

Filip Polak, Leszek Szczęch, Jerzy Walentynowicz

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Mechanicznych i Transportu

00-908 Warszawa, ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2

e-mail: fpolak@wat.edu.pl; lszczech@wat.edu.pl; jwalentynowicz@wat.edu.pl

METODYKA POMIARU PARAMETRÓW MAŁEJ HYBRYDOWEJ PLATFORMY BEZZAŁOGOWEJ

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono metodykę pomiaru wybranych parametrów układu napędowego małej platformy z napędem hybrydowym. Opisano obiekt pomiarowy i narzędzia użyte do wykonania pomiarów wielkości elektrycznych oraz prędkości kół pojazdu. Pomiaru zostały zarejestrowane za pomocą oprogramowania Database Connect firmy Addi-Data.

Słowa kluczowe:

bezzałogowe pojazdy, pojazd hybrydowy, układ napędowy, BPL, pomiar i akwizycja wielkości rzeczywistych i fizycznych.

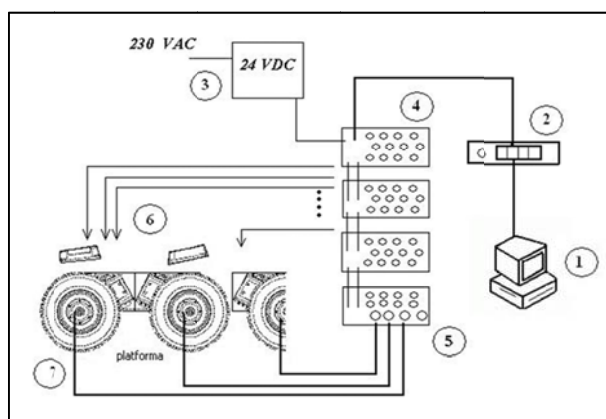
WSTĘP

Metodykę pomiaru opracowano do pomiaru parametrów hybrydowego układu napędowego platformy bezzałogowej konstruowanej w Zakładzie Silników i Inżynierii Eksploatacji Pojazdów Mechanicznych Wydziału Mechanicznego Wojskowej Akademii Technicznej. Badany układ napędowy został wcześniej opisany w [1, 2 i 3]. Układ napędowy platformy ma na celu zapewnienie mobilności oraz dużego zasięgu pojazdu. Pojazd powinien zapewnić zdolność do jazdy z tą samą prędkością na zasilaniu bateryjnym jak i z użyciem silnika spalinowego oraz umożliwić jazdę wewnątrz budynków. Hybrydowy układ napędowy został w pierwszej

kolejności zamodelowany w oprogramowaniu AmeSim, umożliwiającym modelowanie układów mechatronicznych, a następnie wykonano demonstrator technologii. Kolejnym etapem prac badawczych jest porównanie rzeczywistych parametrów pracy układu napędowego platformy z parametrami zamodelowanymi w sposób cyfrowy. Porównanie to odbywać się będzie na konstruowanej w laboratorium silników spalinowych hamowni podwoziowej oraz podczas testów poligonowych.

STANOWISKO BADAWCZE

Ogólny schemat dynamometrycznego stanowiska badawczego przedstawiono na rysunku 1. W trakcie realizacji poszczególnych etapów pracy część wyposażenia badawczego ulegała modyfikacji w zależności od potrzeb.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 — komputer PC z programem rejestrującym pomiary, 2 — ruter, 3 — zasilacz stabilizowany 24 VDC, 4 — analogowe karty pomiarowe, 5 — cyfrowa karta pomiarowa, 6 — czujniki pomiarowe, 7 — enkodery

Źródło: opracowanie własne.

Platforma została wyposażona w szereg czujników mierzących parametry takich podzespołów jak:

- silnik elektryczny;
- prądnica;
- falownik;

- bateria;
- prędkość obrotowa kół pojazdu.

Moduły rejestrujące zostały umieszczone na obudowie platformy i połączone z czujnikami pomiarowymi. Przesył danych będzie się odbywać za pomocą protokołu TCP do routera, a następnie do połączonego z nim komputera klasy PC z zainstalowaną i skonfigurowaną bazą danych, zbierając na bieżąco przesyłane przez karty pomiarowe parametry i umieszczając je w bazie.

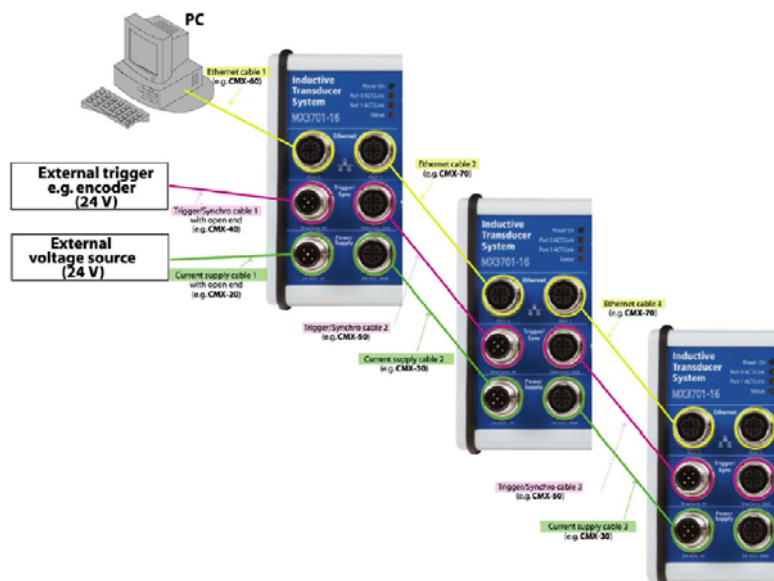


Fot. 1. Widok kart pomiarowych MSX-E3011 (po lewej) i MSX-E1701(po prawej); u góry widoczny zasilacz 24 VDC do zasilania kart (widok bez podłączonych kabli zasilających i transmisyjnych)

Źródło: zdjęcie wykonane przez autorów.

Prędkość obrotową kół odczytywano z umieszczonych na nich enkoderów OEW2-1024-2MHT firmy Nemicon [8]. Enkodery połączone były z cyfrową kartą pomiarową MSX-E1701 [6]. Drugim rodzajem kart pomiarowych były analogowe karty MSX-E3011, umożliwiające jednoczesną rejestrację szesnastu parametrów. Do pomiarów zostały wykorzystane trzy karty połączone szeregowo razem z kartą cyfrową. W celu zapewnienia niezakłóconego przesyłu danych pomiarowych oraz sprzężenia wzajemnego wszystkie karty zostały połączone szeregowo i podpięte do zasilacza DRP-240-24, zasilanego z sieci elektrycznej. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność dostarczenia napięcia 24 V z sieci elektrycznej, co pociąga za sobą konieczność prowadzenia kabli. Alternatywą byłoby zapewnienie 24 V z akumulatorów,

co wpłynęłyby jednak na masę badanego pojazdu, gdyż nie występuje tu bezpośrednie napięcie potrzebne do zasilania urządzeń pomiarowych.



Rys. 2. Połączenie szeregowe kilku modułów pomiarowych

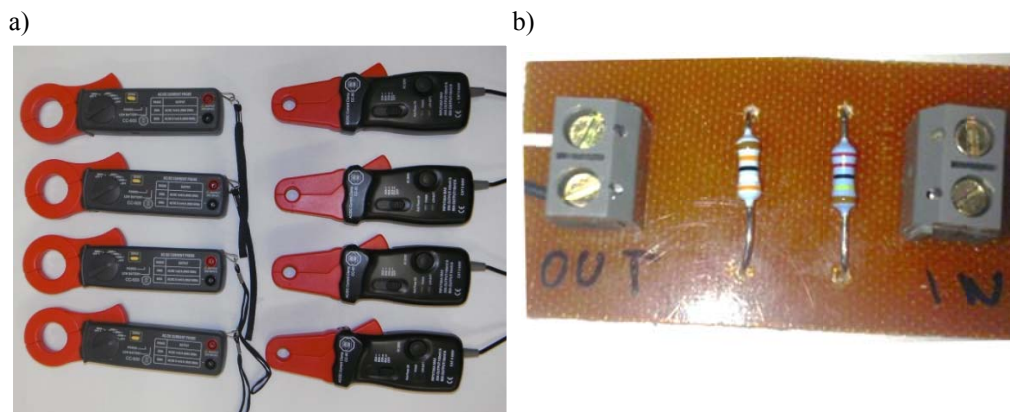
Źródło: *Technical Description MSX-E1701 Ethernet multifunction counter system, edition 02.01-02/2012, ADDI-DATA.*



Fot. 2. Enkoder umieszczony na kole platformy

Źródło: zdjęcie wykonane przez autorów.

Pomiar parametrów prądowych realizowany będzie poprzez szereg sond prądowych. W zależności od zakresu wartości mierzonego podzespołu używane są sondy z różnym zakresem pracy. Maksymalne wartości mierzonych parametrów występować będą pomiędzy baterią a skrzynką rozdzielczą dostarczającą napięcie do poszczególnych falowników — i tu stosowana będzie sonda CC-600 o zakresie 0-600A firmy Tie Pie Engineering [9].



Fot. 3. a) wybrane sondy pomiarowe stosowane do pomiaru prądów;
b) dzielnik napięcia

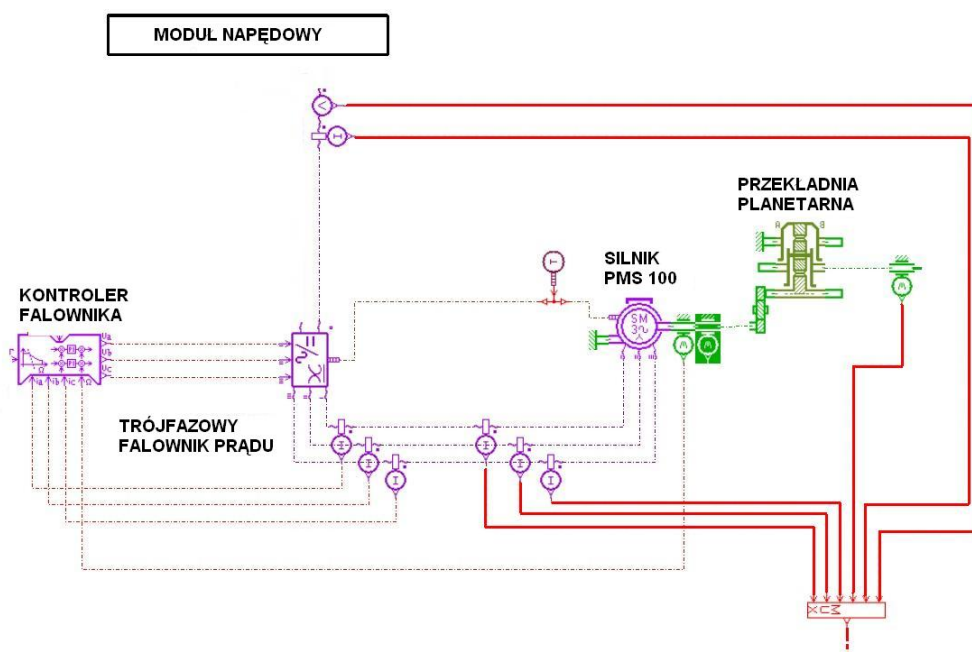
Źródło: zdjęcia wykonane przez autorów.

W trakcie kompletowania urządzeń pomiarowych zaistniała konieczność dostosowania parametrów napięć wejściowych do poziomu obsługiwanego przez karty pomiarowe, bowiem rejestrują one napięcie w zakresie ± 10 VDC, a mierzone napięcia mieszczą się w zakresie 0–60 VDC. W celu dostosowania zakresów napięć, użyto dzielników napięcia o parametrach umożliwiających rejestrację całego zakresu przez karty pomiarowe (fot. 3. b). Dla zmierzenia parametrów platformy sondy pomiarowe umieszczono w punktach, które umożliwiają obserwację podzespołów pojazdu. W związku z tym, że platforma zbudowana jest z sześciu powtarzających się modułów, ujednolicono punkty pomiarowe, umożliwiając porównanie pracy poszczególnych podzespołów. Dodatkowo zamontowano cęgi prądowe i napięciowe, co pozwoliło na pomiar parametrów baterii i generatora prądotwórczego. Schematy połączeń przedstawione zostały na rysunkach 3. i 4.

Karty pomiarowe połączone zostały kablem sieciowym z ruterem, a ruter połączono z komputerem wyposażonym w program do zapisywania danych przesyłanych z kart pomiarowych.

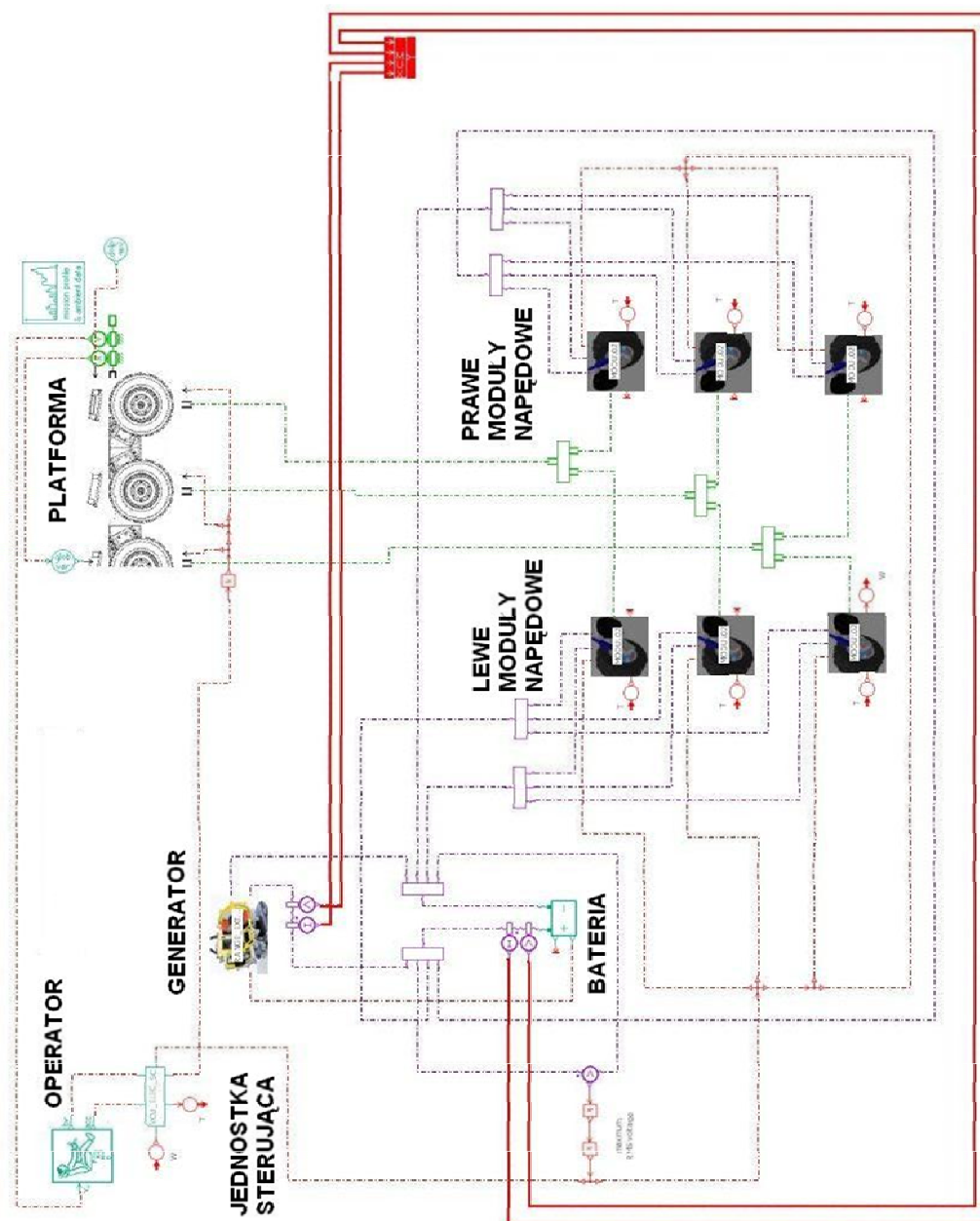
Program umożliwia konfigurację danych napływających z poszczególnych portów kart pomiarowych w taki sposób, że otrzymujemy wynik pomiaru w postaci dostosowanej do potrzeb użytkownika. Funkcja ta jest pomocna, gdyż cęgi prądowe podają wynik w Voltach, a dzięki odpowiednim ustawieniom możemy od razu zapisać wynik w Amperach.

Sterowanie pracą platformy odbywało się za pomocą podłączonego pulpitu sterowniczego, na którym można było zadać prędkość obrotową, skręt pojazdu oraz kierunek jazdy. W założeniu platforma ma być pojazdem bezzałogowym, zdalnie sterowanym w trybie RC, jednak podczas wykonywania badań zdecydowano na posłużenie się sterowaniem przewodowym, w celu ułatwienia przebiegu eksperymentu.



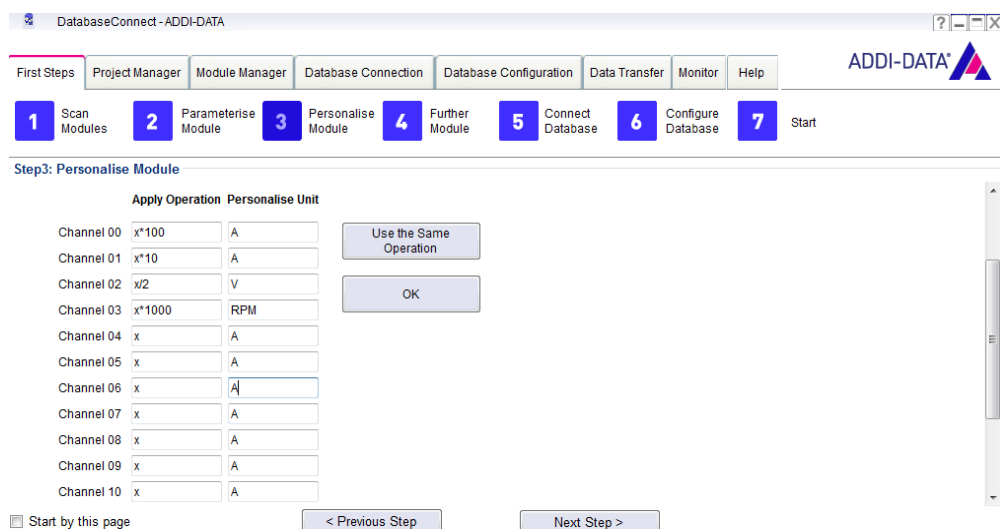
Rys. 3. Umieszczenie punktów pomiarowych pojedynczego modułu napędowego; linią ciągłą zaznaczono mierzone punkty

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Umieszczenie punktów pomiarowych baterii oraz generatora; linią ciągłą zaznaczono mierzone punkty

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Widok okna konfiguracji programu DatabaseConnect firmy Addi-Data

Źródło: *Quick installation DatabaseConnect Database interface software, edition 02.01-06/2009, ADDI-DATA.*

WNIOSKI

Z przeprowadzonej analizy punktów pomiarowych możemy uzyskać takie parametry jak napięcie oraz natężenie prądu, przy pomiarach parametrów elektrycznych, a co za tym idzie również moc badanego podzespołu. Enkodery umożliwią pomiar prędkości obrotowej kół pojazdu, co przy znajomości przełożeń w układzie napędowym pozwoli na pomiar prędkości silnika elektrycznego.

Rozważyć można zastosowanie czujnika przepływu paliwa w celu określenia zużycia paliwa przez pojazd podczas pracy. Dodatkowo generator prądotwórczy oraz sterownik generatora można wyposażyć w przyrządy pomiarowe, co pozwoliłoby precyzyjnie określić moment jego uruchomienia i rozpoczęcia procedury ładowania baterii. Jeśli chodzi o pomiar parametrów silnika i sterownika, to istnieje możliwość bezpośredniego odczytu parametrów jego pracy poprzez program wewnętrzny falownika, jednak na tym etapie zrezygnowano z jego wykorzystania, gdyż wiązałoby się to z koniecznością rozbudowy stanowiska i wyposażenia

go w przyrządy, których zintegrowanie z istniejącą bazą danych jest dość pracochłonne.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Polak F., Szczęch L., Walentynowicz J., *Napęd lekkiej platformy bezzałogowej do działań w terenie zurbanizowanym*, konferencja naukowa z okazji 60-lecia WAT, Warszawa 2011.
- [2] Polak F., Szczęch L., *Driving module of the unmanned vehicle*, 'Journal of KONES Powertrain and Transport', 2011, Vol. 18, No 1.
- [3] Polak F., Walentynowicz J., *Koncepcja hybrydowego układu napędowego do pojazdu bezzałogowego*, VII Sympozjum Naukowo-Techniczne SILWOJ, Czernica 2010.
- [4] Quick installation DatabaseConnect Database interface software, edition 02.01-06/2009, ADDI-DATA.
- [5] Technical Description 240 W Single Output Industrial DIN RAIL Power Supply DRP-240 Series, Mean Well.
- [6] Technical Description MSX-E1701 Ethernet multifunction counter system, edition 02.01-02/2012, ADDI-DATA.
- [7] www.addi-data.com.
- [8] www.nemicon.com.
- [9] www.tiepie.com.

MEASUREMENT METHODOLOGY OF PARAMETERS OF SMALL HYBRID UNMANNED PLATFORM

ABSTRACT

In paper, selected parameters of power transmission from small hybrid vehicle, methodology of acquisition was shown. Paper shows short description of measured object, tools used for measuring

electrical quantities and wheels speed. Measurements were recorded by Addi-Data Database Connect software.

Keywords:

unmanned vehicle, hybrid vehicle, UGV, measuring and acquisition of physical and real quantities.