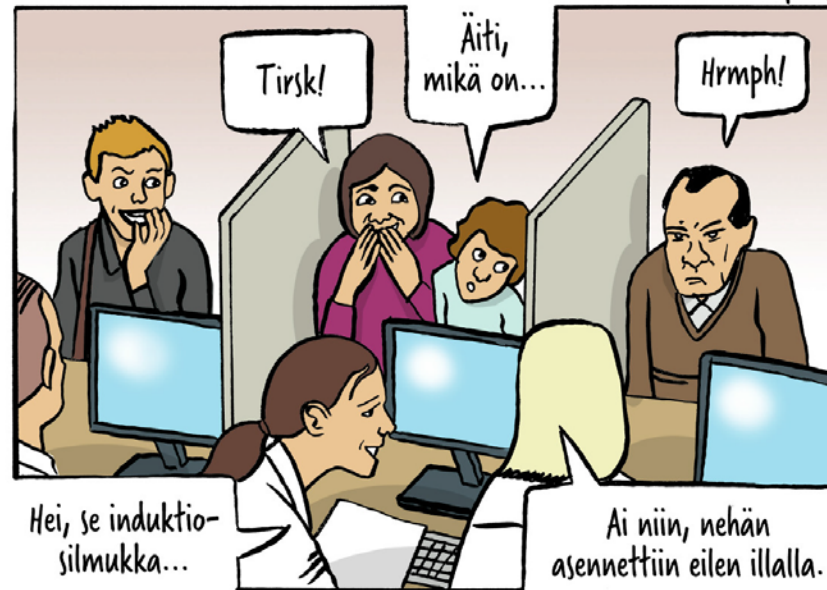
Oikea mikrofonin tyyppi (suuntaavuus ja herkkyys) ja sijoittaminen ovat signaalin laadun kannalta oleellisia yksityiskohtia

Oikein suunniteltuna luottamuksellisuus on parempi kuin akustisessa ympäristössä on mahdollista saavuttaa



Palvelupistesilmukka estää noloja tilanteita

www.qlu.fi



Strictly confidential

SUUNNITTELU

Induktiosilmukkajärjestelmän suunnittelu ja toimiva toteutus vaatii katkeamattoman laatuaketjun rakentamispäätöksestä käyttöönottoon ja ylläpitoon. Silmukkajärjestelmää hankittaessa hankkeen osapuolia voivat olla

- ▶ tilaaja/rakennuttaja
- ▶ pääsuunnittelija/arkkitehti
- ▶ sähkösuunnittelija
- ▶ AV-suunnittelija
- ▶ erikoisasiantuntija
- ▶ laitetoimittaja
- ▶ urakoitsijat

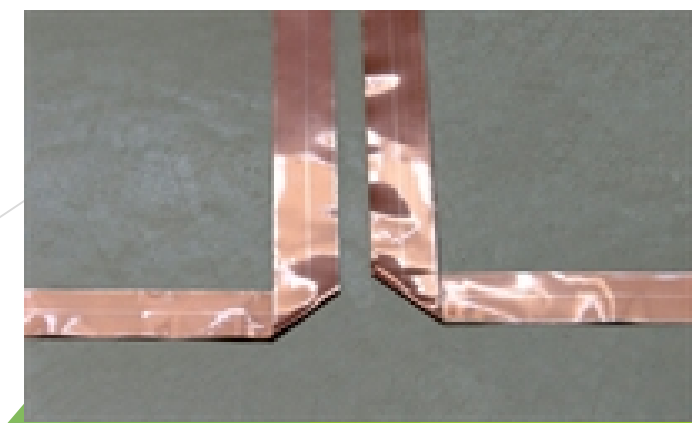
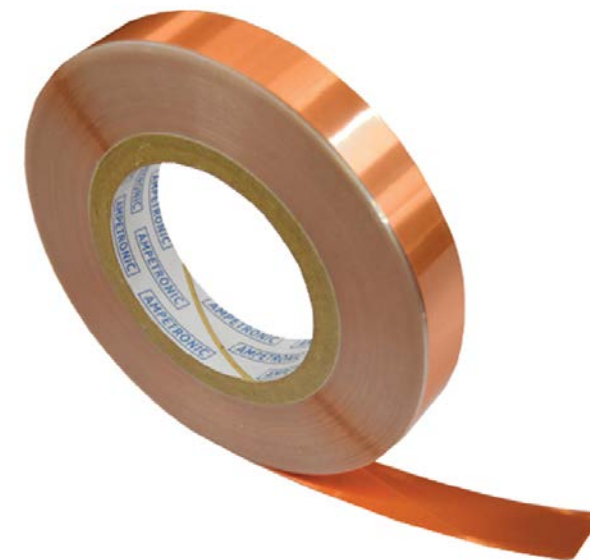


SUUNNITTELU

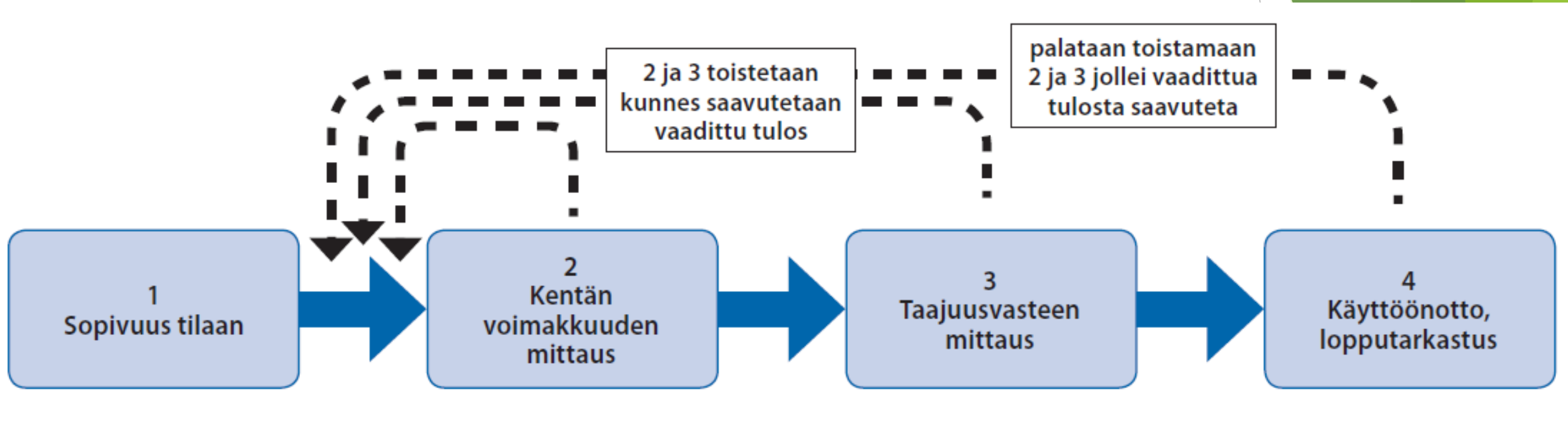
- ▶ Määrittely
 - ▶ Vaatimusten kartoitus, mahdolliset testimittaukset
- ▶ Järjestelmän suunnittelu
 - ▶ ylikuuluminen
 - ▶ häiriösignaalit ja -kentät
 - ▶ mitoitetaan valitun silmukka-arkkitehtuurin mukainen induktiosilmukkarakenne
 - ▶ selvitetään vahvistimelle asetettavat vaatimukset
- ▶ Vahvistimen valinta
- ▶ Suunnittelun dokumentointi

ASENNUS

- ▶ Kortissa on esitelty muutamia yleisiä asennusmenetelmiä
- ▶ Erityisesti kuparifolioasennuksessa on oltava hyvin tarkkana, jotta folio ei katkea myöhemmissä rakennusvaiheissa, esim. mattoasennus on riskivaihe
 - ▶ Taitteet, rakenteen saumakohtat, mahdolliset taivekohdat, liikuntasaumamat
- ▶ Jos foliojohdin asennetaan tasoitekerroksen alle, sen teippaus esim. betonilattiaan on tehtävä huolellisesti, jotta se irtoa tasoitteen kuivumisen aikana
- ▶ On noudatettava suunnittelussa tuotettua ohjeistusta, jotta vahvistin/antennin impedanssisovitus toimii
- ▶ Vältä kaikkea johtimen välittömässä läheisyydessä olevaa metallia (betoniraudoitus, alaslasketun katon alumiinirakenteet)
- ▶ Syöttöjohtojen reititys erillään esim. mikrofonikaapeleista



JÄRJESTELMÄN SÄÄTÖ JA LOPPUTARKASTUS



SILMUKKAJÄRJESTELMÄN SÄÄTÖ JA TESTAUS

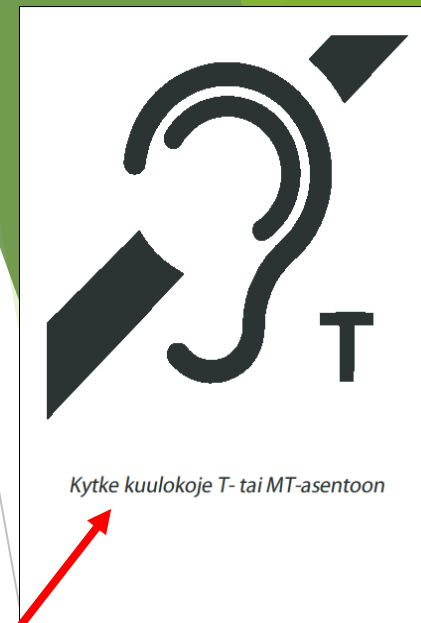
- ▶ Testausmenetelmät on kuvattu SFS-EN 60118-4 standardissa
 - ▶ Testiheräte
 - ▶ Mittausmenetelmä
 - ▶ Testirajat
- ▶ On testattava signaalin voimakkuus, taajuusvaste, häiriöetäisyys ja säröttömyys
- ▶ On tuotettava tilan pohjakuva, josta käyttäjä näkee, millä alueella silmukkasignaalin laatu täyttää standardissa esitetyt vaatimukset



MERKITSEMINEN

Induktiosilmukalla varustetut tilat on merkittävä standardin *SFS-EN 60118-4 Annex C*, kappaleessa C.2 määriteltyjä käytäntöjä noudattaen.

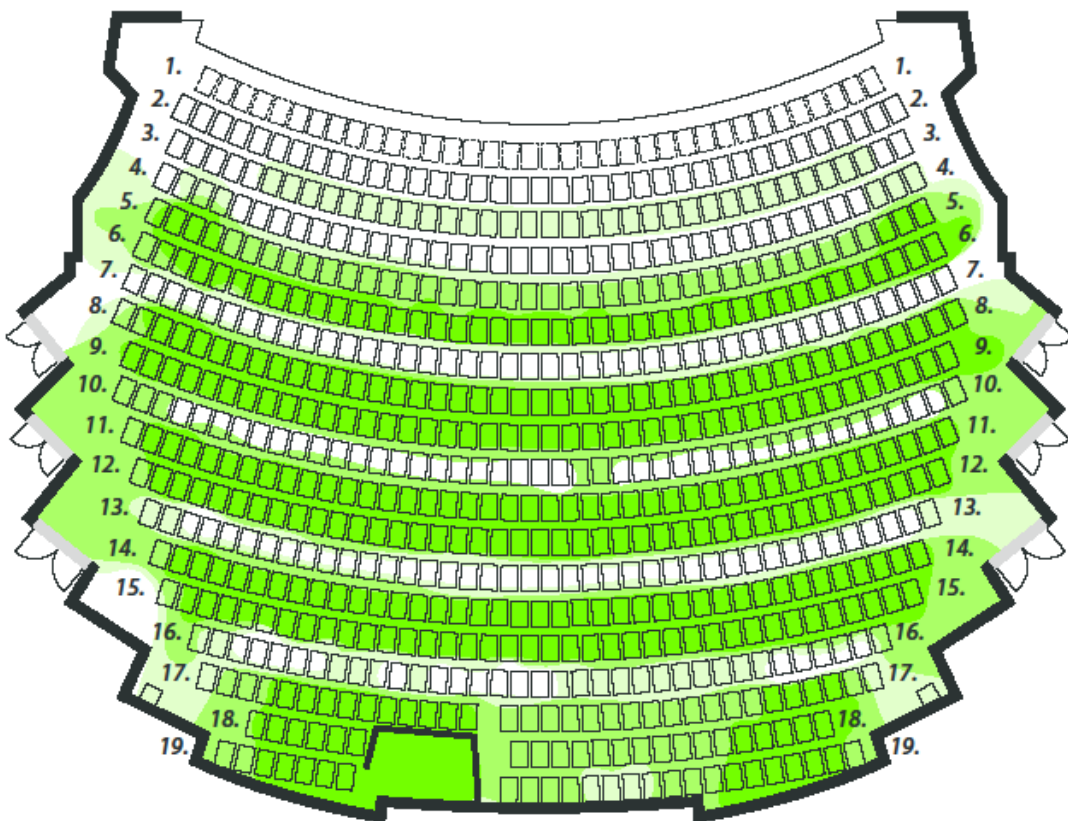
- ▶ **Symbolikilpi** ilmoittaa käyttäjille induktiivisen kuuntelun mahdollisuudesta. Symboli on eurooppalaisen *ETSI EN 301 462* -standardin mukainen.
- ▶ **Kuuluvuuskartta** (*SFS-EN 60118-4* -standardi) auttaa asiakkaita valitsemaan istumapaikkansa silmukan kuulumisen kannalta edullisemmilta paikoilta. Kartta esittää esimerkiksi väreillä kuuluvuuden kannalta eritasoiset tilan alueet. Kartta sijoitetaan jokaisen yleisön käytössä olevan kulkuaukon välittömään läheisyyteen. Kartta laaditaan lopputarkastuksessa tehtyjen mittausten perusteella.
- ▶ Tilassa on oltava näkyvissä järjestelmän ylläpidosta vastaavan henkilön yhteystiedot
- ▶ Loppukäyttäjälle on tarjottava pyydettäessä käyttöohjeistus



Qlu®

PERMANTO – INDUKTIOSILMUKAN KUULUVUUS

1.	1	-	36
2.	37	-	73
3.	74	-	111
4.	112	-	150
5.	151	-	190
6.	191	-	231
7.	232	-	273
8.	274	-	316
9.	217	-	358
10.	359	-	401
11.	402	-	443
12.	444	-	484
13.	485	-	524
14.	525	-	563
15.	564	-	601
16.	602	-	636
17.	637	-	670
18.	671	-	699
19.	700	-	731



	Erinomainen
	Hyvä
	Heikko
	Häiriö



maps.qlu.fi

Tekninen tuki:

Henri Lehtinen

040 720 4002

Qlu

TYYPILLISIÄ ONGELMATAPAUKSIA

- ▶ Järjestelmää ei toteuteta kokonaisuutena => kukaan ei vastaa kokonaisuudesta
- ▶ Merkinnot puuttuvat; järjestelmää ei käytetä, koska ei tiedetä sen olemassaolosta
- ▶ Verkkohäiriöt; virheelliset sähköasennukset, vialliset sähkölaitteet, maadoitussilmukat, ...
- ▶ Alimitoitettu vahvistin; liian heikko signaali tai rikkoontunut ylikuormituksesta johtuen
- ▶ Rikkoontunut vahvistin
 - ▶ Kukaan ei tiedä, milloin on viimeksi toiminut; YLLÄPITOTARKASTUKSET
- ▶ Vahvistimelle ei tule tulosaalia
- ▶ Tilassa on vahvistin, mutta ei silmukajohdotusta
- ▶ Silmukajohdotus on ehkä asennettu, mutta liityntäisteet eivät ole tiedossa, niitä ei ole dokumentoitu ja/tai ne on piilotettu näkymättömiin

TYYPILLISIÄ ONGELMATAPAUKSIA

- ▶ Tulosignaali on kytketty esim. kaiutinlähdestä
- ▶ Vahvistin ei ole päällä tai siitä puuttuu verkkojohto
- ▶ Vahvistimen kaikki säädöt ovat alkuasennossa; järjestelmää ei ole edes yritetty säätää
- ▶ Silmukkajohtimen liian pieni tai iso impedanssi (antennisovitus)
 - ▶ Särö, vahvistimen jännitedynamiikka ei riitä
 - ▶ Vahvistimen ylikuormittuminen, kun impedanssi on liian pieni
- ▶ Katkennut silmukkajohdin (erityisesti foliojohtimien ongelma)
- ▶ Silmukkajohdotus ei noudata katsomon korkeusprofiilia
- ▶ Vääräntyyppinen / väärin sijoitettu mikrofoni
 - ▶ Askeläänet, melu, kaiku, yleisön äänet

TYYPILLISIÄ ONGELMATAPAUKSIA

- ▶ Kuuntelukorkeus vs. silmukanasennuskorkeus eivät ole vakioita koko tilassa
 - ▶ Silmukka lattiassa tai katossa, ja tilassa on nouseva katsomo
- ▶ Silmukka on asennettu liian korkealla olevan kattoon
 - ▶ Kenttä ei yllä kuuntelukorkeudelle
 - ▶ Tarvitaan hyvin voimakas silmukkavirta => ylikuuluminen yläkertaan
- ▶ Teräskuitubetoni vaimentaa signaalia todella voimakkaasti
 - ▶ Ei kannata käyttää silmukkaa vaativissa tiloissa



SIIRRETTÄVÄT SILMUKAT

- ▶ Tulisi käyttää vain erityistapauksissa; esim. kuuloyhdistysten retkillä
- ▶ Oikea käyttö vaatii jonkin verran 'silmukkasuunnittelijan taitoja'
- ▶ Yleensä järjestelmän mukana ei toimiteta kenttävoimakkuusmittaria, jolla säätö voidaan tehdä oikein
- ▶ Yleensä ei osata (tai ei ole edes mahdollista) kytkeä oikein AV – järjestelmään tai muihin äänilähteisiin
- ▶ Ellei johdinta sijoiteta oikein ja teipata kiinni, voi aiheuttaa kompastumisia yms. vahinkoja



NÄYTTÖ- JA OPASTEPISTEIDEN SILMUKAT

- ▶ Usein käytetään aivan pientä silmukka-aluetta (jopa 1m * 1m)
 - ▶ Hyvin kapea kuuntelualue
 - ▶ Ei toimi koko kuunteluavaruuden alueella (1.2m ... 1.7m) standardin mukaisesti
 - ▶ Tarvitaan erittäin voimakas silmukkavirta ($> 10\text{A}$), jotta 1.7m korkeudelle voidaan luoda riittävä kentänvoimakkuus
 - ▶ Jos ei ole tehty monikierrosratkaisua, silmukka on vahvistimen kannalta lähes oikosulkukuorma, eli vahvistin vikaantuu nopeasti
- ▶ **Silmukan jänneväli (pienempi leveys) kannattaa olla 2.5m ... 4m**
- ▶ **Useita johdinkierroksia, jolloin pienitehoinen vahvistin riittää**
- ▶ **DC resistanssi kannattaa mitoittaa n. 1Ω .. 2Ω alueelle**

KIITOKSET MIELENKIINNOSTA

Autamme mielellämme hankkeissanne

Juha Nikula
Toimitusjohtaja, Yrittäjä
QLU Oy
040 5881138
juha.nikula@qlu.fi