

Odstraňování poruch v třífázových sítích pomocí analyzátorů kvality sítě řady Fluke 430

Ing. Pavel Mareš, Blue Panther, s. r. o.

Analýza třífázové elektrické sítě byla vždy považována za technicky složitou a ekonomicky nákladnou záležitost. Nyní se však díky pokročilým měřicím přístrojům, jakými jsou i analyzátor kvality sítě nové řady Fluke 430, stalo její vykonávání v souladu s normami EN 50160 a IEC 61000-4-30 cenově dostupnějším a jednodušším.

Úvod

Tento článek popisuje některé základní typy poruch, které se vyskytují na výkonových rozvodných sítích, jejich příčiny a možnosti jejich zjišťování pomocí analyzátorů kvality sítě, jakož i způsoby jejich řešení či alespoň minimalizování jejich účinků na elektrické spotřebiče.

1. Typické poruchy sítě a jejich příčiny

1.1 Přechodové jevy

Častou a takřka každodenní příčinou přechodových jevů v síti je přepínání, kterému se v praxi nelze vyhnout (obr. 3). Také vybavování tepelných pojistek v sítích nízkého napětí způsobuje znatelné napěťové špičky.

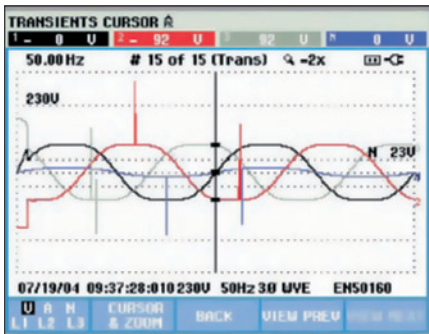


Obr. 1. Analyzátor kvality sítě řady Fluke 430

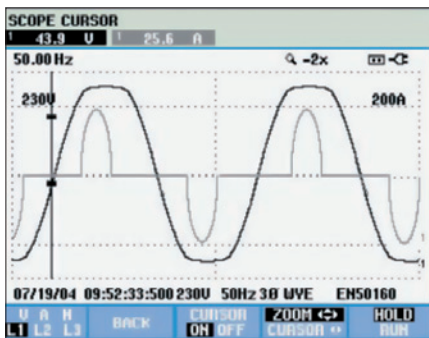
Náhle přerušení proudu vyvolávají napěťové špičky v řádu tisíců voltů. Znatelné rušivé efekty způsobují u výkonových měničů přechodové jevy, které obsahují nepříliš velké, ale zato pravidelné komutační špičky (šest i více za periodu). V porovnání s dřívějšími technologiemi s relativně vysokým pracovním a řídicím napětím využívají moderní mikorelektronické součástky menší hodnoty napětí (obvykle 5 V a méně). To je však činí citlivějšími na síťové rušení. Vedle účinků na elektronické součástky mohou přechodové jevy ovlivnit i data nebo řídicí obvody. Tak může např. napájení výkonového měni-



Obr. 2. Analýza kvality sítě přístrojem řady Fluke 430 v praxi



Obr. 3. Přechodové děje v síti



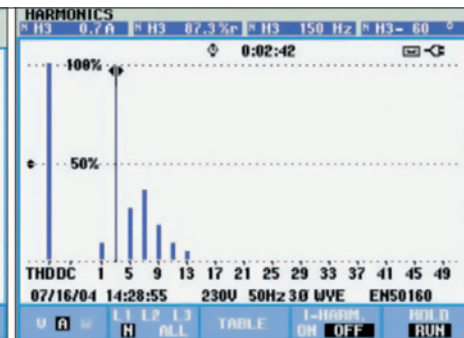
Obr. 4. Typický průběh proudu na usměrňovači a jeho spektrum

če ovlivnit datový kabel položený v jeho blízkosti, zkreslit přenášené datové pakety, významně zpomalit přenos dat a v konečném důsledku znemožnit datovou komunikaci. Při

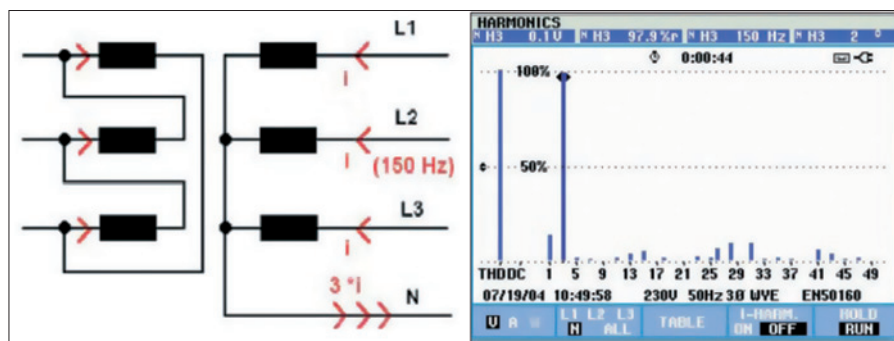
použití invertorů pulzu ovlivňují přechodové jevy i frekvence časového signálu (i více než tisíckrát za sekundu).

1.2 Nežádoucí harmonické složky

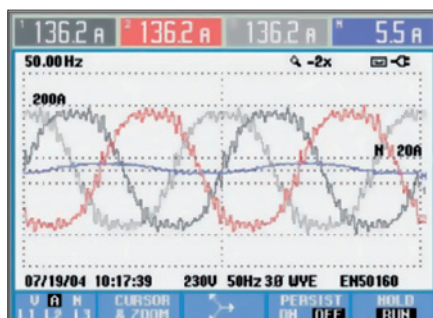
S rostoucím počtem průmyslových a spotřebitelských zařízení napájených přes usměrňovače (např. výkonové měniče pro regulované pohony, počítače, úsporné žárovky a téměř veškerá spotřební elektronika) roste i vliv nežádoucích vyšších harmonických složek ve výkonových sítích. Tento vliv není v současné době zanedbatelný, a nelze ho proto přehlížet. Napěťové a proudové charakteristiky těchto zařízení způsobují výkonová zkreslení, a to zejména vlivem 3. harmonické. Všechny již uvedené typy zátěže způsobují harmonická zkreslení, protože na usměrňovací kondenzátor přichází proud v podobě pulzů (obr. 4). Tyto pulzní průběhy proudu způsobují zploštění průběhu napětí, které se ve spektrální oblasti projevuje výskytem 5. a 7. harmonické napětí. Téměř zanedbatelná je 3. harmonická složka napětí, protože 3. harmonická složka proudu je zkratována zapojením transformátoru do trojúhelníku. I přes očekávání je to nežádoucí jev, který např. na transformátoru 630 kV·A způsobí roční ztrátu až 60 000 Kč. Navíc představuje velkou zátěž pro střední vodič, protože se přes něj vrací proud vyvolaný 3. harmonickou (obr. 5). Střední vodič často přehoří bez povšimnutí (vzniká nebezpečí požáru) a přehorení způsobí velký napěťový překmit, který může zničit připojené zařízení. Dalším důsledkem působení vyšších harmonických je jejich vliv na kompenzační obvody (obr. 6), kdy dochází k zesilování harmonických složek především vyšších řádů.



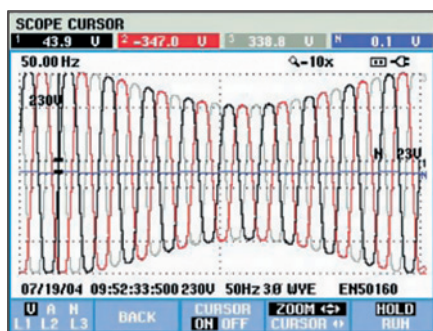
Silný vliv harmonických složek na proud protékající kondenzátorem vede k jeho přehřátí (nebezpečí požáru) a následnému zničení. Zátížení způsobené vysokými úrovněmi harmo-



Obr. 5. Proud procházející středním vodičem způsobený 3. harmonickou



Obr. 6. Zobrazení výskytu vyšších harmonických



Obr. 7. Napěťový pokles o 40 % vlivem nárůstu proudu

nických složek lze omezovat tzv. inteligentními aktivními filtry, které jsou samonastavovací s potlačenou rezonancí. Je možné je kaskádně řadit a jednotlivé fáze nezávisle kompenzovat.

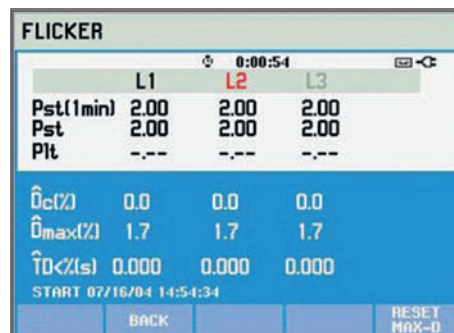
1.3 Meziharmonické složky

Vedle základních harmonických složek mohou být rozvodné sítě ovlivňovány také meziharmonickými složkami, které je proto třeba rovněž měřit. Meziharmonické složky jsou n -násobky základní frekvence (n je ne celé číslo, např. 2,25) a vznikají působením modulovaných signálů a nelinearit směšovacíh obvodů v elektronických součástech rozvodných sítí.

1.4 Fluktuace amplitudy napětí, poklesy amplitudy a flicker

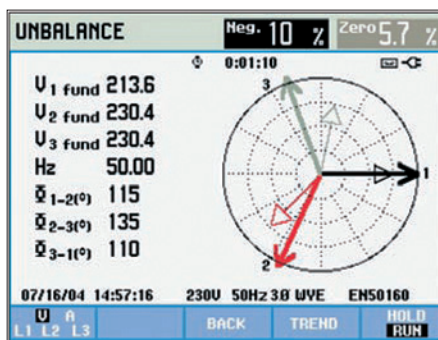
Nárůst proudového zatížení systémů (např. řídicí jednotky výtahu) způsobuje krátkodobé efekty napěťové zpětné vazby, která

se projevuje poklesy nebo, v případě poklesu proudového zatížení, nárůsty amplitudy napětí (obr. 7). Poklesy nebo přerušování průběhu napětí v čase způsobují generování resetovacího příkazu na výstupech výkonové napájecí jednotky. Tyto změny v jedné nebo více periodách mají negativní vliv na mnoho zařízení (např. na řídicí systémy). Jsou-li fluktuace amplitudy napětí stálé (pravidel-



Obr. 8. Záznam flickeru na jednotlivých fázích

ně nebo náhodně se opakující), označují se jako flicker – blikání. Objektivní měření flickeru je důležité z hlediska normy IEC 61000-4-15 (Elektromagnetická kompatibilita /EMC/ – Část 4: Zkušební a měřicí technika – Oddíl 15: Měřič blikání – Specifikace funkce a dimenzování), která definuje maximální dovolenou hodnotu pro krátkodobý flicker (P_{st}). P_{st} je hodnota měřená v intervalu deseti minut a udává pravděpodobnost (trend), že fluktuace amplitudy napětí povedou k viditelnému blikání osvětlovacího spotřebiče. Hodnota 1 znamená, že blikání

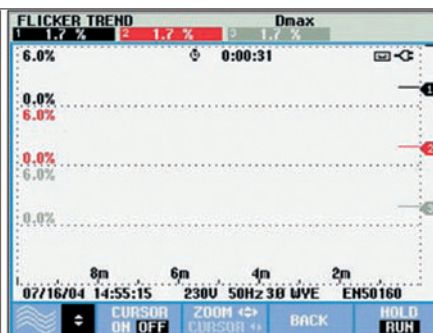


Obr. 10. Zobrazení nevyváženosti sítě

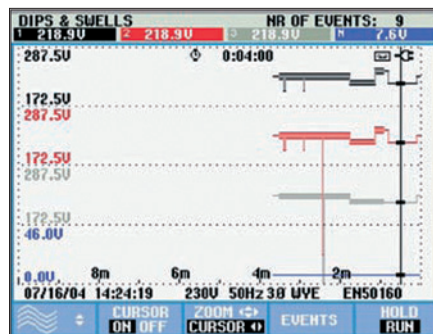
žárovky 60 W bude vnímat 50 % lidí. Tento test probíhá na několika modulačních frekvencích (obr. 8). Vyhodnocení flickeru v souladu s normou je jedna věc, jeho lokalizace věc druhá. Cílem lokalizace je najít jeho zdroj (obr. 9) – většinou proměnlivou zátěž.

1.5 Rozvážení sítě

Za rozvážení sítě se považuje stav, kdy amplitudy napětí všech tří fází nejsou stejné nebo jejich vzájemný fázový posuv není 120°. Tento stav je obvykle způsoben nesymetrickým zatížením jednotlivých fází. Reálná složka zatěžovací impedance má vliv na amplitudu napětí, reaktanční složka ovlivňuje fázový posuv. Výsledkem je posunutí sledu fází a vznik proudů protékajících středním a zemnicím vodičem a následně také všemi vodivými částmi budovy, včetně např. stíněním datových kabelů. Na obr. 10 je zobrazena jednoduchost indikace rozvážení sítě analyzátozem kvality sítě Fluke 430 – stačí pouze sledovat šipky indikátoru. Tabulka v dolní



Obr. 9. Průběh křivek indikujících zdroje flickeru



Obr. 10. Zobrazení nevyváženosti sítě

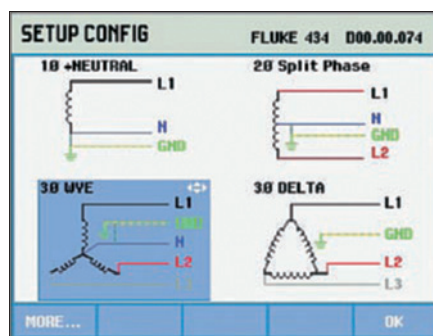
části obr. 10 udává přesné hodnoty. Posloupnost fází se skládá ze tří složek:

- **kladné**, tj. ve směru hodinových ručiček (mohou sloužit např. k rozběhu motoru),
- **záporné**, tj. proti směru hodinových ručiček (mohou sloužit např. k brzdění motoru),
- **nulové** (zatěžují střední vodič).

Cílem je omezit vliv záporné a nulové složky. Na displeji je zobrazován procentuální podíl záporné a nulové složky posloupnosti fází pro napětí a proud.

2. Ovládání a práce s Fluke 430

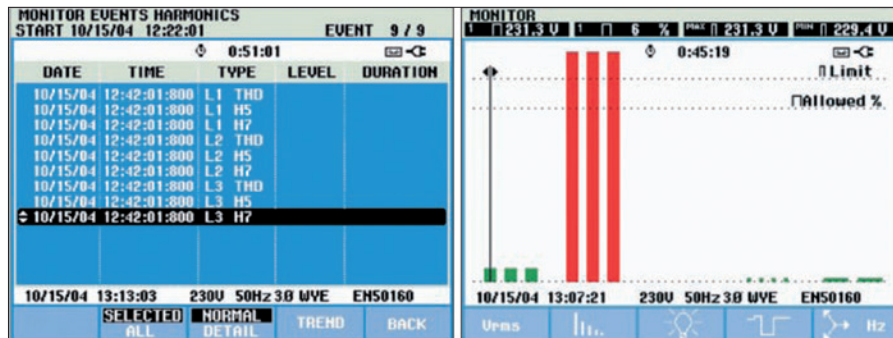
Ovládání a práce s měřicími přístroji řady Fluke 430 jsou velmi jednoduché. Stačí obepnout měřené vodiče proudy klešťovými proudovými převodníky a připojit napěťové



Obr. 11. Výběr konfigurace soustavy

sondy. Požadovaná funkce se spouští z menu přístroje. Jedinou funkcí je funkce AutoTrend, která poskytuje rychlý přehled o změnách signálu v čase bez nutnosti nastavovat přesné hodnoty překmitů a intervalů nebo ručního spouštění měření. Všechny měřené hodnoty jsou průběžně ukládány na pozadí do paměti, a proto je možné přepínat mezi zobrazením měřeného signálu a jeho parametrů a trendu,

a dokonce používat zoom a kurzory pro podrobnou analýzu. Funkce AutoTrend poskytuje velkou výhodu v tom, že nevyžaduje čas pro nastavování přístroje a spouštění zvláštního měření. Navíc jsou typ sítě (obráz. 11) a připojovací body přehledně zobrazeny v menu přístroje.



Obr. 12. Dialogová okna pro měření podle EN 50160

3. Shrnutí vlastností přístrojů řady Fluke 430

Přístroje Fluke 434 a 435 byly navrženy jako profesionální měřicí přístroje pro použití v průmyslu, zdravotnictví, ve výpočetních střediscích a všude tam, kde je požadavek na kvalitu sítě velmi důležitý. Jejich všestrannost, automatické funkce měření a záznamu a jednoduchost ovládání z nich činí ideální přístroje pro detekci poruch v třífázových elektrických soustavách. Fluke 435 spadá svými parametry do třídy A a je oproti Fluke 434 navíc vybaven záznamníkem dat pro záznam kterékoli měřené veličiny. Přístroje Fluke 434 a 435 měří všechny parametry rozvodných sítí (např. skutečné efektivní hodnoty napětí a proudu, frekvence, výkonu, spotřeby, rozvážení, flickeru aj.) v souladu s požadavky nejnovější evropské normy EN 61000-4-30

byly navrženy pro použití v provozních podmínkách, jsou robustní a jejich bateriové napájení zajišťuje měření po dobu až sedmi hodin. Disponují velkou pamětí pro ukládání dat, „pamatují si“ až padesát obrazovek a až deset měřených veličin zahrnujících třicet dva parametrů, včetně nastavení přístroje a zobrazení trendu. S použitím softwaru Fluke View umožňují přenos dat do počítače pro další analýzu nebo tvorbu protokolů. Analyzátoři sítě Fluke 434 a 435 pokrývají celou oblast aplikací od jednoduchých detektorů poruch sítě po ucelenou analýzu všech měřených parametrů sítě, a to za velmi příznivou cenu.

Další informace o analyzátořích kvality elektrické energie Fluke řady 430 lze získat u společnosti Blue Panther, popř. na webových stránkách:

<http://www.blue-panther.cz>

Převodové motory \ Průmyslové převodovky \ Elektronika pohonů \ Automatizace pohonů \ Služby

SEW-EURODRIVE, Váš partner pro techniku pohonů

SEW-EURODRIVE CZ s.r.o.
 Lužná 591
 160 00 Praha 6 - Vokovice
 +420 255 709 601
sew@sew-eurodrive.cz
www.sew-eurodrive.cz