

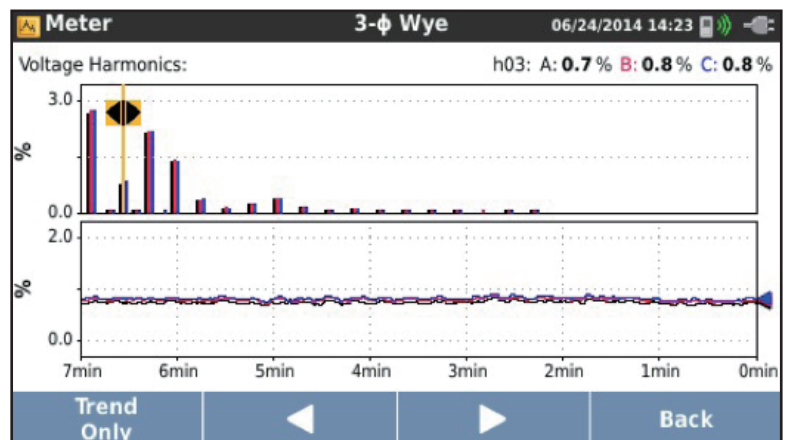
Harmonisten yliaaltojen standardit: mitä ne ovat ja miten niitä voidaan käyttää?

Sähkönlaadun mittauksella pyritään määrittämään sähköjärjestelmän kunto luokittelemalla jännitteen ja virran perusarvoja. Yksi tärkeimmistä mittaushetkeistä ovat harmoniset yliaallot. Harmoniset yliaallot ovat jännitettä tai virtaa, jonka taajuus on käytetyn nimellisjännitteen tai -virran kerrannaisia.

Kun AC-jännitettä käytetään resistiivisessä lämmityksessä, kiinteänopeuksisissa induktio-moottoreissa ja synkronisissa moottoreissa, virta kulkee jännitteen aaltomuodon mukaisesti. Tässä tapauksessa harmonisia yliaaltoja ei todennäköisesti esiinny, koska sekä jännitteen että virran taajuus on sama. Taajuusmuuttajien, tietokoneiden ja LED-valaistusjärjestelmien kaltaisissa muissa kuormituksissa virtaa otetaan vain hetki siitä ajasta, jonka jännite on käytettävissä, mikä vääristää virran aaltomuotoa. Tällainen vääristyminen aiheuttaa harmonisia yliaaltoja. Nämä ovat virtoja, joiden taajuudet ovat perustaajuuden (50/60 Hz) kerrannaisia. Virran harmoniset yliaallot voivat vaikuttaa järjestelmän jännitteeseen ja siten aiheuttaa harmonisia yliaaltojännitteitä. Harmonisten yliaaltojen aiheuttama vääristymä (särö) voi vaikuttaa saman piirin muihin sähkölaitteisiin. Muut kuormitukset kuten moottorit ja muuntajat voivat ylikuumentua, niiden käyttöikä voi lyhentyä ja ne voivat rikkoutua harmonisten yliaaltojen takia. Siksi on tärkeää mitata oman sähköjärjestelmäsi harmoniset yliaallot.

Ohjeet sallitusta harmonisen särön tasosta

Sallitulle harmonisen särön tasolle on annettu kaksi ohjearvoa: harmoninen kokonaissärö (THD) ja kokonaiskuormitussärö (TDD). Harmonista kokonaissäröä tarkastellaan yleensä vain jännitesärönä (vaikka sitä voidaan soveltaa myös virtaan). Kokonaiskuormitussärö liittyy pelkästään virtasäröön. Näiden kahden arvon mittausta ja laskenta perustuu kansainväliseen IEC61000-4-7-standardiin "Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto". Standardissa kuvataan yksityiskohtaisesti



Oheinen harmonisten yliaaltojen kaavio tulisi huomioida raportoinnissa

harmonisten yliaaltojen mittausmenetelmiä. Tämä tärkeä asiakirja mahdollistaa sen, että muissa asiakirjoissa annettuja sallittujen harmonisten yliaaltojen tasoja voidaan verrata keskenään. Suosituksia harmonisten yliaaltojen tasoista annetaan monissa erilaisissa asiakirjoissa. Myös sähköyhtiöt ovat laatineet niistä omat suosituksensa, jotta kaikki heidän verkkoonsa kytkeytyvät voivat toimia turvallisesti ja luotettavasti ja jotta verkko suojataan vahingoilta ja suurelta energiahäviöltä. Maailmanlaajuisesti käytössä on kaksi standardia, EN50160 ja IEEE519. Näistä on myös paikallisia muunnelmia. EN50160-standardi antaa raja-arvot sähkölaadun mittaussuureille, kuten esimerkiksi jännitekuopille ja -kohoumille, keskeytyksille, epäsymmetrialle ja välkynnälle. IEEE519-standardi keskittyy pelkästään harmonisiin yliaaltoihin. Se antaa ohjeet sallituista tasoista ja käsittelee sekä jännitteen että virran säröä, mutta keskittyy etenkin kuormitusvirtaan. Vaikka standardien välillä on joitakin eroja, niissä on myös tärkeitä yhtäläisyyksiä. Molemmista standardeissa viitataan harmonisia yliaaltoja koskevaan IEC61000-4-7-standardiin, välkyntää koskeviin IEC61000-4-15- ja IEEE1459-2015-standardeihin sekä IEC61000-4-30- ja IEEE1159-standardeihin, joissa kuvataan sähkönlaadun testaus- ja mittausmenetelmiä. Tämän lisäksi standardeissa EN50160 ja IEEE519 suositellaan, että mittaukset tehdään liittämispisteessä. Tämä mittauspiste on tyypillisesti se kohta, johon järjestelmän kulutusmittari on kytketty. Tästä hyväksytystä liittämispisteestä tulee järjestelmän referenssipiste, koska jakeluverkkoyhtiö on usein kiinnostuneempi oman verkkonsa harmonisista yliaalloista kuin yliaalloista käyttäjän puolella verkkoa.

Standardeissa IEEE519 ja EN50160 harmonisille yliaalloille annetut suositustasot auttavat käyttäjiä selvittämään, vaikuttavatko harmoniset yliaallot heidän laitoksensa sähkönlaatuun. Jos harmonisten yliaaltojen taso jää alle suositustason, voidaan olettaa, etteivät ne aiheuta ongelmia.

Harmonisen tason suositukset

Seuraavat ovat raja-arvoja sähköjärjestelmille, joiden nimellisjännite on alle 1 000 V (standardi EN50160) ja sähköjärjestelmille, joiden nimellisjännite on enimmillään 69 kV (standardi IEEE519) liittämispisteessä mitattuna:

Parametri	IEEE519	EN50160
Jännitteen kokonaissärö	8 %	8 %
3. harmoninen jänniteyliaalto	5 %	5 %
5. harmoninen jänniteyliaalto	5 %	6 %
7. harmoninen jänniteyliaalto	5 %	5 %
9. harmoninen jänniteyliaalto	5 %	1,5 %
11. harmoninen jänniteyliaalto	5 %	3,5 %

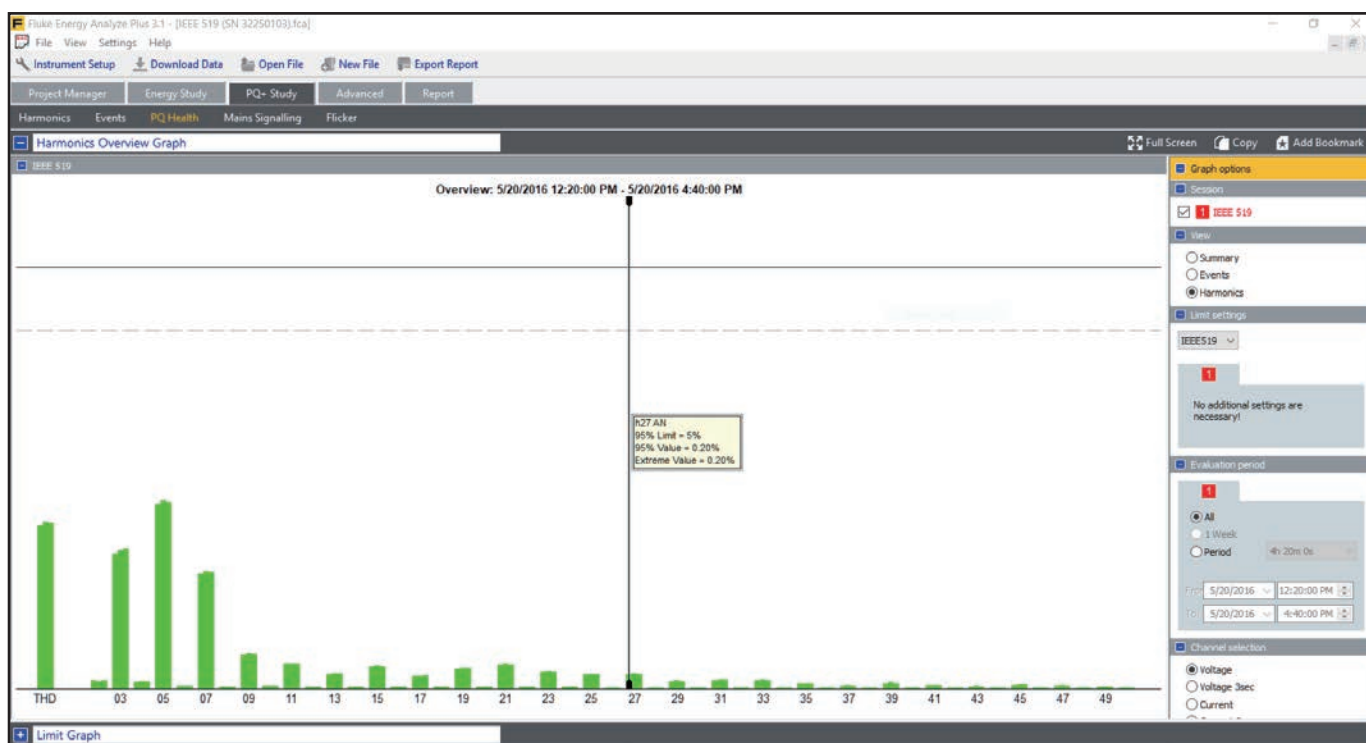
IEEE519-standardissa annetut virtasärön rajoitukset ovat jonkin verran monimutkaisemmat. Tässä tapauksessa oikosulkuvirtaa (I_{sc}) arvioidaan suhteessa kuormitusvirtaan (I_L). Kun näitä kahta arvoa tarkastellaan suhteessa I_{sc}/I_L , saadaan käsitys sähkönsyötön impedanssista ja sen kyvystä käsitellä harmonisia yliaaltoja. Mitä suurempi I_{sc} -arvo on I_L -arvoon verrattuna, sitä epätodennäköisempää on, että harmoniset yliaallot vaikuttaisivat piiriin. Koska I_{sc} -arvoa voi olla vaikea vahvistaa, opastusta voi saada sähkölaitokselta.

Harmonisen virran enimmäismäärä prosenteissa, I_L

Yksittäiset harmoniset yliaallot				
I_{sc}/I_L	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$
$20 < 50$ A	4,0	2,0	1,5	0,6
$50 < 100$	10,0	4,5	4,0	1,5
$100 < 1000$ A	12,0	5,5	5,0	2,0

Seuraavat raja-arvot ovat kussakin standardissa annettujen rajasuosituksen osia. Standardissa annettu kattavampi raja-arvoskaala vaatii käyttäjää mittaamaan ja raportoimaan harmonisia yliaaltoja paljon laajemmin. Tämä voi olla suuritöistä ilman kunnollista raportointiohjelmistoa. Hyvä raportointiohjelmo voi lyhentää prosessia huomattavasti, jolloin säästyy sekä aikaa että rahaa.

Vaikka kaikki raja-arvoryhmät eroavat toisistaan, suositellun raja-arvon likimääräisestä suuruudesta ollaan jotakuinkin yksimielisiä. On huomioitava, että nämä raja-arvot mitataan liittämispisteessä. Jos mittaus tehdään tämän kohdan jälkeisessä pisteessä, harmonisten yliaaltojen taso on todennäköisesti korkeampi. Jos mitatut arvot ovat suuria, seuraavaksi on selvitettävä, mitkä kuormitukset aiheuttavat harmoniset yliaallot. Tämän jälkeen on pohdittava, onko harmonisten yliaaltojen suodattimen asentaminen tarpeellista. Harmonisista yliaalloista kerätty tieto on ensimmäinen tarvittava tieto, kun ratkaisua selvitetään suodatintointimittauksen kanssa. Yleensä taloudellisin vaihtoehto on suodattaa yksittäisten kuormitusten harmonisia yliaaltoja. Jos harmonisen särön aiheuttavat useat eri kuormitukset, sähkösaastetta aiheuttavien kuormitusten yhteiseen syöttöön voidaan asentaa yksi ainoa suodatin.



Harmonisten yliaaltojen IEEE519-analyysi tuo näkyviin mitatut harmoniset yliaallot verrattuna Fluke Energy Analyze Plus -ohjelmistossa näkyviin hyväksytyihin rajoihin.

Standardit

IEC61000-4-7 – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto

IEC61000-4-15 – Flickermeter–Functional and design specifications

IEC61000-4-30 – Power quality measurement methods

IEEE519 – IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems

IEEE1159 – IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality

Fluke. *Keeping your world up and running.®*

Fluke Finland Oy
Teknobulevardi 3-5
01530 VANTAA
Puh.: 0800 111 862
E-mail: cs.fi@fluke.com
Web: www.fluke.fi

©2015, 2017 Fluke Corporation. Kaikki oikeudet pidätetään. Oikeudet muutoksiin ilman ennakkoilmoitusta pidätetään.
12/2017 6006093b-fin

Tätä asiakirjaa ei saa muokata ilman Fluke Corporationin kirjallista lupaa.