

# Falowniki średniego napięcia N.5000 firmy Hyundai

Falowniki średniego napięcia N. 5000 firmy Hyundai to rozwiązania napędowe przeznaczone dla silników dużych mocy 300 kW – 10 MW pracujących w aplikacjach przemysłowych. Przemiennej rodziny N. 5000 są przydatne zarówno w nowych instalacjach, jak i w modernizacji eksploatowanych napędów na napięcie 6 kV (3,3 kV / 11 kV). Dystrybutorem urządzeń jest firma Centrum Elektroniki Stosowanej CES z Krakowa.

Regulację prędkości napędu uzyskuje się umieszczając przemiennik w dowolnym miejscu na trasie zasilania silnika, bez wymiany silnika, okablowania i bez transformatora podwyższającego napięcie. Podstawowe korzyści z zastosowania przemienników N. 5000 w porównaniu do napędu NN to podniesienie sprawności całego napędu (z uwzględnieniem toru zasilania), niska zawartość harmonicznych, niski poziom  $dU/dt$  oraz wykorzystanie typowego napięcia znamionowego silników.

## Główne cechy

Współczynnik mocy falownika N. 5000 wynosi powyżej 0,95. Urządzenie nie wymaga

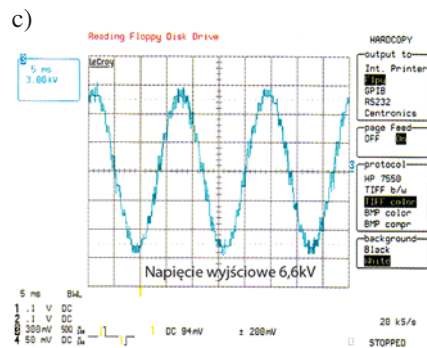
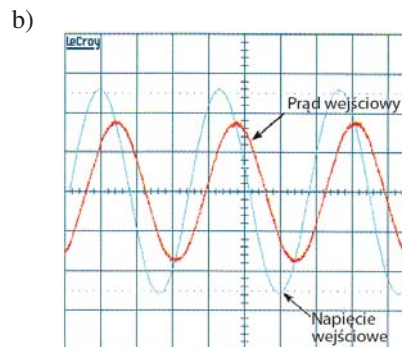
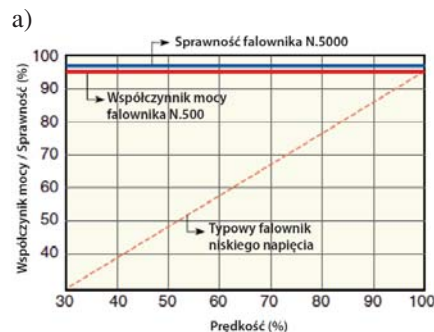
stosowania baterii kondensatorów. Sprawność systemu sięga powyżej 96% (rys. 2). W falowniku nie stosuje się dodatkowych filtrów wejściowych / wyjściowych oraz transformatora podwyższającego napięcie.

Modele N. 5000 oferują bardzo dużą redukcję harmonicznych przedostających się do sieci zasilającej (w stosunku falowników nn) – dzięki zastosowaniu na wejściu układu 36/18-pulsowego. Bez dodatkowych filtrów falownik N. 5000 spełnia najwyższe wymagania IEEE-519 (1992) dotyczące poziomu harmonicznych. Dzięki tym parametrom zabezpiecza pozostałe urządzenia przed szkodliwym wpływem harmonicznych.

Falownik wytwarza sygnał wyjściowy bliski sinusoidalnemu, bez konieczności

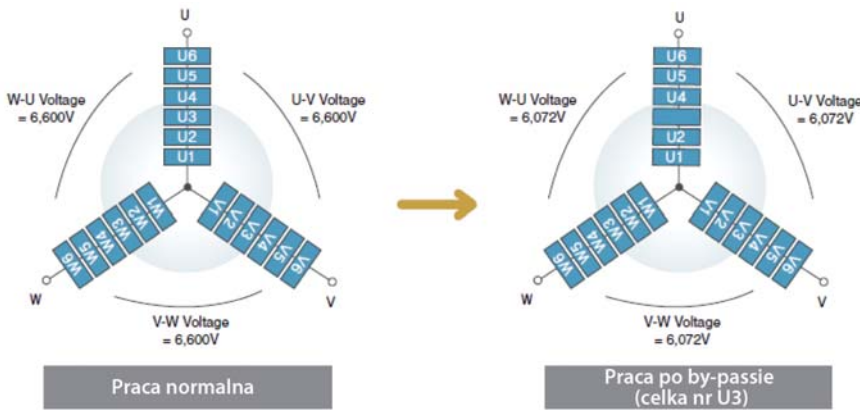


Rys. 1. Falownik średniego napięcia N.5000



Rys. 2. Parametry falownika N.5000:  
a – sprawność urządzenia,  
b – xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx,  
c – xxxxxxxxxxxxxxx

stosowania dodatkowych filtrów. Istnieje możliwość aplikowania N. 5000 do istniejących silników bez dodatkowych modyfikacji (w zakresie uzwojeń oraz łożysk). Ograniczona szybkość zmian napięcia w czasie ( $du/dt$ ) znacznie zmniejsza dodatkowe straty mocy w silniku i ogranicza



Rys. 3. Funkcja by-passu celki falownika

wytwarzane zakłócenia elektromagnetyczne. Do instalacji można zastosować istniejące okablowanie, bez restrykcji w zakresie długości połączeń.

**Gabaryty, konserwacja**

Małe gabaryty urządzenia uzyskano dzięki integracji wewnętrznej panelu transformatora wejściowego z panelem falownika. Na zmniejszenie wymiarów wpływa też brak konieczności stosowania dodatkowego sprzętu jak filtry wejściowe/wyjściowe. Dzięki modułowej zabudowie celek falowników jednofazowych możliwy jest bardzo szybki dostęp serwisowy.

**Niezawodność**

Wysoką niezawodność rozwiązania osiągnięto poprzez zastosowanie powszechnie dostępnych tranzystorów IGBT w budowie pojedynczych modułów falownika. Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych procesorów

zredukowana została liczba elementów układu sterującego. Falownik posiada zaawansowane układy wewnętrznej diagnostyki.

**Sterowanie silnikiem**

Oferowane przez falownik N. 5000 sterowanie wektorowe bezczujnikowe (sensorless) zapewnia:

- wysoki moment przy starcie,

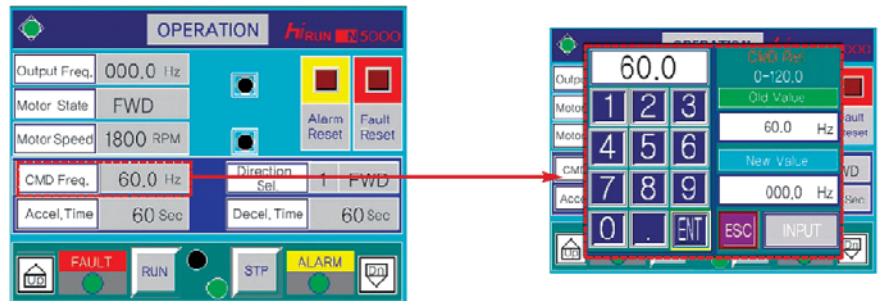
- kontrolę prądu, prędkości oraz wibracji silnika w zakresie małych prędkości,
- szybką odpowiedź momentu oraz dokładną kontrolę prędkości,
- szeroki zakres częstotliwości wyjściowej: 0-120 Hz.

Urządzenie dysponuje także funkcją energooszczędnego sterowania V/f dla aplikacji pompowych, wentylatorowych. Istnieje możliwość dodatkowego zwiększenia precyzji sterowania poprzez zastosowanie sterowania z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego (opcjonalnie).

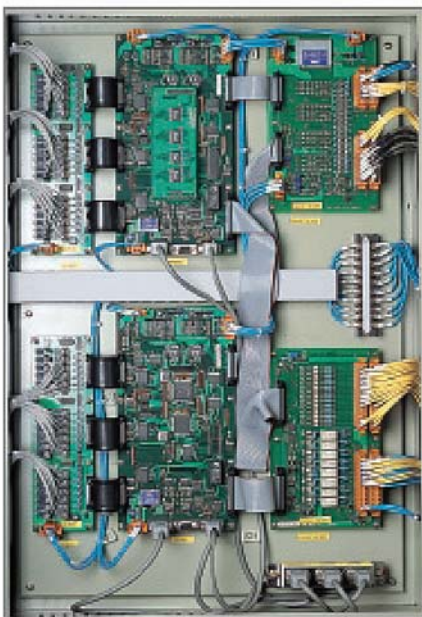
**Zabezpieczenie silnika**

W zakresie ochrony silnika falownik dysponuje zabezpieczeniami takimi jak:

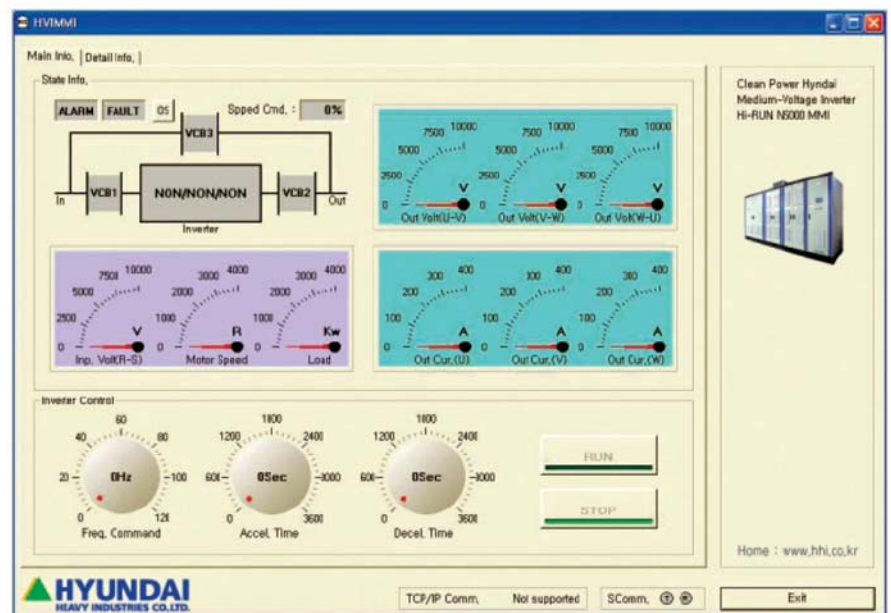
- ograniczenie prądowe,
- zabezpieczenie nadprądowe,
- nadnapięciowe,
- przeciążeniowe,
- podnapięciowe,
- zabezpieczenie przed doziemieniem,
- kontrola poprawności pracy procesora CPU, pracy wentylatorów oraz napięcia sterującego.



Rys. 5. Parametry widoczne na panelu LCD



Rys. 4. Opcjonalny układ redundantnego procesora



Rys. 6. Widok ekranu oprogramowania do zarządzania pracą falownika

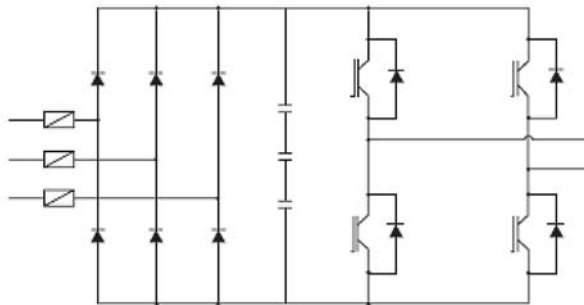
Tabela 1. Specyfikacja techniczna falownika N.5000 – klasa napięciowa 6600 V (6 kV)<sup>1)</sup>

Moc wyjściowa [kVA]	400	600	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5400	6000	
Prąd wyjściowy In[A]	35	53	70	88	105	132	175	219	263	307	350	394	473	525	
Moc wyjściowa [kW] <sup>2)</sup>	330	495	675	835	1000	1270	1700	2130	2590	3020	3450	3930	4500	5000	
Wymiary [mm]	Szerokość	3200		3900		4900		5100		5200	5700	5900	6000		
	Wysokość	2800													
	Głębokość	1100					1200			1400					
Waga [ton]	4,4	5	5,7	6	6,8	7,3	8,5	9	10	11	13	13,5	-	-	
Typ rozmiaru	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Wyjście	Częstotliwość	0 – 120 Hz													
	Przeciążalność	120% przez 60 sekund (opcjonalnie 150% przez 60 sekund)													
Wejście	Zasilanie	3-fazowe 6,6 kV(6 kV), 50/60 Hz (dostępne również 3,3 kV, 4,16 kV, 10,5 kV, 11 kV, 13,8 kV)													
	Sterowanie	1-fazowe 230 V lub 3-fazowe 230 V, lub 3-fazowe 400 V 50/60 Hz													
	Tolerancja	napięcie: +/-10%, częstotliwość: +/-5%													
Współczynnik mocy od strony zasilania	około 95% lub więcej, przy prędkości nominalnej														
Sprawność	około 96% (z uwzględnieniem transformatora)														
Specyfikacja sterowania	Metoda	sterowanie wektorowe bez sprzężenia + wielopoziomowe sinusoidalne PWM (multi level PWM)													
	Dokładność – f	+/-0,5% maksymalnej częstotliwości wyjściowej (Wejście analogowe)													
	Charakterystyka obciążenia	moment tzw. kwadratowy, stały moment													
	Przyspieszanie / zwalnianie	0,1...3600 s (w zależności od GD2) aplikacji)													
	Główne funkcje	soft-stall (automatyczna kontrola redukcji obciążenia przy pracy z przeciążeniem), możliwość ciągłej pracy przy utracie referencji prędkości, autorestart, szerokie możliwości nastaw ramp przyspieszania/zwalniania, informacja o całkowitym czasie pracy itp.													
	Zabezpieczenia	ograniczenie prądowe, zabezpieczenie nadprądowe, podnapięciowe, nadnapięciowe, przeciążeniowe, przed doziemieniem, błąd CPU, błędne chłodzenie, błędne zasilanie sterowania													
	Komunikacja	RS485/ RS232, Modbus (standard), Ethernet, Profibus-DP (opcja)													
Obsługa	Wyświetlacz	kolorowy wyświetlacz graficzny, TFT, 5 cali													
	Przyciski	Start, Stop, Reset błędu, Zablokowanie (Stop bezpieczeństwa),													
We/Wy	Analogowe	4 wejścia (DC 4..20 mA lub 0..10 V), 4 wyjścia (DC 4..20 mA lub 0..10 V)													
	Cyfrowe	16 wejść (dry contact)													
Transformator wejściowy		8 wyjść (dry contact: AC 250V 5 A lub DC 30 V 5 A)													
		typu suchego, klasa temperaturowa H, przełączanie +/-5%, dedykowany dla N.5000													
Konstrukcja	Obudowa	IP20 (IEC529) – wyższe IP opcjonalnie													
	Typ szafy	wolnostojąca, obsługiwana od przodu, drzwi blokowane kluczem													
	Chłodzenie	wymuszone za pomocą wentylatorów zabudowanych na szafie													
	Kolor szafy	Munsell No. 5Y 7/1													
Parametry otoczenia	Temp. Otoczenia	0 – 40°C													
	Wilgotność	maksymalnie 85% (bez kondensacji)													
	Wysokość	do 1000 m n.p.m.													
	Wibracje	poniżej 0,5 G w zakresie 10 – 50 Hz													
	Instalacja	wewnętrzna													
Standardy	IEC, CE														

1) dla napięć zasilających: 3,3 kV, 4,16 kV, 10,5 kV, 11kV należy skontaktować się z firmą CES;

2) dla większych mocy należy skontaktować się z firmą CES; podana moc dla typowych klatkowych silników Hyundai, 4-polowych





Rys. 7.  
Konfiguracja obwodów – jednofazowa celka falownika (celka mocy)

93

### Opcjonalne funkcje bezpieczeństwa

#### By-pass celki falownika

W przypadku uszkodzenia jednej z celek podczas pracy, zostaje ona automatycznie zmostkowana (rys. 3). Po dokonaniu funkcji by-passu, na wyjściu falownika napięcie stanowi 92% napięcia znamionowego.

#### Układ redundantnego procesora

W przypadku uszkodzenia podczas pracy głównego procesora (Master), kontrolę

nad urządzeniem przejmuje automatycznie procesor zapasowy (Slave).

#### Redundantne optyczne połączenia komunikacji CAN

W przypadku pojawienia się problemów z połączeniami optycznymi, komunikacja przełączana jest automatycznie na redundantny obwód.

#### Redundantne zasilanie sterowania

Moduł zasilania awaryjnego monitoruje stan zasilania obwodów sterowniczych

– w przypadku błędu w obwodzie zasilania moduł przejmuje funkcje zasilania.

#### Komunikacja z falownikiem – panel LCD, oprogramowanie

Przełączniki częstotliwości serii N. 5000 są wyposażone w dotykowy panel LCD. Komunikacja za pomocą wyświetlacza pozwala na prostą nawigację i dostęp do funkcji urządzenia (rys. 5). Na ekranie wyświetlane są aktualne parametry pracy:

- częstotliwość, napięcia wejściowe/wyjściowe, prąd wyjściowy,
- stan wejść/wyjść zewnętrznych sygnałów,
- status ostrzeżeń,
- a w zakresie alarmów i błędów:
  - typ alarmu,
  - czas alarmu,
  - częstotliwość podczas wystąpienia błędu,
  - napięcie oraz prąd podczas wystąpienia błędu.

Opcjonalne oprogramowanie na PC pozwala na zdalne sterowanie i monitoring za pomocą laptopa lub PC. Za pośrednictwem komputera można w łatwy sposób dokonywać zmian nastaw parametrów (rys. 6). Komunikacja jest realizowana za pośrednictwem wielokomunikacyjnego interfejsu (RS-232, RS-485, Modbus).

Opracowano na podstawie materiałów firmy CES

Tabela 2. Budowa wewnętrzna falownika N.5000 – komponenty



Multi-Winding Phase-Shifted Transformer	Cell Inverter	Control Panel
<b>Sekcja transformatora wielozwojowego</b>	<b>Sekcja celek falownikowych</b>	<b>Sekcja sterowania</b>
panel wolnostojący	6 lub 3 celki połączone w szereg dla każdej fazy	cyfrowy, sygnałowy mikroprocesor dla kontroli urządzenia
dla 6 kV – 18 przesuniętych w fazie uzwojeń	sekcja konwersji mocy oraz modulacji PWM	funkcja wewnętrznej diagnostyki
dla 3,3 kV – 9 przesuniętych w fazie uzwojeń	25-poziomowe (6 kV) / 13-poziomowe (3,3 kV) 3-fazowe bezpośrednie wyjście	karty rozszerzeń WE/WY
zaciski zasilające / zaciski wyjściowe dla silnika	-	sterowanie komunikacją CAN oraz transmisją optyczną
-	-	UPS dla awaryjnego podtrzymania napięcia sterowania (opcja)

**KONTAKT**

**Centrum Elektroniki Stosowanej „CES” Sp. z o.o.**  
 ul. Wadowicka 3,  
 30-347 Kraków  
 tel. (12) 269 00 11  
 fax (12) 267 37 28  
 e-mail: ces@ces.com.pl