

Przemiennik częstotliwości średniego napięcia PowerFlex 6000T – sprawdzona technologia w zharmonizowanej architekturze sterowania

Ważnym składnikiem kompetencji inżynierskich firmy Introl Automatyka jest wieloletnie doświadczenie w implementacji urządzeń firmy Rockwell Automation charakteryzujących się najwyższą jakością oraz będących synonimem innowacyjności. Rozwój wieloletniej współpracy, formalizowanej regularnym nadawaniem naszej firmie tytułu certyfikowanego integratora (RcSI), zostaje wzmocniony dzięki przemiennikom częstotliwości średniego napięcia nowej generacji. Udoskonalenie konstrukcji oraz platformy sterowania pozwoli znacznie poprawić wydajność procesów klientom wybierającym rozwiązania sygnowane marką Allen-Bradley.

Wykorzystanie doświadczenia w aplikacjach ogólnego stosowania

Silniki indukcyjne o napięciu zasilania 6 kV z rozruchem bezpośrednim i bez możliwości płynnej regulacji prędkości, choć wciąż obecne w przemyśle, najczęściej są synonimem braku inwestycji. Pojawienie się w latach 80. XX wieku w pełni funkcjonalnych, półprzewodnikowych przemienników częstotliwości okazało się przełomem dla prostego, stosunkowo taniego oraz łatwego w utrzymaniu silnika klatkowego. Płynna regulacja prędkości następowała bez fizycznego dostępu do wirnika maszyny, a rozpoczynająca się era cyfrowa pozwoliła na obsługę urządzeń bez zaawansowanej wiedzy technicznej.

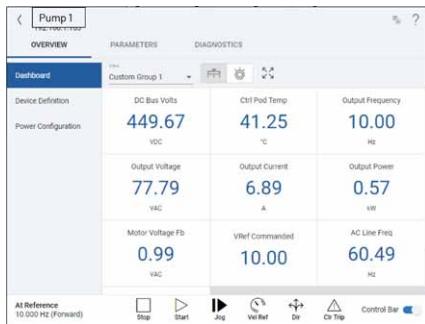
Ewolucja przemienników częstotliwości postępowała w sposób zdecydowany. Obecnie są to urządzenia, które oprócz swojej podstawowej, wynikającej z nazwy funkcji spełniają szereg coraz bardziej rygorystycznych kryteriów – od wysokiej niezawodności wyrażonej w MTBF (*Mean Time Between Failure*), poprzez certyfikowane funkcje bezpieczeństwa STO (*Safe Torque Off*) do wysoko wydajnych metod optymalizacji pracy układów, wpisujących się w koncepcję czwartej rewolucji przemysłowej.

Od ponad 30 lat firma Rockwell Automation, będąc jednym z liderów w zakresie rozwoju układów napędowych, dokonuje przełomów swoimi wysoko sprawnymi i niezawodnymi przemiennikami średniego napięcia marki Allen-Bradley, stworzonymi w topologii falownika prądowego (CSI – *Current Source Inverter*). Ograniczenie składowej zerowej napięcia przy jednoczesnej beztransformatorowej konstrukcji, kable silnikowe o długości 24 kilometrów, zwrot energii do sieci dzięki pełnej pracy czterokwadrantowej czy regulacja prędkości silnika indukcyjnego nawet z lat 30. XX wieku i to bez konieczności stosowania filtrów – to kamienie milowe umownego projektu pod nazwą „rozwój napędów średniego napięcia”, osiągnięte przez przemiennik PowerFlex 7000. Jednakże aplikacje specjalnego przeznaczenia, o ciężkim reżimie pracy lub statusie instalacji krytycznej, wykorzystujące w pełni możliwości przemienników w topologii CSI, to około 20% zapotrzebowania rynku (raport „2019 IHS MV Drive Market Study”). Wychodząc naprzeciw wymaganom klientów, Rockwell Automation zadbał również o aplikacje ogólnego stosowania poprzez produkt wykonany



w topologii falownika napięciowego (VSI – *Voltage Source Inverter*).

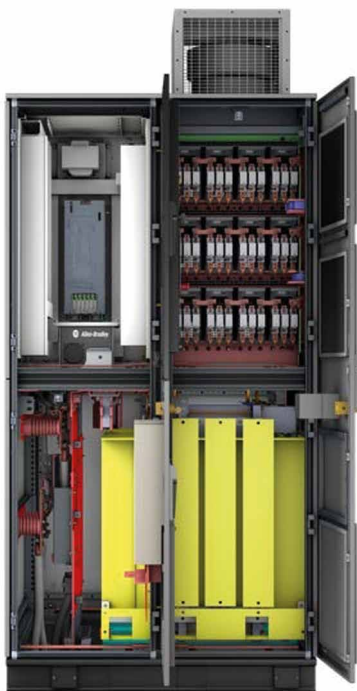
PowerFlex 6000 to przemiennik częstotliwości wykorzystujący sprawdzoną technologię CHB (*Cascaded „H” Bridge*), czyli szeregowo połączone moduły mocy zawierające układ z tranzystorami IGBT w postaci mostka, zasilane przez wielozwojowy transformator z przesunięciem fazowym, zapewniającym obniżenie współczynnika zniekształceń prądu wejściowego (THD_i). Działając w oparciu o bezczujnikowe sterowanie wektorowe, rozwiązanie to w sposób bardzo dobry radzi sobie z aplikacjami o charakterze stałomomentowym obciążenia, natomiast należy pamiętać, iż



jednak znaczna część typowych układów napędowych cechuje się charakterystyką kwadratową.

Magiczna charakterystyka wentylatorowa

Maszyny pracujące na zasadzie wykorzystywania siły odśrodkowej, takie jak wentylator czy pompa odśrodkowa, posiadają istotną cechę, którą jest zależność momentu obciążenia od kwadratu prędkości. Nadrzędnym celem przemienników częstotliwości jest więc umożliwienie osiągnięcia znaczących oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, nawet przy niewielkim obniżeniu prędkości obrotowej silnika. Przemiennik częstotliwości w topologii VSI marki Allen-Bradley został zaprojektowany tak, by poprzez technologię oraz nakład finansowy inwestora zmaksymalizować efektywność energetyczną



w aplikacjach o charakterystyce zmien-nomomentowej. Z doświadczeń inżynierów firmy Intrrol Automatyka oraz Rockwell Automation wynika, że typowy przemiennik częstotliwości w takich aplikacjach oszczędza około 25% kosztów energii wobec układu bez możliwości regulacji prędkości, co powoduje, iż inwestycja w przemiennik częstotliwości średniego napięcia może spłacić się już w okresie od kilku do kilkunastu miesięcy.

Od momentu opracowania rozwiązania urządzenia PowerFlex 6000 z powodzeniem regulują prędkość silników pomp oraz wentylatorów, zlokalizowanych pod różnymi szerokościami geograficznymi. Od najgłębszej na świecie odkrywkowej kopalni diamentów w północno-wschodniej Syberii, poprzez newralgiczną stację przepompowującą wodę pitną w Arabii Saudyjskiej, po największy w Polsce Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów. Dorastanie przemiennika częstotliwości w topologii VSI wkroczyło w kolejną fazę, uwzględniając wszystkie uwagi, które zdefiniował klient końcowy, a które Rockwell Automation jako producent w pełni wdrożył do nowej generacji urządzeń.

T jak Totalny

Jasno sformułowany przekaz płynący od użytkowników, określający kierunek rozwoju przemiennika PowerFlex 6000, to elastyczne sterowanie, zapewniające zrównoważoną efektywność pracy układu poprzez dynamiczną optymalizację. Najbardziej typowy zakres mocy to również wymóg większej kompaktowości mechanicznej rozwiązania. Rezultat prac działu rozwoju producenta, spełniający powyższe wymagania, będący jednocześnie spójnym z tendencją rynkową, ujrzał światło dzienne już w roku 2020 – PowerFlex 6000T zajął w sposób naturalny miejsce poprzedniej generacji przemienników na rynku Ameryki Północnej, w typowym dla tego regionu poziomie napięcia zasilania 4,16 kV.

Połowa roku 2021 to debiut urządzenia w regionie EMEA (obejmującym swoim zasięgiem Europę, Bliski Wschód oraz Afrykę), rozszerza się zatem zakres wspieranych napięć do wartości 6,6 kV.



Optymalizacja struktury mechanicznej urządzenia zakończyła się opracowaniem kompaktowej wersji nazwanej ramą „A”, dostępnej w odmianach prądowych: do 70 A, do 140 A oraz do 215 A. Charakteryzuje się ona niespotykanymi w klasie napięciowej wymiarami, minimalizując wymaganą przestrzeń do instalacji przemiennika. Przy standardowej wysokości 2875 mm oraz głębokości 1250 mm, przemienniki posiadają szerokość od 2310 mm (70 A), poprzez 2795 mm (140 A) do 3010 mm (215 A). Uzupełnieniem bardzo korzystnych warunków fizycznych jest dostęp z przodu do wszystkich komponentów urządzenia, który w połączeniu ze zoptymalizowanymi modułami mocy redukuje czas wymagany na instalację, uruchomienie, jak i ewentualną wymianę podzespołów.

Pełen obraz nowoczesnego rozwiązania zostaje podkreślony poprzez platformę sterowania ujednoczoną z rodziną przemienników niskiego napięcia PowerFlex 755T. Jej kluczowym komponentem jest funkcja adaptacyjnego dostrajania, oparta na zaawansowanym, automatycznym monitoringu charakterystyk pracy przemiennika. Opracowany algorytm zapewnia korelację pracy



silnika z obciążeniem oraz kompensację potencjalnych wahań. Architektura systemu sterowania pozwala na łatwą integrację oraz wizualizację w powszechnie stosowanym środowisku inżynierskim Studio 5000, natomiast możliwość rozbudowy systemu oparta jest na opatentowanym rozwiązaniu bazującym na slotach. Przy aplikacjach wymagających programowalnych funkcji jest do dyspozycji wbudowana logika oparta na języku FBD, konfigurowalna również z poziomu narzędzia Studia 5000, jak i oprogramowania Connected Components Workbench. Dopełnieniem jest intuicyjny, a zarazem bogaty w opcje konfiguracyjne oraz diagnostyczne 10-calowy interfejs eHIM (*Enhanced HIM*).

Charakterystyka PowerFlex 6000T

- 100% momentu początkowego przy bezczujnikowym sterowaniu wektorowym.
- Zabudowany, wielouzwojeniowy transformator zapewnia niski poziom THD prądu wejściowego.
- Redukcja ewentualnego przestoju dzięki funkcji obejścia uszkodzonego modułu mocy.
- Całkowita sprawność urządzenia, uwzględniająca wysoko wydajny transformator: 96,5%.
- Dopuszczalna długość kabli wyjściowych nawet do 10 km (2 km przy użyciu standardowego filtra, 800 m bez filtra).
- Chłodzenie za pomocą wentylatorów wykonanych zgodnie z dyrektywą EcoDesign.

Zaangażowanie doświadczonych partnera

W szeregu przypadków, zarówno przy inwestycjach nowych, jak i modernizacjach instalacji istniejących, specyfikacja przemiennika częstotliwości średniego napięcia jest zaczerpnięta z projektów o zbliżonym charakterze. Dodając do tego zawężenie wyboru poprzez stosowanie kryterium cenowego, finalnie ograniczane są możliwości funkcjonalne układu. Trywialnym, aczkolwiek dobrze obrazującym takie działania rezultatem jest przemiennik pracujący przy obciążeniu odbiegającym od znamionowego, zmniejszając sprawność układu napędowego, jednocześnie zwiększając współczynniki odkształceń pobieranego z sieci prądu. Jak więc wspierać inwestora w maksymalizacji wydajności, redukcji potencjalnych przestoju oraz możliwości rozwoju opartego o najnowocześniejsze technologie? Jediną drogą jest dobór poparty dogłębną analizą oraz zastosowanie wyselekcjonowanych opcji.

Zwiększenie opłacalności oraz zmniejszenie ryzyka inwestycyjnego przy stosowaniu nowoczesnych układów napędowych średniego napięcia to domena najbardziej doświadczonych firm inżynierskich. Jedną z nich jest bez wątpienia Introl Automatyka – firma tworzona przez pasjonatów z ponad 30-letnim doświadczeniem. Kompleksowe podejście do realizowanych projektów oraz proponowanie innowacyjnych rozwiązań jest możliwe dzięki przynależności firmy do silnej i stabilnej Grupy Kapitałowej Introl SA.

Dział układów napędowych MVD (*Medium Voltage Drives*) w firmie Introl Automatyka od ponad 15 lat zajmuje się wdrożeniami „pod klucz” przemienników częstotliwości średniego napięcia w zaawansowanych projektach polskiego przemysłu. Doskonale zaplecze techniczne oraz bezpieczeństwo finansowe firmy pozwoliło osiągnąć certyfikację Rockwell Automation Recognized

System Integrator (RcSI), dzięki czemu znacznie wzrosły nasze kompetencje widziane z perspektywy klienta końcowego. Czynności, które historycznie, ze względu na kompleksowość, wykonywane były jedynie przez producenta, od wielu lat są również naszą domeną. Liczne grono klientów krajowych oraz zagranicznych korzysta więc z wykonywanych przez nas na najwyższym poziomie uruchomień oraz gwarancyjnej i pogwarancyjnej obsługi serwisowej układów napędowych. Nasz zespół



certyfikowanych inżynierów ds. układów napędowych, będący największą tego typu jednostką w regionie EMEA, z sukcesem uruchamiał przemienniki w topologii prądowej oraz napięciowej marki Allen-Bradley, nie rzadko w aplikacjach o statusie instalacji krytycznych.

Rockwell Automation, wraz ze swoimi markami, to ponad 100 lat historii oraz referencje oparte na ponad 10 000 zainstalowanych przemienników częstotliwości średniego napięcia o łącznej mocy ponad 13 GW. Dodając do tego doświadczenie zdobyte przez Introl Automatyka oraz nasz permanentny rozwój, możemy zagwarantować naszym klientom najwyższą jakość oferowanych układów napędowych. ■

Do zobaczenia na obiekcie!

Damian Krinke

Inżynier ds. systemów napędowych



Introl Automatyka Sp. z o.o. sp. k.

ul. Tadeusza Kościuszki 112

40-519 Katowice

tel. 32 789 00 30

e-mail: biuro@introlautomatyka.pl