

System zwrotu energii do sieci zasilającej przy hamowaniu napędów.

Szybkie wyhamowanie rozpędzonego napędu o dużym momencie bezwładności jest często poważnym wyzwaniem, szczególnie w sytuacji, gdy mamy do czynienia np. z dużym wentylatorem a czas tego hamowania jest składową czasu całego cyklu procesu produkcyjnego, co wprost przekłada się na wydajność całego procesu technologicznego. Wówczas dostępne są trzy rozwiązania. Najmniej efektywnym jest hamowanie przez stopniowe zadawanie coraz niższej prędkości obrotowej. W takim przypadku podczas pracy generatorowej silnika w obwodzie DC falownika szybko rośnie napięcie a po przekroczeniu jego dopuszczalnej wartości granicznej, falownik wyłącza się celem ochrony przed uszkodzeniem kondensatorów obwodu pośredniego. Aby tego uniknąć, stosuje się przetwornice częstotliwości wyposażone w czoper (tranzystor IGBT), dzięki któremu energia z obwodu DC podczas pracy generatorowej hamującego napędu jest rozładowywana na rezystorze, który jest podłączony do obwodu DC za pośrednictwem wspomnianego czopera. Powoduje to jednak powstawanie niepotrzebnych strat ciepła i jest umiarkowanie efektywne.

Najbardziej wydajnym a przy tym również energooszczędnym sposobem hamowania rozpędzonego napędu o dużym momencie bezwładności jest zastosowanie modułu zwrotu energii podłączonego do obwodu pośredniego przetwornicy częstotliwości.

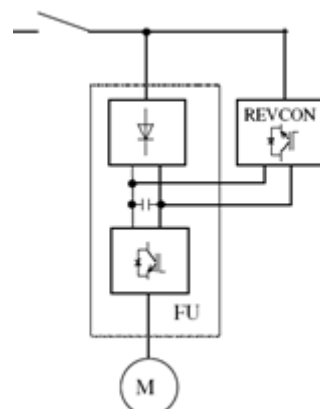
Ogólna charakterystyka modułu REVCON ®

Moduł REVCON ® służy do zwrotu energii do sieci zasilającej odzyskanej w trakcie pracy generatorowej zespołu napędowego. Źródłem energii zwracanej może być przetwornica częstotliwości, gdy napędzany przez nią silnik znajduje się w trybie generatorowym, np. podczas hamowania. Moduł zapewnia niezawodny zwrot energii pochodzącej nawet od procesów o szybkich zmianach wielkości zwracanej mocy. REVCON ® wykonany jest w formie kompaktowej, na bazie niskostratnych tranzystorów IGBT. Dlatego też charakteryzuje się wysoką sprawnością dochodzącą do 97%. Wykorzystując pojedyncze moduły, można zwracać do sieci moc czynną w zakresie od 4 kW do 200 kW. Gdy zachodzi potrzeba zwrotu większej ilości energii, można łączyć równolegle do 4 modułów REVCON ®. Jest możliwa współpraca zarówno z jedną przetwornicą, jak i kilkoma połączonymi wzajemnie poprzez wspólny obwód DC (tzw. połączenie Loadsharing). Ponadto zapewniona jest automatyczna synchronizacja z napięciem sieci. Moduł ma rozbudowane monitorowanie napięcia sieciowego, kolejności faz oraz temperatury radiatora. Ponadto posiada zabezpieczenie od przeciążenia podczas zwrotu energii do sieci.

Sposób instalacji modułu REVCON ®

Moduł REVCON ® jest bardzo łatwy w montażu i uruchomieniu. Jeżeli tylko został poprawnie podłączony, jest gotowy do pracy. Nie jest konieczna żadna zmiana parametrów lub innych nastaw. Podłącza się go między sieć zasilającą a obwód napięcia pośredniego przetwornicy częstotliwości.

- M – silnik asynchroniczny
- FU – przetwornica częstotliwości
- REVCON – układ zwrotu energii



Dobór modułu REVCON® wg maksymalnego prądu.

Podczas pracy generatorowej modułu REVCON® maksymalny prąd modułu nie może przekroczyć krótkotrwale jego prądu nominalnego o wartość większą, niż wynika to z wielkości dopuszczalnego przeciążenia – $1,2 \cdot I_n$. Dlatego też należy wyznaczyć spodziewany maksymalny prąd modułu podczas cyklu zwrotu energii do sieci, a następnie odnieść go do jego prądu nominalnego. Prąd maksymalny można łatwo obliczyć wg wzoru:

$$I_{max} = P_{max} / (U_{rms} \cdot \sqrt{3})$$

gdzie **P_{max}** jest maksymalną wartością mocy chwilowej podczas pracy generatorowej zespołu napędowego, a **U_{rms}** napięciem skutecznym występującym w danej chwili w sieci zasilającej.

Moduły REVCON® SVC (poza kilkoma wyjątkami) nie są dedykowane do pracy ciągłej, dlatego czas pracy modułu zależy od wielkości obciążenia (zwracanej energii) oraz od jego możliwości cieplnych. Moduł REVCON® SVC 38-400-1 oraz większe mogą pracować jedynie w cyklach określonych przez diagramy termiczne – krzywe nagrzewania dostępne w DTR.

Maksymalna moc zwracana do sieci.

Maksymalna moc zwracana do sieci zależy od prądu nominalnego modułu oraz od napięcia sieci zasilającej. Dobierając moduł REVCON®, należy zwrócić uwagę, że chwilowa wartość mocy zwracanej do sieci zależy od napięcia sieci w danej chwili. Wartość mocy zwracanej może być wyznaczona wg poniższej zależności:

$$P = U_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi \quad (\text{podczas zwracania energii przez moduł } \cos\varphi = 1)$$

Dlatego też maksymalna wartość energii zwracanej do sieci jest zależna od napięcia sieci i może być wyliczona na podstawie aktualnej wartości skutecznej napięcia w sieci oraz maksymalnej wartości skutecznej prądu danego modułu.

Przykład:

Moduł SVC 50, maksymalna wartość skuteczna prądu wynosi wg katalogu 72A.

Gdy napięcie sieci będzie wynosić 400V, moduł może zwracać maksymalnie:

$$P = 400V \cdot 72A \cdot \sqrt{3} = 49883 \text{ W, czyli ok. } 50.0 \text{ kW.}$$

Wdrożenie systemu zwrotu energii z modułami REVCON® w PKN ORLEN w Płocku.

Pierwotnym celem projektu było zwiększenie dynamiki układu będącego częścią ciągu technologicznego oczyszczania odpadów ropopochodnych. System jest złożony z dwóch napędów o mocy 315 kW zasilanych z przetwornic częstotliwości Danfoss FC102, dedykowanych do napędów wentylatorowych. Ze względu na warunki procesu, wentylatory muszą być zatrzymywane w czasie poniżej 80 sekund. Z powodu dużych gabarytów wentylatorów a tym samym ich dużej bezwładności, nie było możliwe tak szybkie wyhamowanie napędów przy użyciu samej przetwornicy częstotliwości. Minimalny czas hamowania, jaki udało się uzyskać, wynosił ponad 120 sekund. Rozważano dwa rozwiązania. Można dołożyć czopery i rezystory hamujące do przetwornic częstotliwości i w ten sposób pozbyć się nadmiaru energii z obwodów pośrednich przemienników a tym samym skrócić czas hamowania. Można również wykorzystać moduły zwrotu energii REVCON® i nadmiar energii zwrócić do sieci. Ostatnie rozwiązanie wydawało się nam bardziej racjonalne z trzech powodów. Po pierwsze - nie niesie z sobą konieczności dokładania do przetwornic czopery hamowania, co jest kosztowne i szczególnie kłopotliwe w okresie gwarancyjnym. Po drugie - założone rezystory będą wydzielają zbędne ciepło, które trzeba odprowadzić, a po trzecie - energia z hamowania w takim rozwiązaniu nie będzie odzyskiwana. Rozwiązanie z modułami zwrotu energii było pozbawione powyższych niedogodności a do tego gwarantowało większą skuteczność hamowania.



Zdj. 1,2. Widok przetwornic częstotliwości Danfoss FC 302 o mocy 315 kW wraz z rozdzielnicą z modułami REVCON®.

Na podstawie podanych przez producenta momentów bezwładności wentylatorów obliczono, że aby wyhamować wentylatory w czasie mniejszym niż 80 sekund, trzeba zastosować moduły, które umożliwiłyby oddanie do sieci około 38 kW. Żeby zachować niezbędny zapas, dobrano moduły REVCON® SVC 50-400-1-0 pozwalające oddać do sieci moc do 50 kW przy napięciu 400V (patrz powyższy przykład).

Do istniejących napędów 315 kW dobudowano rozdzielnicę z zainstalowanymi modułami REVCON®, niezbędnymi zabezpieczeniami oraz filtrami RFI klasy A, tak aby całość spełniała normy kompatybilności elektromagnetycznej EMC.

Po uruchomieniu całości układu napędowego stwierdzono, że jest możliwe skrócenie czasu hamowania wentylatorów ze 120 do 60 sekund. Rozwiązanie okazało się na tyle skuteczne, że możliwe było jeszcze szybsze zatrzymanie wentylatorów, ale zrezygnowano z tego z powodu obaw o ich uszkodzenia mechaniczne, które mogłyby być skutkiem zbyt gwałtownego hamowania.

Ze względu na fakt, że koszt urządzeń energoelektronicznych maleje a ceny energii wciąż rosną, tego typu rozwiązania z pewnością będą znajdować coraz większą liczbę nabywców. Szczególnie w sytuacjach, gdzie wiadomo z góry, że mamy do czynienia z często powtarzającym się w procesie produkcyjnym dynamicznym hamowaniem, rozwiązania w oparciu o rezystory hamujące w krótkim czasie prawdopodobnie zostaną wyparte przez systemy napędowe ze zwrotem energii do sieci.



Zdj. 3 Rozdzielnica z zabudowanymi modułami REVCON®

Jaromir Turlej

Artykuł firmy:

control-service

ul. Płk. Dąbka 17
30-832 Kraków
Tel.: (+48) 12 269 75 80
Fax.: (+48) 12 269 75 81
www.control-service.pl
info@control-service.pl