

Harmoniske: Forståelse, måling og tolkning af resultater

Fra mindre regulerings fejl til kompressor- og transformersammenbrud, harmoniske kan påvirke alle typer HVAC udstyr.



En tekniker dokumenterede for nylig de fejlkoder, der blev modtaget, da en kølemaskine fejlede. Et nærmere kig på kølemaskinen afslørede, at de angivne fejl ikke var i overensstemmelse med hvad der foregik med enheden. Diagnosticering indikerede, at kølemaskinen havde undergået en "fasevending" og på et senere tidspunkt en "kompressormotor overbelastning". Der var også blevet modtaget en advarsel om "frekvensomformerfejl i kondensatorpumpen".

Det er højst usandsynligt, at der var sket en fasevending – dette er normalt et installationsproblem. Undersøgelser viste, at både kompressoren og kondensatorpumpedrevet tilsyneladende fungerede normalt. Selv om problemet, der forårsagede disse irriterende fejl, kunne være en komponent i selve kontrolpanelet, var harmoniske en anden mulighed, som ofte bliver overset.

Harmoniske strømme og det elektriske fordelingssystem

Harmoniske strømme løber i et kredsløb med multipler af den grundlæggende frekvens på 60 hertz (Hz). For eksempel er strømmen, der løber i et kredsløb ved 180 Hz, den tredje harmoniske (60 Hz multipliceret med 3). Sådanne strømme angives ikke direkte på multimeter og opdages normalt ikke, før der begynder at opstå usædvanlige regulerings- og udstyrsproblemer. At sammenligne strømdålingerne fra en middelværdi responderende meter med et sand RMS meter af god kvalitet

på samme kredsløb, vil hjælpe med at indikere harmoniske problemer. Det middelværdi responderende meter vil kun indikere 60 Hz strømmen, og sand RMS meteret vil indikere en kombination af 60 Hz og harmoniske strømme.

Produktionen og refleksionen af disse harmoniske strømme i det elektriske distributionssystem kan forårsage problemer. Her er nogle eksempler på harmoniske problemer:

- U hensigtsmæssig drift af reguleringskredsløb
- Forkert nedlukning af elektronisk kontrollerede kølemaskiner og luftbehandlingsenheder (AHU'er)
- Overophedning af magnetspoler, der nødvendiggør en udskiftning
- Overophedning af 480 volt transformere, der forsyner 208Y/120 volt HVAC systemer
- Overophedning af ventilerede og kølede vandpumpemotorer

Med en vis grundlæggende forståelse, kan nutidens professionelle teknikere og ingeniører isolere harmoniske problemer til deres kilde og afbøde virkningerne ved enten at erstatte det forstyrrende element eller installere harmoniske filtre.

Moderne elektroniske kredsløb skal konvertere den leverede 60 Hz vekselstrøm (ac) til jævnstrøm (dc), da elektronikken fungerer ved hjælp af jævnspænding og -strøm. Kurveformen for strømmen fra disse elektroniske belastninger afslører, at strømkurveformen ikke svarer til den anvendte spændingskurveform. Sådanne elektroniske belastninger betegnes derfor som "ikke-lineære" belastninger. Disse ikke-lineære belastninger giver de harmoniske strømme, der reflekteres tilbage ind i systemet.

Harmoniske strømme forekommer over et bredt spektrum, men mindskes generelt, eftersom frekvenserne bliver højere. Se **figur 1**.

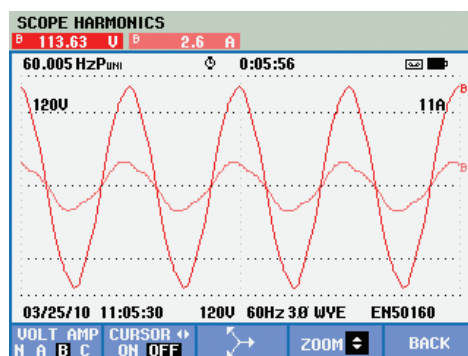
Selv om forskellige harmoniske frekvenser producerer deres egen unikke effekt i et kredsløb, forvrænger de den oprindelige 60 Hz sinuskurve, når de kombineres. Forvrænget effekt ved indgangen til elektronisk udstyr kan medføre, at der undertiden forekommer fejl og alarmer i styringskredsløb. Nogle harmoniske strømme producerer overskudsvarme. Andre harmoniske producerer faktisk et omvendt drejningsmoment i motorer, og reducerer derved effektiviteten og overopheder motorene.

Fejlfinding

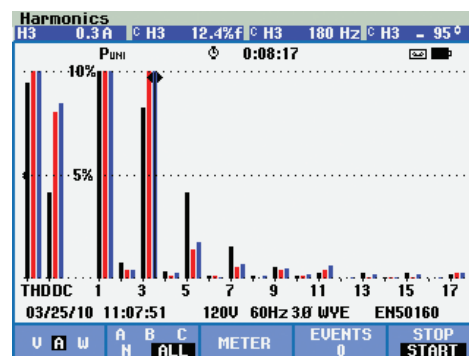
Fejlfinding i ethvert kredsløb vil sige at identificere årsagen til problemet korrekt og isolere kilden. Hvis rutinemæssige fejlfindingscheck i et elektrisk kredsløb med ikke-lineære belastninger ikke afslører problemet, skal du overveje at lede efter harmoniske.

For at lave en indledende test for tilstedeværelsen af harmoniske, måles med et tangmeter, der kan indikere total harmonisk forvrængning (THD). THD leverer et tal til angivelse af summen af de tilstedeværende harmoniske. THD for spænding bør ikke overstige 5% og kan let aflæses på et tangmeter. THD for strøm vil være betydeligt højere. Overdreven THD for spænding betyder, at et af de tidligere nævnte problemer kan forekomme, og der skal træffes korrigerende handlinger. For at få mere detaljerede oplysninger, brug en effektkvalitetsanalysator til yderligere at undersøge størrelsen og virkningerne af de enkelte harmoniske.

Effektkvalitetsanalysatoren måler niveauet for hver harmonisk frekvens samt mange andre problemer relateret til effektkvaliteten. Effektkvalitetsanalysatorer er tilgængelige til både enkelt-fasede og trefasede kredsløb. De placeres generelt på kredsløbet



Figur 1. Ikke-lineær belastning. Et enkeltfaset sæt af sinuskurver for spænding og strøm, der trækkes af en forvrængende ikke-lineær belastning, viser tydeligt, at strømformens (lavere) overhovedet ikke stemmer overens med den tilførte spændingskurveform. Sådanne ikke-lineære belastninger frembringer harmoniske strømme, som løber ind i distributionssystemet.



Figur 2. Harmoniske. På dette power quality analyzer skærbillede vises de harmoniske frekvenser på den harmoniske akse. Den procentdel af den harmoniske frekvens er en komponent af den fundamentale 60 Hz frekvens, vises på den lodrette akse. Markøren er blevet placeret over den tredje harmoniske frekvens, og denne tredje harmoniske strøm vises at repræsentere ca. 12,4 % af 60 Hz frekvensen.

i et stykke tid for at registrere forstyrrelser i strømforsyningen. Dataene kan derefter downloades til en PC og blive analyseret.

Ud over at måle harmoniske registrerer effektkvalitetsanalysatorer andre forstyrrelser, som kan forårsage funktionsfejl i kontrolkredsløb. For eksempel er "pukler" stigninger i spændingen over de nominelle værdier og kan beskadige udstyret. "Dyk" er fald i den anvendte spænding og vil forårsage falske afbrydelser og falske alarmer i frekvensomformere (VFD) og programmerbare logiske kredsløb for styreenheder (PLC).

THD og harmoniske niveauer skal måles ved det fælles koblingspunkt (PCC). Ved fejlfinding er PCC det punkt, hvor de ikke-lineære belastninger, der mistænkes for at forårsage problemet, forbindes til resten af distributionssystemet. For eksempel vil en hurtig kontrol ved motorstyringscentret (MCC), der forsyner en VFD, angive, om VFD'en skaber et potentielt problem med harmoniske. Se efter THD for spænding, der nærmer sig 5%, og kontrollér tilstedeværelsen og niveauerne af forskellige harmoniske frekvenser. Se **figur 2**. Output af harmoniske fra VFD'en varierer,

eftersom VFD outputtet varierer. Det kan være nødvendigt at indstille effektkvalitetsanalysatoren til at registrere værdier over en periode, fordi kravene til ventilationssystemer varierer.

Hvad man skal gøre, når man finder for høje værdier af harmoniske

Hvis man finder for høje værdier af harmoniske, skal man kigge på hvert enkelt tilfælde for sig selv og derefter træffe beslutninger. Man kan købe harmoniske filtre og placere dem så tæt som muligt på det udstyr, der producerer de harmoniske strømme. Det er bedst at kontakte producenten af udstyret eller en ekstern teknisk konsulent for at finde det bedste harmoniske filter til løsning af problemet. Der er ingen "one size fits all", når det handler om sådanne filtre. Man skal overveje størrelsen på belastningen og de særlige harmoniske, der genereres.

Et andet alternativ er at isolere problemudstyret ved hjælp af en isolationstransformer. Flytning af enten den ikke-lineære belastning, der forårsager problemet, eller det berørte kredsløb til en anden fordelingstavle, kan måske hjælpe. Hvis de berørte

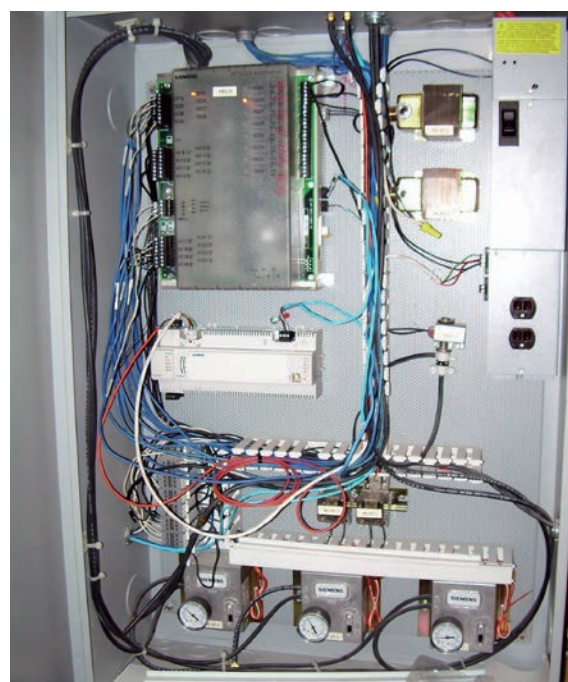
regulatorer for eksempel forsy-
nes fra samme del af tavlen som
den ikke-lineære belastning, der
forårsager problemet, kan det
måske hjælpe med til at lette
problemet, hvis regulerings-
kredsløbet flyttes til en anden
del af tavlen. Harmoniske proble-
mer har tendens til at mindskes
jo længere de er væk fra den
ikke-lineære belastning.

Oversigt

Nutidens HVAC elektriske udstyr
er en kombination af trefasede
VFD'er, der forsyner ventilatormo-
torer, kompressorer, vandpumper
og køletårnsventilatorer. Regule-
ringskredsløb indeholder PLC'er
og proprietære elektroniske
kredsløb, der opretholder tempe-
raturer, strømningshastigheder
og tryk. Jf. fig. 3. Selv om VFD'er
er eksempler på ikke-lineære
belastninger, der forårsager
mange harmoniske problemer,

kan andre kilder til harmoni-
ske variere fra kopmaskiner i
kontorområder til et nærliggende
anlæg på samme forsyningslinje
fra elseskabet.

Effekterne af harmoniske på
HVAC udstyr kan være generende
fejl på regulatorer eller større
motor- eller transformersammen-
brud. Indledende kontrol med
to tangmetre kan let identifi-
cere potentielle harmoniske
problemer. Men effektquali-
tetsanalysatoren er imidlertid
nøglen til måling, isolering og
korrigering af problemer med
harmoniske. Moderne HVAC
udstyr kræver, at ingeniører
og teknikere forstår årsager og
virkninger af harmoniske, og
hvordan man måler og fortolker
harmoniske værdier, hvis relate-
rede problemer skal løses.



Figur 3. Ventilationsregulatorer, som de elektroniske regulatorer og PLC i venstre side af denne tavle, kan påvirkes af harmoniske, hvilket resulterer i, at det regulerede udstyr ikke fungerer korrekt.

Måling og tolkning af harmoniske tal

Harmoniske tal tildeles i deres forhold til den fundamentale (eller 60 Hz) frekvens. For at finde frekvensen af den harmoniske strøm multipliceres det harmoniske tal med den første eller fundamentale frekvens på 60 Hz.

Harmoniske effekter

Alle harmoniske har en tendens til at forvrænge den oprindelige, fundamentale 60 Hz sinusurve. Den samlede harmoniske forvrængning (THD) for spændingens sinusurve må ikke overstige 5%, når den måles på en power quality analyzer.

Mange VFD'er i brug i dag er 6-puls drev (med seks dioder i deres konverterkredsløb). Disse drev producerer harmoniske ved den 5., 11., 13., 17., 19. osv. Hvis der findes høje niveauer af harmoniske frekvenser ved disse frekvenser, overvej at placere et filter på indgangseffekten til drevet.

Grundlæggende fejlfindingstrin for at isolere harmoniske

FORSIGTIG: Fejlfinding kræver arbejde på strømførende kredsløb. Sørg for at følge NFPA 70E kravene: Standard for elektrisk sikkerhed på arbejdspladsen®.

1. Kontrollér mulige årsager uden relation til harmoniske:
 - a. Indgange og udgange til elektroniske regulatorer
 - b. Defekte relæer, sensorer, osv.
2. Bestem muligheden for harmoniske i distributionssystemet ved at tage tangmeteraf-
læsninger med et instrument, der måler total harmonisk forvrængning.
3. Brug en power quality analyzer til at identificere de tilstedeværende harmoniske
frekvenser og deres størrelser. Registrér værdierne over tid ved forsyningskablet, der
forsyner udstyret.
4. Kontrollér, at den totale harmoniske forvrængning (THD) for spænding ikke overstiger
5%. Dette er den generelt accepterede maksimumværdi og vil indikere potentielle
problemer.
5. Korrigerende handlinger omfatter ofte køb af et specielt filter, der placeres på indgangs-
effekten til den belastning, der producerer de harmoniske. Dette minimerer refleksionen
af harmoniske strømme i det elektriske distributionssystem.

Harmoniske tal	Frekvens af harmonisk strøm
1.	60 Hz (fundamental)
2.	120 Hz
3.	180 Hz
4.	240 Hz
5.	300 Hz
6.	360 Hz
7.	420 Hz

Fluke. Keeping your world
up and running.®

Fluke Danmark A/S
c/o Radiometer Medical ApS
Åkandevej 21
2700 Brønshøj
Danmark
Tlf.: 70 23 58 53
E-mail: cs.dk@fluke.com
Web: www.fluke.dk

©2011, 2015 Fluke Corporation. Alle rettigheder
forbeholdes. Oplysningerne kan ændres uden
forudgående varsel.
12/2017 4141181b-dan

Ændringer i dette dokument er ikke tilladt uden
skriftlig tilladelse fra Fluke Corporation.