**Opis przedmiotu zamówienia**

1. **Nazwa urządzenia:** Dwusilnikowe, zintegrowane środowisko do badań nad sterowaniem układów energoelektronicznch, wyposażone w układ do przetwarzania sygnałów cyfrowych w czasie rzeczywistym (DSP) oraz dedykowanym interfejsem FPGA.
2. **Krótki opis urządzenia**: Aparatura naukowo-badawcza fabrycznie nowa
3. **Kod CPV: 38500000-0, 31100000-7**
4. **Opis urządzenia przez parametry / specyfika techniczna**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nazwa przedmiotu zamówienia:**  Dwusilnikowe, zintegrowane środowisko do badań nad sterowaniem silników elektrycznych, wyposażone w układ do przetwarzania sygnałów cyfrowych w czasie rzeczywistym (DSP) oraz dedykowanym interfejsem FPGA. | | |
| **Parametry techniczne i funkcjonalne urządzenia** | | |
| **Lp.** | **Wymagania zamawiającego** | **Oferowany parametr** |
| **Wypełnia Wykonawca** |
| 1 | **Kontroler do szybkiego**  **prototypowania układów sterowania**  **w systemach energoelektronicznych**  (sztuk 1) .  - Urządzenie powinno umożliwiać  eksperymentalną walidację  algorytmów sterowania w czasie  rzeczywistym, zarówno dla  pojedynczych układów  energoelektronicznych, jak i dla ich  wzajemnych interakcji w układach  złożonych. System musi być zdolny  do synchronizacji wielokanałowych  pomiarów z pętlami regulacji  zamkniętej dla potrzeb tworzenia i  implementacji cyfrowych bliźniaków  opartych na sieciach neuronowych.  - Wydajność obliczeniowa  ● Procesor o taktowaniu min. 1.5 GHz  ● Programowalny układ FPGA (min.  500K) z możliwością użytkowej  konfiguracji  ● System operacyjny czasu  rzeczywistego z obsługą aplikacji  sterujących w pętli zamkniętej do  częstotliwości min. 500 kHz  - Wejścia i wyjścia:  ● Min. 24 wejść analogowych 16-  bitowych, o częstotliwości  próbkowania min. 20 Msps,  zapewniających synchroniczną  akwizycję sygnałów  ● Programowalny analogowy front-end  pozwalający na regulację  wzmocnienia, impedancji wejściowej i  filtracji sygnałów  ● Min. 48 wyjścia PWM o rozdzielczości  czasowej min. 250 ps, umożliwiające  generację impulsów modulacyjnych  do sterowania przekształtnikami  mocy  ● Min. 24 wyjść cyfrowych i 24 wejść  cyfrowych do sterowania i  monitorowania systemu  ● Obsługa dedykowanych interfejsów  enkoderów impulsowych,  rezolwerów, czujników halla,  czujników temperatury  - Obsługa komunikacji i synchronizacji  ● Gigabitowy port Ethernet do  komunikacji z systemami  nadrzędnymi  ● Interfejsy QSFP+ do transmisji  optycznej z opóźnieniem poniżej 1 µs  i dokładnością synchronizacji w  zakresie nanosekundowym  ● Obsługa wielomodułowej pracy  sieciowej – możliwość łączenia do 64  jednostek w jeden system sterowania  - Modulacja PWM i zabezpieczenia  ● Obsługa różnych algorytmów  modulacji PWM: standardowej,  wektorowej SV-PWM, modulacji z  eliminacją harmonicznych oraz  predykcyjnego sterowania  modelowego (MPC)  ● Sprzętowe zabezpieczenia i szybkie  blokowanie sygnałów PWM w  przypadku wykrycia stanów  awaryjnych  ● Obsługa sygnałów interlock  optycznych i elektrycznych  - Wymagania kompatybilności i  integracji  ● Pełna kompatybilność z  dedykowanymi układami  energoelektronicznymi  ● Możliwość integracji z  oprogramowaniem MATLAB/Simulink  oraz narzędziami do symulacji  przekształtników  energoelektronicznych  ● Obsługa cyfrowych bliźniaków z  wykorzystaniem zaawansowanych  algorytmów sterowania  - Zasilanie 110-230V AC  - Możliwość montażu w obudowach  rackowych  - Dedykowany interfejs użytkownika  do konfiguracji i monitorowania  pracy systemu. |  |
| 2 | **Oprogramowanie do**  **automatycznej generacji kodu**  (sztuk 1):  - umożliwia szybkie wdrażanie  algorytmów sterowania i regulacji  automatycznej w układach i  systemach energoelektronicznych.  - umożliwia pełną kompatybilność z  dedykowanymi platformami  sprzętowymi stosowanymi w  badaniach nad przekształtnikami  energoelektronicznymi typu DC/DC,  DC/AC, AC/DC.  - umożliwia integrację z systemami  akwizycji danych i sterowania w  czasie rzeczywistym.  - Wymagane funkcjonalności:  System operacyjny sterownika  ● Dedykowany system operacyjny  czasu rzeczywistego do obsługi  platformy sprzętowej (np. BBOS)  ● Obsługa aplikacji sterujących o  częstotliwości pętli zamkniętej do min.  250 kHz  ● Wsparcie dla przetwarzania  równoległego i wielowątkowego  - Środowisko do automatycznej  generacji kodu:  ● Narzędzia do automatycznego  generowania kodu sterującego z  poziomu modelowania w środowisku  MATLAB/Simulink  ● Obsługa kompilacji kodu  bezpośrednio na platformie  sprzętowej bez konieczności ręcznej  ingerencji użytkownika  ● Możliwość generacji kodu w językach  wysokiego poziomu oraz ich  automatycznego optymalizowania pod  kątem wydajności FPGA  - Kompatybilność z narzędziami  symulacyjnymi:  ● Wsparcie dla narzędzi do symulacji w  czasie rzeczywistym (RTS) i emulacji  układów energoelektronicznych  ● Możliwość implementacji cyfrowych  bliźniaków systemów sterowania oraz  ich uruchamiania na platformie  sprzętowej  ● Obsługa bibliotek sterowania  dedykowanych dla energoelektroniki  - Interfejs użytkownika i monitorowanie  pracy systemu:  ● Graficzny interfejs użytkownika do  konfiguracji i monitorowania  parametrów sterowania w czasie  rzeczywistym  ● Możliwość wizualizacji i analizy  danych w czasie rzeczywistym bez  wpływu na działanie sterownika  ● Obsługa komunikacji przez Ethernet  oraz interfejsy optyczne SFP+  - Zarządzanie bezpieczeństwem i  Niezawodnością:  ● Automatyczna diagnostyka i obsługa  błędów systemowych  ● Wbudowane zabezpieczenia przed  nieautoryzowaną zmianą konfiguracji  sterowania  ● Możliwość odtwarzania ustawień i  konfiguracji w przypadku awarii  - Licencja i dostępność  ● Licencja dożywotnia przypisana do  konkretnego urządzenia,  niewymagająca okresowego  odnawiania,  ● Obsługa przyszłych aktualizacji i  wsparcie dla nowych wersji  sterownika sprzętowego,  ● Możliwość pracy w trybie offline, bez  konieczności połączenia z internetem.  - Oprogramowanie powinno  umożliwiać badania nad wybranymi  pojedynczymi konfiguracjami układów  energoelektronicznych, a także nad  wzajemnym oddziaływaniem kilku  układów energoelektronicznych |  |
| 3 | **Obudowa rackowa 3U (sztuk 1):**  - otwarta konstrukcja przeznaczona  do montażu modułów mocy w  standardzie 19".  - Umożliwia integrację do ośmiu  przedmiotowych modułów  energoelektronicznych, co pozwala  na elastyczne konfigurowanie  systemów przekształtnikowych.  Wymagane parametry techniczne::  - Konstrukcja mechaniczna:  ● Wzmocniona obudowa typu 3U,  zgodna ze standardem 19"  ● Osiem slotów na przedmiotowe  moduły mocy  ● Prowadnice modułów o długości min  160 mm, zapewniające stabilne  mocowanie  ● Uchwyty mocujące moduły,  zabezpieczające je przed  przemieszczaniem |  |
| 4 | **Moduł półmostka mocy** (800V,  32A) (sztuk 6):  -zaawansowany komponent oparty na  technologii tranzystorów MOSFET SiC,  zaprojektowany do szybkiego  przełączania oraz pracy w aplikacjach  wymagających wysokiej sprawności i  niskich strat mocy.  -musi być w pełni kompatybilny z  systemem sterowania opartym na  przedmiotowym kontrolerze oraz  dedykowaną przedmiotową  obudową rackową.  - obsługuje różne konfiguracje  przekształtników, od izolowanych  konwerterów DC/DC po falowniki  wielopoziomowe.  Wymagane parametry techniczne:  - Topologia i budowa  ● Moduł półmostka MOSFET SiC  ● Wbudowany kondensator DC-bus o  pojemności nie mniej niż 500 μF  ● Kompaktowy format Eurocard (100  mm x 332 mm)  ● Konstrukcja zoptymalizowana do  montażu w obudowie 19" rack  -Charakterystyka elektryczna:  ● Napięcie znamionowe DC: 800V  ● Maksymalne napięcie DC: 850V  ● Maksymalny ciągły prąd wyjściowy:  38 ARMS (przy fSW = 20 kHz)  ● Maksymalny prąd impulsowy: 80 ARMS  ● Wbudowane diody o szybkim czasie  przełączania  - Wejścia i wyjścia sygnałowe:  ● Interfejs optyczny: wejścia PWM na  światłowód 650 nm  ● Pomiar prądu (sonda prądowa):  przedmiotowy czujnik LEM, wyjście  analogowe RJ45  ● Pomiar napięcia DC (sonda  napięciowa): dzielnik rezystorowy +  izolowany przetwornik, wyjście  analogowe RJ45  ● Sygnał błędu: optyczne wyjście błędu  do sprzętowego zabezpieczenia  systemu  Integracja z kontrolerem i  systemem rackowym:  ● Pełna kompatybilność z  przedmiotowym kontrolerem do  szybkiego prototypowania  ● Obsługa systemu synchronizacji  RealSync dla precyzyjnej  synchronizacji sterowania  ●Możliwość łączenia wielu modułów w  układy złożone i wielofazowe lub  wielopoziomowe  ● Zasilanie 5V/12V zapewniane z  systemu rackowego  - Zabezpieczenia i diagnostyka  ● Zabezpieczenie nadnapięciowe:  wyłączenie przy VDC > 850 V  ● Zabezpieczenie nadprądowe:  wyłączenie przy |IA| > 60 A  ● Sprzętowe blokowanie sygnałów  PWM w przypadku wykrycia stanu  Awaryjnego  ● Ochrona termiczna: wyłączenie przy T  > 80°C  ● Zabezpieczenie błędów wentylatora i  zasilania pomocniczego  - Chłodzenie i montaż  ● Radiator chłodzony aktywnie, moc  chłodzenia do 140 W  ● Automatyczna regulacja prędkości  wentylatora  ● Obudowa zaprojektowana do łatwego  montażu w rackach 19”  - Kompatybilność z pozostałymi  elementami zamówienia |  |
| 5 | **Światłowodowe przewody optyczne**  (sztuk 12)  - długość min. 2m.  - kompatybilne z przedmiotowym  kontrolerem oraz  przedmiotowymi modułami  mocy. |  |
| 6 | **Przewody RJ45** (sztuk 16)  -o długości min. 2m. |  |
| 7 | **Dwukierunkowy programowalny zasilacz prądu stałego** (sztuk 1)  Urządzenie powinno pełnić funkcję zasilacza oraz odbiornika dla silników elektrycznych wchodzących w skład zestawu  .  -Wymagania techniczne:  ● Max. napięcie wyjściowe: 800V  ● Max. prąd wyjściowy: 25A  ● Max. moc: 6kW  ● Możliwość montażu w uchwytach Rack 3U 19”  ● Czas reakcji na polecenie: 2ms  ●wyposażone w min. jeden port: USB, CAN, LAN, I/O.  Dodatkowo urządzenie powinno być kompatybilne z pozostałymi częściami zestawu. |  |
| 8 | **Stanowisko do testowania silników** (sztuk 1)  Stanowisko powinno być wyposażone w dwa silniki: indukcyjny klatkowy oraz silnik synchroniczny z magnesami trwałymi (PMSM), wraz z niezbędnymi elementami montażowymi umożliwiającymi połączenie silników i ich montaż.  -Wymagania dla silnika indukcyjnego klatkowego:  -Moc znamionowa 4 kW  -380V/50 Hz i 460 V/60 Hz  -1 czujnik temperatury  -Wymagania dla silnika synchronicznego z magnesami trwałymi (PMSM):  -Moc znamionowa 4 kW  -400 V / 1800 obr./min  -1 czujnik temperatury  -Dodatkowe wymagania techniczne:  -1 czujnik położenia kątowego  -1 hamulec  **-**sprzęgło umożliwiające połączenie wałów silników  Stanowisko powinno być kompatybilne z pozostałymi elementami aparatury badawczej. |  |
| 9 | **Wymagania dodatkowe:**  W składzie środowiska badawczego, powinny zawierać się wszystkie niezbędne elementy złączne, montażowe oraz okablowanie umożliwiające połączenie wszystkich elementów w jeden zintegrowany system.  Dotyczy to również dedykowanego oprogramowania pozwalającego na bezpośrednie programowanie podzespołów za pośrednictwem oprogramowania Matlab Simulink. |  |
| 10 | Instrukcja w języku polskim lub angielskim |  |
| 11 | Gwarancja: min. 2 lata |  |
| 12 | Urządzenie fabrycznie nowe |  |
| 13 | Nazwa, typ, model oferowanego urządzenia | |

***UWAGA: Podane w tabeli wymagania należy traktować jako minimalne. Dopuszcza się składanie ofert na urządzenia lepsze, a przynajmniej równoważne pod każdym względem. Wykonawca powinien określić w opisie przedmiotu zamówieni’/a – producenta urządzenia oraz nazwę oferowanego produktu i ewentualne inne cechy konieczne do jego jednoznacznego zidentyfikowania oraz wykazać, że oferowane przez niego urządzenia spełniają wymagania określone przez Zamawiającego poprzez dokładne opisanie oferowanych urządzeń w kolumnie oferowane parametry.***

1. **Ilość: 1 zestaw**
2. **Miejsce dostawy: Politechnika Wrocławska ul. Na Grobli 13, bud. L2 (GEO\_3EM)**

**VII. Nazwa Wydziału**

Wydział Mechaniczny

**\*niepotrzebne skreślić**

**Oferta** **powinna** **być sporządzona** **w języku polskim, z zachowaniem postaci elektronicznej i podpisana kwalifikowanym podpisem elektronicznym lub w postaci elektronicznej opatrzonej podpisem zaufanym lub podpisem osobistym**.