

Yleisimpien sähkölaatuongelmien vianhaku

FLUKE®

Sovellusohje

Työkaluja ja vinkkejä jännitehäiriöitä ja harmonisia yliaaltoja varten

Vianhaku tarkoittaa systemaattista toimintaa, jossa etsitään viat ja poistetaan niiden aiheuttajia. Asiaan perehtymättömälle sähköjakelujärjestelmien ongelmat eivät välttämättä vaikuta sähkölaatuun liittyviltä. Esimerkiksi lauennut moottorinsuojakytkin on tavallisesti merkki oikosulusta, maavuotohäiriöstä tai ylikuormituksesta. Jos mitään välitöntä syytä ei löydetä, vian aiheuttajaksi voidaan todeta "vanha suojakytkin, joka on vaihdettava".

Sen sijaan sähkölaatuun erikoistunut sähköasentaja tai -insinööri kysyy: "Ehkä meidän pitäisi tarkastella, minkä tyyppisiä kuormia järjestelmässä on ja valvoa harmonisia yliaaltoja? Tai ehkäpä meidän pitäisi seurata virtaepäsymmetriaa?"

Yleisimpien sähkölaatuongelmien oireiden tietäminen ja tunnistaminen sekä niiden vianhakumenetelmät ovat sähkölaatuun liittyvien häiriöiden ratkaisemisen perusta.

Mitä työkaluja tarvitaan?

Kuten mihin tahansa vianhakutehtävään, tähänkin tarvitaan oikeat työkalut. Sähkölaadun vianhaussa työkalut eivät kuitenkaan välttämättä ole sellaisia kuin saattaisi luulla.

Ensiksi tarvitaan kattavat, ajan tasalla olevat sähköpiirustukset. Sitten sähkölaadun analysaattorilla mitataan ja tallennetaan tietyt sähkölaatuun liittyvät parametrit. Vianhaussa voidaan käyttää apuna myös muita työkaluja, kuten tiedonkeruulaitetta, lämpökameraa, infrapunälämpömittaria ja tallentavaa digitaaliyleismittaria.



Fluken 435 II -sarjan sähkölaadun ja energian analysaattori tositoimissa. Sähkölaadun analysaattorit ovat esimerkiksi työkaluista, joita tarvitaan sähkölaatuongelmien vianhaussa.

Millaisia ongelmia havaitaan?

Yleisimmät sähkölaatuongelmat voidaan jakaa karkeasti jännitepoikkeamiin ja harmoniseen säröön liittyviin ongelmiin. Jännitepoikkeamat voivat aiheuttaa erilaisia ongelmia, joista useat ovat helposti korjattavissa. Tärkeintä on tunnistaa oireet.

Jännitekuopat aiheuttavat 80 prosenttia kaikista sähkölaadun ongelmatapauksista. Jännitteen alenema eli jännitekuoppa on kyseessä silloin, kun järjestelmän jännite laskee 90 prosenttiin nimellijännitteestä tai sen alle vähintään puolijakson ja enintään yhden minuutin ajaksi. Jännitekuopan tyypillisiä ilmenemismuotoja ovat esimerkiksi hehkulamppujen himmeneminen (mikäli jännite laskee vähintään kolmen verkkojännitejakson ajaksi), tietokoneiden jumiutuminen, herkkien elektronisten laitteiden äkillinen virran katkeaminen, tietojen katoaminen ohjelmoitavien ohjausjärjestelmien muistista sekä releohjauksen ongelmat.

Mahdollisen jännitekuoppaongelman vianhaku aloitetaan valvomalla kuormaa siellä, missä ensimmäiset oireet on havaittu. Vertaa laitteiston toimintahäiriön ja jännitekuopan havaitsemisajankohtia. Jos ne poikkeavat toisistaan, ongelman syy ei todennäköisesti ole jännitteen alenema. Jatka vianhakua edeltävien järjestelmän osien valvonnalla, kunnes häiriön aiheuttaja löytyy. Käytä laitoksen sähköpiirustuksia apuna määrittäessäsi, johtuvatko jännitekuopat suurien sähkömoottoreiden käynnistyksistä tai onko laitoksessa muita kohteita, jotka ottavat hetkellisesti paljon virtaa.

Ylijännitteet ovat puolet harvinaisempia kuin jännitekuopat. Jännitteen lyhytaikainen, vähintään yhden jakson kestävä ylijännite voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia. Kuten kaikissa sähkölaatuongelmissa, myös tässä tapauksessa parametreja on seurattava tietyn aikaa, jonka jälkeen tehdään havainnot ja tulkitaan niiden merkitys.

Tyypillinen ylijännitteeseen viittaava oire on laitteen äkillinen rikkoutuminen. Tavallisesti vikaantunut osa on virtalähde tai jokin siihen liittyvä komponentti. Kaikki laitevauriot eivät kuitenkaan

Fluke 435-II – kolmivaiheinen sähkönladun tallennin on eräs työkaluista, joilla jännite-epäsymmetria voidaan havaita. Todellisissa käyttöoloissa vaiheiden välinen jännite-ero vaihtelee kuorman mukaisesti. Moottorin tai muuntajan ylikuumentuminen, melutason nousu tai värähtelyn lisääntyminen voivat olla syitä aiheuttamaan vianhaku jännite-epäsymmetrian selvittämiseksi.

tapahtu välittömästi, sillä ylijännite voi kehittyä ajan kuluessa, mikä aiheuttaa komponenttien ennenaikaisen rikkoutumisen. Jos elektronisissa laitteissa havaitaan virtalähdevikoja, kyseis ten laitteiden syöttöjohtojen ja haaroituspiirien jännitetrendejä on seurattava. Mikäli mahdollista, vertaa laitteiden vikaantuvuutta samankaltaisiin laitteistoihin, jotka on asennettu sellaisiin järjestelmän osiin, joissa ei ole havaittu merkkejä ylijännitteistä.

Sähkölaatumittauksien tuloksia arvioitaessa on etsittävä häiriöitä yksittäis ten vaihejohtimien ja maadoituksen välisessä jännitteessä. Tällaisissa vioissa jännite kasvaa äkillisesti kahdessa ehjässä vaihejohtimessa. Ylijännite voi johtua myös jonkin laitoksessa olevan suuren kuorman äkillisestä erottamisesta, jolloin tehokertoimen korjauskondensaattori kytkeytyy.

Jännitetransientit voivat aiheuttaa erilaisia oireita tietokoneiden jumiutumisesta ja elektroniikkalaitteiden vaurioista ylilyöntijännitteisiin tai jakelulaitteiston eristevaurioihin. Transientit (eli jännitepiikit) tarkoittavat huomattavia, mutta kestoaltaan vain mikrosekuntien pituisia jännitteen nousuja. Yleisiä aiheuttajia ovat salamaniskut ja mekaaniset kytkentälaitteet. Ukkosella tapahtuneet laitevauriot todetaan usein jännitetransientin aiheuttamiksi, jolloin sähkönladun valvontaa ei tarvita. Jännitepiikin syy voi olla myös esimerkiksi kondensaattoreiden tai kondensaattoriryhmien kytkeminen, järjestelmien virransyötön kytkeminen sähkökatkon jälkeen, moottorikuormien kytkeytyminen, loiste- tai kaasupurkausvalaisinkuormien kytkeytyminen, muuntajien kytkeytyminen tai tietynlaisien laitteiden äkillinen pysäyttäminen. Tällaisissa tapauksissa on suoritettava kuorman valvonta ja vertailtava laitteiden toimintahäiriöiden tai vikaantumisen havaitsemisajankohtia jakelujärjestelmän tapahtumien esiintymisaikoihin.

Transientti voi aiheutua normaalista valokaaresta kontaktien välillä, kun suuri kuorma erotetaan. Käytä laitoksen sähköpiirustuksia apuna siirtäessäsi valvontaa järjestelmän edeltäviin osiin, kunnes häiriöiden aiheuttaja löytyy.

Jännitteensyötön keskeytykset voivat kestää 2–5 sekuntia tai pitempään. Oireet ovat yleensä yksinkertaiset: jokin laite lakkaa toimimasta. Yli kolmen minuutin keskeytystä kutsutaan *pitkäksi keskeytykseksi*. Useimpia moottorinohjauspiirejä ja prosessinohjausjärjestelmiä ei ole suunniteltu käynnistymään uudelleen lyhyenkään jännitekatkoksen jälkeen. Jos jännitteensyötön keskeytys tapahtuu laitteiston ollessa valvomatta, sammumisen syy voi jäädä tunnistamatta. Jännitteensyötön keskeytykset voidaan todeta vain laitteiston

valvonnalla ja vertaamalla katkoksien tapahtumisaikojia laitteiston toimintahäiriöiden havaitsemisaikoihin.

Jännitteen epäsymmetria

on yksi yleisimmistä kolmivaihejärjestelmien ongelmista, joka voi johtaa vakaviin laitteistovaurioihin. Siitä huolimatta se jää usein huomioimatta. Jos 230 voltin moottorissa on 2,3 prosentin jännite-epäsymmetria, virtaepäsymmetria on lähes 18 %. Tästä aiheutuu 30 celsiusasteen lämpötilan nousu. Digitaalisen yleismittarin avulla voidaan karkeasti laskea jännitelukemien keskiarvoja, mutta sähkönladun analysaattorilla saadaan tarkimmat tiedot epäsymmetriasta.

Epäsymmetriaa voi esiintyä kaikissa jakelujärjestelmän osissa. Kuormien tulisi jakautua tasaisesti kaikkien sähkö keskukseen kytkettyjen vaihejohtimien välillä. Jos yhden vaiheen kuormitus on muita suurempi, kyseisen vaiheen jännite laskee. Kyseiseen sähkö keskukseen kytketyt muuntajat ja kolmivaihemoottorit saattavat käydä kuumempina, niiden melutaso voi nousta, ne saattavat värähdellä voimakkaasti ja ne saattavat jopa vikaantua ennenaikaisesti.

Pitkäaikainen valvonta on ratkaisu epäsymmetrian selvittämiseen. Kolmivaihejärjestelmässä suurin sallittu kahden vaiheen välinen jännite-ero (analysaattorin Vneg % -arvo) on 2 %. Tätä suurempi ero voi johtaa merkittäviin laitevaurioihin.

Harmoniset yliaallot tarkoittavat jännitettä tai virtaa, jonka taajuus on perustaajuuden kokonaislukukerrannainen. Esimerkiksi kolmas harmoninen yliaalto on jännite tai virta, joka esiintyy 150 hertsin (Hz) taajuudella 50 Hz:n järjestelmässä (3 x 50 Hz = 150 Hz). Nämä ei-toivotut taajuudet voivat aiheuttaa useita erilaisia oireita, mukaan lukien nollajohtimien ja näille piireille virtaa syöttävien muuntajien ylikuumentumista. Moottoreissa vastakkaissuuntainen momentti aiheuttaa lämmön muodostumista ja tehohäviöitä.

LOGGER				
Volt	L1	L2	L3	N
THD%	1.7	1.7	1.8	32.4
Volt	L1	L2	L3	N
H1%	100.0	100.0	100.0	100.0
Volt	L1	L2	L3	N
H3%	0.4	0.4	0.4	11.2
Volt	L1	L2	L3	N
H5%	0.8	0.8	0.9	17.0
04/16/13 15:03:21 230V 50Hz 3B UVE EHS0160				
UP	DOWN	TREND	EVENTS	HOLD
				RECALL

Kun harmoniset yliaallot on havaittu ja niitä verrataan esimerkkitapauksen 50 Hz:n perustaajuuteen, voidaan tehdä päätelmiä kunkin harmonisen yliaallon vaikutuksesta järjestelmän toimintaan. Esimerkiksi tässä sähkönladun analysaattorin näyttökuvassa vaiheen L1 harmoninen kokonaissärö on 1,7 %. Siitä 3. harmonisen yliaallon osuus on 0,4 % ja 5. harmonisen yliaallon 0,85 % (yhteensä 1,2 %).

Kun harmoninen yliaalto on havaittu ja sitä verrataan esimerkkitapauksen 50 Hz:n perustaajuuteen, on mahdollista tehdä päätelmiä kunkin järjestelmässä esiintyvän harmonisen yliaallon vakavuudesta. Esimerkiksi tässä sähkönladun analysaattorin näyttökuvassa vaiheen L1 harmoninen kokonaissärö on 1,7 %. Siitä 3. harmonisen yliaallon osuus on 0,4 % ja 5. harmonisen yliaallon 0,85 % (yhteensä 1,2 %).

Vakavimmat harmonisiin yliaaltoihin liittyvät häiriöt johtuvat yleensä siitä, että harmoniset yliaallot vääristävät 50 Hz:n siniaallon muotoa laitoksessa. Tämä siniaallon muutos aiheuttaa elektronisien laitteiden

toimintahäiriöitä, vääriä hälytyksiä, tietojen menetyksiä sekä useita muita haittoja, joita usein kuvaillaan "selittämättömiksi" ongelmiksi. Jos näitä oireita on havaittu, vianhaku on aloitettava harmonisen kokonaissärön (THD) valvonnalla. Mikäli erilaisissa kuormitusolosuhteissa havaitaan harmonisen kokonaissärön merkittävää nousua, kutakin harmonisen yliaallon tasoa on verrattava järjestelmän kokonaisvirtaan. Harmonisen virran vaikutuksien tunteminen ja niiden vertaaminen havaittuihin oireisiin helpottaa vianhakua. Harmonisten yliaaltojen aiheuttaja on tunnistettava ja korjattava.

Yhteenveto

Sähkönlaatuongelmat voidaan jakaa karkeasti jänniteongelmiin ja harmonisen yliaallon muodostumiseen. Jännitekuoppia ja -kohoumia, jännitetransientteja, katkoksia ja jännite-epäsymmetriaa voidaan valvoa, analysoida ja verrata laitteiden toimintahistoriaan. Näin pystytään määrittämään sähkön laatuongelmien syy ja vakavuus. Samoin voidaan toimia järjestelmässä esiintyvän harmonisen sähkön kohdalla.