

POZNÁMKA K POUŽITÍ

Harmonické: Porozumění, měření a interpretace výsledků

Od pominutelných závad řídicích jednotek až po selhání kompresorů a transformátorů – harmonické mohou nepříznivě ovlivnit všechny druhy systémů topení a klimatizace HVAC.



Technik nedávno zdokumentoval kódy chyb, které byly zobrazeny při poruše obvodu chladiče. Bližší pohled na chladič ukázal, že indikované závady neodpovídají tomu, co se dělo s jednotkou. Diagnostika ukázala, že chladič utrpěl „převrácení fáze“ a o něco později došlo k „přetížení motoru kompresoru“. Zobrazilo se také varování „závada pohonu čerpadla kondenzátoru s proměnnými otáčkami“.

Je vysoce nepravděpodobné, že došlo k převrácení fází – to je obecně problém při instalaci. Přezkoumání odhalilo, že kompresor i pohon čerpadla kondenzátoru pracovaly podle všeho normálně. Zatímco problém způsobující tyto nepříjemné výpadky mohl spočívat v některé komponentě samotného ovládacího panelu, jinou možnou příčinou, která se často přehlédne, jsou harmonické.

Harmonické proudy a elektrický rozvodný systém

Harmonické proudy tečou do obvodu v násobcích základní frekvence 60 Hertzů (Hz). Například proud o frekvenci 180 Hz tekoucí do obvodu je třetí harmonickou (60 Hz násobeno třemi). Tyto proudy se na multimetrech neindikují přímo a obvykle nejsou zjištěny, dokud se nezačnou projevovat neobvyklé problémy s řízením a vybavením. Při indikaci problémů s harmonickými pomáhá porovnání odečtů proudu z měřiče střední hodnoty s odečty z kvalitních měřičů true-RMS ve stejném obvodu. Měřič střední hodnoty bude indikovat

pouze 60Hz proud a měřič true-RMS bude indikovat kombinaci 60Hz a harmonických proudů.

Vznik a reflexe těchto harmonických proudů zpět do elektrického rozvodného systému může způsobovat problémy. Uvádíme několik příkladů problémů plynoucích z vlivu harmonických:

- Neodpovídající činnost řídicích obvodů
- Chybné vypínání elektronicky řízených chladičů a jednotek vzduchotechniky (AHU)
- Přehřívání cívek elektromagnetických ventilů, vyžadujících výměnu
- přehřívání 480voltových transformátorů dodávajících 208Y/120 V systémům HVAC
- Přehřívání motoru ventilátoru a chlazených vodních čerpadel

S některými základními informacemi dokážou současně profesionální technici a inženýři izolovat problémy s harmonickými k jejich zdroji a omezit jejich účinek výměnou prvku, který působí potíže, nebo instalací filtrů harmonických.

Moderní elektronické obvody musí převést priváděný střídavý proud (ac) s frekvencí 60 Hz na stejnosměrný proud (dc), protože elektronika pracuje s využitím stejnosměrného napětí a proudu. Tvar křivky proudu odebraného těmito elektronickými zátěžemi odhalí, že proudová křivka neodpovídá použité napěťové křivce. Proto se tyto elektronické zátěže označují jako „nelineární“ zátěže. Tyto nelineární zátěže vytvářejí harmonické proudy odražené zpět do systému. Harmonické proudy se objevují v širokém spektru, ale s rostoucí frekvencí obecně klesají. Viz **obr. 1**.

Naproti tomu frekvence harmonických vytvářejí v obvodu vlastní jedinečný účinek, protože dochází

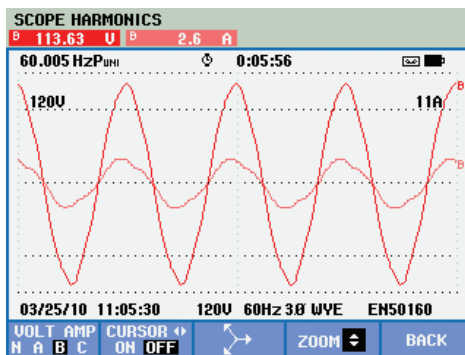
k jejich kombinaci s původní 60Hz sinusovou křivkou a tím k jejímu zkreslení. Zkreslený výkon na vstupu k elektronickému vybavení může způsobit chybové reakce a alarmy, ke kterým někdy dochází v řídicích obvodech. Některé harmonické proudy generují nadměrné teplo. Jiné harmonické ve skutečnosti způsobují opačný točivý moment v motorech – a tím snižují účinnost motorů a způsobují jejich přehřívání.

Řešení problému

Řešení problémů ve kterémkoli obvodu znamená správně rozpoznat hlavní příčinu problému a izolovat zdroj. Jestliže nelze odhalit problém při rutinních kontrolách při vyhledávání problémů v elektrickém obvodu s nelineárními zátěžemi, zvažujte hledání harmonických.

V počátečním testu přítomnosti harmonických proveďte měření klešťovým přístrojem, který je schopen indikovat celkové harmonické zkreslení (THD = total harmonic distortion) THD poskytne jedno číslo, které indikuje celkový souhrn přítomných harmonických. THD napětí nesmí překračovat 5 % a lze ho snadno odečíst na klešťovém přístroji. THD proudu bude podstatně vyšší. Nadměrné THD napětí znamená, že se může objevit kterýkoli z výše zmíněných problémů, a že je třeba zavést vhodné nápravné opatření. Podrobnější informace lze získat použitím analyzátoru kvality elektrické energie k dalšímu zkoumání velikosti a účinků jednotlivých harmonických.

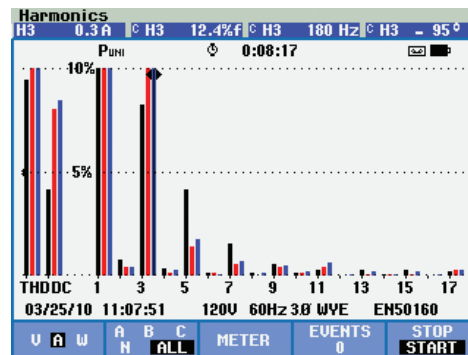
Analýzátor kvality elektrické energie měří hladinu jednotlivých harmonických frekvencí a také řadu dalších problémů souvisejících s kvalitou elektrické energie. Analyzátor kvality elektrické energie jsou k dostání pro jednofázové i třífázové obvody. Obecně se na určitou dobu umístí do obvodu a zaznamenávají rušení ve vedení. Data lze později stáhnout na PC k analýze.



Obrázek 1. Nelineární zátěž Sledování jednofázové sady sinusových křivek napětí a proudu nakreslených zkreslující nelineární zátěží názorně ukazuje, že křivka proudu (nižší) vůbec neodpovídá příslušné použité napětové křivce. Tyto nelineární zátěže vytvářejí harmonické proudy, které tečou zpět do rozvodného systému.

Kromě měření harmonických zaznamenávají analyzátor kvality elektrické energie také další poruchy, které mohou způsobit rušení řídicích obvodů. Například „nárůsty“ jsou hodnoty napětí překračující jmenovité hodnoty a mohou poškodit vybavení. „Poklesy“ jsou snížené hodnoty přivedeného napětí a způsobí neplánované vypnutí a falešné poplachy různých pohonů s proměnnými otáčkami (VFD) a obvodů programovatelných logických řadičů PLC.

THD a úroveň harmonických je třeba měřit v bodu společného spojení (PCC). Při řešení problémů je PCC bodem, ve kterém jsou nelineární zátěže podezřelé z toho, že předmětné potíže způsobují právě ony, připojeny ke zbytku rozvodného systému. Například rychlá kontrola skříně řídicího centra motoru (MCC), které napájí VFD, bude indikovat, zda VFD vytváří potenciální problém s harmonickými. Hledejte THD napětí blížící se 5 % a zkontrolujte přítomnost a hladiny různých harmonických frekvencí. Viz **obr. 2.** Harmonický výstup z VFD bude proměnlivý, protože jsou proměnlivé i výstupy VFD.



Obrázek 2. Harmonické. Na této obrazovce analyzátoru kvality elektrické energie se harmonické frekvence zobrazují na ose harmonických. Procento, ve kterém je konkrétní harmonická frekvence součástí základní frekvence 60 Hz, se zobrazuje na svislé ose. Kurzor byl umístěn nad třetí harmonickou frekvencí a tento proud třetí harmonické představuje přibližně 12,4 % základní frekvence 60 Hz.

Může být nutné nastavit analyzátor kvality elektrické energie, aby po určité době zaznamenával hodnoty, protože požadavky systému ventilace se mění.

Co dělat, pokud naleznete nadměrné harmonické

Jestliže najdete nadměrné harmonické, podívejte se na jednotlivé případy samostatně a poté se rozhodněte. Můžete si pořídit filtry harmonických a umístit je co nejbliž k vybavení, které generuje harmonické proudy. Nejlepší je poradit se s výrobcem vybavení nebo s externím technickým konzultantem a najít na daný problém nejlepší harmonický filtr. Pokud jde o tyto filtry, neexistuje žádná „univerzální velikost“. Musíte zvažovat velikost zátěže a jednotlivé harmonické, které vznikají.

Jinou alternativou je izolovat problémové vybavení izolačním transformátorem. Pomoci může přemístění nelineární zátěže, která způsobuje problém, nebo ovlivněného obvodu k jinému deskovému rozvaděči. Jestliže se například ovlivněné řídicí

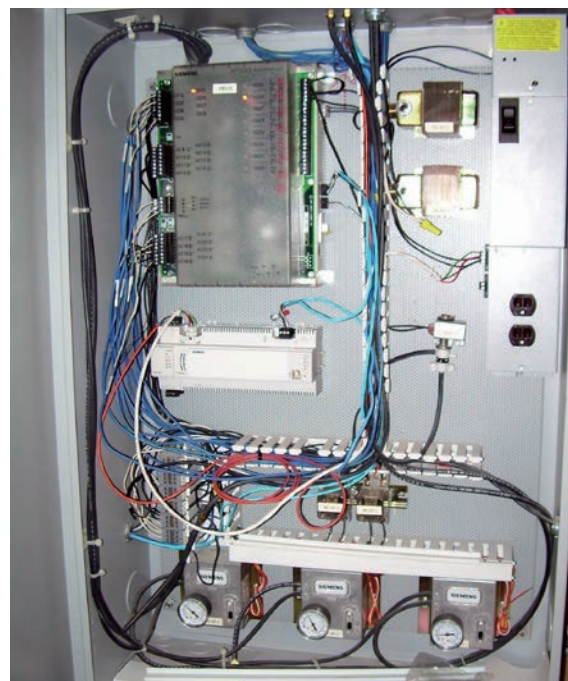
jednotky napájejí ze stejného deskového rozvaděče jako nelineární zátěž, která způsobuje problém, přesun řídicího obvodu k jinému deskovému rozvaděči může pomoci tento problém odstranit. Problémy s harmonickými mají tendenci klesat s rostoucí vzdáleností od nelineární zátěže.

Přehled

Současné elektrické vybavení systémů HVAC je kombinací třífázových motorů ventilátorů s napájením VFD, kompresorů, vodních čerpadel a ventilátorů chladicích věží. Řídicí obvody obsahují jednotky PLC a vlastní elektronické obvody, které udržují teploty, průtoky a tlaky. Viz obrázek 3. Zatímco VFD jsou příklady nelineárních zátěží, které způsobují řadu problémů s harmonickými, jiné zdroje harmonických mohou dosahovat od kopírovacích strojů

v kancelářských oblastech až po sousední závod na stejném elektrickém vedení od dodavatele elektrického proudu.

Účinkem harmonických v systémech HVAC mohou být nepříjemné reakce řídicích jednotek nebo selhání velkých motorů nebo transformátorů. Počáteční kontroly pomocí dvou kleštvých přístrojů mohou snadno identifikovat potenciální problémy s harmonickými. Klíčem k měření, izolování a nápravě problémů s harmonickými však jsou analyzátoři kvality elektrické energie. Moderní vybavení HVAC vyžaduje, aby technici a inženýři chápali při řešení souvisejících problémů příčiny vzniku a účinky harmonických a způsoby měření a interpretace harmonických hodnot.



Obrázek 3. Ovládací prvky ventilace, například elektronika a řídicí jednotka PLC na levé straně této skříně, mohou být ovlivněny harmonickými – výsledkem pak je nesprávná činnost řízeného vybavení.

Měření a interpretace čísel harmonických

Čísla harmonických jsou přiřazena jejich vztahu k základní frekvenci (neboli 60 Hz). Graf harmonické zobrazuje velikost jednotlivých harmonických proudů ve vztahu k základní frekvenci 60 Hz.

Účinky harmonických

Všechny harmonické mají tendenci zkrusovat původní základní sinusovou křivku 60 Hz. Celkové harmonické zkruslení (THD) sinusové křivky napětí by nemělo překročit 5 %, měřeno pomocí analyzátoru kvality elektrické energie.

Mnoho dnes používaných systémů VFD jsou 6pulzní pohony (šest diod v obvodech jejich převodníků). Tyto pohony generují harmonické 5., 11., 13., 17., 19. atd řádu. Pokud existují v těchto frekvencích vysoké hladiny harmonických, zvažte umístění filtru na vstupní přívod pohonu.

Základní kroky řešení problémů k izolaci harmonických

UPOZORNĚNÍ: Řešení problémů vyžaduje práci s obvody pod napětím; vždy je třeba respektovat požadavky NFPA 70E: Norma pro elektrickou bezpečnost na pracovišti Electrical Safety in the Workplace®.

- Zkontrolujte možné příčiny nesouvisející s harmonickými.
 - Vstupy a výstupy elektronických ovládacích prvků
 - Vadná relé, snímače atd.
- Určete možnost vzniku harmonických v rozvodném systému odečtem kleštvých ampérmetrů s přístrojem, který měří celkové harmonické zkruslení.
- Použijte analyzátor kvality elektrické energie k identifikaci přítomných harmonických frekvencí a jejich velikosti. Zaznamenejte na napájecím vedení zařízení hodnoty v průběhu času.
- Ověřte si, zda celkové harmonické zkruslení (THD) napětí nepřesahuje 5 %. To je všeobecně přijímaná maximální hodnota a měla by indikovat potenciální problémy.
- Nápravné akce často zahrnují speciální zakoupené filtry umístěné na vstupní vedení k zátěži, která generuje harmonické. Tím se minimalizuje reflexe těchto harmonických proudů zpět do elektrického rozvodného systému.

Číslo harmonické	Frekvence harmonického proudu
1.	60 Hz (základní)
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 Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Tel: +31 4 0267 5406
E-mail: cs.cz@fluke.com
Web: www.fluke.cz

Navštivte nás na webových stránkách:
Web: www.fluke.cz

©2011, 2015 Fluke Corporation. Všechna práva vyhrazena. Případné změny jsou vyhrazeny bez předchozího upozornění.
12/2017 4141181b-cze

Změny tohoto dokumentu nejsou povoleny bez písemného schválení společnosti Fluke Corporation.