

OPIS ZASTOSOWAŃ

Maksymalizowanie wydajności przetwornic częstotliwości i systemów zasilania awaryjnego

Jeśli instaluje się przetwornicę częstotliwości lub system zasilania awaryjnego albo jeśli posiada się już taki sprzęt, należy monitorować pewne parametry jakości zasilania, aby zmaksymalizować wydajność sprzętu. Aby określić, jakie parametry jakości zasilania należy zmierzyć i kiedy to zrobić, powinno się zacząć od zrozumienia problemów z jakością zasilania związanych z danym sprzętem, ponieważ pobiera on prąd z układu zasilania w krótkich impulsach. Systemy z przetwornicami częstotliwości i zasilaczami awaryjnymi są podatne na problemy z jakością energii dostarczanej z układu zasilania sieciowego, a ponadto wytwarzają prądy harmoniczne, które wracają do systemu dystrybucji.

Najlepszą praktyką w tym zakresie jest monitorowanie jakości zasilania przed instalacją w celu sprawdzenia, czy energia dostarczona do urządzenia jest zgodna ze specyfikacjami producenta. Należy zbierać pewne dane dla producentów sprzętu, aby mogli przeanalizować harmoniczne i zaprojektować filtry w celu ograniczenia prądów harmonicznych wracających do systemu dystrybucji. Ponadto należy monitorować jakość zasilania podczas pracy systemu, aby zagwarantować, że przetwornice częstotliwości i systemy zasilania awaryjnego nie będą przekraczać ograniczeń dotyczących zniekształceń harmonicznych w systemie dystrybucji. Należy również skorzystać z danych uzyskanych w wyniku monitorowania, aby przed instalacją upewnić się, że dostarczana moc jest odpowiednia.

Przed zainstalowaniem przetwornicy częstotliwości lub systemu zasilania awaryjnego trzeba zmierzyć parametry jakości zasilania w obwodzie zasilającym lub obwodzie odgałęzionym, który będzie zasilac przetwornicę częstotliwości lub system zasilania awaryjnego. Uzyskane dane powinny zostać porównane ze specyfikacjami producentów, aby upewnić się, że są one z nimi zgodne. (Należy pamiętać o zapisaniu wszystkich zarejestrowanych danych, aby ustalić dane referencyjne do wykorzystania w przyszłości!)

Jako przykład podajemy tutaj wymagania dotyczące zasilania na wejściu stawiane przez jednego typowego producenta:

- Napięcie wejściowe: od +10% do -10%.
- Częstotliwość: 60 Hz (± 5 Hz).
- Przechodzenie przez chwilowe spadki napięcia o maksymalnym poziomie 0% dla 1 cyklu i do 60% dla 10 cykli.
- Wartość minimalna współczynnika mocy przy obciążeniu indukcyjnym wynosi 0,92 dla pełnego obciążenia z nominalnym napięciem wejściowym. Chwilowe wzrosty napięcia lub zbyt wysokie napięcie wejściowe mogą być przyczynami uszkodzeń w wyniku przepięcia. Chwilowe spadki napięcia mogą prowadzić do uszkodzenia sprzętu na skutek stanów podnapięciowych, powodując wyłączenie przetwornicy częstotliwości lub systemu zasilania awaryjnego.

Aby upewnić się, że system będzie spełniał specyfikacje producenta, należy użyć analizatora lub rejestratora jakości zasilania do monitorowania i rejestrowania danych. Dane zarejestrowane w pewnym okresie czasu wskażą, czego można się spodziewać podczas całego cyklu pracy zakładu. Następnie dane te można pobrać na komputer i przeanalizować.



Jeśli jednak korzysta się przyrządu stanowiącego połączenie rejestratora i analizatora, takiego jak analizator jakości zasilania Fluke 435-II, można również natychmiast sprawdzić parametry zasilania podczas prowadzenia rejestracji:

- Wybierz opcję „Volts/Amps/Hertz” (V/A/Hz) z menu głównego, aby obserwować wartość RMS napięcia oraz wartość częstotliwości z dokładnością $\pm 10\%$ w przypadku napięcia i ± 5 Hz w przypadku częstotliwości. (Patrz: Rysunek 1)
- Wybierz opcję „Power and Energy” (Zasilanie i energia) z menu głównego, aby sprawdzić, czy współczynnik przesunięcia fazowego (DPF) jest zgodny ze specyfikacją. Współczynnik DPF jest współczynnikiem mocy dla częstotliwości

podstawowej, a współczynnik PF uwzględnia harmoniczne. Współczynnik DPF zwykle ma zastosowanie do specyfikacji producenta. (Patrz: Rysunek 3)

- Wprawdzie może to nie być wymagane, ale dobrze jest monitorować zasilanie pod kątem wszelkich zniekształceń harmonicznnych, które już powstały w systemie z innych źródeł. W wielu przypadkach konieczne może być ustalenie, czy należy izolować przetwornicę częstotliwości lub system zasilania awaryjnego od własnego źródła zasilania w celu zminimalizowania pochodzących od niego zakłóceń. Warto jest mieć dane na temat harmonicznnych, aby móc podejmować takie decyzje przed instalacją, a także zapisać te dane dla celów porównawczych w przyszłości.
- Po zakończeniu rejestracji wybierz opcję „Dips and Swells” (Chwilowe spadki i wzrosty napięcia) z menu głównego, aby sprawdzić, czy chwilowe spadki napięcia nie przekraczają specyfikacji producenta. Tabela „Events” (Zdarzenia) umożliwia określenie wielkości i czasu trwania każdego chwilowego spadku napięcia. (Patrz: Rysunek 2)

Należy mieć świadomość sytuacji specyficznych dla danego sprzętu. Na przykład: statyczny system zasilania awaryjnego może mieć dodatkowe wymagania dotyczące zasilania. Wprawdzie dopuszczalny zakres napięcia może być różny w zależności od producenta i pozwalać na napięcie wynoszące zaledwie 30% wartości nominalnej, jednak niektóre urządzenia mogą przestać ładować akumulatory już przy wartości niższej o 15% od napięcia znamionowego. Należy zapoznać się z ograniczeniami sprzętu, sprawdzając specyfikacje producenta.

Po uruchomieniu przetwornicy częstotliwości lub systemu zasilania awaryjnego pojawia się inny zestaw problemów z jakością zasilania – inżynierowie i technicy muszą zrozumieć takie problemy, wiedzieć, jak je monitorować, a także powinni być przygotowani do ich usunięcia: Efekty harmonicznnych wygenerowanych przez przetwornicę częstotliwości lub system zasilania awaryjnego oraz wynikowe całkowite zniekształcenia harmoniczne w systemie dystrybucji energii. Inżynierowie i technicy muszą zrozumieć, w jaki sposób zniekształcony jest przebieg napięcia, a także określić punkt, w którym należy zmierzyć całkowite zniekształcenia harmoniczne. Ponadto muszą wiedzieć,

że limity są ustalane na podstawie zniekształcenia sinusoidy napięcia sieci dystrybucyjnej.

Zasada działania przetwornic częstotliwości i statycznych systemów zasilania awaryjnego opiera się na przekształcaniu zasilania AC w zasilanie DC. Następnie można uzyskać zmienny przebieg napięcia i częstotliwości poprzez precyzyjne wyłączenie i włączenie zasilania DC. Systemy zasilania awaryjnego przełączają zasilanie DC, aby dostarczać wysokiej jakości zasilanie na częstotliwości podstawowej do najważniejszych obciążeń. Przetwornice częstotliwości zmieniają częstotliwość oraz napięcie, aby dostosować prędkość silnika prądu przemiennego. W większości systemów z przetwornicami częstotliwości i zasilaczami awaryjnymi przekształcenie zasilania AC w zasilanie DC jest realizowane za pomocą obwodu prostownika. Na wyjściu obwodu prostownika znajduje się kondensator. Energia potrzebna do przełączania zasilania DC jest pobierana z tego kondensatora.

Kondensator pobiera prąd z sieci (poprzez obwód prostownika), aby ładować się podczas szczytów dodatnich i ujemnych półokresów. Pobór krótkich impulsów prądu skutkuje spadkiem napięcia. Powoduje to obciążenie górnej części sinusoidy. Obwód prostownika wytwarza także prądy harmoniczne. Te prądy harmoniczne przepływają z powrotem do systemu dystrybucji, powodując zniekształcenie sinusoid przebiegu prądu w systemie dystrybucji.

Co to wszystko oznacza dla inżyniera i technika? Zniekształcenia harmoniczne muszą być monitorowane podczas uruchamiania przetwornic częstotliwości i systemów zasilania awaryjnego, a w przypadku przekroczenia limitów należy je skorygować. Jak już wspomniano wcześniej, jeśli przekaże się producentowi sprzętu odpowiednie informacje, może on przeprowadzić analizy harmonicznnych i zaprojektować filtry w celu ograniczenia zniekształceń harmonicznnych generowanych przez przetwornice częstotliwości lub systemy zasilania awaryjnego podczas pracy.

Po zainstalowaniu filtrów harmonicznnych i uruchomieniu systemów należy monitorować oraz rejestrować zniekształcenia harmoniczne generowane przez przetwornice częstotliwości lub system zasilania awaryjnego. Ponieważ zalecenia podawane przez normę IEEE opierają się na punkcie przyłączenia, konfiguracja i monitorowanie

Volts/Amps/Hertz				
DEMO 0:00:02				
	AB	BC	CA	N
U _{rms}	198.17	192.24	195.97	2.69
U _{pk}	293.1	281.0	285.1	5.9
CF	1.48	1.46	1.45	2.19
Hz	60.134			
	A	B	C	N
A _{rms}	285	273	281	9
A _{pk}	422	394	420	19
CF	1.48	1.44	1.49	2.05
10/09/08 23:08:16 208V 60Hz 3Ø WYE EN50160				

Rysunek 1. Wybierz opcję „Volts/Amps/Hertz” (V/A/Hz) z menu głównego przyrządu Fluke 435-II, aby obserwować wartość RMS napięcia oraz wartość częstotliwości. Należy obserwować wszystkie parametry pod kątem wszelkich niespójności, ale szczególną uwagę powinno się przy tym zwracać na zgodność ze specyfikacjami producenta.

DIPS & SWELLS EVENTS				
START 10/09/08 23:10:11 EVENT 18 / 18				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
10/09/08	23:10:20:745	DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:20:754	DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:20:994	DIP	106.6 U	0:00:00:009
10/09/08	23:10:20:994	DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:003	DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:21:228	DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:21:228	DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:236	DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:22:191	DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:22:191	DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:22:199	DIP	111.4 U	
10/09/08 23:10:25 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				

Rysunek 2. Chwilowe spadki i wzrosty napięcia można analizować szczegółowo, wybierając tabelę zdarzeń po zarejestrowaniu wahań napięcia za pomocą funkcji „Dips and Swells” (Chwilowe spadki i wzrosty napięcia). Należy sprawdzić typ zdarzenia (chwilowy spadek lub wzrost napięcia), osiągnięty poziom napięcia, czas trwania zdarzenia na tym poziomie, a także to, czy zmiana miała charakter rosnący, czy też malejący.

Power & Energy				
FULL DEMO 0:00:17				
	A	B	C	Total
kW	32.4	29.2	31.1	92.7
kVA	32.9	30.5	31.3	94.8
kVAR	6.1	8.7	3.9	18.6
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
DPF	0.99	0.97	1.00	0.99
A _{rms}	285	273	281	
	A	B	C	
U _{rms}	115.50	111.74	111.48	
10/09/08 23:19:47 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				

Rysunek 3. Po wybraniu opcji „Power and Energy” (Zasilanie i energia) z menu głównego można obserwować współczynnik przesunięcia fazowego (DPF), aby zapewnić zgodność ze specyfikacją zasilania przetwornicy częstotliwości. Należy skorzystać ze współczynnika przesunięcia fazowego, chyba że producent określił, że współczynnik mocy ma uwzględniać częstotliwości harmoniczne, a następnie z odczytanej wartości współczynnika mocy. Zwracamy uwagę, że symbol cewki indukcyjnej w wierszu kVAR wskazuje, że aktualny współczynnik mocy jest współczynnikiem mocy przy obciążeniu indukcyjnym.

powinny być przeprowadzane w tym punkcie systemu. Punktem przyłączenia jest zwykle punkt, w którym układ rozruchowy przetwornicy częstotliwości lub systemu zasilania awaryjnego przełącza zasilanie magistrali na źródło zasilania.

Na przykład: aby zmierzyć wpływ harmonicznych generowanych przez przetwornicę częstotliwości lub system zasilania awaryjnego, należy skonfigurować przyrząd Fluke 435-II w punkcie przyłączenia, a następnie wybrać opcję „Harmonics” (Harmoniczne) z menu głównego. Wykres harmonicznych przedstawia wartości poszczególnych harmonicznych prądu w odniesieniu do częstotliwości podstawowej wynoszącej 60 Hz. W zależności od rodzaju napędu lub obwodu prostownika w przetwornicy częstotliwości albo systemie zasilania awaryjnego technicy mogą spodziewać się wyższych wartości przy pewnych częstotliwościach harmonicznych. Przykład:

- Można oczekiwać, że napęd 6-pulsowy wygeneruje większe harmoniczne przy następujących częstotliwościach harmonicznych: 5., 7., 11., 13. itd.
- W przypadku napędu 18-pulsowego można oczekiwać, że wygeneruje on większe harmoniczne przy następujących częstotliwościach harmonicznych: 17., 19., 35., 37. itd.
- Można także oczekiwać, że zasilacz impulsowy wygeneruje większe harmoniczne przy następujących częstotliwościach harmonicznych: 3., 5., 7., 9. itd.

We wszystkich przypadkach powinien być obserwowany spadek wartości harmonicznych wraz ze wzrostem rzędu harmonicznych. Na wykresie harmonicznych należy jednak zwracać

szczególną uwagę na wszelkie nietypowe wartości przy wszystkich częstotliwościach harmonicznych. Mogą one wskazywać, że harmoniczne przetwornicy częstotliwości lub systemu zasilania awaryjnego wchodzą w rezonans z kondensatorami korekty współczynnika mocy w systemie. Aby zapobiec takiej niebezpiecznej sytuacji, należy podjąć działania naprawcze.

Po zapoznaniu się z wykresem harmonicznych dla oczekiwanych częstotliwości harmonicznych i upewnieniu się, że nie występują żadne nieprawidłowości, należy wybrać funkcję „Meter” (Miernik), aby wyświetlić całkowite zniekształcenia harmoniczne dla napięcia. Ich poziom nie powinien być wyższy niż 5%. (Patrz: Rysunek 4). W przeciwnym razie należy określić najlepsze rozwiązanie, które pozwoli na sprowadzenie całkowitych zniekształceń harmonicznych do dopuszczalnego poziomu. Rozwiązaniem takim mogą być na przykład filtry harmonicznych, transformatory izolacyjne lub przeniesienie obciążen do innych linii zasilających lub obwodów odgałęzionych.

Należy pamiętać, że podejście do monitorowania, szczególnie w punkcie przyłączenia, musi być całościowe i długookresowe. Po ustaleniu warunków instalacji nie powinno się przerywać działań. Należy okresowo powtarzać działania monitorujące oraz przyglądać się z szerszej perspektywy całemu systemowi zasilania. Powinno się także oceniać całkowite zapotrzebowanie maksymalne. Zmienia się ono znacznie w długim okresie czasu, a wraz z wprowadzaniem nowych urządzeń i obciążeń może ono negatywnie wpływać na jakość zasilania przetwornic częstotliwości i systemów zasilania awaryjnego.

HARMONICS TABLE				
Uolt	DEMO	0:00:49		
	A	B	C	N
THD% _f	2.6	3.1	2.6	256.0
H3% _f	0.8	0.5	0.7	98.1
H5% _f	1.5	1.3	0.3	117.0
H7% _f	1.1	2.0	1.8	96.1
H9% _f	0.5	0.2	0.2	22.5
H11% _f	0.5	0.5	0.4	25.3
H13% _f	0.5	0.2	0.4	34.8
H15% _f	0.2	0.2	0.2	22.0

10/10/08 00:11:03 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160

U A W HARMONIC TREND HOLD
V & A GRAPH RUN

Rysunek 4. Po zapoznaniu się z wykresem słupkowym harmonicznych należy otworzyć tabelę harmonicznych na przyrządzie Fluke 435-II, aby sprawdzić, czy całkowite zniekształcenia harmoniczne mieszczą się w zakresie zalecanym przez normę IEEE 519-1992, czyli nie przekraczają 5% w punkcie przyłączenia.

Najistotniejszą kwestią przy instalacji, eksploatacji i konserwacji przetwornic częstotliwości oraz systemów zasilania awaryjnego jest zapewnienie niezawodnego zasilania o dobrej jakości podczas pracy sprzętu oraz minimalizacja zniekształceń harmonicznych wracających do systemu dystrybucji. Należy używać analizatorów jakości zasilania do monitorowania i rejestrowania najważniejszych parametrów jakości zasilania przed instalacją, przy uruchamianiu oraz podczas normalnej eksploatacji. Technicy i inżynierowie we współpracy z producentami mogą wykorzystywać zarejestrowane dane dotyczące jakości zasilania w celu osiągnięcia ostatecznego celu, jakim jest zmaksymalizowanie wydajności przetwornic częstotliwości i systemów zasilania awaryjnego.



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.pl@fluke.com
Web: www.fluke.pl

©2009, 2017 Fluke Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone. Dane mogą ulec zmianie bez uprzedzenia. 12/2017 3433274b-pol

Modyfikacja niniejszego dokumentu bez pisemnej zgody Fluke Corporation jest zabroniona.