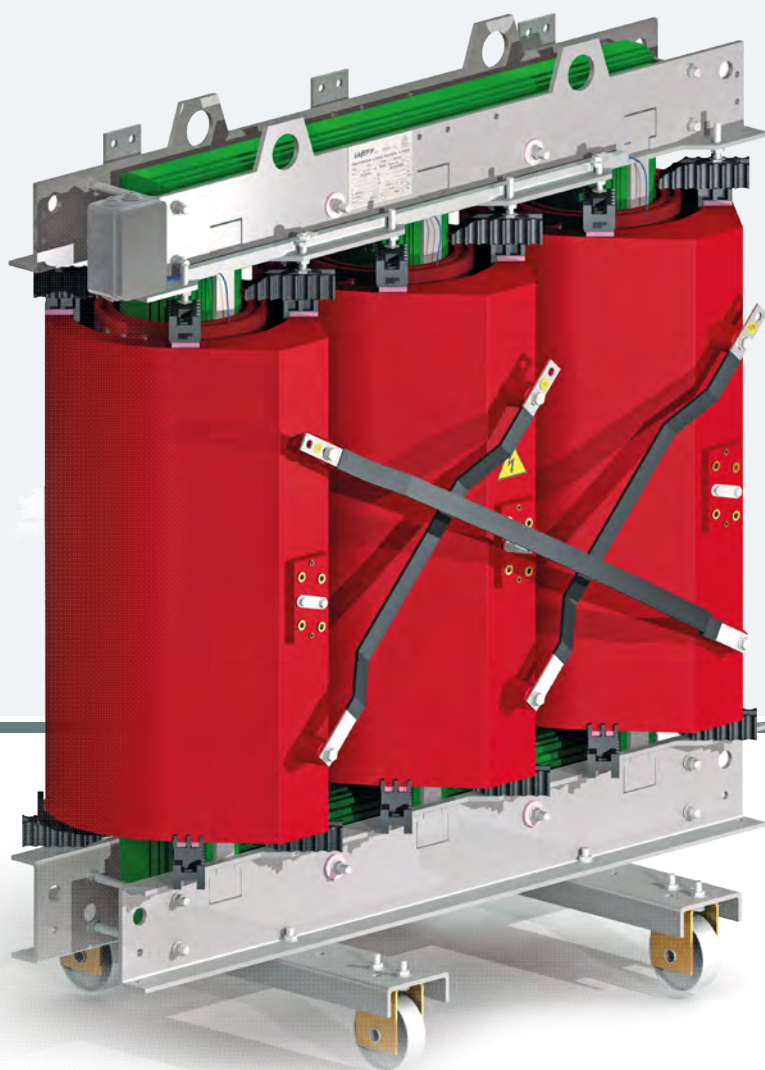


# VALUHARTSIERISTEISET MUUNTAJAT

Tuoteluettelo ja tekninen opas



IMEFY Italy on Italian ja maailman valuhartsimuuntajien markkinoilla johtava toimija laadussa, toimitusaikojen noudattamisessa ja luotettavuudessa.

Asennettuja muuntajia on yli 20 000, yli 60 maassa ja suoralla teknis-taloudellisella yhteistyöllä yli 35 maassa, IMEFY Italy tarjoaa asiakkailleen laadukkaita ratkaisuja laajimpaan valikoimaan sähköenergian muuntajasovelluksia.

# IMEFY ITALY

IMEFY Italy on Italian ja maailman valuhartsimuuntajien markkinoiden johtava toimija laadussa, toimitusaikojen noudattamisessa ja luotettavuudessa.

Asennettuja muuntajia on yli 20 000, yli 60 maassa ja viidessä maanosassa ja suoralla teknis-kaupallisella yhteistyöllä yli 35 maassa, IMEFY Italy tarjoaa asiakkailleen laadukkaita ratkaisuja laajimpaan valikoimaan sähköenergian muuntajasovelluksia.

IMEFY Italy perustettiin Arezzossa vuonna 2002, kun valuhartsimuuntajien italialaiset uranuurtajat herra Toscanini ja herra Maggini ryhtyivät yhteistyöhön Madridin lähellä Espanjassa toimivan IMEFY SL:n kanssa. IMEFY SL on valmistanut vuodesta 1973 alkaen öljyeristeisiä jakelumuuntajia, 160 MVA nimellisteho- ja 245 kV jännitteeseen saakka, sekä myöhemmin myös valuhartsimuuntajia. IMEFY Italian kasvu on ollut jatkuvaa ja vakaata, perustuen jatkuvaan laadun kehittämiseen, jonka taustalla on ollut erittäin laaja tietotaito. Lisäksi kasvua ovat tukeneet molemminpuolisesti tuloksekkaat kansalliset ja kansainväliset kumppanuudet.

Vuonna 2011 IMEFY Italy muutti uuteen tuotantolaitokseen, joka on erityisesti suunniteltu valuhartsimuuntajien valmistamiseen ja joka on varustettu kehittyneimmällä mahdollisella laitteistolla.

IMEFY Italy on hankkinut arvostetuimmat yritystä ja sen tuotteita koskevat kansalliset ja kansainväliset sertifikaatit, joihin kuuluvat mm. ilmasto-, ympäristö- ja paloluokitukset sekä uusimmat Euroopan Unionin ekologisen suunnittelun lainsäädännön noudattamisen yhteensopivuus, joiden testaukset ovat suorittaneet CESA ja ENEC.

IMEFY Italy on myös osallistunut onnistuneesti tuotteidensa esihyväksyntämenettelyihin eri puolilla maailmaa Chilestä Vietnamiin ja Venäjältä Etelä-Afrikkaan. Maailman arvostetuimmat yritykset ovat valinneet sen tuotteita laitteisiinsa ja projekteihinsa.



Imefy Italian nykyinen tuotantolaitos - 2011 - Arezzo, Italia



Imefy Italian ensimmäinen tuotantolaitos - 2002 - Arezzo, Italia



## IMEFY-YHTYMÄ

IMEFY S.L. on aloittanut öljyeristeisien jakelumuuntajien valmistuksen vuonna 1973 ja jatkanut pian sen jälkeen valuhartsieristeisien jakelumuuntajien valmistukseen. Yhtiömme on kasvanut jatkuvasti ja laajentanut muuntajavalikoimaa teho- ja jännitealueella. Tämän laajentumisen toteuttamiseksi IMEFY S.L. on hankkinut itselleen kehittyneimmät suunnittelu- ja valmistusresurssit sekä erittäin pätevän henkilöstön. Näin olemme kehittyneet sekä kansallisilla että kansainvälisillä markkinoilla ja laitteitamme on asennettu kaikille viidelle mantereelle. Lisäksi IMEFY S.L. osallistuu aktiivisesti näitä laitteita koskevien standardien luomiseen ja kehittämiseen kansainvälisissä työryhmissä.



## ILMASTO-, YMPÄRISTÖ- JA PALOLUOKKIEN SERTIFIKAATIT

IMEFY Italian muuntajilla on sertifiikatit ilmasto-, ympäristö- ja paloluokista.

Nämä sertifiikatit saadaan vain kansainvälisesti tunnustetuilta kolmannen osapuolen laboratorioilta, kuten CESI Milanossa, jossa muuntajalle on suoritettu laajat testaukset, joilla varmistetaan sen ympäristö-, ilmasto- ja paloluokitusta koskevien vaatimusten noudattaminen.



## EU-ASETUKSET NROT 548/2014 ja 2019/1783 – EKOLOGINEN SUUNNITTELU

IMEFY Italy toimittaa jokaisen muuntajan mukana EU-asetusten 548/2014, 1783/2019, direktiivin 2009/125/EY ja laitetta koskevan vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja CE-merkinnän sekä arvokilven ao. säädösten mukaisesti.

IMEFY Italy on sertifioinut ekologisen suunnittelun mukaisen muuntajansa Milanon CESI-laboratoriossa ja ENEA:ssa, joka on EU:n markkinavalvontaan valtuuttama viranomainen Italiassa.

## ISO-SERTIFIKAATIT

IMEFY Italy kykenee jatkuvasti saavuttamaan korkeimmat laatutavoitteet tuotteissaan, palveluissaan ja tuotantoprosesseissaan. Laadunvarmistus alkaa oikeitten tavarantoimittajien valinnasta. Raaka-aineita valvotaan tarkasti vastaanoton, säilytyksen, valmistuksen ja kokoonpanon eri vaiheissa.

Kaikkiin muuntajiin tehdään tiukkoja laatutarkastuksia valmistusprosessien aikana ja testauslaboratoriossa tehdään kaikki lopulliset hyväksyntä- ja tyyppitestaukset, lukuun ottamatta oikosulkukoetta.

IMEFY Italian tuotantoprosessit on kehitetty rinnan laadunhallintajärjestelmän kanssa noudattaen kansainvälisiä ISO-standardeja 9001, 14001 ja 45001.



## TESTAUS

IMEFY Italyllä on tuotantolaitoksessaan testauslaboratorio, jossa jokaiselle valmistetulle muuntajalle tehdään rutiinikoestukset (ja tarvittaessa tyyppihyväksynnän vaatimat testaukset).

Jokaiselle valmistetulle muuntajalle laaditaan ja tehdään testausraportti standardin IEC 60076-11 mukaisesti, asennus- käyttö- ja huolto-ohjeet, arvokilpi EU-asetuksen 548/2014 ja direktiivin 2009/125/EY mukaan sekä vastaava vaatimuksenmukaisuusvakuutus ja CE-merkintä.



# REFERENSSIT

IMEFY Italyllä on ollut etuoikeus tulla valituksi eräiden arvostetuimpien kansallisten ja kansainvälisten toimijoiden valitsemaksi muuntajatoimittajaksi heidän omiin kohteisiinsa.

Meidät on valittu yli 1500 projektiin 60 maassa joita voitte tarkastella seuraavasta referenssiluettelosta lentoasemille, satamiin, tunneleihin, tuuli- ja aurinkovoimalaitoksiin, fossiilisten polttoaineiden voimalaitoksiin, kaivoksiin, tietokonekeskuksiin, urheilustadioneille ja sairaaloihin sekä lukemattomiin muihin kohteisiin. Asiakkaitamme ovat mm. Maserati, Rolls Royce, FCA, BMW, Mercedes, Pirelli, Ferrero, Thyssenkrupp, Lukoil, Tocado ja Prada.



## JAKELUMUUNTAJAT

### Lentoasemat

DHL:n terminaali – Leipzig  
Marco Polon lentoasema – Venetsia  
Helsinki-Vantaan lentoasema  
Bromman lentoasema – Tukholma  
Tallinnan lentoasema – Tallinna

### Satamat

Rotterdamin uusi APM-satama  
Pohjanmeren laivastotukikohta –  
Wilhelmshaven  
Tukholman satama  
Itämeren laivaston yksikkö – Pietarin alue  
Teollisuussatama – Livorno

### Tunnelit

Gilonin tunneli – Israel  
EPADESA-projekti – Pariisi  
Variante di Valico – Firenze  
Bologna Traforo del Frejus – Aosta  
Galleria Scandicci – Firenze

### Ostoskeskukset

Armani – Milano  
Prada – Venetsia  
La Rinascente – Milano  
Spinning Fields – Manchester  
Zsar Outlet Village – Vaalimaa

### Yliopistot- ja tutkimuslaitokset

Universidad Nacional de Ingenieria – Lima  
Tiedeteknologian instituutti – Moskova  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Siracusa  
La Sapienza – Rooma  
Vrije Universiteit – Amsterdam

### Valtion laitokset

ENEA – Rooma  
Euroopan komissio – Ispra  
Palazzo della Regione Veneto – Verona  
Ala-Saksin osavaltion parlamentti – Hanover  
Oikeusministeriö – Rooma

### Rakennukset ja tornit

The Madison Project – Lontoo  
Alexanderplatz – Berlin  
Atrium Tower – Israel  
Zam Zam Tower – Dhaka

### Urheilustadionit

Arena-stadion – Jerusalem  
San Siro AC Milan Inter Stadium – Milano  
Helsingin olympiastadion  
Juventus Stadium – Torino  
O2 Arena – Lontoo

### Tapahtumat

Talviolympialaiset 2006 – Torino  
Expo 2015 – Milano  
Colombia Pavillion Expo 2015 – Milano  
Argentina Pavillion Expo 2015 – Milano  
Japan Pavillion Expo 2015 – Milano

### Sairaalat

Ospedale Careggi – Firenze  
Ospedale Niguarda – Milano  
Kainuun keskussairaala – Kajaani  
Hospital Sankt Elisabeth – Saksa  
Kymenlaakson keskussairaala – Kotka

### Lääketuotanto

Pharma – Varese  
Italfarmacon kylpylä – Milano  
Lääketehtas Farmak – Kiova  
International Chemical Industry – Italia

### Museot

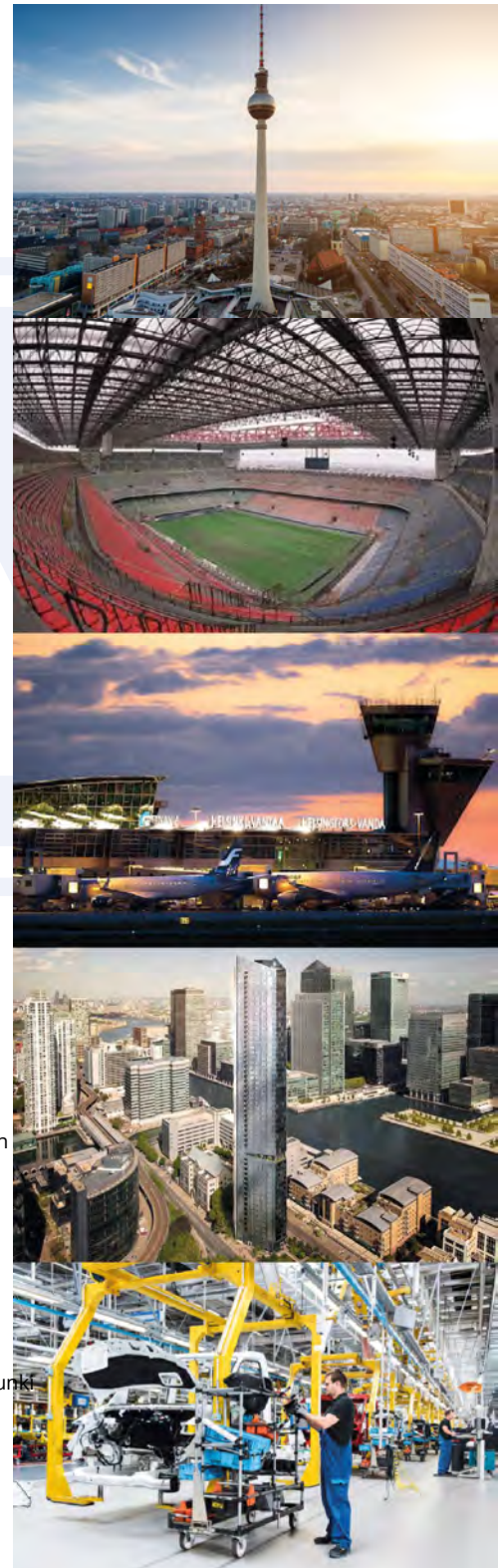
Museo Egizio – Torino  
Museo della Civiltà Romana – Rooma  
Piazza San Marco – Venetsia  
Historiamuseo – Signagi  
Museo Palatino – Rooma

### Vedenkäsittely

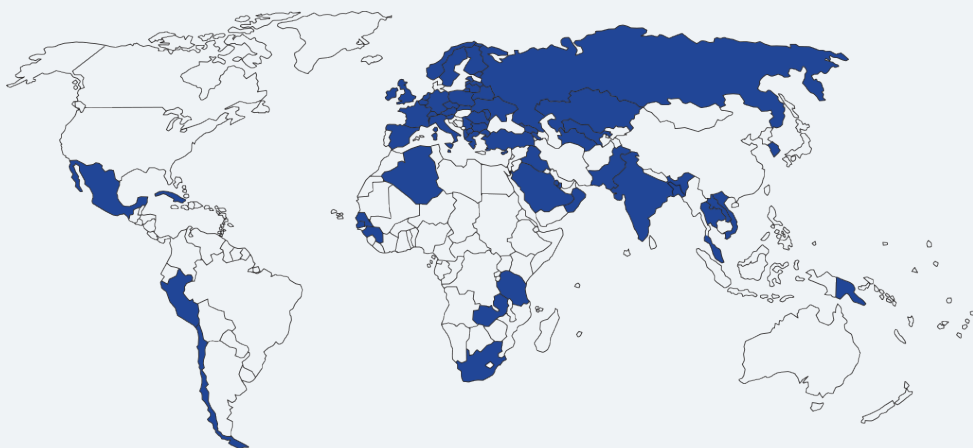
Maselspoortin pumppausasema – Bloemfontein  
Tedagua – Lima  
UMEVA-vedenpuhdistamo – Uumaja  
Vedenpuhdistamo – Tallinna  
Gomel Energo-vesipumppaamo – Gomel

### Energialaitokset

Chernigvodokanal-yhtiö  
Sai Gon Power Company – Hồ Chí Minhin kaupunki  
Enemalta – Malta  
Tedas – Turkki  
Elevali – Viljandi



1 500  
VALITTUA  
PROJEKTIA  
REFERENSSEJÄ  
YLI 60  
MAASSA



## Taajuusmuuttajat ja tasasuuntaajat

### Rautatiet ja metrot

Stazione Alta Velocità – Reggio Emilia  
Russian Railways – Novosibirsk  
RFI – Mestre  
Metro Roma – Rooma  
Berliner Verkehrsbetriebe Metro – Berliini

### Porauskohteet

Impianto di perforazione – Laos  
Metropolitana Riyad – Saudi-Arabia  
Tunnelinporausprojekti – Straubenhardt  
Mufuliran sortumaprojekti – Etelä-Afrikka

### Kaivokset

Agnico-Eagle Finland Oy:n kultakaivos – Kiistala  
Codelco – Chile  
Lebedinskyn kaivos – Gubkin  
Ojamaa mining VKG:n öljyluskekaivos  
– Vornun kylä  
African Barrick -kultakaivos – Bulyanhulu, Tanzania

### Öljy ja kaasu

Lukoil-Perm -öljyteollisuus – Perm  
Gazpromneft – Venäjä  
Tobolsk Neftehim -öljyteollisuus – Tobolsk  
Vancor -öljyesiintymä – Moskova  
Yaroslavskyn öljynjalostamo – Yaroslav

### Nosturit

Anglogold Ashanti -kaivos – Etelä-Afrikka  
Impala Platinum – Etelä-Afrikka  
Venetian timanttikaivos – Etelä-Afrikka  
Nchwanengin kaivos – Etelä-Afrikka  
Sibanye Stillwater – Etelä-Afrikka

### Tietokonekeskukset

NDA:n tietokonekeskus – Iso-Britannia  
Indelectronin tietokonekeskus – Gloucestershire  
Telecom Italia Acilia – Rooma  
Fastweb – Milano ja Verona  
Tiscali – Cagliari

### Terästehtaat

ThyssenKrupp Acciai – Terni  
RUSAL-laitos – Krasnojarsk  
Kalugan sähköterästehtäs – Kaluga  
Caspian Offshore Industries – Kazakshtan  
Voestalpine Steel – Linz  
Hyundain raudanvalannevalssaus – Dangjin

### Voimalaitokset

Teleriscaldamento – Cuneo  
Heronin yhteistuotantovoimala – Thiva  
Trmicen lämpövoimala – Trmice  
Nikola Teslan lämpövoimala – Obrenovac  
Balti-voimala – Narva

### Vesivoimalaitokset

Voith-vesivoimalat – Itävalta  
Alstomin vesivoimalat – Norja  
Irun yhteistuotantovoimala – Tallinna  
Centrale Hydro Alpe Adria – Udine  
Posada – Prahovan maakunta

### Tuulivoimalaitokset

Endesan tuulivoimala – Espanja  
Parco Eolico Gamesa – Isernia  
Parco Eolico Gamesa – Crotone  
Parco Eolico Gamesa – Palermo  
Parco Eolico Acciona – Palermo

### Aurinkovoimalaitokset

Photovoltaic Park – Larissa  
ABB:n energiavarasto – Campobasso  
Karbinci 2 -aurinkovoimala – Montana  
Stadio Bentegodi – Verona  
Solar Energy – Isle of Wight

### Tuotantolaitokset

Fincantieri – Italia  
Ferrero – Italia  
Saint Gobain – Italia  
Pirelli – Italy  
Michelin Italiana – Italia

### Autoteollisuus

Stabilimenti FIAT – FCA  
Rolls Royce – Derby, Iso-Britannia  
Maserati – Italia  
Mercedes-Benz – Ludwigsfelde  
BMW:n logistiikkakeskus – Wallersdorf

### Paperitehtaat

Cartiera di Fabriano – Ancona  
Syassin sellu- ja paperitehdas – Pietari  
Reno De Medici – Belluno  
Cartiera Pirinoli – Cuneo  
Cartonificio Fiorentino – Firenze

# TEKNISET OMINAISUUDET

IMEFY Italy on kehittänyt Euroopan markkinoille Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY, annettu 21 päivänä lokakuuta 2009, energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten mukaisen muuntaja-sarjan, joiden teknisistä ominaisuuksista on yhteenveto seuraavassa taulukossa.

- |                                   |                      |                     |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| 1 – Alajänniteliitin              | 4 – Arvokilpi        | 7 – Pyörät          |
| 2 – Nostolenkit                   | 5 – Yläjänniteliitin | 8 – Vetolenkit      |
| 3 – PT100-riviliitinkotelo (IP55) | 6 – Väliottokytkin   | 9 – Maadoitusliitin |

## Vakiovarusteet

3 kpl PT100Ω antureita, lattakiskot YJ- ja AJ-liitäntöihin, nostolenkit, käännettävät pyörät muuntajan pitkittäiseen tai poikittaiseen siirtämiseen, arvokilpi, 2 maadoitusliitäntää, vetolenkit, riviliitinkotelo Pt100 antureille (IP55)

## Tekniset ominaisuudet EU548/2014 – AA0AK > 3150 kVA

| Teho<br>kVA | Koodi      | Eristys<br>taso<br>kV | Häviöt (W)     |                | Vcc<br>% | I <sub>o</sub><br>% | LwA<br>dB(A) | A<br>mm | B<br>mm | H<br>mm | M<br>mm | D<br>mm | S<br>mm | N<br>mm | Paino<br>kg |
|-------------|------------|-----------------------|----------------|----------------|----------|---------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
|             |            |                       | P <sub>0</sub> | P <sub>k</sub> |          |                     |              |         |         |         |         |         |         |         |             |
| 12-28-75    |            |                       |                |                |          |                     |              |         |         |         |         |         |         |         |             |
| 100         | 100-AA-12  | 12-28-75              | 252            | 1800           | 6        | 2                   | 50           | 1320    | 700     | 1150    | 520     | 125     | 40      | 35      | 850         |
| 160         | 160-AA-12  |                       | 360            | 2600           |          | 1,9                 | 53           | 1260    | 700     | 1200    |         |         |         |         | 900         |
| 250         | 250-AA-12  |                       | 468            | 3400           |          | 1,5                 | 56           | 1350    | 700     | 1300    |         |         |         |         | 1200        |
| 315         | 315-AA-12  |                       | 558            | 3875           |          | 1,4                 | 57           | 1410    | 800     | 1390    |         |         |         |         | 1450        |
| 400         | 400-AA-12  |                       | 675            | 4500           |          | 1,2                 | 59           | 1400    | 800     | 1450    | 1500    |         |         |         |             |
| 500         | 500-AA-12  |                       | 812            | 5630           |          | 1,1                 | 60           | 1410    | 800     | 1520    | 1650    |         |         |         |             |
| 630         | 630-AA-12  |                       | 990            | 7100           |          | 1                   | 61           | 1500    | 800     | 1580    | 1900    |         |         |         |             |
| 800         | 800-AA-12  |                       | 1170           | 8000           |          | 0,9                 | 63           | 1550    | 800     | 1680    | 2250    |         |         |         |             |
| 1000        | 1000-AA-12 |                       | 1395           | 9000           |          | 0,8                 | 64           | 1600    | 1000    | 1870    | 2650    |         |         |         |             |
| 1250        | 1250-AA-12 |                       | 1620           | 11 000         |          | 0,7                 | 66           | 1670    | 1000    | 1960    | 3000    |         |         |         |             |
| 1600        | 1600-AA-12 |                       | 1980           | 13 000         |          | 0,6                 | 67           | 1780    | 1000    | 2100    | 3900    |         |         |         |             |
| 2000        | 2000-AA-12 |                       | 2340           | 16 000         |          | 0,5                 | 69           | 1860    | 1300    | 2250    | 4450    |         |         |         |             |
| 2500        | 2500-AA-12 |                       | 2790           | 19 000         |          | 0,4                 | 70           | 1980    | 1300    | 2440    | 5650    |         |         |         |             |
| 3150        | 3150-AA-12 |                       | 3420           | 22 000         |          | 7                   | 0,4          | 73      | 2220    | 1300    | 2500    | 7200    |         |         |             |
| 17,5-38-95  |            |                       |                |                |          |                     |              |         |         |         |         |         |         |         |             |
| 100         | 100-AA-17  | 17,5-38-95            | 252            | 1800           | 6        | 2                   | 50           | 1320    | 700     | 1150    | 520     | 125     | 40      | 35      | 850         |
| 160         | 160-AA-17  |                       | 360            | 2600           |          | 1,9                 | 53           | 1280    | 700     | 1210    |         |         |         |         | 950         |
| 250         | 250-AA-17  |                       | 468            | 3400           |          | 1,5                 | 56           | 1360    | 700     | 1320    |         |         |         |         | 1250        |
| 315         | 315-AA-17  |                       | 558            | 3875           |          | 1,4                 | 57           | 1410    | 800     | 1390    |         |         |         |         | 1450        |
| 400         | 400-AA-17  |                       | 675            | 4500           |          | 1,2                 | 59           | 1400    | 800     | 1460    | 1550    |         |         |         |             |
| 500         | 500-AA-17  |                       | 812            | 5630           |          | 1,1                 | 60           | 1410    | 800     | 1520    | 1700    |         |         |         |             |
| 630         | 630-AA-17  |                       | 990            | 7100           |          | 1                   | 61           | 1480    | 800     | 1580    | 1950    |         |         |         |             |
| 800         | 800-AA-17  |                       | 1170           | 8000           |          | 0,9                 | 63           | 1550    | 800     | 1680    | 2300    |         |         |         |             |
| 1000        | 1000-AA-17 |                       | 1395           | 9000           |          | 0,8                 | 64           | 1600    | 1000    | 1870    | 2700    |         |         |         |             |
| 1250        | 1250-AA-17 |                       | 1620           | 11 000         |          | 0,7                 | 66           | 1670    | 1000    | 1980    | 3150    |         |         |         |             |
| 1600        | 1600-AA-17 |                       | 1980           | 13 000         |          | 0,6                 | 67           | 1790    | 1000    | 2100    | 3950    |         |         |         |             |
| 2000        | 2000-AA-17 |                       | 2340           | 16 000         |          | 0,5                 | 69           | 1860    | 1300    | 2260    | 4500    |         |         |         |             |
| 2500        | 2500-AA-17 |                       | 2790           | 19 000         |          | 0,4                 | 70           | 1980    | 1300    | 2440    | 5700    |         |         |         |             |
| 3150        | 3150-AA-17 |                       | 3420           | 22 000         |          | 7                   | 0,4          | 73      | 2220    | 1300    | 2510    | 7300    |         |         |             |
| 24-50-125   |            |                       |                |                |          |                     |              |         |         |         |         |         |         |         |             |
| 100         | 100-AA-24  | 24-50-125             | 252            | 1800           | 6        | 2                   | 50           | 1320    | 700     | 1150    | 520     | 125     | 40      | 35      | 900         |
| 160         | 160-AA-24  |                       | 360            | 2600           |          | 1,9                 | 53           | 1280    | 700     | 1210    |         |         |         |         | 950         |
| 250         | 250-AA-24  |                       | 468            | 3400           |          | 1,5                 | 56           | 1360    | 700     | 1320    |         |         |         |         | 1300        |
| 315         | 315-AA-24  |                       | 558            | 3875           |          | 1,4                 | 57           | 1410    | 800     | 1390    |         |         |         |         | 1500        |
| 400         | 400-AA-24  |                       | 675            | 4500           |          | 1,2                 | 59           | 1430    | 800     | 1460    | 1600    |         |         |         |             |
| 500         | 500-AA-24  |                       | 812            | 5630           |          | 1,1                 | 60           | 1460    | 800     | 1550    | 1850    |         |         |         |             |
| 630         | 630-AA-24  |                       | 990            | 7100           |          | 1                   | 61           | 1510    | 800     | 1580    | 2000    |         |         |         |             |
| 800         | 800-AA-24  |                       | 1170           | 8000           |          | 0,9                 | 63           | 1580    | 800     | 1720    | 2400    |         |         |         |             |
| 1000        | 1000-AA-24 |                       | 1395           | 9000           |          | 0,8                 | 64           | 1660    | 1000    | 1910    | 2900    |         |         |         |             |
| 1250        | 1250-AA-24 |                       | 1620           | 11 000         |          | 0,7                 | 66           | 1720    | 1000    | 2000    | 3450    |         |         |         |             |
| 1600        | 1600-AA-24 |                       | 1980           | 13 000         |          | 0,6                 | 67           | 1810    | 1000    | 2180    | 4100    |         |         |         |             |
| 2000        | 2000-AA-24 |                       | 2340           | 16 000         |          | 0,5                 | 69           | 1940    | 1300    | 2260    | 5100    |         |         |         |             |
| 2500        | 2500-AA-24 |                       | 2790           | 19 000         |          | 0,4                 | 70           | 2020    | 1300    | 2460    | 5900    |         |         |         |             |
| 3150        | 3150-AA-24 |                       | 3420           | 22 000         |          | 7                   | 0,4          | 73      | 2250    | 1300    | 2520    | 7400    |         |         |             |

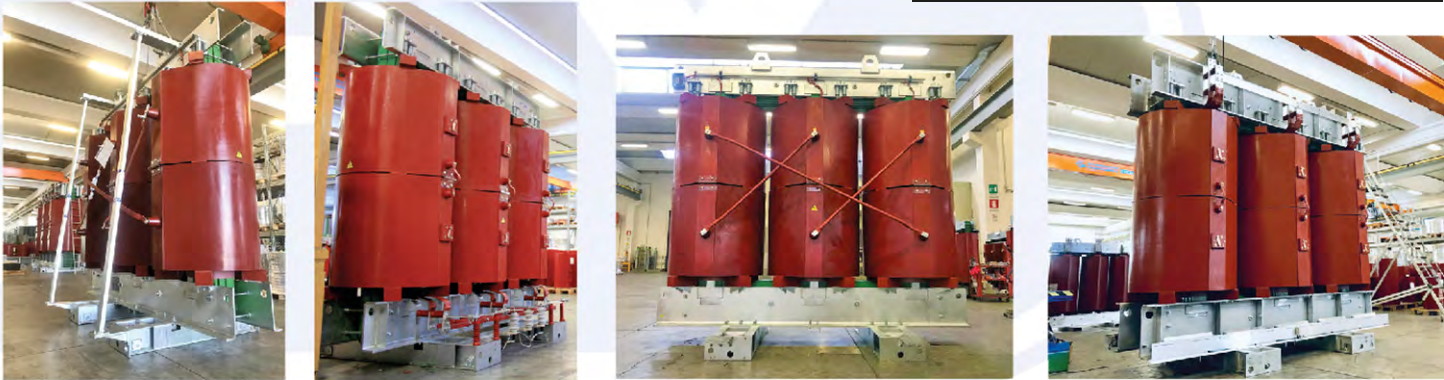
Tarjoamme imefy.it-sivustolla Euroopassa käytössä olevien eri jännitteiden mukaisten muuntajien tekniset ominaisuudet ja tuotetiedot.



h 2

IMEFY suunnittelee ja valmistaa valuhartsimuuntajia, joiden jännite on enintään 36 kV ja teho enintään 25 MVA. Näiden muuntajien osalta EU-asetus 548/2014 ei määritä tietyjä tyhjäkäynti- ja kuormitushäviöarvoja, mutta sen sijaan huippuhyötysuhdeindeksivaatimus vieressä olevan taulukon mukaan.

| Teho (kVA)      | PEI (%) |
|-----------------|---------|
| 3150 < S ≤ 4000 | 99,382  |
| 5000            | 99,387  |
| 6300            | 99,389  |
| 8000            | 99,390  |
| ≥ 10 000        | 99,390  |



12 000 kVA – 20,5 / 6,3

10 000 kVA – 15,375 / 6

7 000 kVA – 15,75 / 6,3 kV

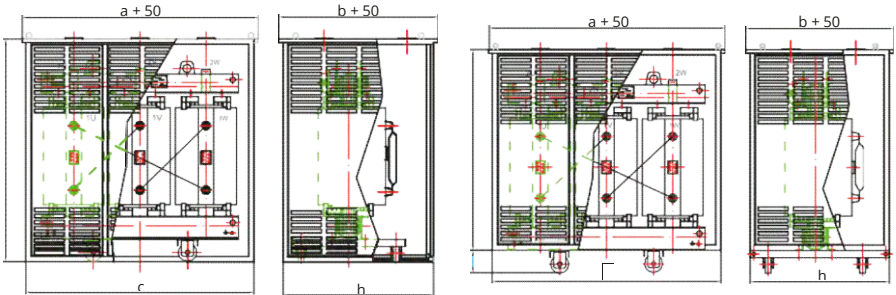
6 000 kVA – 20 / 0,69 kV



2 x 16 000 kVA – 20 000 / 10 000 V + 1 x 7 500 kVA – 15 000 / 6 000 V

SUOJAKOTELON TYYPI: ITSEKANTAVA

SUOJAKOTELON TYYPI: KIINNITETTY MUUNTAJAAN



| Suojakotelon koko ja paino IP20 – 21 – 23 – 31 |                   |      |      |      |     |     |
|------------------------------------------------|-------------------|------|------|------|-----|-----|
| Teho (kVA)                                     | 12 – 17,5 – 24 kV |      |      |      |     |     |
|                                                | a                 | b    | h1   | h2   | c   | kg  |
| ≤ 400                                          | 1750              | 1100 | 1600 | 1440 | 160 | 220 |
| 500–800                                        | 1950              | 1200 | 1790 | 1950 | 180 | 285 |
| 1000–1600                                      | 2150              | 1350 | 2150 | 2330 | 180 | 360 |
| 2000–3150                                      | 2600              | 1450 | 2450 | 2700 | 250 | 500 |

## MUUNTAJAN VALINTA

Muuntaja on usein asennettava mahdollisimman lähelle käyttöpaikkaa. Tästä ja muista käyttöön ja huoltoon liittyvistä syistä paljon lämpöä tuottavan mineraaliöljyeristeisen muuntajan asentamista suoraan laitokseen ei usein suositella.

**Turvallisuus- ja itsestäänsammutusominaisuudet ovat ratkaisevia valintatekijöitä**, jolloin on järkevää asentaa valuhartsimuuntaja laitoksen sisälle tai paikkaan jossa tulipalon vaara on suuri.

## VALUHARTSIERISTEISET MUUNTAJAT

Valuhartsieristeinen muuntaja on kuivamuuntajan erikoistyyppi (CEI EN 60076-11), toisin sanoen muuntajassa aktiivisia osia ei ole upotettu eristysnesteeseen. Kun muuntajassa on yksi tai useampi valueristeinen käämi, sitä kutsutaan yleisesti valuhartsieristeiseksi muuntajaksi.

Valmistustekniikan ja käytettyjen materiaalien kuten epoksihartsin ansiosta näitä erikoismuuntajia käytetään jatkuvasti kasvavassa joukossa käyttösovelluksia, johtuen niiden **korkeasta käyttövarmuudesta, lähes huoltovapaudesta ja vähäisemmistä ympäristövaikutuksista verrattuna öljytäytteisiin muuntajiin**, joilla vähennetään tulipalon vaaraa ja ympäristön saastumista.

Valuhartsieristeisen muuntajan keskijännitekomponentit on valettu muottiin kiinnittämisen jälkeen epoksihartsiin ja esilämmitetty tyhjössä jolla vältetään ilma- tai kaasukuplien muodostuminen eristysmateriaalien sisään.

Tällä valuprosessilla keskijännitekäämeille saavutetaan täydellinen sylinterimuoto ja tasainen pinta, joilla minimoidaan vierashiukkasten ja/tai korroosiota aiheuttavien hiukkasten kertyminen, ja joka on mekaanisesti vankka ja vedenpitävä. Valetut käämit on valmistettu useista nauhoista, joita on käytetty vain yksi kierros kerrokselta, jolloin sisäiset jännitessit ja osapurkauksen kipinäintimahdollisuus vähenevät.

Käämit valmistetaan yleensä alumiininauhasta. Alumiinia käytetään materiaalina, koska sen lämpölaajenemiskerroin on hyvin lähellä käytettyä epoksihartsia, jolloin muuntajan lämpötilavaihteluiden aiheuttamat mekaaniset rasitukset jäävät hyvin vähäisiksi.

Pienjännitekäämit valmistetaan yksittäisestä alumiinikalvosta, jonka ominaisuudet vastaavat keskijännitekäämiä. Valmistusominaisuudella, jossa KJ-käämit valmistetaan useasta alumiininauhasta ja PJ-käämi yhdestä alumiinifoliosta, tavoitellaan pieniä aksiaalisiä voimia oikosulun sattuessa.

Kierrosten välisen eristyksen varmistaa epoksihartsilla esikyllästetty folio, joka lämpökäsittelyn takia vastaa käyttöikänsä ajan toisiojohdinta, jolloin käämistä tulee kiinteä ja kestävä, mutta myös vapaa liikkumaan, saavuttaen tietyn joustavuuden. Näin valmistetut käämit kestävät erittäin hyvin kondensaatiota ja likaantumista.



1 600 kVA – 10 000 / 400 V



Muuntajia tuulivoimalaitoksiin



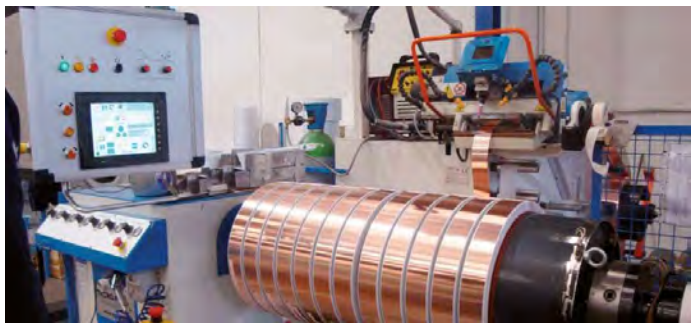
2 x 16 000 kVA – 20 000 / 10 000 V



5500 kVA – 20 000 / 565 V



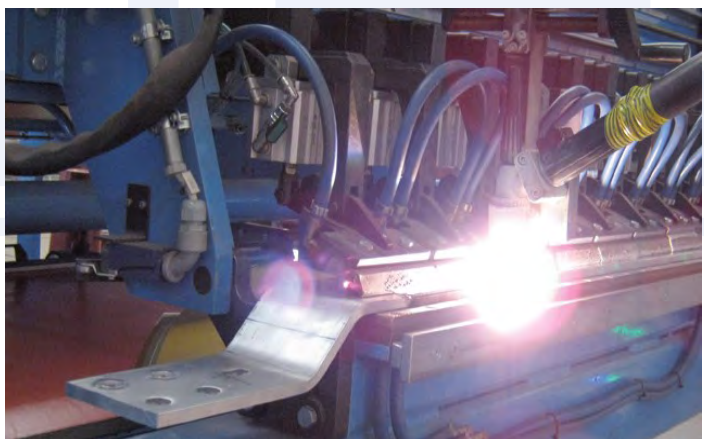
YJ-alumiinikäämi



YJ-kuparikäämi

## ALAJÄNNITEKÄÄMI

Valmistetaan yleensä yhdestä alumiini- tai kuparifoliosta, koska silloin dielektriset rasitukset ovat hyvin alhaisia. Rakenne tekee käämistä hyvin oikosulkurasituksia kestävä. Kerrosten välinen eristys varmistetaan käyttämällä luokan F esikyllästettyjä eristysmateriaaleja. Käämin liittimet on TIG-hitsattu käämiin koko matkalta. Ne on valmistettu jäykästä alumiiniseoksesta, joten ne eivät huononna käämin dynaamista lujuutta.



## YLÄJÄNNITEKÄÄMI

Muodostuu sarjasta alumiini- tai kuparifoliosta valmistettuja alikäämejä. Kerrosten välinen eristys varmistetaan korkean eristyskertoimen omaavilla materiaaleilla. Käämit valmistetaan automaattikoneilla. Kun ne ovat valmiit, ne asetetaan muottiin ja laitetaan uuniin esilämmitettäväksi. Valu tehdään tyhjässä hartsilla joka on kvartsijauheen ja epoksihartsin seos. Ne punnitaan tarkasti automaattisessa tyhjöprosessissa.

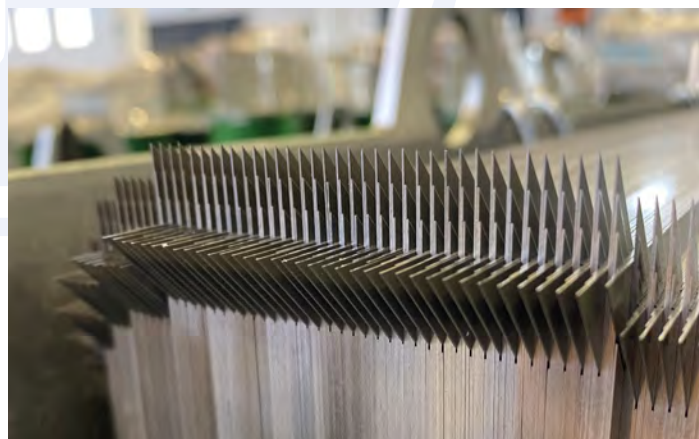
Tämän tyyppisellä käämillä on huomattavia etuja. Esimerkiksi kerrosten välinen jännite-ero on aina sama, koska käämissä on aina vain yksi kierros/kerros. Tämä mahdollistaa korkeamman jännitepiikkien keston ja vähentää osapurkauksen vaaraa. IMEFYN valuhartsieristeisten muuntajien osittaispurkaustaso on alle 5 pC mikä on todistettu useilla CESI-laboratorioissa suoritetuilla testeillä. Alumiini vähentää kuumenemisen aiheuttamat dynaamiset rasitukset minimiin, koska alumiinin lämpölaajenemiskerroin on hyvin lähellä epoksihartsin lämpölaajenemiskerrointa.

## MAGNEETTINEN RAUTASYDÄN

Magneettinen rautasydän on valmistettu pienet häviöt omaavasta suunnatusta teräslevystä, joilla on suuri permeabiliteetti. Tämän materiaalin ominaisuudet minimoivat hajavirroista johtuvat häviöt ja muuntajan äänen.

Tutkimus- ja kehitysresurssien ansiosta on ollut mahdollista tutkia ja kehittää laserlaminointia, jolla edelleen parannetaan paksuus- ja häviöarvoja tavoitteena saavuttaa ja ylittää EU-asetusten 548/2014 ja 2019/1783 sekä EY-direktiivin 2009/125/EY vaatimukset.

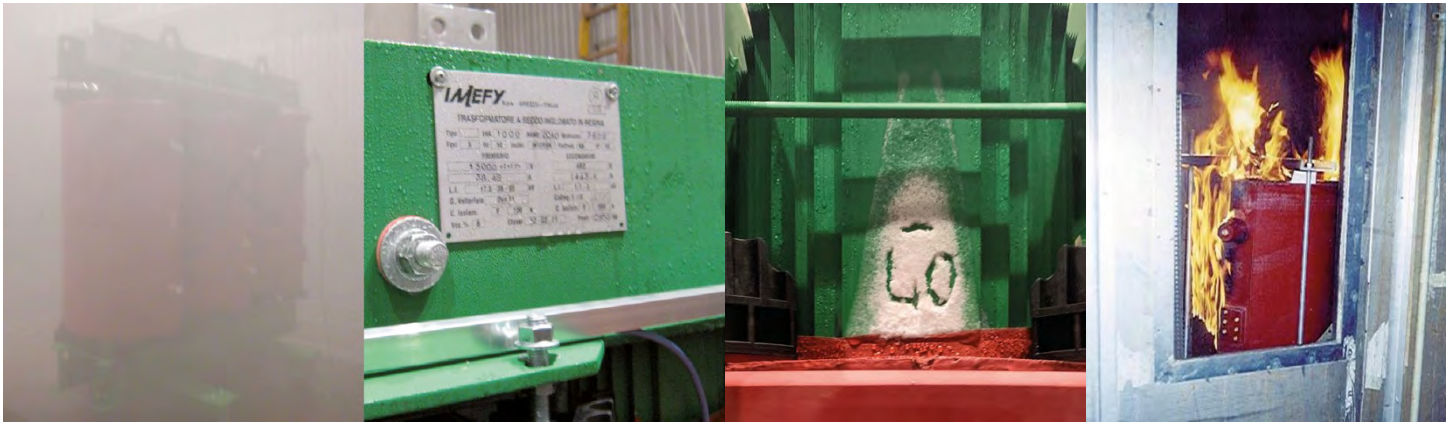
Tämän materiaalin laatua kehitetään jatkuvasti.



## ILMASTO-, YMPÄRISTÖ- JA PALOLUOKAT

Valuhartsieristeisiä muuntajia käsittelevä CENELEC-komitea on määritellyt minimivaatimukset muuntajille, joita käytetään erityisen haastavissa ympäristöissä kuten kosteissa ja teollisuus-/merisaasteita sisältävässä ympäristössä ja paikoissa, joissa tulipalon vaara on suuri. CENELECin vaatimukset ja niiden varmistamiseksi tarvittavat laatuselvitykset ja testit sisältyvät standardiin IEC 60076-11.

Seuraavassa taulukossa luetellaan edellä mainittuja vaatimuksia koskevat luokat.



| PALOLUOKAT |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>F0</b>  | Ei erityistä palovaaraa. Lukuun ottamatta muuntajan rakenteeseen liittyviä ominaisuuksia erityisiä toimenpiteitä ei ole toteutettu syttyvyyden rajoittamiseksi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Jotta voidaan osoittaa muuntajasta tulipalon syttyessä syntyvän lämpöenergian rajoittaminen, muuntajan käyttäytyminen tulipalossa on todistettava F1-kokeessa.</p> <p>Koe suoritetaan lämpöä kestävästä teräseinistä kootussa ja lämpöeristetyssä kammiossa, jonka lämmönjohtavuus on noin 0,7 W/(m<sup>2</sup>K) ja jossa on noin 500 mm sisähalkaisijalta oleva savupiippu ja noin 350 mm sisähalkaisijalta oleva tuloilmakanava, joka on 9 metrin etäisyydellä kaasun purkausaukosta siten, että ilma tulee alapuolelta ja poistuu noin 0,3 m<sup>2</sup> kokoisesta savupiipun poistoaukosta, jonka lämmön lähde on koestettavaa kohdetta vähintään 100 mm suuremmassa astiassa palava etyylialkoholi, jonka palo aika on noin 20 min, ja jossa on pystysuuntaan asennettu lämmitysvastuksista koostuva sähkölämmitin, jonka yhteisteho on 24 kW ja jolla ylläpidetään 750 °C lämpötilaa.</p> |
| <b>F1</b>  | <p>Muuntajille, joihin kohdistuu palovaara, vaaditaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rajoitettu syttyvyys</li> <li>• Palon pitää sammua itsestään tietyssä ajassa</li> <li>• Myrkyllisiä aineita ja sankkaa savua saa päästä ympäristöön minimaalisesti</li> <li>• Materiaaleissa ja palamistuotteissa ei saa olla käytännöllisesti katsoen yhtään halogeeniyhdisteitä ja ulkoiseen tulipaloon saa siirtyä rajoitetusti lämpöenergiaa.</li> </ul> | <p>Kokeella on osoitettava, että tulipalo sammuu, ja se voidaan vahvistaa, jos 5 minuuttia säteilylämmittimen sammuttamisesta ja 45 minuuttia kokeen aloittamisesta savupiipun mittausosassa kaasujen lämpötilan nousu verrattuna ympäristön lämpötilaan ei ylitä 140 kelviniä ja lämpötila laskee 10 minuutin välein mitattuna, eikä savupiipussa olevien kaasujen lämpötilan ero ympäristöön ylitä 80 kelviniä 60 minuutin kuluttua kokeen aloittamisesta, minkä lisäksi samasta mittausosassa valonläpäisevyyskerroin 1 metrin matkalta savun läpi mitattuna ei saa olla pienempi kuin 20 %, kun kokeen aloituksesta on kulunut 20–60 minuuttia.</p>                                                                                                                                                                                                                                              |

## YMPÄRISTÖLUOKKA

|           |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E0</b> | Muuntajaan ei tiivisty kosteutta ja likaantumisen taso on vähäinen.<br>Tämä on yleensä tilanne, kun muuntaja asennetaan puhtaisiin ja kuiviin sisätiloihin | Muuntaja asetetaan testauskammioon, jonka tilavuus on vähintään viisi kertaa muuntajaa ympäröivän suorakaiteen muotoisen laatikon tilavuus.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>E1</b> | Muuntajaan voi satunnaisesti tiivistyä kosteutta (esimerkiksi kun muuntaja on jännitteetön). Rajoitettu likaantuminen on mahdollista.                      | Testauskammion lämpötilan on oltava sellainen, että sillä varmistetaan kosteuden tiivistyminen muuntajaan, kun ilmankosteutta ylläpidetään luokan raja-arvoa korkeammalla sumuttamalla luokan sähkönjohtavuusarvon mukaista vettä vähintään kahden tunnin ajan muuntajan ollessa jännitteetön. Viiden minuutin kuluessa yllä mainitun jälkeen muuntajalle tehdään ylijännitekoe ja osittaispurkauksoe, josta on saatava positiivinen tulos. Lisäksi silmämääräinen tarkastus jossa ei saa näkyä merkittäviä pintapurkauksen jälkiä. |
| <b>E2</b> | Kosteutta tiivistyy usein tai suuri likaantumisen taso tai molempia, veden johtavuus on 1,5 S/m.                                                           | Edellä mainitun kosteuden tiivistymistestauksen jälkeen tehdään kosteuden tunkeutumistestaus, jossa toimintakuntoinen muuntaja pidetään ilmastokammiossa 144 tuntia 50 °C lämpötilassa ja 90 +5 % ilmankosteudessa ja altistetaan kolmen tunnin kuluessa kyseisen ympäristöstä altistuksen päättymisestä ylijännitekokeeseen 80 % testausjännitteellä.                                                                                                                                                                              |
| <b>E3</b> | Kosteutta tiivistyy hyvin paljon tai erittäin suuri likaantumisen taso tai molempia, veden johtavuus on 4 S/m.                                             | Kokeen aikana ei saa esiintyä jännitteen romahtamista tai ylijännitepurkausta eikä muodostua halkeamia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## ILMASTOLUOKKA

|           |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C1</b> | Muuntaja soveltuu käytettäväksi alle -5°C:n lämpötilassa, kuljetettaessa ja varastoitaessa -25°C.   | Muuntaja asetetaan testauskammioon, jossa ilman lämpötilaa mitataan vähintään kolmesta kohtaa, jotka ovat 0,1 metrin etäisyydellä muuntajan ulkopinnasta ja puolet muuntajan korkeudesta. Ilman lämpötilaa lasketaan vaihteittain varastointilämpötilaan 8 tunnin aikana ja pidetään tässä arvossa vähintään 12 tunnin ajan, kunnes vakaa tila on saavutettu. Sen jälkeen lämpötilaa nostetaan vähitellen jännitteen syöttölämpötilaan noin 4 tunnin aikana. |
| <b>C2</b> | Muuntaja soveltuu käytettäväksi, kuljetettavaksi ja varastoitavaksi -25°C lämpötilassa.             | Muuntaja altistetaan seuraavassa vaiheessa lämpöiskulle, joka toteutetaan johtamalla siihen nimellisvirtaan nähden kaksikertainen virta, jota ylläpidetään, kunnes testattava käämi saavuttaa 140 °C keskilämpötilan, joka saadaan laskemalla yhteen käämin lämpötilan nousun keskiarvo ja ilman lämpötila.                                                                                                                                                  |
| <b>C3</b> | Muuntaja soveltuu käytettäväksi -25 °C sekä kuljetettavaksi ja varastoitavaksi -40 °C lämpötilassa. | Vähintään 12 tunnin kuluttua testauksen päättämisestä muuntajalle tehdään sähköiset vakiokokeet ja osapurkauksoe, joista on saatava hyväksyttävä tulos. Edellä mainittujen testauksien jälkeen tehtävässä silmämääräisessä tarkastuksessa käämeissä ei saa näkyä halkeamia tai muita poikkeamia.                                                                                                                                                             |

## IMEFY-muuntajilla on seuraavat sertifiikatit: E3 E2 C3 C2 F1



E1-C1-F1



E2-C2-F1



E3-C2-F1



E3-C3-F1

## NIMELLISTEHO JATKUVASSA KUORMITUKSESSA

Nimellisteho ilmaistaan kilovolttiampeereina (kVA). Kaksikäämisestä muuntajasta otettavissa oleva aktiivinen teho lasketaan kertomalla nimellisteho tehokertoimella (cos φ).

## NIMELLISTAAJUUS

On sen sähköverkon taajuus, johon muuntaja asennetaan. Yleensä se on 50 Hz tai 60 Hz.

## NIMELLISJÄNNITE

On sen sähköverkon tai laitoksen jännite, johon muuntaja asennetaan. Tavallisesti se on korkeampi muuntajan kahdesta mainitusta nimellisjännitteestä (SJ).

## ENSIÖJÄNNITTEEN SÄÄTÖ

On väliottojärjestelmä, joka tasapainottaa jännitteen alenemat tai jännitteen äkilliset muutokset johdossa. Yleensä asentoja on viisi:  $\pm 2 \times 2,5 \%$  nimellisjännitteestä. Sääto tehdään muuttamalla kiskojen asentoja kaikissa kolmessa käämissä. Väliottojen muuttamiseksi muuntaja pitää kytkeä jännitteettömäksi.

## NIMELLINEN TYHJÄKÄYNTIJÄNNITE

Tämä on kuormittamattoman toisiojännite. Tavallisesti se on alempi muuntajan kahdesta mainitusta nimellisjännitteestä (PJ).

## ASENNUS

Valuhartsieristeistä muuntajaa ei voi asentaa suoraan ulos, mutta sitä voidaan käyttää ulkona, jos se suojataan hyvin sään vaikutuksilta. Se voidaan tehdä niin, että muuntaja koteloidaan sopivalla tavalla. Muuntajat voidaan asentaa sisätiloihin koteloituna tai ilman koteloita. On tärkeää, että muuntajan jännitteisistä osista jää riittävä etäisyys kaikkiin sen ympärillä oleviin maadoitettuihin osiin.

Alla on taulukko, joka antaa viitteitä eristysväleistä.

| Maksimijännite<br>(Um) (kV) | Jännitekestoisuus |                       | Eristysväli (cm) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
|                             | AC (kV)           | Syöksyjännite<br>(kV) |                  |
| 3,6                         | 10                | 20–40                 | 6                |
| 7,2                         | 20                | 40–60                 | 7–9              |
| 12                          | 28                | 60–75                 | 10–12            |
| 17,5                        | 38                | 75–95                 | 13–16            |
| 24                          | 50                | 95–125                | 17–22            |

Kun muuntaja on kotelon sisällä, näitä etäisyyksiä ei tarvitse noudattaa, koska kotelointi hoitaa eristyksen. Asennuksen aikana ihmisten koskemista vahingossa aktiivisiin osiin, mukaan lukien hartsiin, pitää välttää. Kansainvälisten standardien mukaiset pienimmät etäisyydet vahingossa koskemisen välttämiseksi on lueteltu seuraavassa taulukossa.

| Maksimijännite<br>(Um) (kV) | Eristystaso |                       | Turvaetäisyys (cm) |
|-----------------------------|-------------|-----------------------|--------------------|
|                             | AC (kV)     | Syöksyjännite<br>(kV) |                    |
| 3,6                         | 10          | 20–40                 | 15                 |
| 7,2                         | 20          | 40–60                 | 15                 |
| 12                          | 28          | 60–75                 | 15                 |
| 17,5                        | 38          | 75–95                 | 18–20              |
| 24                          | 50          | 95–125                | 22–28              |
| 36                          | 70          | 145–170               | 34–40              |

## JÄÄHDYTYSTAPA

Valuhartsieristeiset muuntajat jäähdytetään yleensä luontaisella ilmankierrolla (AN), joskus erityistilanteissa voidaan tarvita jäähdytyspuhaltimia pakotetulla ilmankierrolla (AF). Muuntajan tuuletusaukot on pidettävä aina avoimina niin, että muuntajan kehittämä lämpö pääsee poistumaan luonnollisesti (Joule-ilmiö). Jotta muuntaja toimii hyvin ja kestää pitkään, muuntajasydämen ja käämien kehittämä lämpö pitää saada poistumaan. Erityisesti on varmistettava, ettei muuntajan termisen luokan mukaista lämpötilaa ylitetä.

Tehokas jäähdytys luonnollisella ilmankierrolla on olennaisen tärkeää, ilman pitää virrata luonnollisella virtauksella muuntajan pintoja pitkin alhaalta ylöspäin.

Siksi tilassa, johon muuntaja asennetaan, pitää olla riittävä ilmanvaihto, jokaista häviökilowattia kohti on ilmaa vaihduttava 3,5 kuutiometriä minuutissa.

Muuntajahuoneen alareunassa pitää olla aukot, joista jäähdytysilma virtaa sisään, ja vastakkaisella puolella yläreunassa aukot, joista lämmennyt ilma virtaa ulos (kuva 1).

Aukkojen koon laskentaa varten on olemassa seuraava lämpöhäviöihin perustuva teoreettinen kaava:

$$S = (0,188 \times P) / \sqrt{H}$$

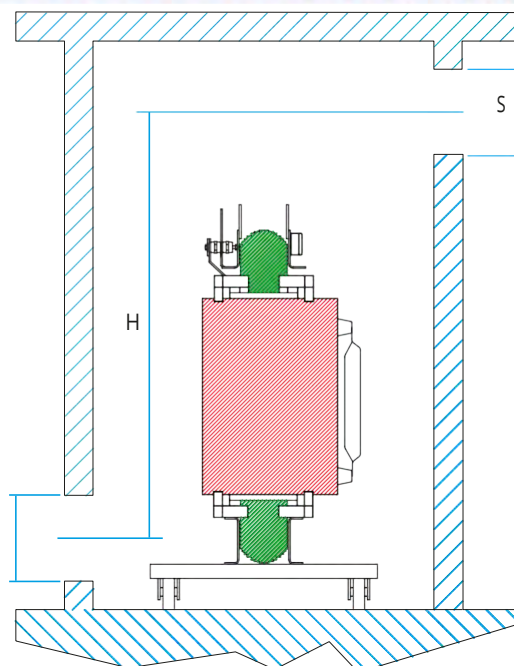
(Katso kuva 1)

S = aukon koko (m<sup>2</sup>)

P = tyhjäkäynti- ja kuormitushäviöiden summa lämpötilassa

120 °C (kW)

H = aukkojen välinen korkeusero (m)



Kuva 1

## ERISTYSLUOKKA

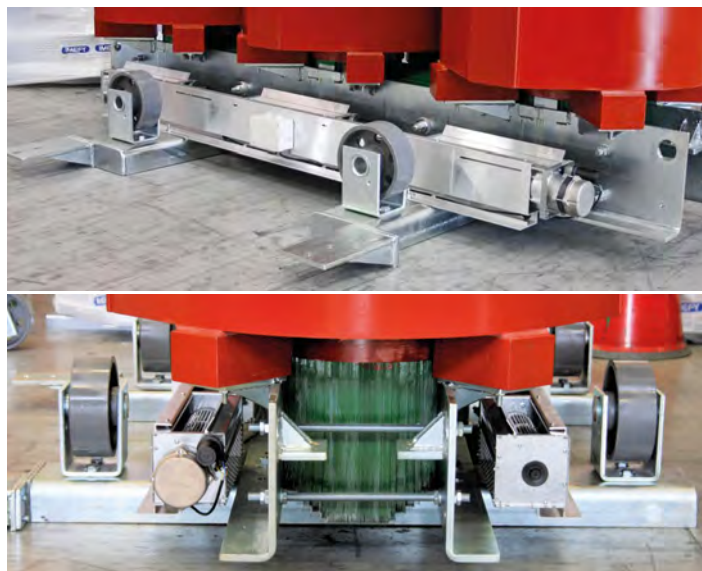
Jokaisen käämin eristystaso ja vastaava luokka on järjestelmän maksimijännitteen mukaisia.

AC-arvo koestetaan käyttötaajuudella yhden minuutin ajan. IEC 60076-11:2018 standardin mukaisessa syöksyjännitekokeessa annetaan kaksi arvoa, jotka selventävät, että valinta on tehtävä ottaen huomioon olemassa olevat järjestelmän suojausominaisuudet sekä altistuminen salama- ja kytkentäylijännitteille.

| Maksimijännite (Um) (kV) | Eristystaso |                    |
|--------------------------|-------------|--------------------|
|                          | AC (kV)     | Syöksyjännite (kV) |
| 3,6                      | 10          | 20-40              |
| 7,2                      | 20          | 40-60              |
| 12                       | 28          | 60-75              |
| 17,5                     | 38          | 75-95              |
| 24                       | 50          | 95-125             |
| 36                       | 70          | 145-170            |



6 000 kVA – 20 000 / 6 300 V



Jäähdytyspuhaltimet

## TERMISET ERISTELUOKAT YMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA SUURIN SALLITTU YLILÄMPÖTILA KORKEUS MERENPINNASTA

Termisten eristeluokkien mukaan seuraavassa taulukossa luetellaan niiden yllämpötilojen rajat, joita muuntajan käämit kestävät, kun ympäristön lämpötila on korkeintaan 40 °C.

| Eristeluokat | Maksimi lämpötilan nousu (K) |
|--------------|------------------------------|
| B            | 80                           |
| F            | 100                          |
| H            | 125                          |

Nämä arvot pienenevät jos muuntajat asennetaan yli 1000 m korkeudelle merenpinnasta, muuntajat on testattu normaalissa korkeudessa. Luonnollista jäähdytystä käytettäessä arvot pienenevät 2,5 % jokaista 500 m kohti. Jokaisessa muuntajassa on kolme lämpöanturia (PT100) ellei asiakas ole toisin vaatinut. Ne on asennettu jokaiseen PJ-käämiin ja ne kytketään lämpötilan valvontayksikköön jossa on kaksi aseteltavaa tasoa (hälytys ja laukaisu). Niille suositellaan seuraavia arvoja:

| Eristeluokat | Hälytyslämpötila (°C) | Laukaisulämpötila (°C) |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| B            | 100                   | 120                    |
| F            | 120                   | 140                    |
| H            | 150                   | 170                    |

## Kytkenäryhmä

Kunkin vaiheen käämit voidaan kytkeä tähteen, kolmioon tai hakatähteen. Saatavissa olevissa eri konfiguraatioissa pienjännitepuolelle indusoituneen jännitteen vaihe poikkeaa yläjännitepuolen vaiheesta, ja tämä kulma on 30 asteen kerrannainen. Tämä ryhmä on merkitty alfanumeerisella koodilla, jossa kirjain osoittaa kytkennän tyyppiin.

Y = tähti      D = kolmio      Z = hakatähti



4 MVA – 20 000 / 400-400 V



Melutason testaus CESI (Milano)

Iso kirjain tarkoittaa korkeamman jännitteen käämiä ja pieni kirjain alimman jännitteen käämiä. Tähtikytken perässä on tavallisesti kirjain "n", joka tarkoittaa, että nollajohtimen pitää olla käytettävissä. Kirjainten jälkeen on numero, joka osoittaa ryhmän. Kerroin, jolla meidän pitää kertoa 30° saadaksemme ensiöjännitteiden kolmion ja toisiöjännitteiden kolmion välisen kulmaeron riippuen käämien kytkentätavasta. Esimerkiksi kytkentäryhmä Dyn11 tarkoittaa muuntajaa, jossa on kolmiokytkentäinen ensiökeskijännitekäämi ja tähtikytetty toisiöpienjännitekäämi, käytettävissä on nollajohdin ja kulmaero on 330°.

## TYHJÄKÄYNTIHÄVIÖT (P<sub>0</sub>)

Näitä kutsutaan myös rautahäviöiksi, koska häviöt tulevat magneettisydäimestä. Se on muuntajan ottama aktiivinen teho, kun muuntaja on kytketty nimellisjännitteellä ja -taajuudella. On ymmärrettävää, että muuntajassa on aina näitä häviöitä, myös kuormittamattomana. Tässä tilassa muuntajan ottama virta on tyhjäkäyntivirtaa.

EU-asetuksen 548/2014 tullessa voimaan, tyhjäkäyntihäviöitä piti vähentää huomattavasti aikaisempiin standardeihin verrattuna, mikä varmistaa merkittävän energiasäästön.

## KUORMITUSHÄVIÖT (P<sub>k</sub>)

Näitä kutsutaan myös oikosulkuhäviöiksi, koska ne mitataan käämien oikosulkutestissä. Tämä on Joule-ilmiön vuoksi käämeistä otettua aktiivista tehoa, kuin muuntajaa kuormitetaan nimellisjännitteellä.

Ne ilmoitetaan lämpötilassa 75°C tai oikeammin lämpötilassa 120°C. EU-asetuksen 548/2014 tullessa voimaan kuormitushäviöitä piti vähentää huomattavasti aikaisempiin standardeihin verrattuna, mikä varmistaa merkittävän energiasäästön.

## OIKOSULKUJÄNNITE (V<sub>CC</sub>%)

Tämä on jännite, joka pitää olla ensiökäämeissä, jotta oikosulkuun kytketyssä toisiökäämissä kulkisi nimellisvirta (prosentteja nimellisjännitteestä). Tämä on hyvin tärkeää, kun muuntajat aiotaan kytkeä rinnakkain, koska oikosulkujännitteen (V<sub>CC</sub> %) suhteelliset arvot määrittävät kuorman jakautumisen. Oikosulkujännitteen muuttuessa myös oikosulkuvirta toisiökäämeissä muuttuu seuraavasti:  $I_{CC} = (100/V_{CC}) \times I_{2n}$ , jossa I<sub>2n</sub> on toisiosion nimellisvirta. Suurissa järjestelmissä oikosulkuvirran

rajoittamiseksi valitaan usein muuntaja V<sub>CC</sub> = 8–10 %.

## MELUTASO

Valuhartsieristeisen muuntajan melu johtuu sydämen magneettikentän muutoksille altistuvien magneettilevyjen värinästä.

Kansainvälisessä standardissa määritellään voimassa olevien lakien ja määräysten mukainen äänen maksimitaso nimellistaajuudella ja -jännitteellä. Äänitasot, tavallisesti "surina", mitataan turvallisuuksista 1 metrin etäisyydellä muuntajasta.

Muuntajan aiheuttama melu voi levitä rakennuksen rakenteisiin muuntajapyörien kautta. Siksi muuntaja voidaan eristää rakenteista eristävillä materiaaleilla kuten kumituilla.

## YLIKUORMITUS

Ilmajäähdytteiset valuhartsieristeiset muuntajat vaativat pidemmän lämpenemisajan, joten niitä voidaan ylikuormittaa enemmän kuin öljymuuntajia. Valuhartsieristeisiä muuntajia voidaan ylikuormittaa, kunhan käämien yllämpötila pysyy hyväksytyissä rajoissa. Valuhartsieristeisten muuntajien runkoon asennetaan usein jäähdytyspuhaltimet.

Näiden puhaltimien ansiosta muuntajaa voidaan ylikuormittaa jatkuvasti keskimäärin 125 % ottaen huomioon sen, että kuormitushäviöt kasvavat virran neliössä. Siten kun ylikuormitus on 125 %, häviöt ovat nimellisarvoa kertaa 1,56.

Siksi puhaltimia kehoitetaan käytettävän vain erityisissä hätätilanteissa tai kun tehoa tarvitaan enemmän tietyn rajoitetun ajan.

Vakiona IMEFY-muuntajilla sallitaan seuraavat ylikuormitustasot ympäristön lämpötilassa 30 °C.

- 105 % jatkuvasti
- 110 % 2 tunnin ajan vain kerran vuorokaudessa
- 120 % 1 tunnin ajan vain kerran vuorokaudessa
- 130 % 30 minuutin ajan vain kerran vuorokaudessa

## LÄMPÖTILAN VALVONTA

Muuntajille on ominaista korkeat käyttölämpötilat, joita pitää valvoa jatkuvasti. Ylikuumeneminen ei riipu vain kuormituksesta ja/tai ylivirrasta, vaan myös ympäristön olosuhteista kuten luonnollisen tai pakotetun ilmankierron tehottomuudesta tai muuntajatilän huonon ilmanvaihdon vuoksi kohonneesta lämpötilasta. Siksi muuntajissa on anturit, jotka mittaavat kolmen vaiheen ja joskus myös rautasydämen lämpötilat. Kaikissa muuntajissa on – ellei toisin ole määritelty – yksi PT100-anturi jokaista pienjännitekäämiä varten. Nämä anturit mittaavat T154 valvontayksikön avulla lämpötilat ja siihen voidaan asettaa muuntajan hälytys- ja laukaisuarvot. Eri eristeluokkien suositeltavat asetusarvot ilmoitetaan asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeen sivulla 8.

## KYTKENTÄVIRTAPIIKKI

Kun muuntaja kytketään päälle, sen pitää kestää suuri lyhytaikainen magnetointivirta, jota sanotaan kytkentävirtapiikiksi (inrush current). Se voi aiheuttaa suojauksen tahattoman laukaisun keskijännitepuolella. Kansainvälisissä standardeissa tätä aihetta ei käsitellä. Arvot antaa yleensä valmistaja, joka on seurannut niitä pitkän ajan kuluessa.

Imefy suosittelee kaikille teholle laukaisuviiveeksi 0,80 – 1,0 s.

| Nimellisteho (kVA) | KytKentävirtapiikin huippuarvo x In |
|--------------------|-------------------------------------|
| 250                | 14                                  |
| 400                | 12                                  |
| 630                | 11                                  |
| 1000               | 10                                  |
| 1600               | 8                                   |
| 2500               | 7                                   |



10 000 kVA – 15 000 / 6 300 V

## LOISTEHON KOMPENSOINTI

Suuri osa muuntajan häviöistä on loisenergiaa tai magnetointienergiaa. Tämä energia voidaan kompensoida korjaamalla tehokerrointa. Tämä saadaan aikaan muuntajan toisiokäämeihin pysyvästi kytketyillä kondensaattoreilla. Kondensaattoreiden määrä ja arvot pitää valita muuntajan kuormittamattoman magnetointitehon perusteella. Tällä yksinkertaisella kaavalla voidaan laskea tehokertoimen korjaus muuntajan tyhjäkäyntivirran perusteella:

$$Q = (I_0\% \times P_n) / 100 \text{ (kVAR)}$$

Esimerkiksi 630 kVA:n muuntajalla:

$$Q = (0,73 \times 630) / 100 = 4,6 \text{ kVAR}$$

Kondensaattorien tarve on pyöristykseen jälkeen 5 kVAR.

## MUUNTAJEN RINNANKYTKENTÄ

Usein kaksi tai useampia muuntajia asennetaan rinnan, jolloin ne ottavat tehonsa samasta keskijännitelinjasta ja antavat tehoa samaan pienjännitelinjaan. Rinnankytkennän edellytykset ovat seuraavat:

- sama muuntosuhde
- sama kytkentäryhmä
- sama oikosulkujännite (toleranssi  $\pm 10\%$ )
- nimellistehojen suhde on oltava välillä 0,5–2.

Kaksi viimeistä ehtoa liittyvät kuormanjakoon. Virtojen suhde on vastakkainen Vcc-suhteelle, ja ne ovat verrannollisia tehoihin.

## SÄHKÖMAGNEETTINEN YHTEENSOPIVUUS (EMC)

Valuhartsieristeisten muuntajien magneettikentän vuoksi aiheuttamat häiriöt pitää ottaa huomioon. Magneettikenttä luo toisiopiirien virran aiheuttaman puuttuvan vuon. Käämien aiheuttama magneettikenttä on pienempi kuin PJ-liitäntöjen aiheuttama. Magneettivuon tasot pienenevät nopeasti etäisyyden kasvaessa muuntajasta. Kuten edellä mainittiin, valuhartsieristeiset muuntajat asennetaan usein metallikoteloihin tai kunnolla suojattuihin tiloihin, jotka heikentävät magneettikenttää kolmin- tai nelinkertaisesti.

## CE-MERKINTÄ

Merkintä on annettu noudattaen Euroopan parlamentin ja neuvoston pieniä, keskikokoisia ja suuria muuntajia koskevan direktiivin 2009/125/EY toimeenpanosta antaman asetuksen (EU) nro 548/2014, 21.toukokuuta 2014 mukaisesti.

## TESTAUKSET

Kaikki IMEFY-muuntajat on testattu standardin IEC 60076-11 mukaisilla rutiinitesteillä:

- muuntosuhteen mitta
- eristystesti indusoituneella jännitteellä
- osittaispurkaukoe
- tyhjäkäyntihäviöiden ja -virran mitta
- muuntosuhteen mitta ja vaihesiirron tarkastus
- käämivastuksien mitta
- kuormitushäviöiden mitta
- oikosulkuimpedanssin mitta

Jokaiselle yksittäiselle muuntajalle laaditaan laboratorioissamme standardin IEC 60076-11 mukaisesti suoritettujen testien perusteella testiraportti, käyttö- ja asennuskäsikirja, asetuksen EU 548/2014 ja direktiivin 2009/125/EY mukainen tyyppikilpi, vaatimustenmukaisuus-vakuutus ja CE-merkintä.

Arezzon kaupungissa sijaitsevilla IMEFYn testilaboratorioissa voidaan pyynnöstä tehdä myös seuraavat tyyppitestit:

- Äänitason mitta
- Syöksyjännitekoe
- Lämpenemiskoe



Fonseenintie 3, 00370  
Helsinki, Finland

+358 9 870 0270  
[info@finnelectric.fi](mailto:info@finnelectric.fi)  
[www.finnelectric.fi](http://www.finnelectric.fi)