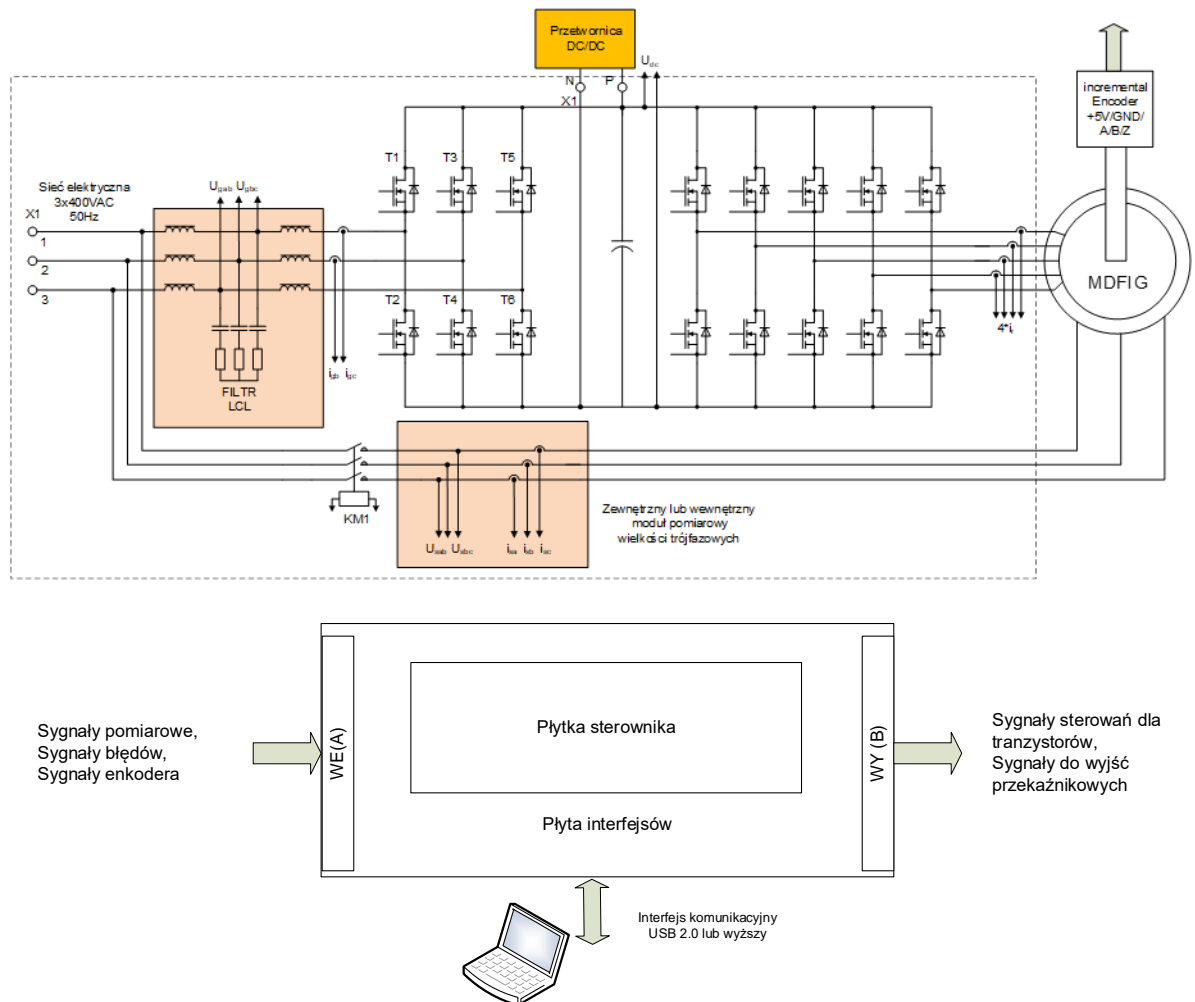


### Konstrukcja dwukierunkowego przekształtnika energoelektronicznego

Na rysunku 1 przedstawiono uproszczoną strukturę wewnętrzną dwukierunkowego przekształtnika energoelektronicznego, będącego przedmiotem zamówienia. Struktura przekształtnika nie obejmuje przetwornicy DC/DC, która jest elementem opcjonalnym.



Rys. 1 Struktura wewnętrzna obwodów silnoprądowych przekształtnika dwukierunkowego.

1. Przekształtnik powinien charakteryzować się następującymi minimalnymi parametrami technicznymi i cechami funkcjonalnymi:

- 1) Wyściowa moc czynna ciągła przekształtnika dwukierunkowego  $P_n=3kW$ ,
- 2) Przeciężalność 150% / 3min,
- 3) Zasilanie trójfazowe od strony sieci 3x400VAC, +/-10%,
- 4) Częstotliwość zasilania od strony sieci 50Hz, +/-5%,
- 5) Częstotliwość wyjściowa pierwszej harmonicznej napięcia wyjściowego po stronie odbiornika 5-fazowego nie mniejsza niż 200Hz,
- 6) Zakres regulacji pierwszej harmonicznej częstotliwości napięcia wyjściowego po stronie falownika 5-fazowego oraz falownika 3-fazowego: nie mniejszy niż 0,01Hz do 200Hz,
- 7) Pomiar minimum 4 prądów fazowych po stronie falownika 5-fazowego,

- 8) Układ sterownika przekształtnika powinien być realizowany z zastosowaniem jednego procesora sygnałowego lub dwóch współpracujących ze sobą,
- 9) Dopuszczalne jest zastosowanie układu sterownika zbudowanego w oparciu o procesor sygnałowy i układ FPGA,
- 10) Procesor DSP o parametrach nie gorszych niż: architektura zmiennoprzecinkowa DSP, magistrala do peryferiów 32 bitowa, rdzeń wewnętrzny 64 bitowy, 333 MHz, nie mniej niż 666 MIPS, nie mniej niż 3 Mb SRAM, dostęp do pamięci przez DMA.
- 11) Możliwość niezależnego sterowania:
  - a) tranzystorami falownika pięciofazowego,
  - b) tranzystorami falownika trójfazowego,
- 12) Maksymalne napięcie dopuszczalne robocze obwodu pośredniczącego: nie mniejsze niż 700VDC,
- 13) Falowniki wykonane z zastosowaniem tranzystorów w technologii SiC o napięciu blokowania nie mniejszym niż 1200V,
- 14) Możliwość realizacji algorytmów PWM z częstotliwością kluczowania tranzystorów nie mniejszą niż 20kHz,
- 15) Montaż urządzenia wewnątrz pomieszczenia laboratoryjnego, oddzielna szafa montażowa,
- 16) Przynajmniej 2 wejścia analogowe napięciowe (0-10V),
- 17) Przynajmniej 2 wejścia cyfrowe,
- 18) Przynajmniej 4 wyjścia przekaźnika wielofunkcyjnego o obciążalności nie mniejszej niż 3A/230VAC,
- 19) Wejście do obsługi enkodera inkrementalnego ze standardowym wyjściem 3 kanałowym ABZ, zasilanie enkodera 5VDC, rozdzielczość 720 impulsów/obrot, maksymalna częstotliwość impulsów wyjściowych z enkodera dla kanału A i B do 20 kHz,
- 20) Minimalne funkcje ochronne przed przeciążeniem przemiennika częstotliwości:
  - a) blokada samopodtrzymująca sygnałów sterujących tranzystorami przekształtnika sieciowego po detekcji przekroczenia wartości progowej prądu, blokada realizowana przez niezależny obwód analogowy, aktywacja oraz status blokady dostępny dla procesora DSP,
  - b) blokada samopodtrzymująca sygnałów sterujących tranzystorami przekształtnika maszynowego po detekcji przekroczenia wartości progowej prądu, blokada realizowana przez niezależny obwód analogowy, aktywacja oraz status blokady dostępny dla procesora DSP,
  - c) blokada samopodtrzymująca sygnałów sterujących tranzystorami przekształtnika sieciowego po detekcji przekroczenia wartości progowej napięcia w obwodzie DC, blokada realizowana przez niezależny obwód analogowy, aktywacja oraz status blokady dostępny dla procesora DSP,
  - d) blokada samopodtrzymująca sygnałów sterujących tranzystorami przekształtnika sieciowego po detekcji przefiltrowanego sygnału FAULT, blokada realizowana przez niezależny układ zbudowany z elementów logicznych, aktywacja oraz status blokady dostępny dla procesora DSP,
  - e) zabezpieczenie programowe DSP przed nienormalnym przebiegiem czasowym napięć sieci 3x400VAC,
  - f) zabezpieczenie programowe DSP przed brakiem synchronizacji z siecią zasilającą,
  - g) blokada programowa sygnałów sterujących PWM przed brakiem aktualizacji sterowania spowodowanej zawieszeniem procesora, źródłem inicjującym blokadę ma być układ watchdog'a wbudowanego lub zewnętrznego lub rezultat operacji logicznych na rejestrach procesora,
  - h) blokada programowa przed degradacją informacji z enkodera inkrementalnego.
- 21) Zabezpieczenie zwarciove od strony sieci trójfazowej,
- 22) Wbudowany filtr wejściowy od strony sieci zasilającej 3x400VAC w konfiguracji LCRL lub LCR,
- 23) Możliwość podłączenia opcjonalnej zewnętrznej przetwornicy DC/DC o mocy 800W do obwodu DC przekształtnika poprzez dedykowany stycznik napięcia stałego sterowany z płytki sterownika głównego,

- 24) Możliwość wpięcia sygnałów komunikacyjnych przetwornicy DC/DC do płytki sterownika głównego z pełną separacją galwaniczną. Zalecane protokoły komunikacyjne: MODBUS RTU, MODBUS TCP, CAN.
- 25) Konstrukcja przekształtnika powinna być zamknięta w obudowie stalowej o zalecanych wymiarach 400 x 600 x 300mm [szerokość x wysokość x głębokość], szczelność minimum IP66 z drzwiami na zawiasach z kątem otwarcia nie mniejszym niż 100°. Obudowa powinna być wyposażona w wyjmowaną stalową płytę montażową.
- 26) Przekształtnik musi być wyposażony w jednoznacznie opisane listwy zaciskowe do podłączenia zewnętrznych przewodów zasilających, sygnałów wyjściowych oraz sygnałów pomiarowych.
- 27) Zakres temperatury otoczenia dla normalnej pracy przekształtnika: od 15 °C do 35°C.
- 28) Zakres wilgotności względnej dla normalnej pracy przekształtnika: 30-60%.
- 29) Oferowana konstrukcja powinna posiadać gwarancję rozruchową na część silnoprądową nie mniejszą niż 30 dni kalendarzowych, licząc od dnia podpisania protokołu odbioru, bez zastrzeżeń.
- 30) Sterownik procesorowy przekształtnika powinien posiadać gwarancję minimum 24 miesiące, licząc od dnia podpisania protokołu odbioru, bez zastrzeżeń.
- 31) Termin realizacji zamówienia: maksymalnie do 16 tygodni, licząc od dnia zawarcia umowy.**

2. Przekształtnik musi zawierać dodatkowy trójfazowy moduł realizujący pomiar wielkości trójfazowych, w tym minimum 2 prądów fazowych w przedziale od 10A do 15A wartości skutecznej i minimum 2 napięć międzyfazowych o wartości  $400VAC \pm 10\%$  z zastosowaniem czujników hallotronowych lub innej technologii pomiarów. Moduł pomiarowy może być częścią składową przekształtnika lub układem samodzielnym połączonym z konstrukcją przemiennika przewodem o długości nie krótszej niż 1,5m. Przekształtnik, jako urządzenie musi mieć możliwość komunikacji dwustronnej z komputerem klasy PC poprzez port USB 2.0 z pełną separacją galwaniczną. Do przekształtnika muszą być dostarczone sterowniki oraz program do obsługi urządzenia w systemie Windows 10 w wersji 32 i 64 bity. Oprogramowanie wykorzystywane do tworzenia algorytmów sterowania realizowanych w procesorze sterownika głównego musi być dostępne w ramach licencji bez kosztowej. Odstępstwem od tej zasady jest sytuacja, w której Zamawiający posiada już licencję na wymagane oprogramowanie. Informacja nt. dostępności licencji dla określonego oprogramowania dostępna będzie dla Wykonawcy po złożeniu zapytania. Wykonawca powinien dostarczyć program napisany w języku C do sterowania przekształtnikiem w formie nieograniczonego kodu komputerowego. Wgrane oprogramowanie sterownika głównego w wersji podstawowej powinno umożliwiać:
  - 1) Sterowanie pojedynczymi tranzystorami falownika sieciowego oraz napięciowego,
  - 2) Niezależne zadawanie częstotliwości i amplitudy napięć wyjściowych po stronie falownika 5-fazowego oraz falownika 3-fazowego,
  - 3) Odczyt minimum:
    - a) sygnałów pomiarowych z układu,
    - b) stanów wejść cyfrowych,
    - c) sygnałów z enkodera,
  - 4) Sterowanie wyjściami przekaźnikowymi,
  - 5) Bezpośredni zapis danych pomiarowych do komputera klasy PC.
3. Komunikacja przekształtnika z komputerem klasy PC powinna być realizowana poprzez konsolę operatora umożliwiającą ładowanie programu sterowania, odczyt i zapis zmiennych programu procesora DSP. Ponadto konsola musi mieć możliwość rejestracji minimum 5 dowolnych zmiennych globalnych programu realizującego algorytm sterowania z rozdzielczością przynajmniej 50  $\mu s$  i długością rekordu nie mniejszą niż 1s. Przeprogramowanie płytki sterownika głównego powinno być realizowane bezpośrednio przez złącze USB lub w przypadku innego rozwiązania niezbędne programatory lub konwertery powinny stanowić standardowe wyposażenie urządzenia.

4. Wykonawca w terminie 14 dni kalendarzowych, licząc od dnia zawarcia umowy w sprawie zamówienia opracowuje i przedstawia Zamawiającemu do oceny uproszczony schemat ideowy prototypu przekształtnika dwukierunkowego zawierający co najmniej informacje nt.:
  - 1) Modeli:
    - a) tranzystorów mocy zastosowanych w przekształtniku,
    - b) sterowników bramkowych dla zastosowanych tranzystorów,
  - 2) Modelu procesora sygnałowego,
  - 3) Koncepcji:
    - a) pomiaru prądu po stronie falownika trójfazowego oraz 5 fazowego (rodzaj przetworników),
    - b) pomiaru napięcia po stronie sieci (rodzaj przetworników),
  - 4) Schematu blokowego płyty interfejsów wraz z opisem sygnałów wejściowych i wyjściowych.
5. Warunkiem odbioru przez Zamawiającego bez zastrzeżeń przedmiotu umowy jest dostarczenie przez Wykonawcę kompletnych schematów urządzenia, zarówno części wysokoprądowej jak i układów elektroniki sterującej. Zamawiający dopuszcza możliwość przygotowania i dostarczenia ww. schematów w formacie PDF.
6. Odbiór techniczny urządzenia przez Zamawiającego obejmuje:
  - 1) Załączenie części falownika sieciowego w trybie prostownika 6-pulsowego i uruchomienie falownika 5-fazowego w trybie (U/f) z możliwością ręcznej zmiany częstotliwości (f) i amplitudy napięcia wyjściowego (U) na odbiorniku RL lub testowym silniku 5 fazowym,
  - 2) Zasilanie obwodu DC z zasilacza prądu stałego i uruchomienia falownika sieciowego trybie (U/f) z możliwością ręcznej zmiany częstotliwości (f) i amplitudy napięcia wyjściowego (U) na odbiorniku RL lub testowym silniku 3 fazowym,
  - 3) Sprawdzenie:
    - a) wszystkich torów pomiarowych prądów i napięć w silnoprądowym obwodzie głównym przekształtnika oraz dodatkowego modułu pomiarowego napięć trójfazowych,
    - b) możliwości rejestracji sygnałów pomiarowych i zmiennych wewnętrznych programu sterowania poprzez dołączoną konsolę operatora
  - 4) Sprawdzenie możliwości sterowania wyjściami przekaźnikowymi,
  - 5) Odczyt sygnałów z wejść cyfrowych i analogowych.