Gdynia, dnia 2 listopada 2017

dr inż. Grzegorz Grzeczka

Zakład Elektrotechniki Okrętowej

Instytut Elektrotechniki i Automatyki Okrętowej

Wydział Mechaniczno Elektryczny

Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni

Inż. Jana Śmidowicza 69, 81-127 Gdynia

e-mail: g.grzeczka@amw.gdynia.pl

AUTOREFERAT

ORYGINALNE ROZWIAZANIA PROJEKTOWE I KONSTRUKCYJNE PODNOSZĄCE PEWNOŚĆ ZASILANIA W OKRĘTOWYCH SYSTEMACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Spis treści

Imię i nazwisko: Grzegorz Grzeczka 4

Posiadane dyplomy, stopnie naukowe / artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej. 4

Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych 5

Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) oraz §3 ust. 4 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 1 września 2011 r. 6

- Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania. 7
- Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR): 32
- Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe. 33
- Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach. 33

Kryteria oceny zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r: 34

- Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3, dla danego obszaru wiedzy 34
- Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych: ... 35
- Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania. 35
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) 35
- Indeks Hirsha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS) 35
- Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność odpowiednio naukową albo artystyczną 37
- Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych: 37

Kryteria oceny zgodnie z §5 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. : 40

- Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych: 40
- Udział w konsorcjach 40
- Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków i we współpracy z przedsiębiorcami: 40
- Opieka naukowa nad studentami: 40
- Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej 40
- Udział w zespołach eksperckich 40

Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych 40
Osiągnięcia dydaktyczne: 41
Promotor pomocniczy: 41
Staże: 41
Recenzowanie publikacji: 41

AUTOREFERAT

Imię i nazwisko: Grzegorz Grzeczka

Posiadane dyplomy, stopnie naukowe / artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

Uzyskany tytuł: **magister inżynier elektryk**
Rok:1989 r.,
Uczelnia: Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni, Wydział Mechaniczno-Elektryczny,
Kierunek: Elektryczny,
Specjalność: okrętowe urządzenia elektryczne i elektroniczne,
Temat pracy dyplomowej magisterskiej: *Opracowanie metodyki testowania i diagnostyki okrętowych systemów mikroprocesorowych.*
Promotor: kmdr dr inż. Józef Jakubczyk, Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni.

Uzyskany stopień: **doktor nauk technicznych**
Rok: 1998 r.,
Uczelnia: Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni, Wydział Mechaniczno-Elektryczny,
Dyscyplina naukowa: budowa i eksploatacja maszyn,
Specjalność: eksploatacja urządzeń okrętowych,
Temat rozprawy doktorskiej: *Synteza systemu pomiarowego elektrowni okrętowej dla celów sterowania.*
Promotor: prof. dr hab. inż. Zygmunt Kitowski, Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni.

Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

Tabela 1 Wykaz zatrudnienia w jednostkach naukowych.

Nazwa jednostki naukowej	Stanowisko	Okres zatrudnienia
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	Asystent	12.08.1991 01.04.1998
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	Adiunkt	01.04.1998 01.02.2009
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	starszy wykładowca – kierownik pracowni elektrotechniki	01.02.2009 01.10.2011
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	adiunkt-kierownik zakładu elektrotechniki	Od 01.10.2011 do 31.09.2015
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	Starszy wykładowca - kierownik zakładu elektrotechniki	Od 01.10.2015 do chwili obecnej
Akademia Marynarki Wojennej (AMW), Wydział Mechaniczno – Elektryczny (WME)	Dyrektor Ośrodka Technologii Morskich Akademii Marynarki Wojennej	Od 01.10.2016 do chwili obecnej

Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) oraz §3 ust. 4 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 1 września 2011 r.

Oryginalne rozwiązania projektowe i konstrukcyjnych podnoszące pewność zasilania w okrętowych systemach elektroenergetycznych

w szczególności:

I. **Opracowanie i wdrożenie w Stoczni Marynarki Wojennej metodyki oraz systemu diagnostycznego wykorzystującego parametry generowanej energii elektrycznej do oceny on-line stanu technicznego okrętowych zespołów prądotwórczych.**
II. **Opracowanie i wdrożenie demonstratora technologii awaryjnego systemu zasilania okrętu podwodnego opartego na ogniwie paliwowym typu PEM.**
III. **Opracowanie i wykorzystanie do zainicjowania udziału RP w zespole NATO SET-ET-097 Hybrydowego systemu zasilania wspomagającego akcje ratownicze w sytuacjach kryzysowych.**

Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Przez cały okres naukowej aktywności zawodowej związany jestem z projektami realizowanymi na rzecz bezpieczeństwa i obronności kraju dążącymi do opracowania pewnego, niezakłóconego zasilania energią elektryczną. Zainteresowanie tym problemem wynika nie tylko z bezdyskusyjnego priorytetu systemów zasilania, ale również z osobistych doświadczeń uzyskanych podczas pracy na stanowisku dowódcy działu VI, co jest odpowiednikiem mechanika okrętowego i przeżytych w tym okresie surowych weryfikacji przez morze, nie do końca dopracowanych rozwiązań technicznych. Zaproponowane do oceny osiągnięcia są oryginalnymi rozwiązaniami, nie stosowanymi wcześniej i opartymi na dogłębnej analizie i badaniach. Jestem autorem ich koncepcji i kierownikiem projektów podczas których powstały. Ich wdrożenie spowodowało poprawę bezpieczeństwa zasilania na okrętach, uzyskanie możliwości szkolenia załóg w zakresie wykorzystania nowych źródeł energii a nawet stało się początkiem działania w międzynarodowej grupie roboczej NATO mającej na celu opracowanie standardów inteligentnych mikro sieci militarnych.

Ze względu na to, że moje działania dotyczą rzeczywistych systemów okrętowych i wyniki pomiarów oraz uzyskane parametry techniczne nie powinny i nie mogą być ujawniane, nie powstała monografia czy cykl artykułów wyczerpująco, w sensie naukowym, opisujących osiągnięcia. Częściowe wyniki, dotyczące np. podsystemów lub założeń teoretycznych opublikowane zostały w czasopismach z list A i B Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, przywołanych w kolejnych punktach. Ponieważ, moim zdaniem, w projektach technicznych niezbędna jest praca zespołowa, większość publikacji jest zbiorowa.

Na całość osiągniecia przedstawionego do oceny składają się projektowe, konstrukcyjne i technologiczne wyniki trzech projektów stanowiących logiczny ciąg zapewniający: przeciwdziałanie zanikom zasilania, zasilanie stacjonarne w przypadku awarii i zasilanie mobilne w sytuacji kryzysowej. Wszystkie przedstawione do oceny projekty wynikały z moich koncepcji, po wstępnej weryfikacji stanowiących merytoryczną treść wniosków o przyznanie finansowania na realizację projektu badawczego.

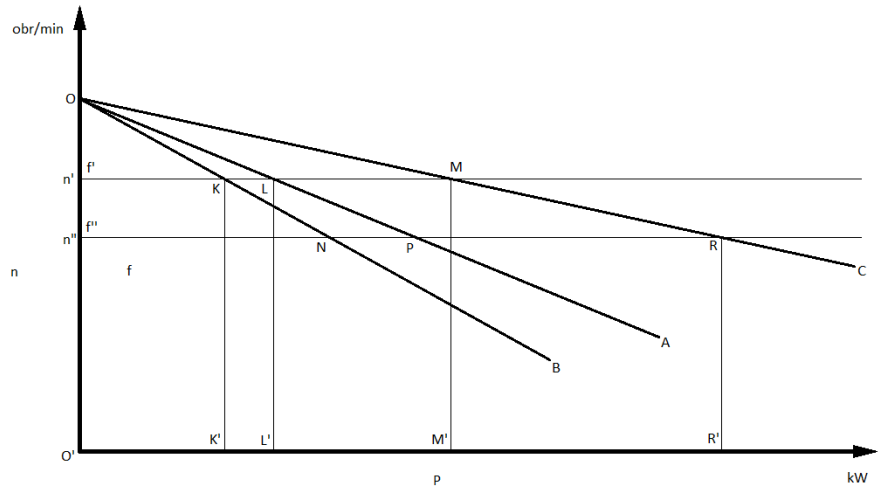
Omówienie rozwiązania I. - Opracowanie i wdrożenie w Stoczni Marynarki Wojennej metodyki oraz systemu diagnostycznego wykorzystującego parametry generowanej energii elektrycznej do oceny on-line stanu technicznego okrętowych zespołów prądotwórczych.

Osiągnięcie dotyczy opracowania podstaw teoretycznych, weryfikacji eksperymentalnej oraz realizacji dedykowanego systemu pomiarowego pozwalającego bez stosowania dodatkowych przetworników pomiarowych na ocenę on-line wystąpienia stanu niezdatności okrętowych zespołów prądotwórczych do pracy równoległej. Jako przetwornik pomiarowy została wykorzystana sama prądnica synchroniczna. Efektem końcowym jest wdrożenie do eksploatacji unikalnych i nowatorskich rozwiązań: metodyki oraz systemu diagnostycznego wykorzystujących parametry generowanej energii elektrycznej do oceny on-line stanu technicznego okrętowych zespołów prądotwórczych.
Okręt, jest w zasadzie złożoną konstrukcją mechatroniczną której wszystkie podzespoły muszą poprawnie działać w wymagającym środowisku morskim bez wsparcia technicznego i logistycznego z zewnątrz. Powoduje to ogromne nasycenie okrętów i statków układami automatyki wspomagającymi człowieka praktycznie we wszystkich czynnościach eksploatacyjnych, od sterowania jednostką począwszy, na utylizacji odpadów kończąc. Ze względu na to, że wszystkie układy automatyki oparte są na blokach elektrycznych i elektronicznych, podstawą bezpiecznego pływania jednostki stało się pewne, bez-zanikowe zasilanie energią elektryczną o jakości zapewniającej stabilne działanie urządzeń okrętowych. Zdaniem autora, stwierdzenie, że energia elektryczna jest obecnie niezbędna do działania wszystkich urządzeń okrętowych, nie wyczerpuje opisu znaczenia systemu elektroenergetycznego. Stanowi on pewnego rodzaju „system nerwowy" jednostki, podatny na zakłócenia wnoszone przez wszystkie urządzenia i systemy z nim połączone. Praca równoległa prądnic synchronicznych jest zasadniczym stanem eksploatacyjnym wynikającym ze spełnienia wymagań pewnego i ekonomicznego okrętowego układu energoelektrycznego. Dla zapewnienia ciągłości zasilania, które jest podstawowym warunkiem bezpiecznej żeglugi, fundamentalną sprawą staje się zapewnienie stabilności współpracy prądnic w tym stanie eksploatacyjnym, z uwzględnieniem wszystkich czynników wpływających na rozdział obciążeń tak, aby nie doszło do przekroczenia znamionowego prądu którejkolwiek maszyny, powodującego zadziałanie zabezpieczeń. Poza zagadnieniami związanymi z synchronizacją oraz statecznością prądnicy, rozdział mocy czynnej i biernej stanowi jeden z ważniejszych problemów pracy równoległej prądnic synchronicznych. Obciążenie prądnicy synchronicznej mocą czynną jest proporcjonalne do momentu na wale a więc jest ściśle powiązane z charakterystyką mechaniczną n=f(P) silnika napędzającego. Idealnym rozwiązaniem byłoby wykorzystanie silników o pokrywających się charakterystykach. Ponieważ najczęściej do napędu prądnic okrętowych wykorzystywane są silniki spalinowe, uzyskanie takiej sytuacji w praktyce jest mało prawdopodobne. Ponadto charakterystyka mechaniczna silnika spalinowego zmienia się wraz ze zmianą jego stanu technicznego. We współpracującym Instytucie Konstrukcji i Eksploatacji Okrętów AMW zgromadzono efekty wieloletnich doświadczeń diagnostycznych. Analiza występujących stanów niezdatności eksploatacyjnej silników okrętowych napędzających prądnice wykazała, że najczęściej uszkodzenia występują w następujących układach funkcjonalnych:

– układ zasilania silnika paliwem – 72%,
– układ rozrządu – 19%,
– układ zasilania silnika powietrzem – 9%.

Uszkodzenia układu zasilania paliwem powodują cykliczne wahania prędkości kątowej wału silnika przy zachowaniu stałej jego prędkości obrotowej.

Należy podkreślić, że wczesna faza tych uszkodzeń nie powoduje zmiany parametrów eksploatacyjnych zespołu prądotwórczego mierzonych przez standardowe systemy nadzoru pracy elektrowni okrętowej, jednak wpływa na nachylenie jego charakterystyki mechanicznej. Na Rys. 1 pokazano charakterystyki mechaniczne silników napędowych dwóch jednakowych zespołów prądotwórczych pracujących równolegle. Przy tych samych prędkościach biegu jałowego nachylenie charakterystyk dla obu silników jest różne. Silnik jednej z prądnic ma charakterystykę OA, natomiast drugiej OB. Przy pracy równoległej obu prądnic przy częstotliwości f^1 i odpowiadającej jej prędkości obrotowej n^1, pierwsza z prądnic przejmie obciążenie OL natomiast druga OK. Całkowite obciążenie systemu podzielone jest nierówno. Prądnica napędzana silnikiem o „płaskiej" charakterystyce przejmuje więcej obciążenia niż prądnica druga. W sytuacji gdy obydwie prądnice pracują w zalecanej ze względów ekonomicznych strefie obciążenia na poziomie 70-90% mocy znamionowej, skokowy wzrost obciążenia mimo, że w granicach dopuszczalnych wynikających z sumy mocy współpracujących zespołów, doprowadzi do zadziałania zabezpieczeń lepszego „płaskiego" zespołu. Po jego odłączeniu przeciążony zostanie gorszy „miękki" zespół prądotwórczy co doprowadzi do black-outu. W tym czasie żaden z parametrów eksploatacyjnych zespołów (wartości skuteczne napięć, prędkość obrotowa, temperatury oleju wody czy spalin) nie przekroczą wartości maksymalnych. Jedynie zadziałanie zabezpieczeń wynikające z przeciążenia spowoduje skierowanie uwagi obsługi na „lepszy" zespół prądotwórczy jako ten powodujący stan awaryjny.



Rys. 1 Charakterystyki mechaniczne silników napędowych dwóch jednakowych zespołów prądotwórczych pracujących równolegle.

Autorska idea przeciwdziałania takiej sytuacji, opublikowana w Przeglądzie Elektrotechnicznym, nr 11, 2006 r, zakładająca opracowanie na podstawie analizy pracy danego komponentu okrętowego systemu elektroenergetycznego, optymalnego zestawu parametrów jakościowych generowanej energii elektrycznej, charakteryzujących stan danego zespołu, pozwalającego realizować układy automatyki zawierające funkcje diagnostyczne, opiera się na analizie zależności wartości chwilowych generowanego napięcia od zmienności momentu napędzającego wał prądnicy.

W wyniku analizy pracy prądnicy synchronicznej w stanach dynamicznych, opartej na symulacjach wykorzystujących układ równań opisujących bilans napięć uzwojenia twornika wyrażony dla składowych wzdłużnej i poprzecznej, oraz bilans napięć pozostałych uzwojeń określono, że każda zmiana prędkości kątowej ma wpływ na parametry generowanego napięcia, przy czym powtarzalność takiej zmiany związana z charakterem powodującego ją uszkodzenia aparatury paliwowej powinna mieć odwzorowanie w parametrach określanych jako jakość energii elektrycznej.

Wyniki przedstawionej powyżej idei były podstawą wniosków autora i uzyskania grantów KBN, których głównym celem było wyznaczenie metodą eksperymentu, zbioru symptomów zawartych w parametrach jakościowych energii elektrycznej, umożliwiającego ocenę stanu technicznego zestawów zasilania elektrycznego pracujących równolegle, w oparciu o relacje defekt – symptom.

W wyniku przeprowadzonej identyfikacji obiektu badań, wyznaczono podstawową przyczynę powodującą niewłaściwą pracę równoległą prądnic napędzanych silnikami tłokowymi – awarie układu zasilania paliwem. Wykonano sprzętowy laboratoryjny system elektroenergetyczny wiernie odwzorowujący system rzeczywisty, w sposób umożliwiający odtworzenie w trakcie eksperymentu wytypowanych uszkodzeń. Określono mierzalne wskaźniki jakości energii elektrycznej, opracowano metodykę oraz cyfrowy system do ich pomiaru, rejestracji i analizy. W oparciu o plan statyczny zdeterminowany selekcyjny (PS/DS), doświadczalnie wyznaczono zależności defekt – symptom. Badania polegały na kolejnym symulowaniu uszkodzeń i wielokrotnym rejestrowaniu wartości parametrów wyjściowych przed i po wystąpieniu uszkodzenia. Następnie, w wyniku analizy wpływu uszkodzeń (wielkości wejściowych) na wytypowane wskaźniki jakości energii elektrycznej określono zbiór poszukiwanych symptomów. Wyniki ujęto w formie tabel, stanowiących bazę do tworzenia macierzy diagnostycznych.

Krytyczna analiza przeprowadzonych badań pozwala stwierdzić że:

– opracowano metodykę pozyskiwania parametrów jakościowych energii elektrycznej z dokładnością i powtarzalnością, umożliwiającą wykorzystanie zawartych w nich informacji diagnostycznych;

– w wyniku teoretycznej analizy procesów zachodzących podczas pracy równoległej zespołów zasilania elektrycznego w wytypowanym okrętowym systemie elektroenergetycznym, określono zależności defekt – symptom, które następnie zweryfikowano eksperymentalnie;

– zebrany materiał pomiarowy i badawczy umożliwił wyznaczenie symptomów stanów granicznych Zestawu Zasilania Elektrycznego sygnalizujących jego niezdatność do dalszej pracy równoległej;

– doświadczenia zebrane przy realizacji projektu stanowiły podstawę do skonstruowania autonomicznego podsystemu diagnostyki, wykorzystującego bezinwazyjne metody pomiarowe, umożliwiającego określenie stanu zdatności współpracujących równolegle prądnic napędzanych silnikami tłokowymi;

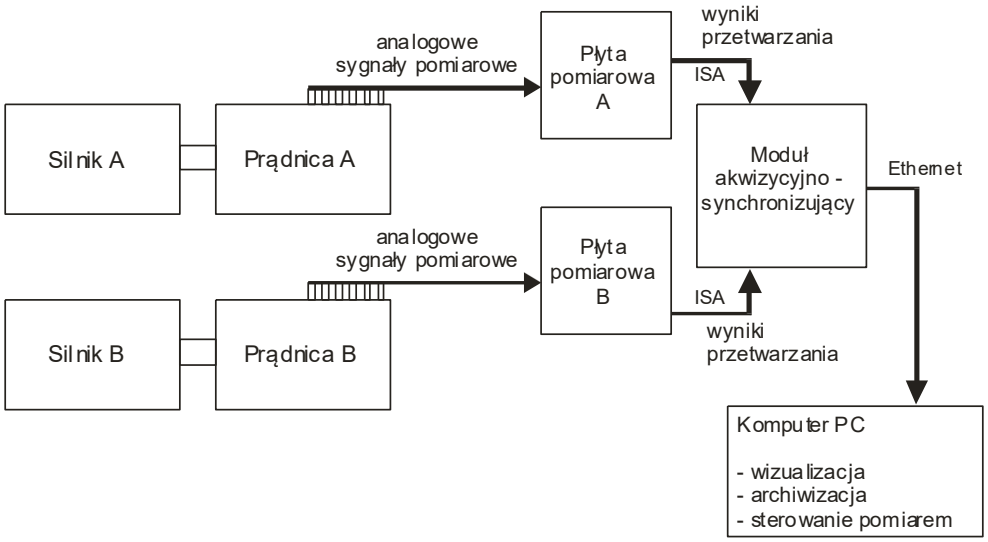
– zarchiwizowane dane są podstawą do tworzenia i rozwijania systemów eksperckich związanych z szeroko pojętą diagnostyką Okrętowego Systemu Elektroenergetycznego.

– zaplanowany i wykonany program badań umożliwił przeprowadzenie niezbędnych testów diagnostycznych w warunkach dobrze odwzorowujących zarówno proces eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego, jak i wytypowane uszkodzenia;

Według projektu autora powstał unikalny system pomiarowy (Rys. 2.) umożliwiający jednoczesny pomiar parametrów pracy dwóch zespołów prądotwórczych oraz ocenę poprawności ich współpracy podczas pracy równoległej. Należy zaznaczyć że na przyjęte rozwiązania wynikają przede wszystkim z ograniczeń technologicznych / niezawodnościowych wyposażenia okrętów oraz konieczności zapewnienia ich obsługi i serwisu przez średnio wykwalifikowany personel w warunkach rejsu.

Wykorzystanie w systemie pomiaru parametrów jakościowych energii elektrycznej układu dwóch niezależnych płyt realizujących bliźniacze funkcje w zakresie akwizycji i przetwarzania sygnałów charakteryzujących pracę silników, pozwala na znaczące ułatwienie procedury diagnostyki stanu układu napędowego.

Synchroniczny pomiar przeprowadzany dla obydwu gałęzi układu pozwala, w stosunku do pomiarów przeprowadzanych kolejno na obydwu silnikach, pozwala na lepszą analizę zjawisk zachodzących w układzie prądnic oraz wyeliminowanie wątpliwości, co do parametrów części układu nie podlegającej aktualnie analizie.



Rys. 2 Idea rozwiązania systemu pomiarowego.

Odpowiednie sygnały z obydwu prądnic są mierzone symultanicznie przez płyty A i B.

Wyniki przetwarzania, wyliczone parametry i informacje dodatkowe są przekazywane do modułu akwizycyjno-synchronizującego (MAS), który po podzieleniu danych na bloki

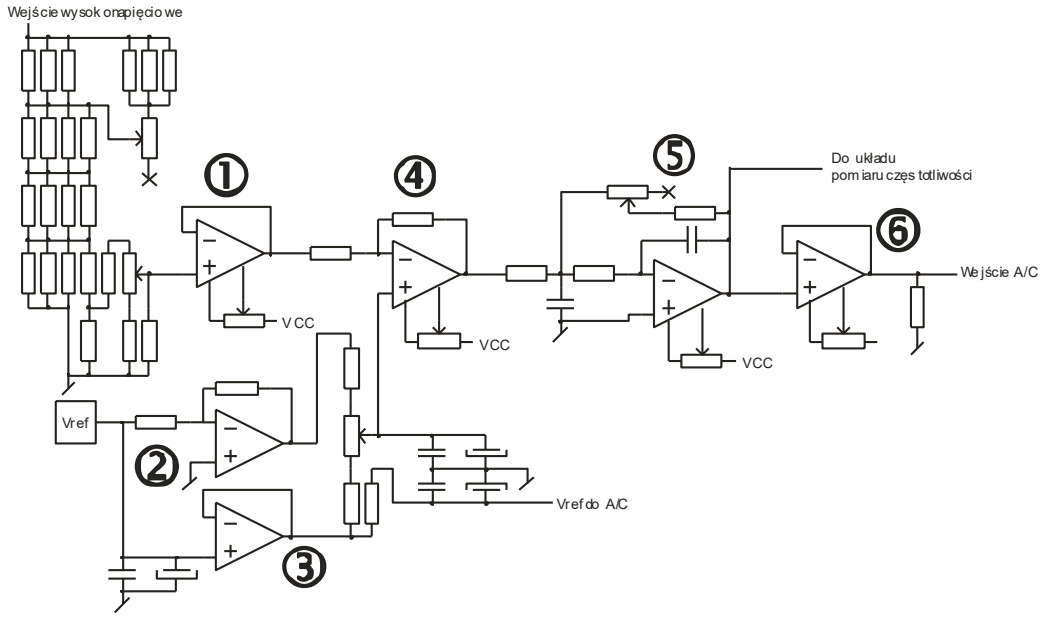
przesyła je za pośrednictwem sieci Ethernet do komputera PC stanowiącego stację bazową systemu, odpowiedzialną za wizualizację, archiwizację i sterowaniem przebiegiem pomiaru.

Płyta pomiarowa z procesorem sygnałowym jest elementem systemu służącym dokonywaniu faktycznych pomiarów wielkości charakteryzujących pracę prądnicy. Pomiarowi podlegają następujące wielkości:

- napięcia międzyfazowe (trzy kanały wejściowe analogowe);
- prądy fazowe (trzy kanały wejściowe analogowe);
- napięcie wzbudzenia (jeden kanał wejściowy analogowy);
- prąd wzbudzenia (jeden kanał wejściowy analogowy);
- temperatury wody słonej, wody słodkiej i spalin (trzy kanały analogowe);
- prędkość obrotowa silnika (jeden kanał licznikowy – impulsator na wale maszyny).

Dodatkowo w sposób pośredni wyznaczana jest częstotliwość analizowanej sieci zasilającej.

Pomiar napięć międzyfazowych jest zrealizowany układzie zaprezentowanym na Rys. 3.

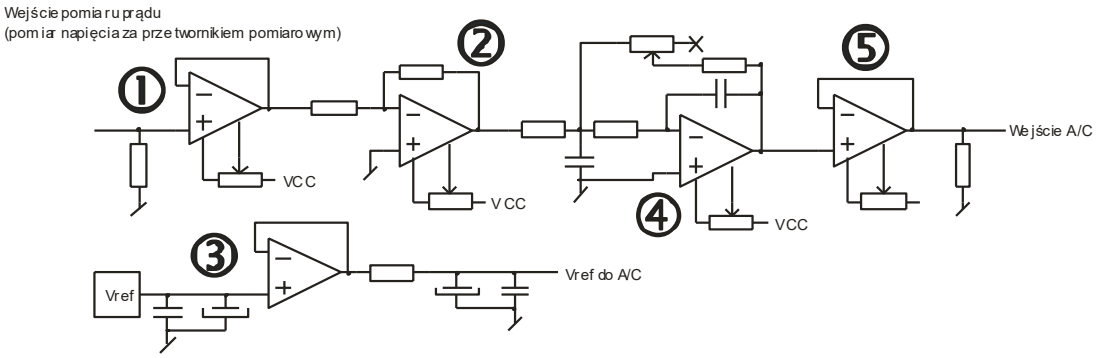


Rys. 3 Idea pomiaru napięć międzyfazowych.

Mierzony sygnał napięciowy zostaje na dzielniku rezystorowym podzielony do poziomu umożliwiającego wprowadzenie go do niskonapięciowego układu pomiarowego. Na kolejnych wzmacniaczach toru pomiarowego realizowane są funkcje: bufora separującego układ dzielnika od części kondycjonującej sygnał ①, modułu eliminacji przesunięcia zera ④ wraz z układem ustawiania napięcia odniesienia dla potrzeb przesunięcia zera ② i ③, wzmacniacza sygnału wejściowego wraz z dolnoprzepustowym filtrem aktywnym Butterwortha II rzędu ⑤ oraz układu bufora wyjściowego gwarantującego dopasowanie impedancyjne pomiędzy układem wzmacniającym a wejściem przetwornika A/C ⑥.

Z wyjścia wzmacniacza ⑤ wykonany jest odczep sygnału mierzonego wprowadzony do układu pomiaru częstotliwości sieci zasilającej.

Pomiar prądów fazowych



Rys. 4 Idea pomiaru prądów fazowych i wzbudzenia.

W pomiarach prądu, w odróżnieniu od pomiaru napięć niemożliwe jest korzystanie z prostych dzielników rezystancyjnych, których główna zaleta polega na braku znaczących zniekształceń wnoszonych do sygnału mierzonego.

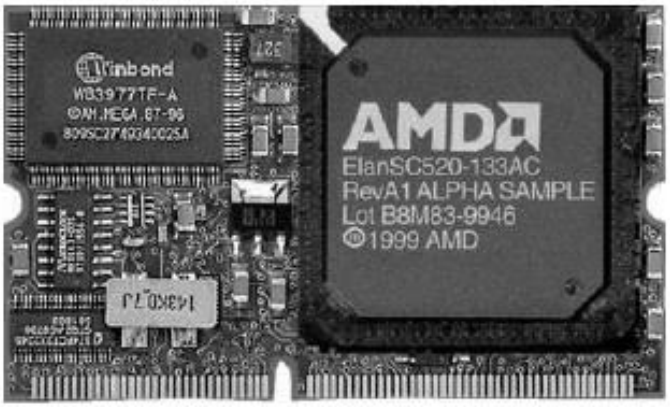
Najprostszym rozwiązaniem przy pomiarach prądowych jest zastosowanie bocznika co pociąga jednak za sobą konieczność znaczącego wzmocnienia sygnału przed poddaniem go konwersji. Wzmacniacz pomiarowy o ograniczonych właściwościach dynamicznych jest w tym wypadku źródłem znaczących błędów dynamicznych. W takim torze pomiarowym ujawnia się konflikt polegający na tym, że chcąc ograniczyć konieczność stosowania dużych wzmocnień wzmacniacza, a przez to poprawić jego parametry dynamiczne, należałoby zwiększyć rezystancję bocznika co powoduje nie tylko wzrost mocy traconej na nim w postaci ciepła, ale również niekorzystne oddziaływanie układu pomiarowego na mierzony obiekt. Ponadto przydatność typowych stałoprądowych boczników do pomiaru silnie odkształconych prądów jest dyskusyjna, a silna zależność częstotliwości granicznej pasma wzmacniaczy pomiarowych od wzmocnienia powoduje, że zastosowanie dużych wzmocnień zmniejsza znacząco użyteczne pasmo sygnału, co może utrudniać akwizycję sygnałów dla analizy częstotliwościowej.

W omawianym rozwiązaniu zdecydowano o użyciu zintegrowanych przetworników prąd-napięcie (tzw. mierników cęgowych) przetwarzających sygnały zmiennoprądowe na sygnał napięciowy o małej amplitudzie i przeliczniku napięcie/prąd rzędu 1mV/A, Rys. 4.

Wynikająca z przyjęcia tego rozwiązania konieczność znacznego wzmocnienia sygnału wejściowego realizowana jest na wzmacniaczu dwustopniowym ② i ④, przy czym drugi stopień wzmacniania realizuje również funkcję filtru dolnoprzepustowego aktywnego Butterwortha II rzędu. Wzmacniacz ① spełnia funkcję bufora oddzielającego cęgowy przetwornik prąd-napięcie od obwodów wzmacniania właściwego układu pomiarowego. Końcowym stopniem układu wzmacniającego jest bufor gwarantujący dopasowanie impedancyjne pomiędzy układem wzmacniającym a wejściem przetwornika A/C ⑤. Z uwagi na niską amplitudę sygnału wejściowego zrezygnowano z osobnego stopnia wzmacniającego przeznaczonego do przesuwania zera, funkcja ta jest realizowana poprzez potencjometry dołączone do wzmacniaczy ①, ②, ④ i ⑤.

Koncepcyjnie niezwiązanym z pomiarem prądu, lecz korzystającym z tych samych fizycznych układów wzmacniaczy operacyjnych wielokrotnych jest układ generacji sygnału napięcia wzorcowego dla przetwornika A/C ③.

Moduł akwizycyjno – synchronizujący stanowi komputer wykonany w standardzie DIMM-PC. Jest to wysoce kompaktowa konstrukcja, mieszcząca na płytce o wielkości 40x67x6mm kompletny układ komputera klasy PC z procesorem, pamięcią systemową i operacyjną, twardym dyskiem (umieszczonym w module pamięci typu flash), pełną magistralą systemową oraz portami szeregowymi, portem równoległym oraz kontrolerem Ethernet. Zastosowana w budowie DIMM-PC technologia pozwala na rezygnację z elementów chłodzących (wentylatory, radiatory o dużych powierzchniach) a pobór mocy w granicach 2W przy pojedynczym napięciu zasilania 5V umożliwia stosowanie prostych zasilaczy o niewielkich mocach.



Rys. 5 Realizacja modułu akwizycyjno – synchronizującego.

W stosunku do MAS obydwie płyty pomiarowe z procesorami sygnałowymi stanowią niezależne urządzenia komunikujące z się z nim za pośrednictwem magistrali ISA.

Wykorzystanie jako magistrali komunikacyjnej złącza ISA zamiast magistrali PCI pozwala na uzyskanie wystarczającej szybkości wymiany danych pomiędzy płytami pomiarowymi a MAS, nie powodując konieczności zastosowania kosztownych układów interfejsu PCI oraz implementacji skomplikowanych procedur związanych z obsługą złącza tego standardu. Ponadto wykorzystanie złącza ISA pozwala na dostęp do zasobów systemu niedostępnych przy wykorzystaniu na przykład portów szeregowych czy równoległych – wielopoziomowego systemu przerwań, kontrolera DMA, przesyłania danych o rozdzielczości 16bit w jednym cyklu transmisyjnym.

Uzyskana szybkość transmisji danych w granicach 400ksłów 16bitowych na sekundę pozwala na przesyłanie całkowitego strumienia danych przetworzonych w płytach pomiarowych z procesorami sygnałowymi w czasie rzeczywistym.

Dla najgorszego pod względem transmisyjnym przypadku – sieci zasilającej o częstotliwości pracy 60 Hz – otrzymujemy:

Przy wymuszonej przyjętymi algorytmami przetwarzania szybkiej transformacie Fouriera o długości 128 punktów częstotliwość próbkowania wynosi 7680 Hz. Przy ośmiu kanałach

szybkozmiennych podlegających analizie (trzy napięcia międzyfazowe, trzy prądy fazowe, napięcie i prąd wzbudzenia) łączna częstotliwość przyjmowania danych wynosi 61440 Hz. Dla dwóch płyt pomiarowych (analiza równoległa pracy dwóch prądnic) całkowita ilość przetworzonych danych przeznaczonych do przesłania i archiwizacji to 122880 próbek o rozdzielczości 16 bit co daje 245760 bajtów. Przesył takiej ilości danych z płyt pomiarowych do MAS pochłania około 30% czasu pracy procesora. Przyjmując dla bezpieczeństwa pracy aplikacji 33% zapas czasu transmisji otrzymujemy wykorzystanie czasu pracy procesora w granicach 40% Przesłanie tej samej ilości danych za pośrednictwem sieci Ethernet do komputera wizualizującego wraz z docelowym zapisem na dysk twardy zajmuje około 260 ms (240ms transmisja, 20ms zapis 256kB danych) czyli około 25-30% czasu pracy procesora MAS. Również w tym miejscu przyjmując dla sumarycznych obliczeń zapas w wysokości 33% obliczonej wartości czasu otrzymujemy około 40% czasu pracy procesora.

Sumując powyższe rozważania, teoretyczne wykorzystanie procesora MAS przez procedury komunikacyjne wynosi przy bardzo ostrożnych (bezpiecznych) szacunkach około 80%.

Daje to stosunkowo duży margines dla bezpieczeństwa poprawności przesyłanych danych i pozostawia część zasobów jednostki MAS do dodatkowych obliczeń wymaganych algorytmami pracy urządzenia.

Układ ten, wraz ze stosowną metodyką, został wdrożony do eksploatacji w Stoczni Marynarki Wojennej w wyniku realizacji zamówienia nr LK5/36/08. Potwierdzenie zawarto w stosownym załączniku.

Rys. 6 System diagnostyczny wykorzystujący parametry jakości generowanej energii elektrycznej do oceny on-line zdatności do pracy równoległej silników napędzających zespoły zasilania okrętowego.

Oprócz wyżej wymienionego wdrożenia, potwierdzonego stosownym oświadczeniem zarządu Stoczni Marynarki Wojennej, efekty powyższych prac zostały opublikowane w następujących artykułach:

- Grzeczka Grzegorz: „Wykorzystanie odkształceń w przebiegach generowanych przez prądnicę synchroniczną, do oceny zdatności elementów układu zasilania paliwem napędzającego ją silnika spalinowego", Przegląd Elektrotechniczny, nr 11, 2006 r., Warszawa, str. 09-13
- Grzeczka Grzegorz: "Influence of poor asynchronous motor energy power quality supplying on their exploitation course ", Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 16, No 4B, 2007, str. 56-59,
- Grzeczka Grzegorz: „Eksperymentalne badania weryfikujące możliwość wykorzystania parametrów jakościowych energii elektrycznej wytwarzanej w okrętowych zespołach zasilania elektrycznego do oceny ich stanu technicznego" Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, nr 169K/1, 2007, str. 161-167,

Podsumowując - powyższe wdrożenie powstało na bazie zainicjowanych i kierowanych przeze mnie projektów badawczych: Grant KBN nr 0T00A 076 18, Metodyka oceny zdatności elementów elektrowni okrętowej dla celów sterowania procesem eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego, data zakończenia 2003, oraz Grant KBN nr 0T00A 003 26, Metodyka oceny on-line pracy równoległej okrętowych zespołów prądotwórczych na podstawie symptomów zawartych w parametrach jakościowych wytwarzanej przez nie energii elektrycznej.

Osiągnięcie dotyczy opracowania podstaw teoretycznych, weryfikacji eksperymentalnej oraz realizacji dedykowanego systemu pomiarowego pozwalającego bez stosowania dodatkowych przetworników pomiarowych na ocenę on-line wystąpienia stanu niezdatności okrętowych zespołów prądotwórczych do pracy równoległej. Mój wkład w powstanie tego systemu polegał na:

- zaproponowanie rozwiązania diagnostycznego opierającego się na oryginalnych badaniach, w trakcie których ustalono na podstawie wiedzy o przyczynach i charakterze czynników wpływających na jakość energii elektrycznej oraz znajomości przyczyn niesprawności okrętowych zespołów prądotwórczych idei, że parametry jakościowe energii elektrycznej generowanej przez prądnicę synchroniczną mogą być symptomami diagnostycznymi sygnalizującymi możliwość wystąpienia blackoutu.
- zbudowaniu sprzętowego okrętowego systemu elektroenergetycznego oraz opracowaniu i dostrojeniu modelu tego systemu w środowisku matlab simulink na podstawie eksperymentalnego wyznaczenia parametrów zastosowanych prądnic okrętowych. System ten stanowi dokładne odwzorowanie układu okrętowego, składa się z trzech ZZE pracujących w sieci IT oraz kilku grup odbiorników. Prądnice synchroniczne

poszczególnych zespołów napędzane są silnikami wysokoprężnymi niedoładowanymi. Wszystkie systemy pomocnicze, chłodzenia, wydechowy, sterowanie itp. są dokładnym odzwierciedleniem rozwiązań okrętowych. Ważny element stanowi cyfrowy system pomiarowy parametrów eksploatacyjnych elektrowni, zapewniający nie tylko dokładne pomiary parametrów generowanej energii elektrycznej, ale również rejestrację parametrów eksploatacyjnych całego systemu. Umożliwia to jednoznaczne określenie oraz monitorowanie warunków realizowanych eksperymentów.

- zaplanowanie i realizacja eksperymentów czynnych polegających na kolejnym wykonywaniu uszkodzeń i wielokrotnym rejestrowaniu wartości parametrów wyjściowych przed i po wystąpieniu uszkodzenia. Następnie analiza wpływu uszkodzeń (wielkości wejściowych) na przyjęte wskaźniki jakości energii elektrycznej, oraz wybór jako parametrów diagnostycznych tych parametrów wyjściowych, które niosły najwięcej informacji o stanie technicznym zespołu prądotwórczego.
- opracowanie struktury, algorytmów oraz interfejsów mobilnego systemu pomiarowego - diagnostycznego zrealizowanego fizycznie przez specjalistyczną firmę, będącego sprzętowym, finalnym efektem powyższych działań.

Efektem końcowym jest wdrożenie do eksploatacji unikalnych i nowatorskich rozwiązań: metodyki oraz systemu diagnostycznego wykorzystujących parametry generowanej energii elektrycznej do oceny on-line stanu technicznego okrętowych zespołów prądotwórczych. Niewątpliwą zaletą eksploatacyjną opracowanego systemu jest fakt, że jako przetwornik pomiarowy została wykorzystana sama prądnica synchroniczna, co eliminuje kłopotliwą konieczność instalowania dodatkowych przetworników pomiarowych. Według wiedzy autora nie istnieje tak mało inwazyjny system diagnostyczny pozwalający przeciwdziałać zanikowi zasilania w okrętowych sieciach elektroenergetycznych. Mój udział procentowy szacuję na: 100 % idei oraz struktury i algorytmu działania systemu, 50 % realizacji eksperymentów czynnych, 10 % fizyczna realizacja systemu.
System ten, wraz ze stosowną metodyką, został wdrożony do eksploatacji w Stoczni Marynarki Wojennej w wyniku realizacji zamówienia nr LK5/36/08.

Omówienie rozwiązania II - Opracowanie i wdrożenie demonstratora technologii awaryjnego systemu zasilania okrętu podwodnego opartego na ogniwie paliwowym typu PEM.

Obserwując nowoczesne konstrukcje okrętów podwodnych, można już teraz stwierdzić, że niskotemperaturowe polimerowe ogniwa paliwowe przynoszą szczególne korzyści przy zastosowaniu w środowisku podwodnym. Technologia ta na początku była rozwijana w rozwiązaniach kosmicznych. Aktualnie jest ciekawą alternatywą dla implementacji AIP (ang. air independent propulsion) zrealizowaną na okrętach podwodnych zarówno marynarki wojennej Niemiec jak i Kanady. Posiadanie takiego źródła energii może być szczególnie przydatne również w sytuacjach awaryjnych okrętu. Przetrwanie w głębinie do czasu przybycia jednostek ratowniczych jest możliwe tylko w przypadku zapewnienia zasilania systemów podtrzymujących życie oraz łączności. Korzyści te, uzasadniają uzupełnienie klasycznych zasobników energii elektrycznej, jakimi są obecnie wykorzystywane na okrętach podwodnych zaawansowane technologicznie baterie chemiczne - ogniwa paliwowe PEM (ang. Proton Exchange Membrane).

Autorski projekt wnioskującego, technicznej realizacji systemu zapewniającego pracę stosu PEM bez dostępu powietrza zapewniający najbardziej zamaskowane działanie z dobrymi właściwościami przetrwania pod wodą został zawarty we wniosku o finansowanie badań na rzecz obronności kraju i stał się podstawą pracy badawczej, której celem było opracowanie technologii rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego z zastosowaniem wodorowego ogniwa paliwowego. Zasadniczym jej celem było wykonanie demonstratora technologii pozwalającego opracować zasadnicze wymagania dla tego typu urządzeń w środowisku okrętu podwodnego. Praca ta podzielona była na dwa zasadnicze etapy: pierwszy – „Identyfikacja obiektu oraz opracowanie założeń projektowych demonstratora rezerwowego zasilania okrętu podwodnego" oraz drugi – „Budowa i badania demonstratora technologii".

W trakcie pierwszego etapu prac badawczych opracowano wstępny model matematyczny działania rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego na bazie wodorowego ogniwa paliwowego typu PEM, wykonano badania symulacyjne i określono optymalne parametry sterowania i działania układów rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego. Przeprowadzono identyfikację procesów generowania, przetwarzania i transmisji energii elektrycznej na pokładzie okrętu podwodnego w celu zastosowania wodorowego ogniwa paliwowego typu PEM oraz opracowano założenia projektowe do budowy demonstratora technologii sprzętowego rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego na bazie wodorowego ogniwa paliwowego. Zadanie to wymagało szczegółowej analizy pracy prądnic prądu stałego w typowych stanach eksploatacyjnych okrętu podwodnego oraz współpracujących z siecią przetwornic energoelektronicznych w celu określenia wymagań dla przetwornicy DC/DC zapewniającej współpracę stosu ogniwa paliwowego z bardzo specyficzną siecią okrętową.

Efektem realizacji powyższych zadań jest opis matematyczny współpracy systemu ogniwa paliwowego z systemem okrętowym w postaci równań różniczkowych i macierzy równań stanu zaimplementowany przy zastosowaniu pakietu Simulink. Pozwoliło to na przeprowadzenie badań symulacyjnych, podczas których w pierwszej kolejności zweryfikowano zaimplementowany symulator pracy systemu stosu ogniwa paliwowego na podstawie danych eksperymentalnych uzyskanych od producenta modelowanego ogniwa, tj. stosu o mocy 8 kW firmy Nedstack.

Podczas drugiego etapu prac, bazując na danych uzyskanych z wcześniejszych badań symulacyjnych zaprojektowano, zbudowano i przebadano podstawowe właściwości eksploatacyjne demonstratora. Jego parametry spełniają przyjęte założenia odnośnie

rezerwowego źródła zasilania. Ponadto w oparciu o Laboratorium Napędów Elektrycznych zaprojektowano i wykonano stanowisko do badania przedmiotowego demonstratora. Bazując na zbudowanym stanowisku przeprowadzono szereg badań, które umożliwiły weryfikację opracowanego modelu symulacyjnego i założeń projektowych.

Opracowany system zasilania elektrycznego oparty o ogniwo paliwowe PEM, przystosowany do pracy w warunkach bez dostępu powietrza poprawnie reaguje na zmiany prądu obciążenia oraz dobrze stabilizuje napięcie zasilające odbiorniki energii elektrycznej, odwzorowujące pracę urządzeń elektrycznych podczas stanu awaryjnego okrętu podwodnego. Zrealizowany podsystem zasilania wodorem z recyrkulacją gazu w pętli zamkniętej umożliwia szybką reakcję stosu ogniwa paliwowego PEM na zmianę obciążenia elektrycznego.

Zaproponowano otwarty podsystem zasilania tlenem z precyzyjnym sterowaniem natężeniem przepływu tlenu odpowiednio do parametrów obciążenia. Ze względu na ograniczenie liczby elementów, zrealizowany podsystem zasilania tlenem jest jednym z najprostszych rozwiązań, a przez to rozwiązaniem potencjalnie najbardziej niezawodnym. Zarejestrowane natężenia przepływu nadmiaru tlenu (pojawiającego się na wyjściu stosu ogniwa paliwowego) nie stwarzają zagrożenia życia lub zdrowia załogi okrętu podwodnego. Cały podsystem zasilania tlenem dość szybko i łagodnie (bez narażania stosu ogniwa paliwowego na uszkodzenie lub zniszczenie) reaguje na zmiany prądu obciążenia. Przeprowadzone badania oraz doświadczenie nabyte podczas realizacji demonstratora pozwoliły na opracowanie projektu założeń taktyczno-technicznych rezerwowego zasilania PEM dla okrętu podwodnego.

.

Rys. 7 System zasilania awaryjnego OP typu Kobben wykorzystujący ogniwo paliwowe typu PEM.

Efektem realizacji projektu jest systemu ogniwa paliwowego (Rys. 7.) pozwalający na szkolenie załóg okrętów podwodnych w zakresie nowej technologii oraz zbudowanie zespołu badawczego zdolnego do prowadzenia kolejnych prac związanych z technologią PEM, w tym obejmujących wytwarzanie i magazynowanie wodoru oraz optymalizację technologii ogniw paliwowych do warunków okrętowych. System ten został wdrożony do eksploatacji w Marynarce Wojennej na podstawie dokumentów wynikających z przepisów MON dotyczących sprzętu i uzbrojenia wojskowegoOprócz ww. wdrożenia, efekty powyższych prac zostały opublikowane w następujących pozycjach:

– Grzegorz Grzeczka, Piotr Szymak, " The Hardware Implementation of Demonstrator Air Independent Electric Supply System Based on PEM Fuel Cell", Polish Maritime Research No. 4 (92) / 2016 Pages 84-93. (A20)

– Grzegorz Grzeczka: "Implementation of Integrated Thermal and Humidification Subsystems of 6 kW PEM Fuel Cell System", Solid State Phenomena, Trans Tech Publications, Switzerlands Vol. 180 (2012), str. 297- 302,

– Grzegorz Grzeczka, Wojciech Sobociński: "Hydrogen Energy System as on Energy Source for Navy Ships", Polish Journal of Environmental Studies, HARD Publishing Company, Vol.19, No.4A, 2010, str. 39-41,

– Grzegorz Grzeczka, Piotr Szymak: „Odporność systemu zasilania elektrycznego opartego na ogniwie paliwowym PEM na dynamiczne zmiany obciążenia", Logistyka nr 6/2010 Instytut Logistyki i Magazynowania, , str. 1057-1064,

Podsumowując - osiągnięcie dotyczy opracowania podstaw teoretycznych, weryfikacji eksperymentalnej oraz realizacji sprzętowego systemu zasilania okrętu podwodnego w stanach awaryjnych. System oparty jest o niskotemperaturowe polimerowe ogniwo paliwowe pracujące w układzie umożliwiającym jego pracę bez dostępu powietrza. Mój wkład w powstanie tego systemu polegał na:

- identyfikacji rzeczywistych potrzeb energetycznych wybranego okrętu podwodnego w stanach awaryjnych,
- opracowaniu koncepcji podsystemów zasilania wodorem, tlenem oraz zarządzania ciepłem tak aby możliwa była bezpieczna i efektywna praca stosu ogniwa paliwowego bez dostępu powietrza,
- dostrojeniu modelu stosu ogniwa paliwowego w pakiecie matlab simulink do parametrów rzeczywistego stosu wybranego do realizacji systemu,
- wyznaczeniu na podstawie badań symulacyjnych parametrów rzeczywistych urządzeń do stworzenia sprzętowej wersji systemu.
- kierowanie i udział w eksperymentach czynnych mających na celu dobranie nastaw regulatorów w poszczególnych podsystemach.
- kierowanie i udział w procedurach zdawczo – odbiorczych systemu dla przedstawicieli Dywizjonu Okrętów Podwodnych III FO.

Efektem końcowym jest wdrożenie do eksploatacji unikalnego systemu zasilania o mocy 8 kW opartego o polimerowe niskotemperaturowe ogniwo paliwowe, pracującego bez dostępu powietrza. Niewątpliwą zaletą eksploatacyjną opracowanego systemu jest zastosowanie otwartego systemu tlenowego, sterowanego z precyzją zapewniającą właściwy przepływ reagentów przy zachowaniu ściśle określonej ich różnicy ciśnień, pozwalającego na wspieranie procesu regeneracji atmosfery wewnątrz okrętu podwodnego.

Według wiedzy autora podobny system był zalążkiem układów zasilania produkowanych obecnie w Niemczech okrętów podwodnych typu 214. Należy podkreślić fakt, że w dostępnej literaturze niedostępne są rozwiązania systemów

zapewniających pracę ogniwa paliwowego bez dostępu powietrza o szczegółowości pozwalającej na realizację rzeczywistego systemu.

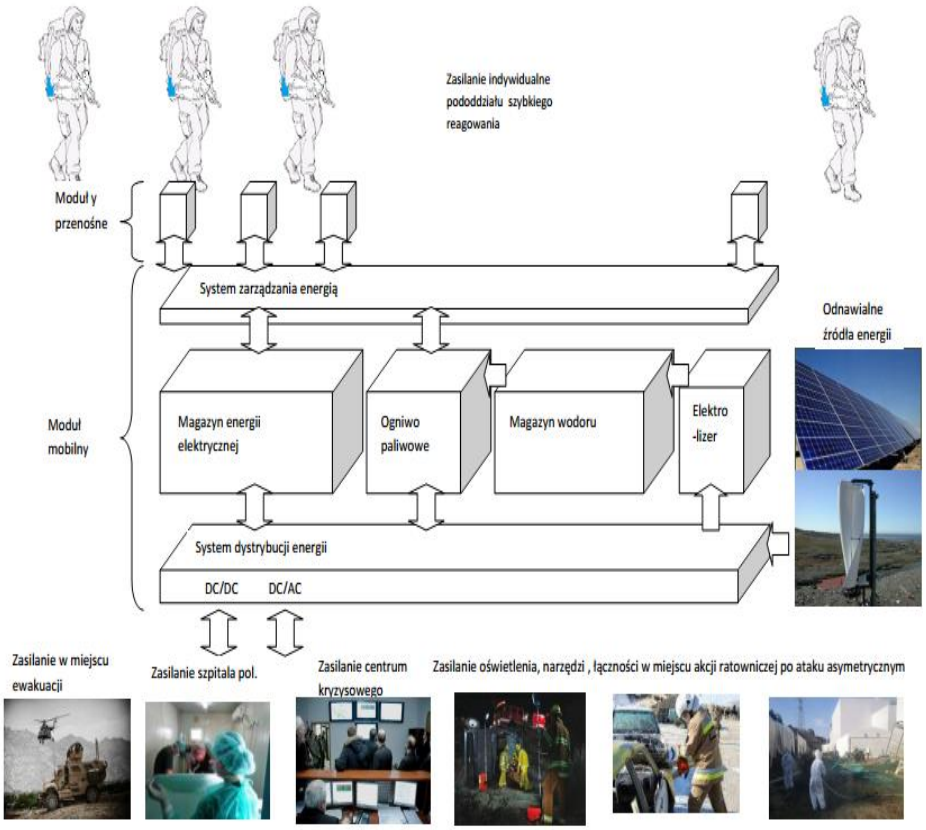
Mój udział procentowy szacuję na: 50 % idei oraz struktury i algorytmu działania systemu, 50 % realizacji eksperymentów czynnych, 10 % fizyczna realizacja systemu.

System ten został wdrożony do eksploatacji w Komendzie Portu Wojennego Gdynia.

Dokument inicjujący ten proces czyli protokół przekazania sprzętu do składnicy Marynarki Wojennej znajduje się w załącznikach.

Omówienie rozwiązania III - Opracowanie i wykorzystanie do zainicjowania udziału RP w zespole NATO SET-ET-097 Hybrydowego systemu zasilania wspomagającego akcje ratownicze w sytuacjach kryzysowych.

W wyniku realizacji projektu „Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację", powstał pierwszy w kraju demonstrator technologii umożliwiającej działanie zespołu ratowniczego w sytuacji kryzysowej całkowicie bez konieczności dostaw energii elektrycznej czy paliwa służącego do jej wytworzenia. Podstawą projektu był autorski pomysł elektrycznego i mechanicznego rozwiązania magazynu energii składającego się z bloków stanowiących zasilanie indywidualne ratownika, mogących łączyć się w nadrzędny system zobrazowany na Rys. 8. Zrealizowany system umożliwia zasilanie elektryczne wyposażenia przenoszonego przez żołnierza ratownika jak i urządzeń wspierających akcję, takich jak np. łączność czy oświetlenie stołu operacyjnego. Odpowiada więc funkcjonalnie zespołowi prądotwórczemu ale w wielu aspektach przewyższa go właściwościami techniczno-taktycznymi. Fizycznie potwierdzona została zasadność i możliwość współpracy różnych chemicznych źródeł prądu. Potwierdzono duży potencjał technologii ogniw paliwowych ale także i ograniczenia eksploatacyjne tej technologii na obecnym etapie rozwoju metod magazynowania wodoru. Możliwość działania zbudowanego demonstratora w przyjętych zgodnie z wymaganiami militarnymi warunkach klimatycznych potwierdzona została badaniami w certyfikowanym laboratorium Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw w Poznaniu.



Rys. 8 Koncepcja hybrydowego systemu zasilania w sytuacjach kryzysowych.

Fizyczna realizacja demonstratora na osiągniętym etapie gotowości technologii (Rys. 10.) pozwoliła na przeprowadzenie bardzo szczegółowych i szeroko zakrojonych badań, które generalnie potwierdziły przyjęte założenia, ale też wskazały kierunki dalszych prac. Doświadczenia uzyskane podczas realizacji modułów przenośnych, pozwoliły na osiągnięcie zadowalających gęstości energii (ok 180Wh/kg) co w przypadku zastosowania w trakcie kontynuacji badań zaawansowanych technologii materiałowych w zmodyfikowanej konstrukcji mechanicznej, rokuje osiągnięcie wyników porównywalnych z wiodącymi konstrukcjami NATO (wniosek na podstawie informacji z prac panelu SET 206 STO – obecnie oferowane to ok 200 Wh/kg).

Rys. 9 Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację.

Moduł mobilny jest wynikiem realizacji nowatorskiego podejścia do problemu zapewnienia magazynu energii elektrycznej z możliwością jej przetwarzania na potrzeby różnych odbiorników oraz uzupełniania z odnawialnych źródeł energii. Nie istnieje obecnie jego odpowiednik w siłach NATO. Zrealizowane systemy monitoringu oraz zarządzania energią, umożliwiają realizację scenariuszy opracowanych w wyniku analizy potrzeb zespołu ratowniczego a także elastyczne przetwarzanie energii do potrzeb, które wynikną z praktycznego wykorzystania opisywanego sprzętowego demonstratora.
Zrealizowane moduły dają możliwość zweryfikowania tezy stojącej za ideą podjęcia projektu, że hybrydowe połączenie różnych technologii pozwoli na uzyskanie większej gęstości energetycznej modułu zasilania. Integracja różnych technologii, w tym dopiero poznawanej wykorzystującej wodorowe ogniwa paliwowe, postawiła przed wykonawcami wiele wyzwań projektowych. Ze względu na badawczo-rozwojowy charakter prac, przy organizacji projektu

położono nacisk na możliwie szybką weryfikację przyjętych założeń i rozwiązań projektowych. Dzięki temu możliwa była ich modyfikacja i wczesne zastosowanie wniosków z poczynionych testów do poprawy jakości ostatecznego projektu. Taka organizacja opierała się o dwa podstawowe paradygmaty. Po pierwsze przyjęto, że implementacja poszczególnych funkcjonalności będzie realizowana kolejno, pozwalając na przeprowadzenie wstępnych testów kluczowych aspektów działania systemu już w pierwszych etapach projektu. Drugim paradygmatem była regularna, próbna integracja systemu, pozwalająca na wczesne testowanie poszczególnych funkcjonalności przy uwzględnieniu ich interakcji w resztą systemu.

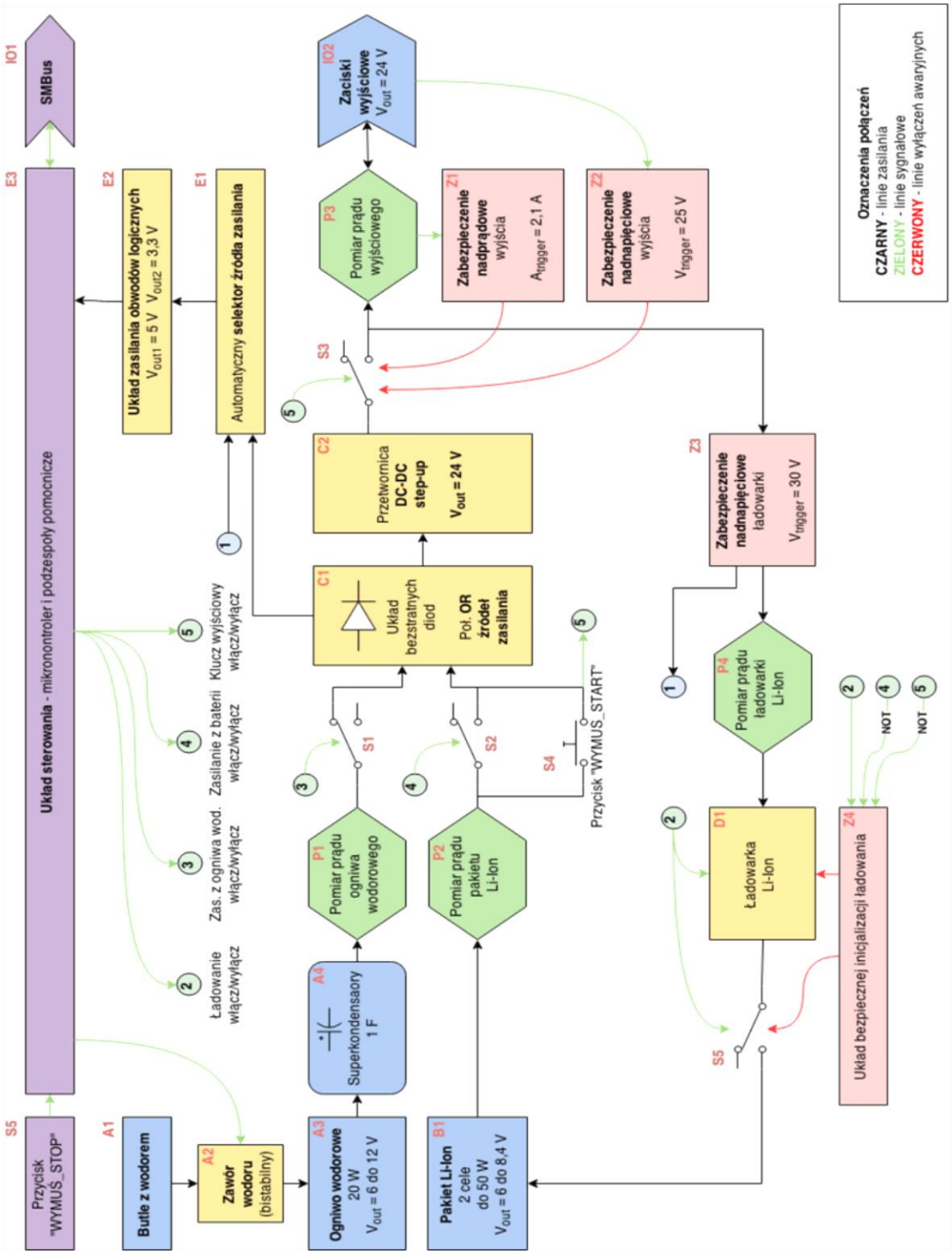
Podstawowym zadaniem jest zapewnienie użytkownikowi systemu możliwości pobierania energii z obu źródeł zasilania - ogniwa wodorowego i baterii Li-Ion, w proporcjach odpowiadających aktualnemu zapotrzebowaniu na energię. Podział obciążenia między te dwa źródła odbywa się w sposób możliwe jak najbliższy optymalnemu, z punktu widzenia ich charakterystyk, warunków pracy i ilości zmagazynowanej energii. Realizacja strategii sterowania i podziału obciążenia między źródła wymagała zastosowania podzespołów umożliwiających ocenę aktualnych warunków pracy zarówno ogniwa wodorowego jak i baterii litowo-jonowej, oraz kluczowania i łączenia płynących prądów zasilania.

W wyniku analiz przyjęto topologię i funkcjonalność układu sterowania pokazane na rysunku 10. Zasobniki z wodorem (blok A1) podłączone są do ogniwa wodorowego (A3) poprzez bistabilny zawór (A2). Zawór (A2) umożliwia włączenie bądź wyłączenie ogniwa wodorowego poprzez odcięcie dopływu paliwa. Ponieważ zawór (A2) jest bistabilny, jego przełączenie wymaga jedynie krótkiego impulsu prądowego, po którym pozostanie on otwarty lub zamknięty aż do zastosowania kolejnego sterowania. Rozwiązanie takie umożliwia wyłączenie urządzenia poprzez pozostawienie zamkniętego zaworu (A2), mimo obecności pełnych zasobników z wodorem (A1), oraz ułatwia ekonomiczne pod względem energetycznym sterowanie pracą ogniwa. Ogniwo wodorowe charakteryzuje się relatywnie powolną reakcją na zmiany obciążenia. Do tego, elektronika sterująca ogniwem okresowo zwiera jego stos, w celu wyczyszczenia go. Zwarcie to objawia się chwilowym (do 200 ms) zanikiem napięcia wyjściowego ogniwa. By było możliwe zasilana przez pewien czas wyłącznie z ogniwa, oraz by możliwe było ładowanie baterii Li-Ion (B1) z tego źródła, konieczne było zastosowanie baterii superkondensatorów (A4). Odsprzęgają one ogniwo wodorowe (A3) od reszty systemu i pozwalają na podtrzymanie obciążenia przez 1 sekundę po zaniku zasilania z ogniwa. Wypadkowy prąd ogniwa wodorowego (A3) oraz baterii superkondensatorów (A4) mierzony jest przez układ pomiarowy (P1). Ogniwo wodorowe (A3) można odłączyć za pomocą klucza (S1), pracującego w konfiguracji normalnie zamkniętej. Fakt, iż klucz (S1) domyślnie przewodzi prąd, sprawia że system wystartuje korzystając z ogniwa zawsze, gdy tylko otwarty jest zawór (A2) i wkręcone są pełne butle z wodorem (A1). Wspomagający ogniwo wodorowe pakiet Li-Ion (B1) jest podłączony bezpośrednio do układu pomiaru prądu baterii (P2). Pakiet Li-Ion zasila system poprzez klucz (S2), normalnie otwarty. Klucz (S2) domyślnie nie przewodzi prądu, tak więc pakiet Li-Ion (B1) jest używany tylko gdy oprogramowanie stwierdzi iż pomoc baterii jest potrzebna. Z tego samego względu, samo podłączenie naładowanej baterii do systemu nie uruchomi urządzenia. Dodatkowo, z baterii, podczas gdy system jest wyłączony, nie płynie żaden prąd.

Jak wspomniano wcześniej, rozruch systemu nastąpi zawsze, gdy tylko otwarty jest zawór (A2) i wkręcone są pełne zasobniki z wodorem (A1). W celu zapewnienia możliwości

włączenia i wyłączenia systemu, niezależnie od stopnia napełnienia zasobnika z wodorem, przyjęto specjalną procedurę rozruchu i zatrzymania pracy urządzenia. Bardzo ważnym elementem systemu jest blok OR (C1) działający jak zestaw łączników dwukierunkowych z elementami MOSFET o bardzo małej rezystancji przewodzenia. Funkcjonalność taką uzyskano przez aktywne sterowanie kluczami tranzystorowymi. Na blok (C1) można patrzeć jak na bramkę OR dla źródeł zasilania z ogniwa (A3) i baterii (B1). Efektem jej pracy jest równoważenie obciążenia miedzy oboma źródłami, na takim poziomie na jakim wyrównają się ich napięcia, spadające ze wzrostem poboru prądu. Połączone dzięki blokowi OR (C1) źródła zasilania, podawane są na wejście przetwornicy DC-DC step-up (C2), której zadaniem jest podwyższenie napięcia pochodzącego z baterii (B1) lub ogniwa (A3,. Przetwornica (C2) generuje na swym wyjściu napięcie, będące oczekiwanym potencjałem wyjściowym systemu. Napięcie to jest podłączone do klucza wyjściowego systemu (S3), który umożliwia włączenie wyjścia dopiero po pełnym rozruchu zarówno przetwornicy (C2) jak i ogniwa wodorowego (A3). Prąd opuszczający zwarty klucz (S3) napotyka układ pomiaru prądu wyjściowego (P3) i trafia do obciążenia systemu poprzez zaciski wyjściowe (IO2). Klucz (S3) jest sterowany nie tylko przez układ nadzorczy (E3), ale także przez układy zabezpieczenia nadprądowego (Z1) i nadnapięciowego (Z2) wyjścia systemu. Jeśli prąd zmierzony przez czujnik (P3) osiągnie wartość oznaczającą przekroczenie znamionowej mocy - klucz (S3) zostanie automatycznie rozwarty na ułamek sekundy, w celu stłumienia piku prądowego. Stosowną informację o przeciążeniu otrzyma również układ sterujący (E3), który może na jej podstawie podjąć decyzję o odłączeniu wyjścia przez rozwarcie klucza (S3). Podobnie, jeśli napięcie na zaciskach wyjściowych systemu (IO2) przekroczy zadane, klucz (S3) zostanie natychmiast rozwarty przez zabezpieczenie nadnapięciowe (Z2). Pojawienie się wysokiego napięcia na zaciskach (IO2) sugeruje zwarcie z innym urządzeniem o wyższym napięciu wyjściowym, próbę nieprawidłowego podłączenia ładowarki serwisowej, bądź przepięcie.
Za kluczem (S3) podłączona jest ładowarka baterii Li-Ion (D1), poprzez układ pomiaru prądu ładowania (P4) oraz zabezpieczenie nadnapięciowe ładowarki (Z3). Umiejscowienie ładowarki (D1) na wyjściu systemu umożliwia zarówno ładowanie pakietu Li-Ion (B1) z ogniwa wodorowego (A3) jak i z zacisków wyjściowych (IO2), w trybie serwisowym. Ponieważ istnieje zagrożenie uszkodzenia baterii (B1) i/lub ładowarki (D1) jeśli podjęta by została próba ładowania pakietu Li-Ion (B1) podczas gdy system korzysta z niego jako ze źródła zasilania - zwarty jest klucz (S2). By wykluczyć ten niebezpieczny stan, zastosowano zabezpieczenie (Z4). Dzięki zabezpieczeniu (Z4) możliwe jest uruchomienie ładowania pakietu Li-Ion (B1) tylko i wyłącznie gdy rozwarty jest klucz (S2), oraz nie jest wciśnięty przycisk (S4). Klucz (S5) umożliwia odłączenie ładowarki (D1) od baterii (B1) w czasie gdy nie wykonuje ona cyklu ładowania, co stanowi zabezpieczenia przed uszkodzeniem jednego z tych podzespołów przez problemy natury elektrycznej (wsteczne przebicie ładowarki).
Wymagania funkcjonalne stawiane systemowi zakładają możliwość serwisowego ładowania baterii (B1) z zacisków wyjściowych systemu (IO2). W procesie ładowania baterii musi uczestniczyć układ nadzorczy (E3), stąd konieczność umożliwienia jego zasilania zarówno z wewnętrznego węzła zasilającego systemu (C1) jak i z wyjścia. Za automatyczny wybór źródła zasilania układów logicznych odpowiada blok (E1). Na uwagę zasługuje fakt, iż zasilanie zewnętrzne pobierane jest zza zabezpieczenia nadnapięciowego ładowarki (Z3). Wyjście selektora (E1) podłączone jest do przetwornicy obniżającej napięcie do poziomu

potrzebnego do zasilania układów logicznych (E2) i wykorzystywane do zasilania układów sterujących (E3), odpowiedzialnych za sterowanie systemem, oraz komunikacją przy użyciu magistrali SMBus (IO1).



Rys. 10 Koncepcja układu sterowania.

Algorytm sterujący jest wykonywany przez układ sterowania (blok E3). Celem pracy algorytmu jest możliwe jak najbliższe optymalnemu wykorzystanie obu źródeł zasilania - baterii Li-Ion i ogniwa wodorowego, do pokrycia zapotrzebowania energetycznego użytkownika systemu. Podstawowym kryterium optymalizacji była maksymalna gęstość energetyczna projektowanego układu.
Podstawowy algorytm sterowania pracą urządzenia zaimplementowany został jako nieskończona pętla powtarzana w głównym wątku aplikacji. Istotnym z punktu widzenia funkcjonalności urządzenia jest okres, z jakim wykonywany jest krok algorytmu sterującego. Jest to szczególnie ważne z uwagi na dynamiczne zarządzanie źródłami zasilania i potencjalną możliwość nagłych zmian w parametrach obciążeń, jak również występujących w nieoczekiwanych momentach spadkach napięcia na poszczególnych źródłach zasilania. Wynikiem tego są wymagania na czas reakcji układu, które zapewniają niezakłócone źródło zasilania części logicznej urządzenia, zapobiegając niepożądanym zanikom napięcia. Na bazie przeprowadzonych obliczeń i wstępnych testów okres z jakim wykonywany jest krok algorytmu sterującego został ustalony na 1 ms.
Protokół SMBus

Do komunikacji inteligentnej baterii z inteligentnym odbiornikiem energii zaimplementowany został protokół zgodny z:

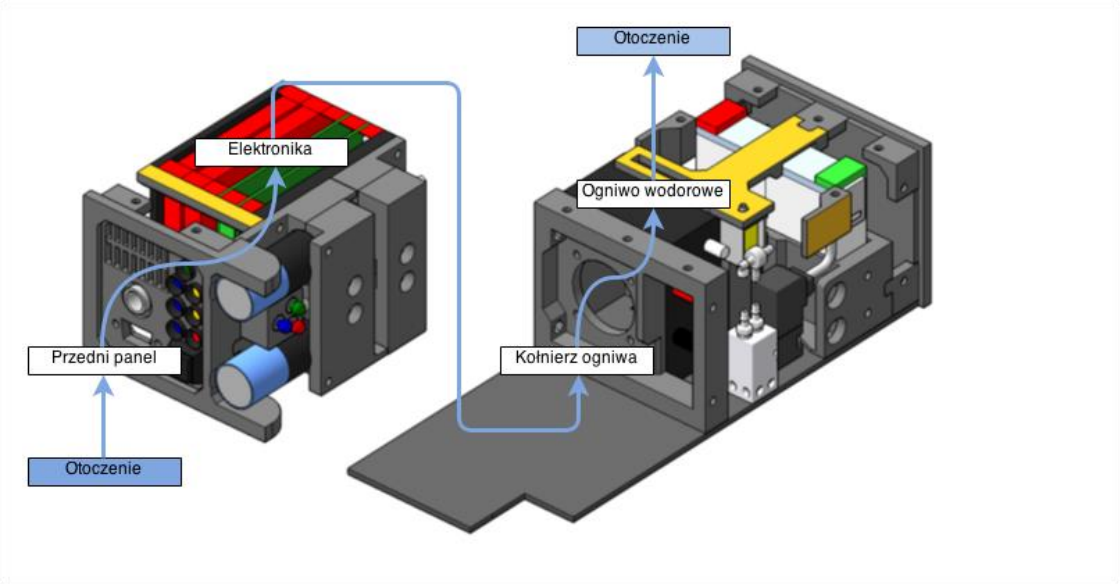
- Smart Battery Data Specification, Revision 1.1 December 11, 1998,
- SBDS addendum for Fuel Cell System, Release 1.02 April 11, 2007.

Protokół został zaimplementowany przy użyciu wbudowanego w mikrokontroler modułu I2C. Obsługa programowa tego modułu odbywa się przerwaniowo.
Pamięć nieulotna wykorzystana w urządzeniu podłączona jest do mikrokontrolera za pomocą interfejsu SPI. Przy implementacji rozwiązania umożliwiającego zapis i odczyt z tej pamięci wykorzystano wbudowany w mikrokontroler moduł SPI. Do transferu danych używany jest także mechanizm DMA obsługiwany przerwaniowo.
Sekcja pamięci nieulotnej poświęconej na log parametrów pracy urządzenia została zorganizowana w postaci bufora cyklicznego. Taka architektura powoduje, że nowe rekordy dotyczące chwilowych parametrów pracy zapisywane są w miejsce najstarszych rekordów przechowywanych w pamięci nieulotnej, gwarantując wykorzystanie całej dostępnej pamięci na najświeższe dane. Dzięki temu rozwiązaniu możliwe jest też ciągłe zapisywanie danych z urządzenia bez ryzyka wyczerpania się pamięci poświęconej na log.
Rozwiązanie oparte o bufor cykliczny wymaga przechowywania w pamięci wskaźnika do ostatnio zapisanego rekordu. W celu zachowania ciągłości stanu bufora cyklicznego pomiędzy stanami wyłączenia i włączenia urządzenia, wskaźnik pozycji w buforze cyklicznym jest również przechowywany w pamięci nieulotnej, w sekcji poświęconej nieulotnym parametrom urządzenia.
W celu przechowania informacji o liczbie przejść pomiędzy stanami włączenia i wyłączenia przy inicjalizacji oprogramowania modyfikowany jest licznik włączeń przechowywany w pamięci nieulotnej, znajdujący się również w sekcji poświęconej nieulotnym parametrom urządzenia. Także w tej sekcji przechowywane są informacje niezbędne dla ciągłości estymacji wartości zmagazynowanej energii.

Układ elektroniczny został skonstruowany w sposób odwzorowujący strukturę opisaną powyżej. W celu ułatwienia optymalnego ułożenia elementów w obudowie urządzenia, oraz aby oddzielić sterujące podzespoły elektroniczne od układów mocy zastosowano dwie płytki drukowane - “płytkę mocy“ oraz “płytkę logiczną”.
Bardzo istotnym elementem jest układ łączenia źródeł zasilania. Pobieranie prądu z kilku różnych zasilaczy na raz jest bezpieczne tylko, gdy połączy się je poprzez diody zabezpieczające przed przepływem prądów wyrównawczych. Zwykłe diody krzemowe charakteryzują się jednak spadkiem napięcia minimum 0,5 V co przy prądach rzędu nawet 7 A zaowocowałoby stratą aż 3,5 W. Z tego względu do łączenia źródeł zasilania zastosowano klucze tranzystorowe typu MOSFET P (Q1, Q5 Q7 na schemacie płytki mocy), oraz sterowniki LTC4412 (U2, U4, U6), pracujące w układzie zgodnym z ich notą katalogową. LTC4412 wykorzystuje diodę wbudowaną w tranzystor MOSFET P, wykrywa iż zaczyna ona przewodzić i otwiera klucz tranzystorowy do końca. W razie stwierdzenia wyższego napięcia na wyjściu klucza niż na jego wejściu, sterownik natychmiast zamyka tranzystor. W ten sposób klucz zachowuje się jak bezstratna dioda. Klucz wyjściowy znajduje się za główną przetwornicą systemu. Musi on umożliwiać zarówno odłączenie napięcia generowanego od wyjścia, jak i odcięcie napięć pojawiających się na wyjściu, na przykład podczas ładowania serwisowego, od głównej przetwornicy. Tranzystory MOSFET P posiadają wbudowaną diodę, co sprawia iż przewodzą prąd w jedną stronę, a jako klucz użyteczne są w drugim kierunku. Z tego względu w roli klucza wyjściowego zastosowano komplementarną parę dwóch MOSFET-ów P (Q13, Q14 na schemacie płytki mocy), odcinających przepływ prądu w obu kierunkach.
Ze względu na mnogość zabezpieczeń analogowych, oraz układ sterowania bramkami tranzystorów limitujący napięcie, cały układ klucza został wstępnie zasymulowany w programie LT Spice i zastosowany w projekcie dopiero po dokładnym sprawdzeniu. Na uwagę zasługuje fakt, iż radiatory obu tranzystorów kluczujących podłączone są do termistora (R35), dzięki czemu oprogramowanie sterujące może ocenić czy częste przełączanie klucza wyjściowego, przykładowo na skutek pracy zabezpieczeń nadprądowych, nie doprowadziło do jego przegrzania. Istnieje więc możliwość wczesnego zapobieganiu problemom termicznym poprzez tymczasowe wyłączenie wyjścia. W początkowym etapie prac nad schematem elektrycznym ustalono iż zachodzi potrzeba zastosowania kluczy o bardzo niskiej rezystancji i mogących pracować zarówno w układzie normalnie otwartym, jak i normalnie zamkniętym. Wymogi te przywodzą na myśl klasyczny przekaźnik, możliwość ich zastosowania została jednak odrzucona ze względu na zbyt duży, stały pobór mocy cewki - na poziomie pojedynczych watów. Z tego względu skonstruowano układy oparte o tranzystory MOSFET P i wspomagane przez tranzystory NPN oraz PNP. Dzięki temu udało się zbudować tranzystorowe zamienniki przekaźników, sterowane napięciem, pobierajcie pomijalnie małą stałą moc i cechujące się opornością w stanie zwartym na poziomie 3 mOhm. Priorytetem przy konstrukcji układów pomiaru prądu był minimalny wpływ strat mocy na rezystorach pomiarowych na pracę systemu. Z tego względu zastosowano układy ZXCT1082 (U3, U7, U9, U10, U14, U16 na schemacie płytki mocy) , służące silnemu wzmocnieniu mierzonego na rezystancji pomiarowej potencjału różnicowego, co z kolei pozwoliło na zastosowanie bardzo niskich rezystancji do pomiaru prądu. Ładowanie baterii Li-Ion musi zachodzić według ściśle określonej procedury, zwracając również uwagę na zagrożenia takie jak

przeładowanie czy przegrzanie ogniwa. Z tego względu w projekcie zastosowano układ dedykowany do ładowania baterii litowo-jonowych. Chip współpracuje z własną przetwornicą obniżającą i jest w stanie pracować z bardzo szerokim zakresem napięć wejściowych. Posiada też zabezpieczenie przed przegrzaniem baterii, lub zbyt długim jej ładowaniem bez postępów, co może świadczyć o uszkodzonych celach ogniwa. Takie rozwiązanie pozwoliło nie tylko uprościć układ ładowarki, ale także zintegrować w nim wszystkie wymagane zabezpieczenia. Połączenie napięcia wyjściowego i niskonapięciowej komunikacji przez SMBus na jednym złączu wyjściowym rodzi ryzyko zwarcia między liniami wysokoenergetycznymi i komunikacyjnymi. Z tego względu, by takie zwarcie nie zniszczyło układów sterujących, konieczne było zastosowanie izolacji galwanicznej na liniach SMBus-a. W tym celu zastosowano układ który jest dedykowanym rozwiązaniem do izolacji galwanicznej protokołu I2C. Protokół SMBus jest kompatybilny z I2C.
Bateria superkondensatorów umożliwiających podtrzymanie pracy systemu z ogniwa wodorowego podczas chwilowego zaniku napięcia na jego zaciskach (czyszczenie stosu), oraz ułatwiająca reakcję ogniwa na nagłe zmiany obciążenia jest istotnym elementem układu zasilania. Możne ona jednak utrudnić wyłączenie urządzenia. Przy niewielkim obciążeniu układ może pracować przez około 2 minuty z samych tylko superkondensatorów. Znacząco wydłużałoby to procedurę wyłączenia na żądanie. Implementacja procedury rozładowywania banku okazała się również konieczna ze względów serwisowych. Testy wykazały, iż niebezpieczny dla delikatniejszych podzespołów potencjał na superkondensatorze utrzymywał się kilkanaście minut od wyłączenia systemu, co stanowiło zagrożenie przy demontażu urządzenia. Z wyżej opisanych względów wdrożono procedurę rozładowywania superkondensatora po żądaniu zatrzymaniu systemu. W tym celu wykorzystywana jest cewka zaworu wodoru, używana jako obciążenie, rozładowujące w kontrolowany sposób zgromadzony ładunek. Opisywany układ jest systemem zarządzającym znacznymi mocami, pobieranymi z mobilnych, ograniczonych źródeł energii. W takim systemie jest bardzo istotne by układy logiczne były poprawnie zasilane nawet, gdy chwilowy skok w obciążeniu generowanym przez odbiorniki spowoduje spadek napięcia zasilania. Możliwie najlepsze uniezależnienie obwodów logicznych od chwilowych warunków pracy układów mocy gwarantuje możliwość poprawnej reakcji na zmiany obciążenia. W tym celu układy logiczne systemu są zasilane poprzez układ bezstratnej diody (LTC4412), za którą umieszczono pojemność odsprzęgająco-podtrzymującą, gwarantującą pracę logiki systemu przez 100 ms po całkowitym zaniku zasilania, wliczając w to opróżnienie banku superkondensatorów. Dzięki temu możliwa jest poprawna realizacja algorytmu sterowania i przełączanie między źródłami zasilania nawet przy nagłych zmianach obciążenia.
Projekt mechaniczny konstrukcji zapewniającej współpracę różnych źródeł prądu jest również bardzo ważny. Istotnym założeniem projektowym było zapewnienie odpowiedniego przepływu powietrza przez moduły elektroniczne, tak by były one dostatecznie chłodzone. Z drugiej strony korzystne jest zapewnienie ogniwu wodorowemu ciepłego powietrza na jego wlocie. Zdecydowano się więc wykorzystać przepływ generowany przez wentylator ogniwa do chłodzenia elektroniki, jednocześnie wykorzystując ciepło przez nią wytwarzane do wstępnego ogrzania powietrza wykorzystywanego przez stos (rys. 11.). Przyjęte rozwiązania mechaniczne zostały w dużym stopniu dostosowane do dostępnych technik prototypowania. Elementy plastikowe zostały zaprojektowane w sposób umożliwiający ich łatwe

wydrukowanie na drukace 3D, natomiast zewnętrzne pokrywy – w sposób umożliwiający wycięcie ich na frezarce CNC w prostej technice 2.5D.



Rys. 11 Przepływ powietrza w obudowie.

Negatywne doświadczenia z obecnie dostępnymi technologiami magazynowania wodoru spowodowały, że w ramach projektu przeprowadzono analizę oraz wstępną weryfikację systemów generowania wodoru na potrzeby ogniwa paliwowego wykorzystujących borowodorek sodu. Uzyskane wyniki wskazują na duży potencjał tego rozwiązania, jednak uwarunkowany opanowaniem metody sterowania wydajnością procesu generacji wodoru, a szczególnie jego przerwaniem.

Ze względu na bardzo szerokie możliwości wykorzystania efektów zrealizowanego projektu, poparte zainteresowaniem specjalistów z grup roboczych NATO jak również cywilnych służ ratowniczych, dalsze działania zmierzające do jak najbardziej efektywnego wdrożenia prowadzone są ze wsparciem Inspektoratu Implementacji Innowacyjnych Technologii MON.

Obecnie wyniki są podstawą do udziału przedstawicieli naszego kraju w zespole NATO SET-ET-097 którego zadaniem jest ustalenie wstępnych możliwości i ograniczeń oraz definicji „Smart Grid" wykorzystywanej w środowisku wspólnych operacji taktycznych NATO a szczególnie:

– przegląd oraz ocena dostępnych / obecnie wdrażanych źródeł energii z punktu widzenia zintegrowania ich w sieciach „Smart Grid" (z dużym naciskiem na źródła odnawialne i hybrydowe, których potencjał ciągle się powiększa)

– ocena wymagań (trudności) technicznych mogących występować podczas próby zintegrowania dotychczasowych schematów sieci zasilających z sieciami „Smart Grid".

– ocena technologii niezbędnych do autonomicznej pracy sieci energetycznych (uwzględniając tematykę bezpieczeństwa teleinformatycznego oraz standardów transmisji danych)

– po ustaleniu standardów, stworzenie grupy roboczej mającej na celu wdrożenie dostępnych technologii w systemy energetyczne zdefiniowane jako „Microgrid" .

Podsumowując - Powyższe rozwiązanie powstało na bazie wyników badań zrealizowanych w ramach zainicjowanego i kierowanego przeze mnie projektu badawczego: projekt badawczy NCBiR nr.DOBR /0061/R/ID2/2012/03. „Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację" realizowanego przez konsorcjum: Akademia Marynarki Wojennej (lider), Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw – Poznań, Impact Clean Power Technology (przemysł) - Warszawa.
Osiągnięcie dotyczy opracowania podstaw teoretycznych, weryfikacji eksperymentalnej oraz realizacji pierwszego w kraju systemu zasilania umożliwiającego działanie zespołu ratowniczego w sytuacji kryzysowej całkowicie bez konieczności dostaw energii elektrycznej czy paliwa służącego do jej wytworzenia. Podstawą projektu był autorski pomysł elektrycznego i mechanicznego rozwiązania magazynu energii składającego się z bloków stanowiących zasilanie indywidualne ratownika, mogących łączyć się w system nadrzędny. Zrealizowany system umożliwia zasilanie elektryczne wyposażenia przenoszonego przez żołnierza ratownika jak i urządzeń wspierających akcję, takich jak np. łączność czy oświetlenie stołu operacyjnego. Odpowiada więc funkcjonalnie zespołowi prądotwórczemu ale w wielu aspektach przewyższa go właściwościami techniczno-taktycznymi. Fizycznie potwierdzona została zasadność i możliwość współpracy różnych chemicznych źródeł prądu w sposób niwelujący wady a wykorzystujący zalety poszczególnych, współpracujących ze sobą rozwiązań technologicznych. Układ umożliwia odtwarzanie zasobów energetycznych z odnawialnych źródeł energii. Potwierdzono duży potencjał technologii ogniw paliwowych ale także i ograniczenia eksploatacyjne tej technologii na obecnym etapie rozwoju metod magazynowania wodoru.
Mój wkład w powstanie tego systemu polegał na:

- opracowaniu na podstawie wiedzy pozyskanej podczas wykonywania zadań służbowych nowatorskiej struktury oraz logiki działania projektowanego systemu,
- realizacji modelu tego systemu w środowisku matlab simulink, oraz na podstawie pozytywnych wstępnych wyników symulacji zainicjowanie powstania konsorcjum oraz merytoryczne uzasadnienie wniosku o finansowanie badań.
- opracowaniu struktury, algorytmów oraz interfejsów systemu zasilania,
- udziale w realizacji eksperymentalnej weryfikacji parametrów zbudowanego systemu.

Mój udział procentowy szacuję na: 100 % idei struktury oraz logiki działania systemu, 50 % realizacji eksperymentów czynnych.

Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR):

1. G Grzeczka, T Piłat, A Polak: „The parameters of excitation current of ship synchronous generator as the diagnostic symptoms of the propelling IC engine". Journal of Marine Engineering & Technology, 2017
http://www.tandfonline.com/eprint/CKQxhXXJtB4QEduDSD3P/full
(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)
2. A Polak, G Grzeczka, T Piłat: "Influence of cathode stoichiometry on operation of PEM fuel cells' stack supplied with pure oxygen", Journal of Marine Engineering & Technology, 2017
http://www.tandfonline.com/eprint/w2FrmZ7VSvAjRrXVatX9/full
(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)
3. T Piłat, G Grzeczka, A Polak, P Kuryś: „Implementation of the assessment method of the lead–acid battery electrical capacity in submarines", Journal of Marine Engineering & Technology, 2017
http://www.tandfonline.com/eprint/gPZUduN8gXyEEFkeI45n/full
(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)
4. A Adamczyk, G Grzeczka: "Hybrid power supply system model for offshore floating platforms", Journal of Marine Engineering & Technology, 2017
http://www.tandfonline.com/eprint/NPgTAhmbHbRmQ6AJTsr5/full
(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)
5. Grzegorz Grzeczka, Piotr Szymak, " The Hardware Implementation of Demonstrator Air Independent Electric Supply System Based on PEM Fuel Cell", Polish Maritime Research No. 4 (92) / 2016 Pages 84-93.
(**JCR**, IF: 0.33 Punktacja MNiSW: **20.0**)
6. Grzegorz Grzeczka, Paweł Swoboda, "Zastosowanie borowodorków w ogniwach paliwowych zasilających sprzęt wspomagający akcje ratownicze i ewakuację", Przemysł Chemiczny 2015 : vol. 94, nr 9, s. 1512-1514.
(**JCR**, IF: 0.399 Punktacja MNiSW: **15.0**)
7. Grzegorz Grzeczka, Karol Listewnik, Maciej Kłaczyński, Witold Cioch, "Examination of the vibroacoustic characteristics of 6 kW proton exchange membrane fuel cell", JOURNAL OF VIBROENGINEERING Volume: 17 Issue: 7 Pages: 4025-4034, Published: NOV 2015.
(**JCR**, IF: 0.617 Punktacja MNiSW: **15.0**)
8. Grzegorz Grzeczka, Karol Listewnik, Maciej Kłaczyński, Witold Cioch, „An on line diagnostics application for evaluation of machine vibration based on standard ISO 10816-1", JOURNAL OF VIBROENGINEERING Volume: 17 Issue: 8 Pages: 4248-4258, Published: DEC 2015.
(**JCR**, IF: 0.617 Punktacja MNiSW: **15.0**)
9. Grzegorz Grzeczka, Wojciech Sobociński: "Hydrogen Energy System as on Energy Source for Navy Ships", Polish Journal of Environmental Studies, Vol.19, No.4A, HARD Publishing Company, Olsztyn 2010, str. 39-41,
(**JCR**, IF: brak Punktacja MNiSW: **13.0**)
10. Grzeczka Grzegorz: "Influence of Exploitation Way of Lead-Acid Accumulators used on Submarines on their Durability". Polish Journal of Environmental Studies, Vol.17, No 3C, Hard Publishing Company, Olsztyn 2008, str. 37-40,
(**JCR**, IF: brak Punktacja MNiSW: **10.0**)
11. Grzeczka Grzegorz: "Influence of poor asynchronous motor energy power quality supplying on their exploitation course. "Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 16, No 4B, Hard Publishing Company, Olsztyn 2007, str. 56-59.
(**JCR**, IF: brak Punktacja MNiSW: **10.0**)

W fazie oczekiwania na druk (w drugiej połowie 2017 r) w Journal of Marine Engineering and Technology są następujące publikacje:
“12”. Grzegorz Grzeczka, Jan Idzikowski,: „ Automated control system of the exploitation process of the ship Power plant”,

(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)

“13”. Grzegorz Grzeczka, Witold Stanisławski,:” Preliminary optimization of exploitation process of ship power plant and its implementation in the ship power plant simulator”,

(**JCR**, IF: **0.31** Punktacja MNiSW: **20.0**)

oraz w Journal of Vibroegineering
“14”. Grzegorz Grzeczka, Maciej Kłaczyński.: „ "Assessment of noise and vibration hazards generated by hybrid PEM personal power supply"

(**JCR**, IF: 0.617 Punktacja MNiSW: **15.0**)

Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe.

1. Współautor (wraz z dr inż. Bogdan Szturomski) patentu nr 223556 na wynalazek pt. Elektromagnetyczny pędnik falowy, zwłaszcza do napędu bionicznych pojazdów podwodnych. Patent trwa od 10.06.2013 r.

   W patencie tym jestem autorem części elektromagnetycznej. Współautor odpowiada za konstrukcję mechaniczną.

Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach.

1. Podczas Międzynarodowego Salonu Przemysłu Obronnego Kielce 2016 prezentowany był pojazd bioniczny „Śledzik”. Wnioskujący brał udział w projekcie którego efektem jest w/w pojazd i w trakcie jego realizacji powstała idea wymienionego w pkt. 4.e patentu.

Kryteria oceny zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r:

Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3, dla danego obszaru wiedzy

1. Grzeczka Grzegorz: "The Analysis of Possibilities of Using Membrane Electrolyser in a Closed Circuit Power Supply System" Solid State Phenomena Volume: 210 Pages: 913 Published: 2014.
2. Grzeczka Grzegorz: "The Analysis of Possibilities of Using Electromagnetic Drive for Autonomous Biomimetic Underwater Vehicle", Solid State Phenomena Volume: 196 Pages: 8287, Published: 2013
3. Grzeczka Grzegorz, Polak Adam: "Fuel Cells for Autonomous Underwater Vehicles", Solid State Phenomena Volume: 198 Pages: 8489 Published: 2013.
4. Grzeczka Grzegorz: "Polymer Fuel Cells in Underwater Platforms", Solid State Phenomena Volume: 198 Pages: 126131 Published: 2013.
5. Grzeczka Grzegorz: "Implementation of Integrated Thermal and Humidification Subsystems of 6 kW PEM Fuel Cell System", Solid State Phenomena Volume: 180 Pages: 297302 Published: 2012.
6. Grzeczka Grzegorz, Polak Adam: „Analiza możliwości zastosowania ogniw paliwowych w autonomicznych platformach podwodnych", Instytut Logistyki i Magazynowania, Logistyka nr 3/2011, str. 805-814.
7. Grzegorz Grzeczka, Piotr Szymak: „Odporność systemu zasilania elektrycznego opartego na ogniwie paliwowym PEM na dynamiczne zmiany obciążenia", Logistyka nr 6/2010, Instytut Logistyki i Magazynowania, str. 1057-1064.
8. Piotr Szymak, Grzegorz Grzeczka: "System zasilania elektrycznego oparty na ogniwie paliwowym PEM do pracy w warunkach bez dostępu powietrza", Logistyka nr 6/2010, Instytut Logistyki i Magazynowania, str. 3453-3459.
9. Grzeczka Grzegorz: „Wpływ złej jakości zasilania silnika asynchronicznego na przebieg jego eksploatacji.", Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, nr.169K/1, 2007, str.161 – 167.
10. Grzeczka Grzegorz, Magdalena Karaś: "Wpływ temperatury elektrolitu na parametry akumulatorów stosowanych na okrętach podwodnych", Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, nr.1, 2007, str.5 – 14.
11. Grzeczka Grzegorz, Magdalena Karaś: „Wpływ sposobu eksploatacji akumulatorów kwasowych stosowanych na okrętach podwodnych na ich trwałość", Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, nr.169K/1, 2007, str. 167 – 175.
12. Grzeczka Grzegorz: „Eksperymentalne badania weryfikujące możliwość wykorzystania parametrów jakościowych energii elektrycznej wytwarzanej w okrętowych zespołach zasilania elektrycznego do oceny ich stanu technicznego." Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, nr.169K/1, 2007, str.161 – 167.
13. Grzeczka Grzegorz: „Wykorzystanie odkształceń w przebiegach generowanych przez prądnicę synchroniczną, do oceny zdatności elementów układu zasilania paliwem napędzającego ją silnika spalinowego" ,Przegląd elektrotechniczny", nr 11, 2006 r. str. 09-13.
14. Grzegorz Grzeczka "Power Quality Monitoring as a Method of Rising Ships Supply", WIT Transactions on Ecology and the Environment ISSN:1743-35412006, Vol 91, ISSN:1743-3541, 6str

15. Grzeczka Grzegorz: „Układ sterowania procesem eksploatacji elektrowni okrętowej”, Zeszyt 1/99 Politechnika Śląska, Gliwice, 1999, str. 88-97.
16. Grzeczka Grzegorz: Badania eksploatacyjne okrętowej prądnicy synchronicznej” Zeszyt 1/98 Politechnika Śląska, 1998 Katowice, str. 8 – 14.

Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych:

– Współautor – merytoryczne sprawozdanie końcowe z projektu badawczy NCBiR nr.DOBR /0061/R/ID2/2012/03 „Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację”, zakończony w 2015 r,

– Współautor - „Integration of PEM Fuel Cells and Lithium Ion Secondary Battery Into a Single Hybrid Elektric Energy Source – Part I: Control System” w “Propulsion Systems, Mechatronics and Communication”, pod redakcją Z. Kitowskiego, J. Garusa i P. Szymaka, Trans Tech Publications Ltd, 2015, e ISSN: 1662-7482, str. 289-295.

– Współautor - merytoryczne sprawozdanie końcowe z projektu zleconego przez MON, DNiSW/U/9/BN/1.16/2008/847, „Opracowanie technologii rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego z zastosowaniem wodorowego ogniwa paliwowego”, zakończony w 2010 r.,

– Współautor - merytoryczne sprawozdanie końcowe z projektu badawczego nr 0T00A 003 26 pt. Metodyka oceny on-line pracy równoległej okrętowych zespołów prądotwórczych na podstawie symptomów zawartych w parametrach jakościowych wytwarzanej przez nie energii elektrycznej, zakończony w 2007 r.,

– Współautor – merytoryczne sprawozdanie końcowe z projektu badawczego nr 0T00A 076 18 pt. Metodyka oceny zdatności elementów elektrowni okrętowej dla celów sterowania procesem eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego, zakończony w 2003 r.,

– Współautor - „Unmanned Ground Vehicles” w „SET-173 Report”, Science and Technology Organization NATO

– Współautor – opinie Komisji Awaryjnej Marynarki Wojennej RP, członek komisji.

– Autor – dwie ekspertyzy wykonane na zlecenie Prokuratury Wojskowej,

Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania.
2

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)
6

Indeks Hirsha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS)
2

Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Lp.	Numer	Tytuł	Miejsce realizacji	Charakter udziału przy realizacji projektu	Zakończenie projektu
1	projekt badawczy NCBiR nr. DOBR /0061/R/ID2/2 012/03	Hybrydowe źródło zasilania elektrycznego urządzeń wspomagających akcje ratownicze i ewakuację	Konsorcjum, AMW-Gdynia, CLAiO – Poznań, ICPT-Warszawa	Kierownik projektu	2015
2	projekt badawczy MON DNiSW/U/9/ BN/1.16/2008 /847	Opracowanie technologii rezerwowego zasilania elektrycznego okrętu podwodnego z zastosowaniem wodorowego ogniwa paliwowego	Akademia Marynarki Wojennej	Kierownik projektu	2010
3	Grant KBN nr 0T00A 003 26	Metodyka oceny on-line pracy równoległej okrętowych zespołów prądotwórczych na podstawie symptomów zawartych w parametrach jakościowych wytwarzanej przez nie energii elektrycznej	Akademia Marynarki Wojennej	Kierownik projektu	2007
4	Grant KBN nr 0T00A 076 18	Metodyka oceny zdatności elementów elektrowni okrętowej dla celów sterowania procesem eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego	Akademia Marynarki Wojennej	Kierownik projektu	2003
5	Europejska Agencja Obrony nr B-1452-ESM1-GP,	„Swarm of Biomimetic Underwater Vehicle for Underwater ISR”,	Polska – AMW Niemcy – WTD 71 Bundeswehr Technical Center for Ships and Naval Weapons	Wykonawca	2018
6	NCBR nr DOBR-BIO4/033/ 13015/2013,	„Autonomiczne pojazdy podwodne z cichym napędem falowym do rozpoznania podwodnego”,	Konsorcjum AMW, Politechnika Krakowska, Forkos	Wykonawca	2016
7	projekt rozwojowy 0004/R/T00/2 009/07	Bezzałogowa wielowariantowa platforma pływająca dla zabezpieczenia działań morskich służb państwowych	Akademia Marynarki Wojennej	Wykonawca	2011
8	projekt badawczy MNiSW nr O N504 025736	Badanie dynamiki i możliwości precyzyjnego sterowania okrętem przy małych prędkościach ruchu z wykorzystaniem modeli symulacyjnych	Akademia Marynarki Wojennej	Wykonawca	2011
9	projekt badawczy MNiSW nr O N514 015434	Ocena możliwości zastosowania systemów wieloagentowych do sterowania zespołem autonomicznych pojazdów podwodnych	Akademia Marynarki Wojennej	Wykonawca	2010
10	projekt badawczy MNiSW nr O N504 003332	Sterowanie precyzyjne okrętem przy małych prędkościach ruchu z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji	Akademia Marynarki Wojennej	Wykonawca	2009

Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność odpowiednio naukową albo artystyczną

– nagrody rektorskie za działalność naukową w 2003, 2007, 2010 i 2012 roku.

Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych:

1. Grzeczka Grzegorz: " Zmiany napięcia i prądu wzbudzenia prądnicy synchronicznej jako symptomy diagnostyczne okrętowego zestawu zasilania elektrycznego napędzanego tłokowym silnikiem spalinowym.", XLIV Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Wisła 2017, str. 38.
2. Grzeczka Grzegorz, Listewnik Karol, Kłaczyński Maciej: „Parametry wibroakustyczne hybrydowego osobistego źródła zasilania typu PEM w zmiennych warunkach pracy", XIX Konferencja Naukowa Wibrotechniki i Wibroakustyki, Warszawa Pruszków 2017, materiały konferencyjne ISBN 978-83-946170-10-1, str. 35
3. Grzeczka Grzegorz, Swoboda Paweł, Bogusz Przemysław: „Niekonwencjonalne źródła energii elektrycznej do wspomagania akcji ratowniczych i ewakuacyjnych„ II Konferencja Naukowa Logistyka w Ratownictwie Mikołajki 8-11 września 2015,
4. Grzeczka Grzegorz, Polak Adam: „Modelling of a hybrid electric energy source based on fuel cells and secondary lithium-ion batteries.", 46th Power Sources Conference, Orlando FL, 2014, str. 186.
5. Grzeczka Grzegorz, "Zastosowanie ogniw paliwowych do zasilanie pojedynczego żołnierza działającego w sytuacji kryzysowej.", XXVII Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna EKOMILITARIS 2013, Zakopane 2013.
6. Grzeczka Grzegorz: "System rejestracji danych dla potrzeb diagnostyki technicznej stosu ogniwa paliwowego typu PEM", XXXVIII Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Wisła 2011, str. 51.
7. Grzeczka Grzegorz, Szymak Piotr: "Architecture of air independent electric supply system based on PEM fuel cell", Hydrogen and Energy Symposium, Stoos, Szwajcaria, 23 -28.01.2011, Empa Materials Science and Technology, Proceedings of the 5th Hydrogen & Energy Symposium, str. 39.
8. Grzeczka Grzegorz, Szymak Piotr: "Control of oxygen flow in air independent PEM fuel cell system", Hydrogen and Energy Symposium, Stoos, Szwajcaria, 23-28.01.2011, Empa Materials Science and Technology, Proceedings of the 5th Hydrogen & Energy Symposium, str. 40.
9. Grzeczka Grzegorz: „Implementation of thermal subsystem of 6kW PEM Fuel Cell", 4th International Conference on SAUAV, Suchedniów, 5-7.05.2010 r, Politechnika Świętokrzyska, materiały konferencyjne str. 234-239.
10. Grzeczka Grzegorz: "Conception of Power System of an underwater Vehicle based on Fuel Cell Technology", materiały konferencyjne 3rd International Symposium Hydrogen & Energy, Switzerland 2009,str. 83-88.
11. Grzeczka Grzegorz: „Hierarchizacja modułów diagnostycznych automatycznego systemu sterowania elektrownią okrętową", materiały konferencyjne, XXXV Jubileuszowego Sympozjum Diagnostyka Maszyn – 2008, Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice 2008, str. 180-185.
12. Grzeczka Grzegorz: „Power Quality Monitoring as a Method of Black-out Protection" IEEE Compatibility in Power Electronics Conference *Gdansk, 2007, pp. 1-3. doi:10.1109/CPE.2007.4296494*

http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4296494&isnumber=4296485, pozycja 1.6.

13. Grzeczka Grzegorz: „Wykorzystanie odkształceń w przebiegach generowanych przez prądnicę synchroniczną, do oceny zdatności elementów układu zasilania paliwem napędzającego ją silnika spalinowego.” VII Konferencja – Szkoła, Elektrotechnika – prądy niesinusoidalne”, Łagów 2006 materiały konferencyjne w wersji elektronicznej.

14. Grzeczka Grzegorz: „Power quality monitoring as a method of rising ships supply reliability”, Fifth International Conference on Computer Simulation in Risk Analysis and Hazard Mitigation materiały konferencyjne Risk Analysis 2006 Vol 91, ISSN:1743-3541, 6 str.

15. Grzeczka Grzegorz Magdalena Karaś: „Pobór elektrycznych sygnałów pomiarowych w okrętowych warunkach środowiskowych” materiały konferencyjne XXVI Sympozjum Siłowni Okrętowych SYMSO 2005 Gdynia, 6 str.

16. Grzeczka Grzegorz: Ocena stanu wtryskiwaczy silnika napędowego prądnicy synchronicznej na podstawie parametrów generowanej przez nią energii elektrycznej, materiały konferencyjne XXI Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn Węgierska Górka 2004 r., str. 21-26.

17. Grzeczka Grzegorz: Ocena on-line stanu wtryskiwaczy silnika napędowego okrętowej prądnicy synchronicznej, materiały konferencyjne „Perspektywy i rozwój systemów ratownictwa bezpieczeństwa i obronności w XXI wieku”, AMW Gdynia 2004 r., str. 465-471.

18. Grzeczka Grzegorz, Lus Tomasz: Założenia badań weryfikujących możliwość wykorzystania parametrów jakościowych energii elektrycznej wytwarzanej w okrętowych zespołach zasilania elektrycznego do oceny ich stanu technicznego. materiały konferencyjne XXX Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn 2003, str. 106-111

19. Grzeczka Grzegorz: System pomiarowy parametrów diagnostycznych okrętowego zespołu zasilania elektrycznego. XI Międzynarodowe Seminarium Metrologów „Metody i technika przetwarzania sygnałów w pomiarach fizycznych” materiały konferencyjne, Rzeszów 2003, str. 63-68.

20. Grzeczka Grzegorz: Ocena stanu technicznego okrętowego zestawu zasilania elektrycznego na podstawie parametrów jakościowych wytwarzanej energii elektrycznej, VI Sympozjum Naukowo Techniczne „Silniki spalinowe w zastosowaniach wojskowych, 2003, materiały konferencyjne str. 193-198.

21. Grzeczka Grzegorz, Grządziela Andrzej: Badanie wpływu zakłócenia procesu wtrysku paliwa w silniku napędowym zespołu zasilania elektrycznego SW 400 na rejestrowane parametry drganiowe, XXIX Ogólnopolska Konferencja Diagnostyka Maszyn , Węgierska Górka, 2002, materiały konferencyjne str. 157-162.

22. Grzeczka Grzegorz: Problemy skutecznej realizacji ochrony przeciwporażeniowej podczas eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego, I Międzynarodowa Konferencja nt. Perspektywy i rozwój systemów ratownictwa, bezpieczeństwa i obronności w XXI wieku, BALT MILITARY EXPO 2001, Gdańsk 2001, materiały konferencyjne str. 213-218

23. Grzeczka Grzegorz: Microcomputer based diagnostics system, International Carpathian Control Conference, Krynica 2001, materiały konferencyjne str. 467-472

24. Grzeczka Grzegorz, Listewnik Karol: Analiza parametrów diagnostycznych okrętowego zespołu prądotwórczego, IXXVIII Ogólnopolska Konferencja „Diagnostyka Maszyn”, 2001 Węgierska Górka 2001, materiały konferencyjne str. 203-219

25. Grzeczka Grzegorz, Idzikowski Jan: Zautomatyzowany układ sterowania pracą elektrowni okrętowej, V Sympozjum Naukowo-Techniczne „Silniki spalinowe w zastosowaniach wojskowych”, Jurata 2001, materiały konferencyjne str. 269-276.

26. Grzeczka Grzegorz: Charakterystyka procesu eksploatacji okrętowego systemu elektroenergetycznego. Materiały Konferencyjne XXVII Sympozjum „Diagnostyka maszyn” 2000, str. 90-95.

27. Grzeczka Grzegorz: Lokalizacja doziemień w okrętowych instalacjach elektrycznych w pomieszczeniach zagrożonych pożarem i wybuchem” Materiały konferencyjne IV Konferencja Naukowo – Techniczna „Bezpieczeństwo obiektów w strefach zagrożonych pożarem i wybuchem”,2000 , str. 63-66.

28. Grzeczka Grzegorz: Zautomatyzowany układ sterowania procesem eksploatacji elektrowni okrętowej, Materiały VII Krajowej Konferencji Naukowo-Dydaktycznej „Automatyzacja i eksploatacja systemów sterowania”, Gdynia, 1999, str. 209-214.

29. Grzeczka Grzegorz: Symulator elektrowni okrętowej z wykorzystaniem zespołów prądotwórczych napędzanych silnikami SW 400, Materiały IV Sympozjum Naukowo-Techniczne „Silniki spalinowe w zastosowaniach wojskowych” Jurata, 1999, str. 607-612.

30. Grzeczka Grzegorz: Ochrona przeciwporażeniowa w okrętowych pomieszczeniach specjalnych, Materiały III Konferencji Naukowo-Technicznej „Sposoby zabezpieczania obiektów w strefach zagrożonych pożarem i wybuchem” ZONA’99, Międzyzdroje, 1999, str. 27-32.

31. Grzeczka Grzegorz: Lokalizacja doziemień w okrętowych sieciach IT, Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Bezpieczeństwo elektryczne”, Wrocław, 1999, str. 217-222,

32. Grzeczka Grzegorz: Pomiary i ocena stanu ochrony przeciwporażeniowej na jednostkach pływających, Materiały Konferencji „Mechanika 99” NAUKA I PRAKTYKA, Gdańsk, 1999, STR. 181-182.

33. Grzeczka Grzegorz: System monitorowania parametrów eksploatacyjnych elektrowni okrętowej „MPEE-1”, Materiały Konferencji „Mechanika 99” NAUKA I PRAKTYKA, Gdańsk, 1999, str. 192-193.

34. Grzeczka Grzegorz: Układ sterowania procesem eksploatacji elektrowni okrętowej, Zeszyt 1/99 Politechnika Śląska, Gliwice, 1999, materiały konferencyjne str. 88-97.

35. Grzeczka Grzegorz: Układ sterowania elektrownią okrętową, Materiały konferencyjne I Konferencji „Automatyzacja maszyn, urządzeń i procesów APRO’99”, Krynica, 1999, str. 93-100,

36. Grzeczka Grzegorz: Badania eksploatacyjne okrętowej prądnicy synchronicznej Zeszyt 1/98 Politechnika Śląska, 1998 Katowice, materiały konferencyjne str. 8.

Kryteria oceny zgodnie z §5 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. :

Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych:

– przedstawiciel krajowy w Research and Technology Organization, SET – 206 ”Energy generation for manwerable / manportable applications and remote sensors”, 2014-2016 r.,

– przedstawiciel krajowy w Research and Technology Organization, SET-173 “Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter”, 2011 - 2013 r.,

Udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach:

– udział zgodnie z wykazem publikowanych na nich materiałów konferencyjnych (pkt. 5. h),

– członek komitetu naukowego konferencji organizowanej przez Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu „Logistyka w ratownictwie”

– Członek komitetu organizacyjnego konferencji ASMOR.

Udział w konsorcjach

Kierownik projektu realizowanego w ramach konsorcjum AMW, Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw – Poznań, Impact Clean Power Technology S.A, projekt badawczy NCBiR nr. DOBR /0061/R/ID2/2012/03,

Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków i we współpracy z przedsiębiorcami:

– kierownik projektów: nr. DOBR /0061/R/ID2/2012/03 oraz MON DNiSW/U/9/BN/1.16/2008/847,

Opieka naukowa nad studentami:

Opiekun Koła Naukowego Elektryków AMW (od 1992 do 2011 r.),

Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej

Jestem powoływany jako ekspert Prokuratury Wojskowej w Gdyni w przypadkach wypadków na okrętach związanych z porażeniem prądem elektrycznym lub stratami spowodowanymi awariami urządzeń elektrycznych,

Udział w zespołach eksperckich

– przewodniczący Wojskowej Energetycznej Komisji Kwalifikacyjnej nr 7 (w latach 2009-2013,

– Członek Wojskowej Energetycznej Komisji Kwalifikacyjnej nr 6 (od 2013 do dnia dzisiejszego)

– ławnik Izby Morskiej przy Sądzie Okręgowym w Gdańsku (od 1 stycznia 2014 r. do 31 grudnia 2016 r.),

– członek Komisji Awaryjnej Marynarki Wojennej.

Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych

Członek Stowarzyszenia Elektryków Polskich, w tym członek Zarządu Oddziału Gdańsk w latach 2007 – 2010 r., Świadectwo Nr 26 LPQI, Power Quality Expert 1st Level z dnia 15.12.2006,

Osiągnięcia dydaktyczne:

– wykłady z przedmiotów: elektrotechnika, miernictwo elektryczne, elektryczne urządzenia okrętowe, eksploatacja elektrycznych urządzeń okrętowych. (ok. 400 godzin/rok akademicki),

– Promotor 20 prac magisterskich i 15 inżynierskich,

– Autor lub współautor sześciu laboratoryjnych stanowisk dydaktycznych, w tym „Elektrowni okrętowej", będącej miejscem eksperymentów związanych z działalnością naukową,

– Współautor programów studiów na kierunkach Automatyka i Robotyka oraz Mechatronika a także autor sylabusów do przedmiotów realizowanych na w/w kierunkach w Zakładzie Elektrotechniki Instytutu Elektrotechniki i Automatyki Okrętowej WME AMW.

Promotor pomocniczy:

Przewód doktorski na Wydziale Elektrycznym Akademii Morskiej w Gdyni, mgr. inż. Arkadiusza Adamczyka w dyscyplinie Elektrotechnika nt. „Zastosowanie profili energetycznych w systemach Tactical Nanogrid do obniżenia masy mobilnego hybrydowego źródła zasilania" promotor - prof. dr. hab. inż. Marek Hartman,

Staże:

Trzymiesięczny staż naukowy w Katedrze Mechaniki i Wibroakustyki na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w Krakowie, 2007 r.,

Recenzowanie publikacji:

Recenzja artykułów:

–"Concept of Measurements and Acquisition System for Identification Process of a Synchronous Ship Generator" w Solid State Phenomena Vol. 196,

–"Laboratory control and measurement system of a dual-fuel compression ignition combustion engine operating in a cogeneration system" w Solid State Phenomena Vol. 210,

–"Visualization of the parameters and changes of signals controlling the operation of Common Rail injectors" w Solid State Phenomena Vol. 210

–"Analysis of Power Supply Maintenance in Transport Telematics System" w Solid State Phenomena Vol. 210,

–"Selected Problems of the Asynchronous Drive Control with the Three-phase Soft-start System" w Solid State Phenomena Vol. 210.

Opiniowanie norm:

–NO-19-A008-6 pt.: „Pola fizyczne okrętu Metodyka określania dopuszczalnych wartości parametrów pól fizycznych okrętu - Część 6: Pole cieplne okrętu",

–NO-19-A008-7 pt.: „Pola fizyczne okrętu Metodyka określania dopuszczalnych wartości parametrów pól fizycznych okrętu - Część 7: Skuteczna powierzchnia odbicia okrętu".

Dokument podpisany przez Grzegorz Grzeczka
Data: 2017.12.11 23:49:20 CET