

jak skonfigurować system zasilania gwarantowanego

UPS + agregat prądowłórczy („tandem”)

Wojciech Jarząbski – EST Energy Sp. z o.o.

Wielokrotnie przedstawialiśmy zasady zasilania różnych obiektów budowlanych oraz problemy doboru tandemu UPS - agregat. Zagadnieniom wyższych harmonicznych zostało również poświęconych wiele publikacji prezentowanych na łamach „elektro.info”. Tym razem przedstawiamy zasady doboru mocy agregatu i zasilacza UPS pracujących w tandemie, którą opracowała firma **EST Energy**.

W wielu instalacjach agregat prądowłórczy zasilają odbiory niepriorytetowe (tzw. II i III kategorii) lub zasilacz UPS-a, który zabezpiecza odbiory krytyczne z punktu widzenia użytkownika (tzw. I kategorii). W takich przypadkach niezbędny czas podtrzymania bateryjnego w systemie UPS wynosi kilka lub najwyżej kilkadziesiąt minut. Mimo braku generalnych zaleceń ustala się najczęściej okres 10 minut, któ-

ry pozwala nawet na ręczny rozruch agregatu, gdyby zawiódł automatyczny układ rozruchowy. Tym razem chcielibyśmy zaprezentować naszym Czytelnikom problematykę doboru i dopasowania systemów „tandemowych”, tzn. UPS + zespół spalinowo-elektryczny (agregat prądowłórczy), a w szczególności zająć się sposobem określania mocy i wpływu wyższych harmonicznych prądowych pobieranych przez obwody wejściowe UPS-a.

Systemy zasilające z wykorzystaniem agregatu prądowłórczego pozwalają na ograniczanie wydatków na rozbudowane systemy akumulatorów UPS-a (dla długich czasów autonomii). Należy jednak zawsze przeprowadzić szczegółową analizę techniczno-ekonomiczną w celu znalezienia optymalnego rozwiązania (UPS z baterią standardową + agregat lub UPS

+ bateria akumulatorów o dużej pojemności), biorąc pod uwagę koszty i poziom niezawodności, jaki ma spełniać system zasilania gwarantowanego odbiorów ICT.

agregat prądowłórczy

Agregat prądowłórczy może być traktowany jako niezależne źródło energii elektrycznej, jednak nie w rozumieniu normy EN/IEC 61000-2-4, a to dlatego, że „źródło” to cechuje się wysoką impedancją i stosunkowo niską mocą zwarciovą. Parametry napięcia wyjściowego agregatu prądowłórczego zależą od systemu regulacji napięcia jego prądnicy. Regulator porównuje napięcie wyjściowe z parametrami wzorcowymi. Jeśli obciążenie agregatu powoduje odchylenie w stosunku do wzorcowych paramet-

trów, wyzwoleń to odpowiednie zadziałanie systemu regulacji.

Wyższe harmoniczne prądu pobierane przez nieliniowe obciążenia generują wyższe harmoniczne napięcia zasilającego. Zsumowanie tych harmonicznych ze składową podstawową powoduje odkształcenie przebiegu napięcia od idealnej sinusoidy (THDu).

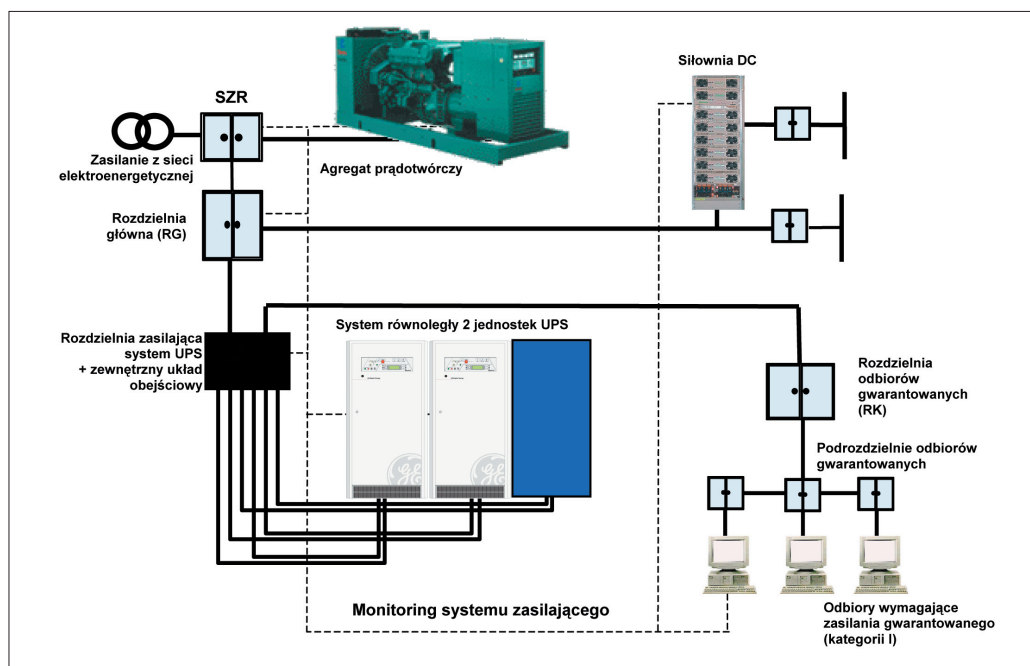
Odbiory nieliniowe, jak na przykład prostownik UPS-a, zawsze cechujące się zawartością wyższych harmonicznych, mogą spowodować poważne problemy w funkcjonowaniu agregatu prądowłórczego. Może to być niestabilność regulacji pracy lub przegrzewanie uzwojeń prądnicy.

Należy zwrócić uwagę na reakcję wzdłużną (X_d) agregatu. Jej wartość jest wyrażona w procentach (impedancja podprzejściowa wzdłużna generatora) i zawiera się w przedziale od 10 do 30%, w zależności od typu agregatu. Z punktu widzenia zawartości wyższych harmonicznych w napięciu, powodowanej nieliniowym poborem prądu, zaleca się dobór agregatu z możliwie najniższym X_d .

W celu zapewnienia niskiej zawartości harmonicznych w napięciu musimy spełnić następujące warunki:

- THDi (łączna zawartość wyższych harmonicznych prądowych) pobieranych przez nieliniowe odbiory powinna być jak najniższa,
- reakcja X_d agregatu powinna wynosić <15% (w agregatach wysokiej jakości X_d wynosi 8% do 12%).

Jeśli spełnienie powyższych zaleceń nie jest możliwe, wpływ wyższych harmonicznych osiąga się przez przewymiarowanie mocy agregatu prądowłórczego, co wiąże się z nie-



Rys. 1 Schemat gwarantowanego zasilania ICT

pełnym wykorzystaniem jego mocy znamionowej.

UPS i agregat prądotwórczy

W instalacjach zawierających agregat w tandemie z UPS mamy do czynienia z problemami, ograniczonej mocy zwarciowej źródła, która ulega szybkim zmianom). W przypadku wystąpienia problemów z poprawnym funkcjonowaniem układu agregat - UPS, bardzo trudno jest wziąć odpowiedzialność za prawidłową diagnozę sytuacji i znaleźć optymalne rozwiązanie (bez kosztów dodatkowego wyposażenia). Producent UPS-a może powiedzieć, że problem leży po stronie agregatu, ponieważ UPS pracuje prawidłowo. Producent agregatu może stwierdzić, że problem leży po stronie obciążenia, czyli UPS-a. Prawidłowa współpraca UPS-a i agregatu wymaga zatem szczególnej analizy dotyczącej zgodności ich parametrów elektrycznych.

Wieloletnie doświadczenia EST Energy pozwalają na zdefiniowanie typowych problemów i sposobów ich rozwiązywania. Prostownik UPS-a generuje wyższe harmoniczne prądowe, które płynąc przez linie zasilające w kierunku źródła (sieć lub agregat) powodują zniekształcenie kształtu napięcia. Projekty elektryczne nowych inwestycji powinny z jednej strony uwzględniać problem współpracy UPS – agregat, z drugiej zaś wszystkie aspekty mające wpływ na poprawną i bezpieczną eksploatację obu urządzeń. Dotyczy to zwłaszcza wyboru technologii UPS-a – transformatora lub bez transformatora. Należy przy tym pamiętać, że obie mają wady i zalety. W celu redukcji poziomu THDi w instalacjach istniejących lub do UPS-ów transformatorowych stosuje się różnego rodzaju filtry (pasywne lub aktywne) oraz prostowniki wielopulsowe.

filtry

Szczególne uwagę poświęca się filtrom wejściowym, które są stosowane do kompensacji harmonicznych prądowych oraz poprawy współczynnika

mocy przy znamionowym obciążeniu. General Electric przykłada szczególną wagę do działania filtrów przy częściowym obciążeniu UPS-a poprzez zapewnienie funkcji ich odłączenia w przypadku takich warunków pracy. Przy obciążeniu poniżej 30% UPS z filtrem LC staje się odbiorem o bardzo niskim współczynniku mocy

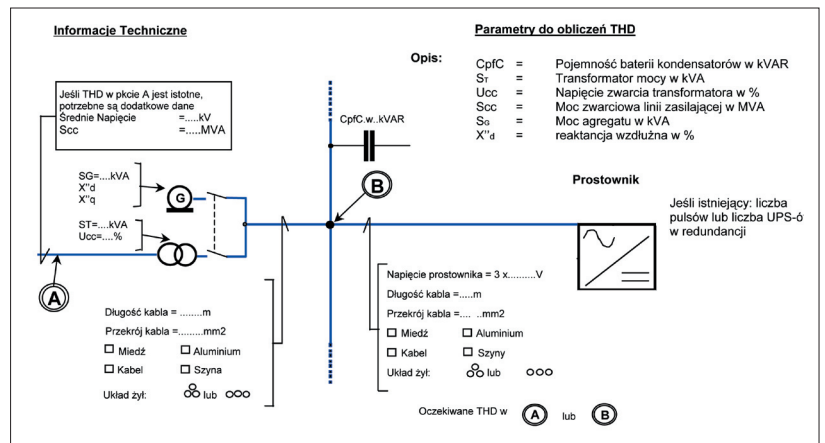
o charakterze pojemnościowym. Taka sytuacja może się zdarzyć po zaniku napięcia sieci, gdy prostownik UPS-a zostaje wyłączony, a agregat zasila jedynie filtry LC (niemal „czysta” pojemność). Z agregatów można pobierać jedynie niewielki prąd o charakterze pojemnościowym. W takiej sytuacji agregat może się „odstawić” z powodu wzrostu napięcia do 500V lub przekroczenia energii wzbudzenia, mogącej zakłócić pracę regulatora. Wyłączenie to może mieć tragiczne skutki dla krytycznych odbiorów zasilanych przez „tandem”.

łagodny rozruch

Po uruchomieniu agregat jest gotowy do przyjęcia obciążenia. Nagłe obciążenie agregatu pełną mocą zwykle wywołuje wysokie prądy rozruchowe, które mogą spowodować zmiany amplitudy napięcia i częstotliwości. Niektóre UPS-y (np. General Electric) są wyposażone w funkcję łagodnego rozruchu tak, że moc pobierana przez prostownik stopniowo obciąża agregat. Dochodzenie do pełnego obciążenia agregatu trwa w zależności od ustawienia od 0 do 30 sekund.

synchronizacja częstotliwości

Agregat ma pewne ograniczenia związane z dokładnością i szybkością w sterowaniu czasem odpowiedzi na zmiany częstotliwości spowodowane skokowymi zmianami obciążenia (np. UPS-a).



Rys. 2 Informacje techniczne i parametry do obliczeń THD

Z drugiej strony, falownik UPS-a generuje napięcie o częstotliwości zsynchronizowanej z częstotliwością zasilającą dla umożliwienia bezprzerwowego przełączenia na by-pass. Zakres synchronizacji jest jednak najczęściej znacznie węższy niż wahania częstotliwości, jakie mogą wystąpić na wyjściu agregatu. W rezultacie może nastąpić sytuacja ciągłego alarmu: „UPS niesynchronizowany”. Dlatego w UPS-ie powinno być możliwe wyłączenie funkcji synchronizacji lub poszerzenie zakresu synchronizacji, jeśli pozwala na to specyfika zasilanych aplikacji (odbiorów).

ładowanie akumulatorów

Energia elektryczna pochodząca z agregatu prądotwórczego jest stosunkowo droga. W przypadkach, gdy UPS jest wyposażony, w akumulatory o dużej pojemności wskazane jest, aby były one ładowane tylko przy zasilaniu z sieci elektroenergetycznej, a nie z agregatu. Dlatego UPS powinien mieć funkcję wyłączania ładowania baterii w czasie pracy z agregatu.

UPS powinien być wyposażony w:

- system łagodnego rozruchu,
- rozwiązania ograniczające wyższe harmoniczne,
- możliwość automatycznego włączania/wyłączania filtrów w zależności od obciążenia (%),
- możliwość wyłączania synchronizacji częstotliwości z agregatem,
- możliwość automatycznego poszerzania zakresu synchronizacji częstotliwości,

- możliwość wyłączania ładowania baterii akumulatorów.

Uwaga! Powyższe funkcje są wyposażeniem standardowym UPS-ów produkowanych przez General Electric.

Agregat powinien mieć:

- moc wystarczającą do zasilania UPS-a, innych obciążeń oraz pewną rezerwę,
- niską reaktancję Xd' (<12%) dla zapewnienia niskiego THDu oraz redukcji stopnia przewymiarowania agregatu.

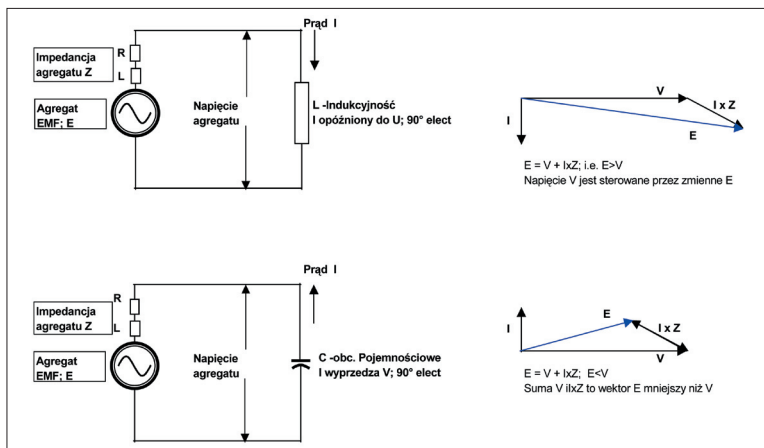
Okablowanie: przekrój kabli powinien uwzględniać wyższe harmoniczne prądu oraz 5% spadek napięcia w stosunku do nominalnego napięcia wyjściowego agregatu.

Kondensatory mocy biernej: w sieciach zasilających dużych obiektów należy rozważyć instalację kondensatorów do poprawy współczynnika mocy. Kondensatory te tworzą obwody rezonansowe z siecią zasilającą oraz mogą tworzyć takie obwody z jedną lub większą liczbą harmonicznych generujących zniekształcenia.

Dobór mocy agregatu: moc agregatu pozwalają określić następujące parametry:

- reaktancja podprzebiegowa wzdłużna - Xd',
- dozwolona zawartość wyższych harmonicznych w napięciu - "d" oraz moc prostownika UPS-a (przyjmuje się, że jest o 10% wyższa od mocy znamionowej UPS-a).

Uwaga! Norma EN/IEC 61000-2-2 dopuszcza maksymalnie 8% THDu



Rys. 3 Agregat i obciążenia indukcyjne lub pojemnościowe

(wyższe harmoniczne w przebiegu napięciowym). Należy jednak skontaktować się z dostawcą agregatu w przypadku, gdy jego moc jest mniejsza niż dwukrotność mocy UPS-a + moc pozostałych zasilanych odbiorów. Wzór pozwalający na proste i orientacyjne określenie mocy agregatu to:

$$P_G = \frac{P_R \cdot C \cdot X_d''}{W}$$

gdzie:
 P_G – moc agregatu,
 P_R – moc prostownika UPS-a,
 X_d'' – reaktancja wzdłużna agregatu,
 d – dopuszczalna zawartość wyższych harmonicznych w napięciu (THDU),
 C – stała zależna od ilości pulsów prostownika UPS-a i łącznej impedancji instalacji.

Orientacyjnie: dla prostownika 6-pulsowego $C=1.3$ do 1.6 , dla 12-pulsowego $C=0.8$ do 1 .

Przykład: UPS 100kVA; dopuszczalne THDu=6%; reaktancja $X_d''=12\%$, z prostownikiem 6-pulsowym $P_G=(110 \times 1.3 \times 0.12) / 0.06=260$ kVA, z prostownikiem 12-pulsowym $P_G=(110 \times 0.8 \times 0.12) / 0.06=176$ kVA.

W istniejących systemach, gdzie moc agregatu i UPS-a są znane, powyższy wzór pozwala na określenie spodziewanej THDu i rozważenie ewentualnej instalacji

filtrów w celu jej obniżenia.

$$W = \frac{P_R \cdot C \cdot X_d''}{P_G}$$

Przykład: UPS 300 kVA; agregat 450kVA; $X_d''=12\%$, $d=(330 \times 1.3 \times 0.12) / 450=11\%$ z prostownikiem 6-pulsowym, $W=(330 \times 0.8 \times 0.12) / 450=7\%$ z prostownikiem 12-pulsowym. Jeśli dopuszczalna THDu ma być niższa, konieczna jest instalacja filtrów.

Orientacyjne przewymiarowanie mocy agregatu w stosunku do mocy prostownika UPS-a wynosi:

- dla prostownika 6-pulsowego $P_G=2.5 \sim 3 \times P_R$,
- dla prostownika 12-pulsowego $P_G=1.5 \sim 2 \times P_R$,
- dla prostownika 12-pulsowego z filtrem $P_G < 1.5$ zależnie od wymaganego THDu.

W przypadku potrzeby uzyskania dodatkowych informacji lub pomocy w doborze i obliczeniach prosimy o kontakt z firmą EST Energy.

reklama



EST Energy Sp. z o.o.
 05-400 Otwock
 ul. Kółkająca 1
 tel. (0-22) 788 68 64
 tel./faks (0-22) 788 68 73
 estenergy@estenergy.pl
 www.estenergy.pl

reklama

ENERGETAB 2005

18. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie

13 - 15 wrzesień
 Bielsko-Biała



Zgłoszenia przyjmuje BIURO TARGÓW do 30 czerwca 2005

ZIAD Bielsko-Biała SA
 43-316 Bielsko Biała
 Al. Armii Krajowej 220

Tel. +48 33 8138231 (230, 234)
 Fax +48 33 8138233

www.ziad.bielsko.pl wystawa@ziad.bielsko.pl