ISSN 0209-2069

ZESZYTY NAUKOWE NR 2 (74)
AKADEMII MORSKIEJ
W SZCZECINIE

EXPLO-SHIP 2004

Roman Śmierzchalski

Symulacja rzeczywistych procesów sterowania na statku z wykorzystaniem sterowników programowalnych i systemów wizualizacji

Słowa kluczowe: systemy zautomatyzowane statku, symulacja, szkolenie

Zastosowanie systemów rzeczywistych, sterowników PLC i systemów wizualizacji zapewnia pełniejszy zakres szkolenia, włącznie z manualną obsługą urządzeń oraz realizacją celów w zakresie badania funkcji rzeczywistych systemów. Opierając się na sterownikach programowalnych, pulpitach operatorskich i systemie wizualizacji jest możliwe opracowanie układu symulacji dowolnego systemu. Przykładowo przedstawiono układ symulacji systemu elektroenergetycznego z napędem głównym elektrycznym.

Simulation of Ship Real Control Processes Using a Programmable Controller and Systems of Visualization

Key words: ship automation systems, simulation, training

The use of real systems, PLC controllers and visualization systems provides opportunities for wider range of training, including manual operation of devices, and reaching goals within the field of examining functions of real systems. On the basis of programmable controllers, control desks and visualization systems it is possible to develop any simulation system. An example of such an application is the stand simulating the power station with electric main propulsion of the ship.

Wprowadzenie

Automatyka jest dziedziną wiedzy zajmującą się teorią i praktyczną realizacją urządzeń sterujących bez udziału człowieka lub z ograniczonym jego działaniem. Proces automatyzacji statku oparty na technice komputerowej jest jednym z najważniejszych czynników przyczyniającym się do rozwoju i modernizacji transportu morskiego. Rozwój elektroniki i informatyki, konstrukcji silników elektrycznych i napędowych statku, wzrost niezawodności działania układów sterowania i kontroli, zastosowanie systemów mikroprocesorowych umożliwiły realizację układów sterowania opartych na nowych technologiach. Współczesne techniki komputerowe, obejmujące zarówno sprzęt jak i oprogramowanie, stworzyły nowe perspektywy rozwoju automatyzacji statków oraz możliwość realizacji wielu skomplikowanych funkcji. Systemy komputerowe i układy automatyki okrętowej minimalizują koszty eksploatacji statku a także liczebność załogi obsługującej statek. Przy projektowaniu zautomatyzowanego systemu okrętowego, statek całościowo traktuje się jako system, który optymalizowany jest z punktu widzenia postawionych zadań przewozowych, gdzie uwzględnia się ograniczenia techniczne i warunki środowiska morskiego [3, 6, 8].

Przepisy instytucji klasyfikacyjnych, stanowiące podstawę prawną sprzętowych i organizacyjnych rozwiązań eksploatacji siłowni okrętowej, stosują zasady kwalifikowania jednostek ze względu na stopień ich automatyzacji. Jako datę początkową przyznawania tzw. znaku automatyzacji przyjmuje się rok 1966, gdy Det Norske Veritas wprowadziło pojęcie „*Periodically Unmaned Machinery Space*". Obecnie przepisy wszystkich instytucji klasyfikacyjnych, niezależnie od rozróżnianych w nich stopni automatyzacji, wymagają wyposażenia jednostki zautomatyzowanej w: układ pomiarowo-alarmowy jako podstawowe źródło informacji o stanach eksploatacyjnych siłowni, układy bezpieczeństwa, kontrolujące stany krytyczne pracy urządzeń oraz układy sterowania zapewniające sterowanie automatyczne, zdalne i lokalne. Układy pomiarowo-alarmowe, bezpieczeństwa i sterowania stanowią podstawowe elementy ofert sprzętowych wszystkich znaczących producentów sprzętu automatyki okrętowej. Dzięki nowym technikom komputerowym, z jej dużymi możliwościami przetwarzania i przechowywania danych, aktualnie oferowane układy automatyki mają zakres funkcji i możliwości nieporównywalnie większy, niż układy realizowane jeszcze kilka lat temu z elementów o niższej skali integracji. Wprowadzenie tej techniki umożliwiło skoncentrowanie sterowania i obsługi całości statku w jednym miejscu, wyposażonym w urządzenia zarządzania i nadzoru, oparte na nowej filozofii automatyzacji. Wynikające stąd nowe możliwości optymalizacji rozwiązań systemów i ekonomicznej eksploatacji statku, stawiają jednocześnie przed załogami trudne wymagania.

Uwzględniając powyższe i wychodząc naprzeciw wymaganiom konwencji STCW'95 [2, 4], dotyczącej kształcenia studentów szkół morskich i szkolenia marynarzy na statki handlowe, w Katedrze Automatyki Okrętowej Akademii Morskiej zrealizowano system sterowania i nadzoru siłowni okrętowej z symulacją rzeczywistych procesów. Umożliwi on realizację szeregu celów dydaktycznych w zakresie badania działania i symulacji układów automatyki okrętowej. Do celów tych należy zaliczyć:

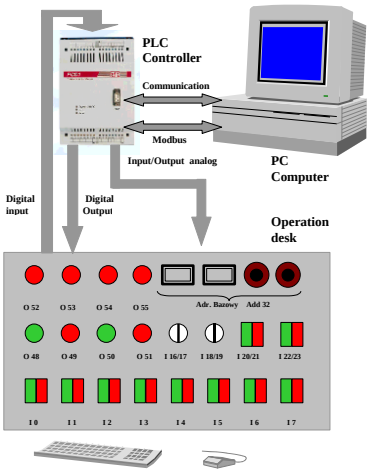
- w zakresie systemów i obiektów okrętowych: modelowanie oraz badanie funkcji rzeczywistych systemów oraz układów okrętowych sterowanych, a także kontrolowanych automatycznie, badanie algorytmów, funkcji działania systemów w układzie sterowania ręcznego i automatycznego;
- w zakresie systemów kontroli i sterowania automatycznego: analizowanie konfiguracji systemu oraz układów, obsługi eksploatacyjnej układów automatyki, kalibracji, strojenia poszczególnych układów (ustawiania: zakresu alarmowego, opóźnień, doboru nastaw itp.), diagnostyki za pomocą przenośnej aparatury pomiarowej oraz systemu diagnostycznego wbudowanego w system;
- w zakresie systemów nadzoru i zarządzania: modelowanie oraz badanie, konfiguracji tego systemu, metod obsługi systemu, zasad diagnozowania oraz podejmowania decyzji na podstawie informacji z systemu oraz działania w sytuacjach awaryjnych [7, 9].

Istotnym odmiennym elementem wprowadzonym do systemu symulacji jest zastosowanie rzeczywistych układów sterowania i kontrolno-pomiarowych zamontowanych na statkach, sterowników PLC oraz systemów wizualizacji. Stosowane dotychczas w symulatorach rozwiązania, preferują w większości wirtualne symulowanie układów sterowania, gdzie do obsługi tego systemu wykorzystuje się głównie klawiaturę. Zastosowanie systemów rzeczywistych, sterowników PLC i systemów wizualizacji zapewnia pełniejszy zakres szkolenia, włącznie z manualną obsługą urządzeń oraz realizacją celów w zakresie badania funkcji rzeczywistych systemów, badania algorytmów, funkcji działania systemów i układów okrętowych w układzie sterowania ręcznego oraz automatycznego, diagnostyki.

1. Opis stanowiska do symulacji

Do realizacji symulacji w laboratorium wykorzystano następujące środki techniczne: sterowniki programowalne PCD firmy SAIA, pulpity sterownicze z przyciskami, lampkami sygnalizacyjnymi, potencjometrami i miernikami oraz komputery PC. Do komunikacji pomiędzy PC i sterownikiem wykorzystano sieć MODBUS. Działanie oraz funkcje logiczne symulowanych układów zaprogramowano na sterownikach PLC w języku drabinkowym PG4. Graficzną wizualizację procesu

przygotowano wykorzystując program INTOUCH, a aplikacja EXCEL pozwala na wymianę danych pomiędzy systemami. Elementy oraz konfigurację stanowiska laboratoryjnego do symulacji prezentuje rysunek 1.



Rys. 1. Komunikacja pomiędzy sterownikiem PLC i pulpitem operatorskim
Fig. 1. Communication between a PLC controller and a desk top operator

Na pulpicie sterowniczym można kontrolować odpowiednio:

- I0 – I7 – sygnały wejściowe (*Input Binary*) pierwszego modułu sterownika,
- I16 – I23 – sygnały wejściowe (*Input Binary*) drugiego modułu sterownika,
- O48 – O55 – sygnały wyjściowe (*Output Binary*) trzeciego modułu sterownika,
- Add32 – sygnały we/wy analogowe czwartego modułu (*Analog In/Out*).

Do budowy stanowiska został wykorzystany sterownik SAIA PCD2, produkowany przez firmę SAIA-Burgess Electronic. Charakteryzuje się on inną modułową budową, szerokimi możliwościami komunikacyjnymi i dużymi zasobami pamięci. Dzięki modułowej strukturze możliwa jest optymalna konfiguracja sterownika do założonych zadań sterowania obiektami automatyzacji. Wszystkie elementy wejść i wyjść, oraz specjalne karty rozszerzeń, wpinane są na wspólną szynę transmisji do magistrali komunikacyjnej sterownika.

Sterowniki posiadają karty modułów rozszerzeń: szybkich liczników, pomiarowe, sterowania z regulacją PID, zasilania silników krokowych, sterujące ruchem serwonapędów.

Program wprowadzany do pamięci sterownika napisany w oprogramowaniu PG4, realizuje logikę działania wejść i wyjść cyfrowych, kontroluje elementy automatyki oraz symuluje model funkcjonowania określonego urządzenia. Informacje ze sterownika do aplikacji wizualizacyjnej (zmienne typu I/O), docierają

za pośrednictwem serwera danych. Transmisja danych przekazywana złączem szeregowym (RS-232) musi być kontrolowana przez protokół. W związku z tym dane są przesyłane w postaci zakodowanej. Funkcję dekodera spełnia, w tym przypadku, program komunikacyjny (serwer) o nazwie MODBUS. Program umożliwia odczytanie zawartości rejestrów wewnętrznych sterownika programowalnego, wewnętrznych znaczników oraz stanu wejść i wyjść cyfrowych modułów sterownika.

Program do tworzenia wizualizacji InTouch łączy w sobie szybkość i łatwość tworzenia i obsługę aplikacji wizualizacyjnych. Posiada rozwiązania szczególnie przydatne w tworzeniu bezpiecznych i stabilnych aplikacji, a także instalacji sieciowych. Pakiet zawiera programy komunikacyjne dla ponad 500 różnego rodzaju protokołów i sterowników PLC i jest zgodny z protokołami komunikacyjnymi DDE, NetDDE, fastDDE, OPC, a przede wszystkim z szybkim protokołem SuiteLink. Środowisko wizualizacyjne InTouch tworzy aplikacje wykorzystujące technologię ActiveX, alarmowanie, zbieranie danych, trendy i wykresy *X–Y*, mechanizmy logowania użytkowników i wiele innych. Ponadto standardowo jest wyposażony w moduły do obsługi receptur, dostępu do baz danych SQL oraz do statystycznej kontroli procesu. Istotną cechą oprogramowania InTouch jest prostota rozbudowy, zarówno pojedynczej aplikacji, jak i całej sieci stacji wizualizacyjnych, a także otwartość na łączenie się z innymi produktami i środowiskami. Dodatkowo ważną cechą jest łatwość wykorzystania najnowocześniejszych i najbardziej zaawansowanych rozwiązań dostępnych w programie. Rozwiązania te to funkcje rezerwacji, praca sieciowa, rozproszone tworzenie aplikacji, wizualizacja przez Internet, czy technologia ActiveX. Mechanizm rezerwacji (zarówno łącz komunikacyjnych, jak i samych stacji wizualizacyjnych) stanowi fundamentalny element zabezpieczenia instalacji przed awariami sprzętowymi. Dzięki możliwości pracy sieciowej oraz funkcji rozproszonego tworzenia aplikacji, możliwe jest łatwe budowanie rozległych systemów informatycznych i wizualizacyjnych (z pełną wymianą danych pomiędzy stacjami), a także bezproblemowa ich rozbudowa o kolejne stanowiska.

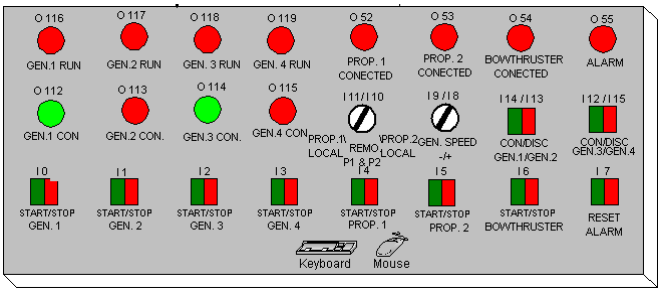
3. Symulacja automatyki elektrowni okrętowej

Przykładową aplikacją, zbudowaną na podstawie koncepcji wykorzystania sterowników PLC i systemów wizualizacji, jest stanowisko do symulacji elektrowni z elektrycznym napędem głównym statku [1, 3, 5]. Celem projektu było przedstawienie budowy i zasady działania automatyki elektrowni okrętowej oraz współpracującego z nią napędu elektrycznego. Praca została oparta na dokumentacji stoczniowej statku. Proponowany model elektrowni zawiera podstawowe elementy systemu, jednak konfiguracja systemu ze względów dydaktycznych została w nieznacznym stopniu uproszczona. W celu uzyskania pełnej symulacji, z jednoczesną możliwością analizy większości procesów działania systemów,

zaprojektowano i wykonano dwa stanowiska. Pierwsze stanowisko składa się z komputera PC, w którym zastosowano aplikację InTouch. Z tym komputerem jest połączony sterownik programowalnego PLC oraz panel sterowniczy. Zadaniem stanowiska jest symulacja systemu automatyki elektrowni oraz elektrycznego napędu głównego. Sterownik PLC jest odpowiedzialny za kontrolę wejść i wyjść w panelu sterowniczym oraz za symulowanie pracy części podzespołów systemu. Program InTouch, oprócz wizualizacji modelu, jest odpowiedzialny za symulacje większości zachodzących procesów. Komunikacja pomiędzy sterownikiem a komputerem odbywa się za pomocą łącza szeregowego RS-232C. Komunikacja łączem szeregowym jest kontrolowana przez odpowiedni program (protokół), który ustala parametry transmisji danych. W projekcie wykorzystano protokół MODBUS, który komunikuje sterownik i aplikację wizualizacyjną. Drugie stanowisko składa się z komputera PC, połączonego z pierwszym, za pośrednictwem sieci lokalnej LAN (ang. *Local Area Network*). Zadaniem aplikacji InTouch działającej w komputerze jest zadawanie wartości krytycznych parametrów dla modelu elektrowni, dzięki czemu możliwa jest symulacja i analiza awarii. Komunikacja pomiędzy stanowiskami odbywa się za pośrednictwem aplikacji MS Excel, uruchomionej na pierwszym stanowisku.

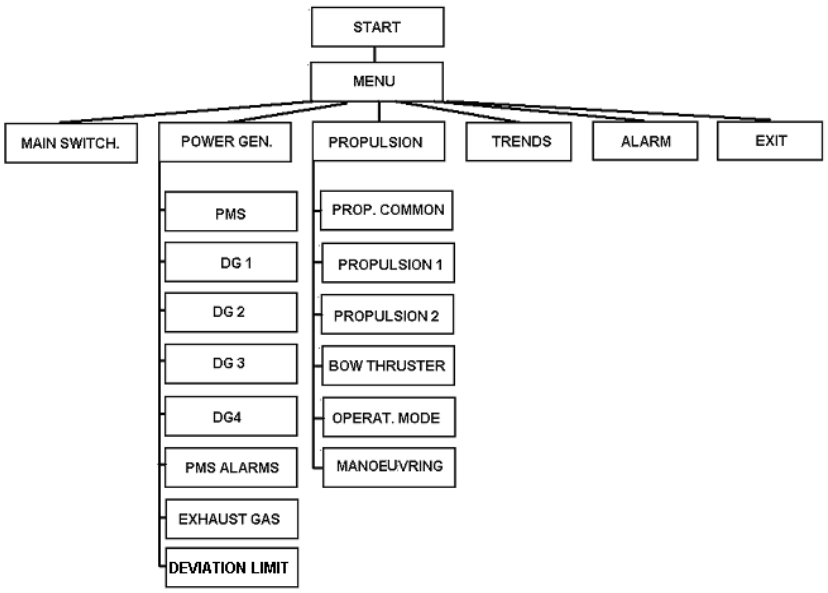
Do symulacji automatyki elektrowni wykorzystano w sterowniku PCD trzy karty rozszerzeń: moduł 16 wejść cyfrowych bez separacji galwanicznej, dwa moduły 8 wyjść przekaźnikowych. Wejścia i wyjścia tych kart są połączone z pulpitem sterowania i realizują w projekcie następujące funkcje (rys. 2), gdzie sygnały:

- id I0 do I3, są odpowiedzialne za startowanie i zatrzymywanie kolejnych zespołów prądotwórczych;
- I4 oraz I5, służą do startowania i zatrzymywania pierwszego i drugiego napędu elektrycznego;
- I6 wydaje rozkaz do załączenia steru strumieniowego;
- I7 kasuje sygnalizację alarmową;
- I8 i I9, są odpowiedzialne za ręczną regulację częstotliwości generatorów, będących w trybie pracy lokalnej;
- I10 oraz I11, pozwalają na zmianę trybu pracy ze zdalnej na ręczną, wybranego napędu elektrycznego;
- I12 do I15, są odpowiedzialne za załączanie i odłączanie do sieci kolejnych generatorów;
- od O112 do O115, sygnalizują załączenie generatora do sieci;
- od O116 do O119, służą do sygnalizacji pracy zespołu prądotwórczego;
- O52 i O53, sygnalizują załączenia do sieci pierwszego i drugiego układu elektrycznego napędu;
- O54 sygnalizuje załączenie steru strumieniowego;
- O55 sygnalizuje wystąpienie alarmu.



Rys. 2. Widok pulpitu sterowania wraz z adresami wejść i wyjść
Fig. 2. A control desk with input/output addresses

Projektując okna wizualizacyjne w programie InTouch, aplikacja umożliwia podgląd stanów pracy i stanów awaryjnych całego systemu energetycznego oraz jego najważniejszych elementów. Pozwala również na konfigurację działania systemu automatyki i wprowadzanie zmian warunków pracy. Przemieszczanie się pomiędzy oknami odbywa się przez trzy paski menu – pierwszy wspólny dla całego systemu oraz pozostałe dwa jako podrzędne, oddzielne dla zespołów prądotwórczych i dla układu napędu statku. Strukturę zorganizowania okien przedstawiono na rysunku 3.

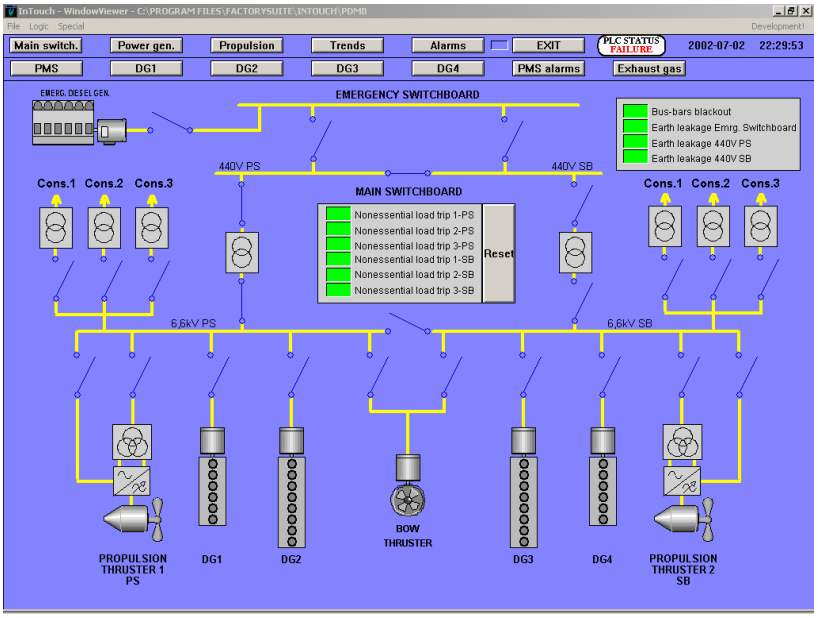


Rys. 3. Struktura zorganizowania okien
Fig. 3. Structure of windows arrangement

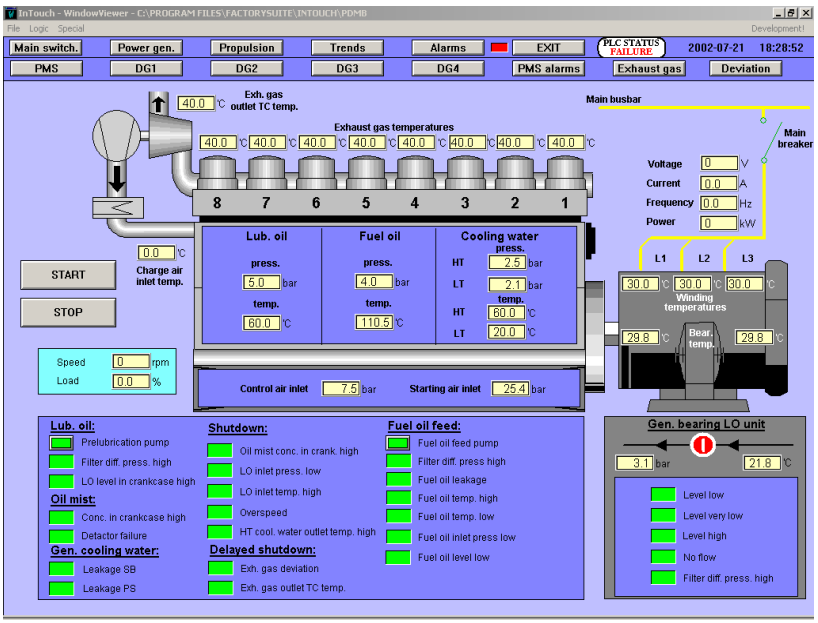
Poniżej przedstawiono opis, funkcje oraz działanie wybranych okien. Start – jest to okno pojawiające się przy uruchomieniu aplikacji. Naciśnięcie przycisku start powoduje rozpoczęcie pracy symulatora. Main switchboard – to okno (rys. 4) jest odpowiedzialne za graficznie przedstawienie konfiguracji całego systemu energetycznego statku. Pokazuje stany załączeń wszystkich podzespołów oraz podstawowe stany alarmowe. Sygnalizowane są alarmy blackout-u, doziemienia oraz awaryjnego odłączenia odbiorów mniej ważnych. Można też zaobserwować działanie automatyki awaryjnego generatora. Z poziomu tego okna możliwe jest załączanie i wyłączanie odbiorów mniej ważnych, otwieranie i zamykanie łącznika dzielącego rozdzielnice (załączenie jest tylko możliwe przy braku napięcia pomiędzy szynami) oraz zmienianie sekcji rozdzielnicy głównej zasilającej sieć niskiego napięcia. Dodatkowo możliwe jest przechodzenie do okien poszczególnych elementów elektrowni poprzez kliknięcie na ich symbol.

PMS przedstawia stany pracy wszystkich prądnic oraz sieci, z którą one współpracują. Pokazane są tu wartości parametrów generatorów, takie jak: napięcie, częstotliwość, prąd, moc czynna, moc pozorna, współczynnik mocy oraz wartości napięcia i częstotliwości. Dodatkowo okno to przedstawia informacje w formie tekstowej, na temat trybu i stanu pracy zespołu prądotwórczego oraz jego dostępności. Podstawowym zadaniem okna jest sterowanie pracą generatorów oraz wybranie rodzaju ich pracy. Do wyboru możliwe są trzy rodzaje pracy, praca automatyczna (*Auto*), półautomatyczna (*SAM*) oraz lokalna ręczna (*Local*). W przypadku wybrania trybu automatycznego konieczne jest jeszcze określenie priorytetu startu i jego zatwierdzenie. Przy automatycznym trybie pracy (Auto), są realizowane wszystkie funkcje, jakie powinien posiadać system zarządzania mocą PMS. Są to: automatyczny start, synchronizacja z siecią, automatyczny stop ze zdjęciem obciążenia, praca bez obciążenia przed zatrzymaniem. W razie konieczności istnieje możliwość zablokowania przyciskami automatycznego startu i stopu. Przy wybranym trybie półautomatycznym (*SAM*), generator nie realizuje funkcji automatycznego startu i stopu. Załączenie i odłączenie generatora jest realizowane ręcznie, poprzez naciśnięcie na symbol styku, które powoduje automatyczną synchronizację przy załączaniu do sieci, a przy odłączaniu zdjęcie obciążenia. Poza tym wszystkie funkcje są realizowane automatycznie. Przy wyborze trybu pracy „*Local*" wszystkie funkcje są wykonywane ręcznie. Po naciśnięciu przycisku wyboru tego trybu przywoływane jest okno „*Local Mode Gen*.", pojawiające się obok symbolu generatora. Umożliwia ono ręczne zsynchronizowanie prądnicy z siecią i załączenie. Możliwy jest również przez to okno rozdział mocy czynnej pomiędzy pracujące generatory oraz zdjęcie mocy przed odłączeniem generatora. Wszystkie funkcje realizowane przez panel lokalny w aplikacji można uzyskać na zewnętrznym pulpicie sterowniczym.

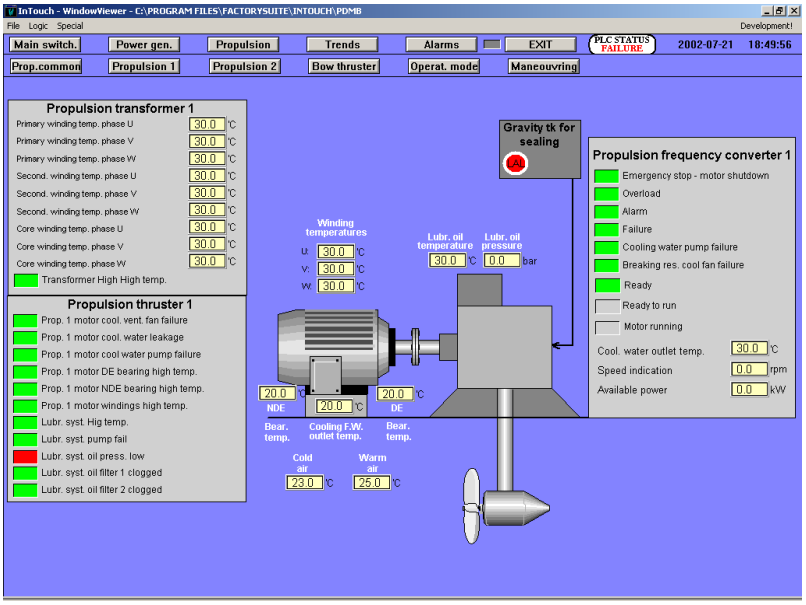
DG1, DG2, DG3 i DG4 – aplikacja zawiera cztery okna (rys. 5), odpowiadające każdemu z zespołów prądotwórczych. Okna DG1 i DG4 przedstawiają sześciocylindrowe zespoły prądotwórcze o mocy 2700 kW, a okna DG2 i DG3 ośmiocylindrowe o mocy 3600 kW.



Rys. 4. Widok okna „Main switchboard”
Fig. 4. The view of “Main switchboard” window



Rys. 5. Widok okna „DG2”
Fig. 5. The view of ”DG2” window



Rys. 6. Widok okna „Propulsion 1”
Fig. 6. The view of ”Propulsion 1” window

Zadaniem okna jest przedstawienie wartości istotnych parametrów pracy zespołu prądotwórczego. W oknie są podane następujące symulowane parametry:

- silnika spalinowego,
- temperatury gazów wydechowych na poszczególnych cylindrach i za turbiną,
- temperatury powietrza doładowania,
- ciśnienie powietrza sterowania i rozruchowego,
- ciśnienia i temperatury paliwa, wody chłodzącej oraz oleju smarnego,
- pojawienia się mgły olejowej.

Dla prądnicy przedstawiono następujące parametry:

- temperaturę uzwojeń,
- temperaturę łożysk,
- temperaturę i ciśnienie oleju smarnego łożysk,
- przecieki wody chłodzącej.

Przekroczenie progów granicznych parametrów uaktywnia sygnalizację alarmową. W przypadku awaryjnego zatrzymania zespołu prądotwórczego w oknie jest podawana przyczyna awarii. W oknie istnieją przyciski umożliwiające ręczne zatrzymanie lub uruchomienie prądnicy, jak również przyciski do

ręcznego włączenia lub wyłączenia pompy paliwowej i pompy przesmarowania wstępnego. Przy normalnej pracy pompy są uruchamiane automatycznie.

Propulsion 1 i Propulsion 2 – jest aplikacją (rys. 6) układu napędowego statku, która przedstawia wszystkie parametry zespołu napędowego. W oknie są prezentowane wartości następujących symulowanych parametrów:

- temperatury rdzenia i uzwojeń strony pierwotnej i wtórnej transformatora,
- temperatury uzwojeń i łożysk silnika,
- temperatury powietrza na wlocie i wylocie do silnika,
- temperatury wody chłodzącej powietrze w silniku,
- temperatury wody chłodzącej przekształtnik,
- temperatury i ciśnienia oleju smarnego przekładni,
- prędkości obrotowe silnika i osiąganą moc.

Podsumowanie

Przedstawione przykładowe stanowisko symulacyjne umożliwia analizę pracy zautomatyzowanej elektrowni z elektrycznym napędem głównym statku. Stanowisko to odzwierciedla podstawowe elementy będące wspólne dla wielu typów rozwiązań elektrowni. Pokazuje występujące problemy podczas eksploatacji i umożliwia zapoznanie się z funkcjonowaniem, a także z obsługą układów elektrowni okrętowej oraz napędu elektrycznego. Pozwala również na przeanalizowanie mogących zaistnieć awarii, poznanie sposobów ich uniknięcia oraz usuwania.

Opierając się na sterownikach programowalnych, pulpitach sterowniczych a także stosując system wizualizacji można budować dowolny układ symulacyjny. W chwili obecnej w AM opracowano 23 stanowiska symulacyjne urządzeń statku.

Zastosowanie systemów rzeczywistych, sterowników PLC i systemów wizualizacji zapewnia pełniejszy zakres szkolenia włącznie z manualną obsługą urządzeń oraz realizację celów w zakresie badania funkcji rzeczywistych systemów, badania algorytmów, funkcji działania systemów i układów okrętowych w układzie sterowania ręcznego oraz automatycznego, diagnostyki.

Literatura

1. Bendyk M., *Symulacja pracy systemu elektroenergetycznego zasilającego napęd główny elektryczny*, praca dyplomowa AM Wydział Elektryczny KAO 2003.

2. Branstad Per, *Use of Marine Simulators according to the STCW revision*, Neues in der Shiffsbetriebstechnic, Gluckburg 30 May 97, ss. 1-13.
3. Kluj S., *The model of engine room simulator*, 11th Ship Control Systems Symposium, 1998, Vol 2, Southampton, UK, ss. 567- 576.
4. *Help is at hand for training and safety*, MER, May 99, ss. 51.
5. Śmierzchalski R., *Recent development in marine control systems*, IEEE International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics MMAR 2001, Międzyzdroje 2001, Vol. 2, ss. 641-648.
6. Śmierzchalski R., *A concept of the marine engine room monitoring and control system for simulating real processes on a ship*, Journal of Polish Maritime Research, No 2 Vol 8, 2001, ss. 25-29.
7. Śmierzchalski R., *Marine engine room monitoring and control system for simulating real processes on a ship*, IFAC Conference Control Application in Marine Systems CAMS 2001, Glasgow 2001.
8. Śmierzchalski R., *Automation of electrical plant*, (printed), Gdynia Maritime University, Gdynia 2004 pp. 1-250.
9. Śmierzchalski R., *Emulation of the main engine work to co-operation with control and monitoring system*, International Conference Explo-Ship, Kopenhaga 2002, ss. 342-349.

Wpłynęło do redakcji w lutym 2004 r.

Recenzent

prof. dr hab. inż. Andrzej Stateczny
prof. dr hab. inż. Bernard Wiśniewski

Adres Autora

dr hab. inż. Roman Śmierzchalski, prof. AM
Akademia Morska w Gdyni
ul. Morska 83, 81-225 Gdynia
e-mail: roms@am.gdynia.pl