



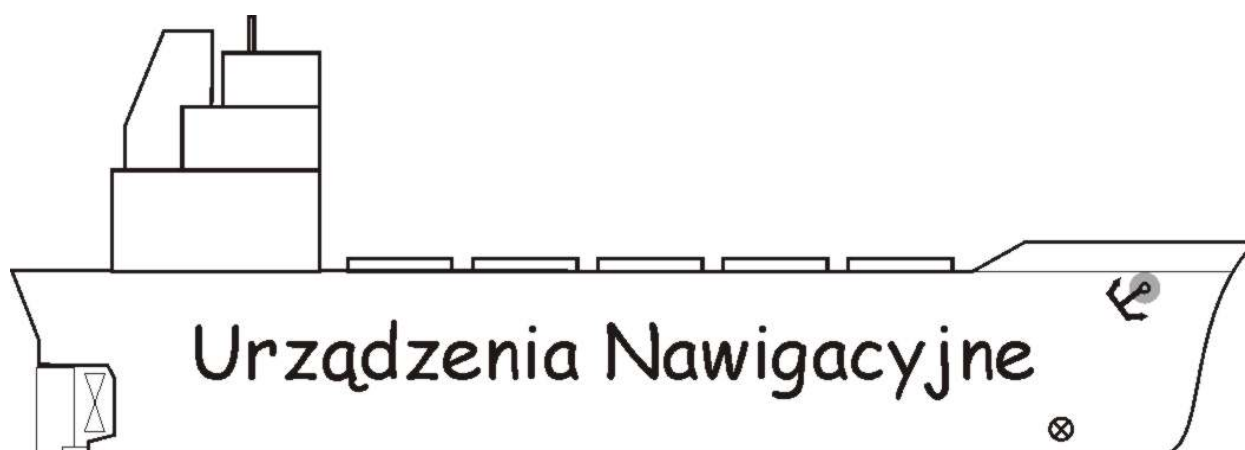
AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE

**Instytut Inżynierii Ruchu
Morskiego
Zakład Urządzeń Nawigacyjnych**



Ćwiczenie nr 3

**Budowa i obsługa logów
elektromagnetycznych**



Szczecin 2005

Autorzy:

Mgr inż. Maciej Gucma

Mgr inż. Jakub Montewka

Mgr inż. Antoni Zieziula

Ćwiczenie 3

Budowa i obsługa logów elektromagnetycznych

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest przybliżenie studentom zasady pomiaru prędkości za pomocą logów elektromagnetycznych, a także ich budowy i zasady eksploatacji. W czasie ćwiczenia studenci zapoznają się z budową i zasadami obsługi logu firmy UNITRA RADMOR oraz logu firmy C. Plath.

2. Opis układu pomiarowego

**STANOWISKO 1. Log elektromagnetyczny
typu EM-200**

EM 200 jest urządzeniem które zostało dopuszczone do eksploatacji przez **German Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH)** ,jest on dostępny aktualnie na rynku.

Log ten charakteryzują następujące własności :

- Przejrzysty wyświetlacz ciekłokrystaliczny,
- Klawiatura pokryta folią o przejrzystym i logicznym rozłożeniu przycisków,
- Łatwy w obsłudze,
- Dane operacyjne w przypadku awarii prądu pozostają nienaruszone,
- Ergonomiczny panel kontrolno- sterujący,
- Bardzo czuły czujnik pomiaru prędkości względem wody nawet przy małych prędkościach,
- Elektromagnetyczne pomiary prędkości zapewniają wysoki stopień czułości i linearności ,
- Technologia microprocesora umożliwia wiele możliwości zastosowań,
- Posiada system samotestujący,
- Brak części ruchomych w czujniku,
- Czujnik może być wymieniony bez potrzeby suchego dokowania,
- Każdy system może być obsługiwany przez dwa czujniki,
- Jeden system może obsługiwać maksymalnie 20 zdalnie sterowanych jednostek wyświetlających,
- Cały system kontrolny dostępny jest w wielu funkcjach zespołowych,
- Wymiary panelu czołowego są zgodne ze standardami DIN'u,

- Posiada licznik dzienny i sumaryczny przebytej drogi,
- Jeden programowalny stały czas (od 0 do 1999 sekund) każdy dla wyświetlacza prędkości i dla repetytora wyjścia prędkości,
- Zdalnie sterowany czujnik z dwoma podnoszonymi i opuszczanymi jednostkami,
- Procedura ustawiania zabezpieczona kodowanym wyjściem ,
- Stosowane oprogramowanie uwzględniające zasolenie i temperaturę środowiska wodnego,
- Zgodny z wymogami rezolucji IMO A.478(XII) i spełnia wymagania przy stosowaniu w ARPIE,
- Spełnia wymogi dokładności pomiarów wg. Rzeolucji IMO A.824(19),
- Cyfrowe wyjście prędkości przez RS 422 i NMEA 0183,

Na rys. 1 przedstawiono konfigurację przyrządów wchodzących w skład logu. Na rys 2 przedstawiono panel kontrolno- sterujący logu, umożliwia on

EM 200 SYSTEM CONFIGURATIONS

SYSTEM PODSTAWOWY

Cyfrowy wyświetlacz

Główna jednostka kontrolna

Tablica terminalu

115/230 VAC
Główne zasilanie

10 bit digital

Wzmacniacz wstępny

0.18mV/kt

1 off RS 422 Remote Units
max. 20 RS 422 receivers

1 off RS 422 (option)

2 off NMEA 0183 max. 2 x 40 mA
(option)

4 off 200 pulses/nm, relay output

1 off 100 pulses/nm, open collector,
24 V/100 mA or status output

1 off 20000 pulses/nm (option)

programmable voltage output,
0 - 10 V, 10 mA
or
programmable current output,
max. 20 mA

NMEA 0183 from echo sounder

WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Zdalne sterowanie z wyświetlaczem

Terminal Board

Uniwersalny repetytor cyfrowy
96x96 mm
-5 do +60kn

Uniwersalny repetytor cyfrowy w obudowie wodoszczelnej

drugi wzmacniacz wstępny

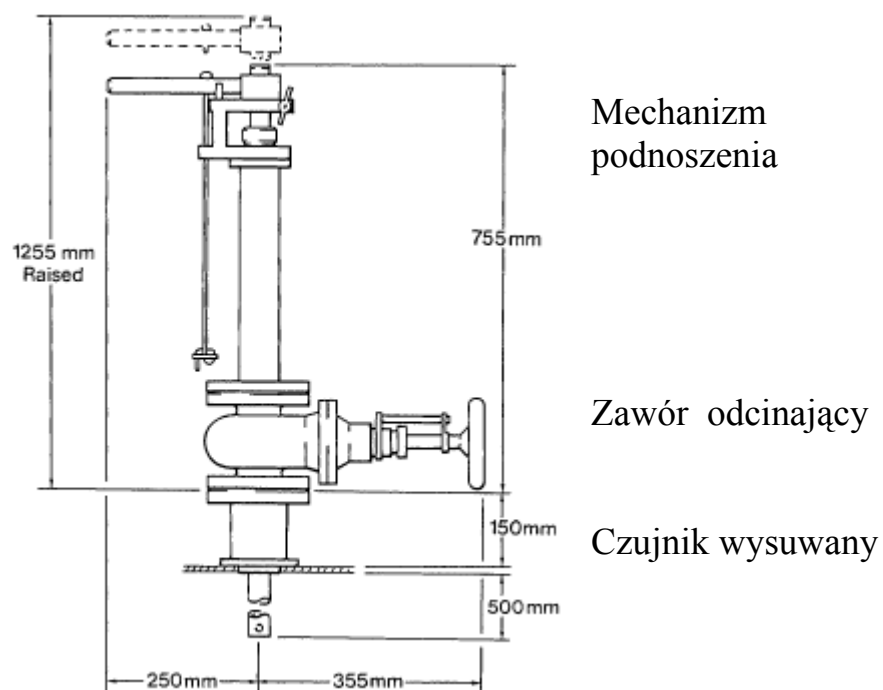
Wielofunkcyjny cyfrowy repetytor NAVIDATA

Rys. 1 Konfiguracja logu typu EM-200

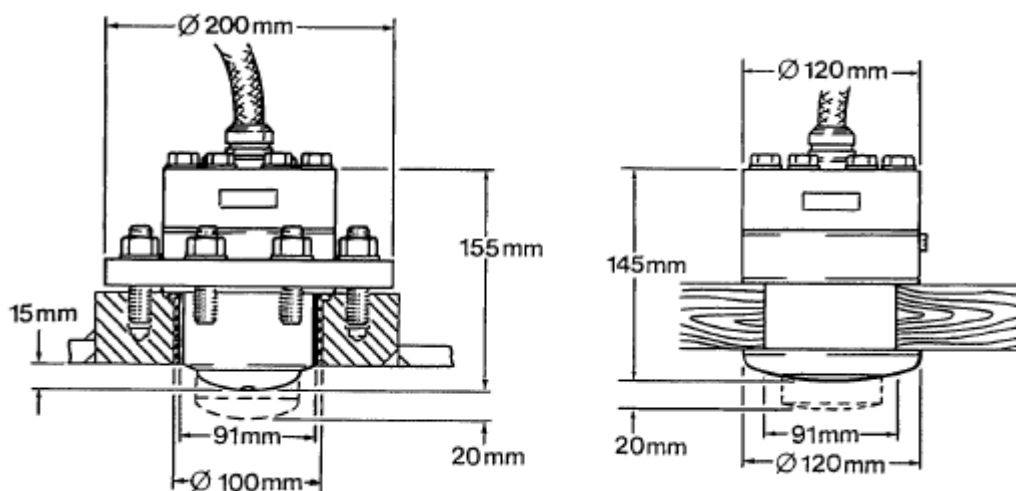
odczyt prędkości a także jego obsługę. Natomiast na rysunkach 3 i 4 Przedstawiono różne typy czujników i sposób ich montażu.



Rys. 2 Panel kontrolno sterujący logu



Rys. 3 Wysuwany czujnik logu wraz z zaworem odcinającym



Rys. 4 Sposób montażu płaskich czujników logu do kadłuba stalowego i drewnianego

2 Obsługa logu EM-200

Do prawidłowej eksploatacji logu niezbędne jest wprowadzenie następujących danych:

- **Wprowadzanie informacji o temperaturze wody
(Water Temperature)**
- **Wprowadzanie informacji o zasolenia wody (Salinity Value)**
- **Wprowadzanie wartości stałej czasowej (Time Constant)**
- **Wprowadzenie alarmu głębokości (Depth Alarm)**

Poniżej przedstawiono przykłady najczęściej wykonywanych czynności związanych z obsługą logów.

1. Wprowadzanie informacji o temperaturze wody (Water Temperature)

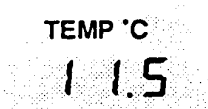
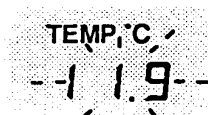
Operacja ta umożliwia wprowadzenie informacji o temperaturze wody otaczającej czujnik. Dzięki wbudowanym algorytmom urządzenie potrafi zwiększyć dokładność pomiaru prędkości na podstawie tej informacji. Operację tę należy przeprowadzać wtedy gdy zależy nam na jak najdokładniejszym pomiarze. Wyświetlacz logu potrafi pokazać prędkość z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Dopiero znaczna różnica temperatur wody wpływa na dokładność pomiaru.

Należy kolejno nacisnąć:

Wyświetla się:



Wpisywanie temperatury



Zapamiętanie temperatury



Wyjście z funkcji

2. Wprowadzanie informacji o zasoleniu wody (Salinity Value)

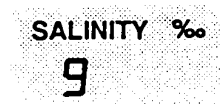
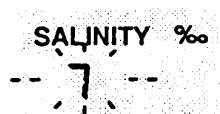
Wzrost dokładności pomiaru prędkości uzyskuje się również poprzez wprowadzenie do urządzenia informacji o zasoleniu wody. Odbywa się to w taki sam sposób jak w przypadku informacji o temperaturze wody i również obowiązują te same ograniczenia.

kolejno nacisnąć :

Wyświetla się :



Wpisywanie zasolenia



Wprowadzanie zasolenia do pamięci



Wyjście z funkcji

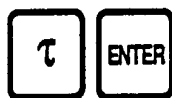
3. Wprowadzanie wartości stałej czasowej (Time Constant)

Stałą czasową nazywamy w przybliżeniu przedział czasu dla którego wyświetlana prędkość jest się średnią wartością. Czujnik jest bardzo wrażliwym przyrządem. Rejestruje on każdą zmianę prędkości w przeciągu ułamka sekundy. Konstrukcja wyświetlacza umożliwia pokazanie jej , jednak będzie ona nieczytelna dla operatora. Stała czasowa umożliwia ustawienie przedziału czasu , w którym będzie wyświetlana uśredniona prędkość , dzięki czemu nie będzie problemu z jej odczytem. Duża stała czasowa eliminuje „drgania” wskazań logu, w przypadku ruchu statku przy wysokim stanie morza. Jest ona niewłaściwa podczas wykonywania manewrów, gdyż daje wskazania prędkości z dużym opóźnieniem.

Operację tę przeprowadzamy następująco:

Należy kolejno nacisnąć :

Wyświetla się:



Inicjujemy procedurę
ustawiania stałej czasowej

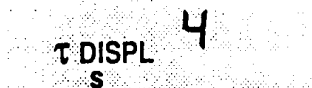
Wpisujemy żadaną wartość, np. 4 s.



Zapisanie tej wartości



Wychodzimy z tej funkcji



W podobny sposób wprowadza się stałą czasową dla innych urządzeń

Należy kolejno nacisnąć:



Inicjujemy procedurę
wpisywania stałej
czasowej dla innych
urządzeń

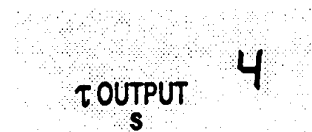
Wpisujemy żadaną wartość, np. 4 s.



Zapisujemy tę wartość



Wychodzimy z tej funkcji



4. Podłączenie źródła informacji o głębokości z echosondy (DEPTH ALARM)

Funkcja DEPTH ALARM służy ostrzeżeniu użytkownika przed spadkiem głębokości akwenu, co pozwala zawczasu podnieść czujnik i zapobiec jego uszkodzeniu. Informacja o głębokości są wprowadzane z echosond. Ponieważ większość urządzeń na mostku uległa standaryzacji, w przedstawionym logu przewidziano ustawienie jednego z trzech formatów dostarczania informacji:

Nr. Źródło: Protokół:

1 NMEA 0183 DBS \$"DBS. x.x, f, x.x, M. x.x, F-CS <CR> <LF>

2 NMEA 0183 DBT \$"DBT. x.x, f, x.x. M, x.x, F-CS <CR> <LF>

3 NMEA 0183 DBK \$"DBK, x.x, f, x.x, M. x.x. F-CS <CR> <LF>

Jeżeli nie podłączamy źródła informacji, to wybieramy format 0, który oznacza brak połączenia z echosondą. Operację tę przeprowadzamy następująco:



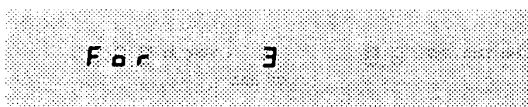
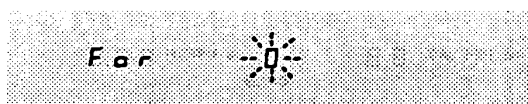
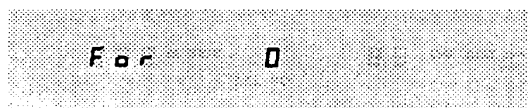
Wpisujemy numer formatu, np. nr 3



Zapisujemy ten numer



Wychodzimy z tej funkcji



Informacje o formacie dostarczanych informacji należy szukać w instrukcjach echosond. Operację tę bezwzględnie należy przeprowadzić zaraz po instalacji logu.

3. Zaawansowane ustawienia logu

Przedstawione poniżej procedury obsługi logu są używane tylko przy demontażu czujników lub przy podłączaniu innych urządzeń zewnętrznych. Są one bardziej skomplikowane, ale jednocześnie nie wykonuje się ich zbyt często.

1. Podłączanie urządzeń zewnętrznych

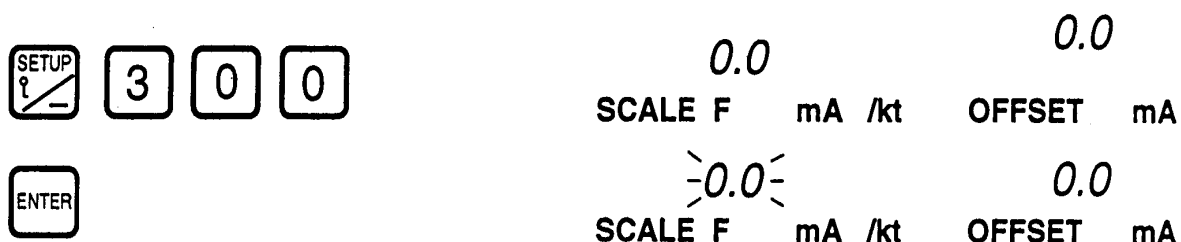
Log EM 200 umożliwia dostarczanie informacji o prędkości do innych urządzeń nawigacyjnych, jak np. Automatic Radar Plotting i.t.p. W instrukcji obsługi i montażu tych przyrządów podawane są informacje w jakiej formie mają być te dane dostarczone, a co za tym idzie jakie musi być napięcie i natężenie prądu je przesyłające.

Cała operacja polega na wyznaczeniu przedziału prędkości, punktu początkowego i obliczenia współczynnika o ile będzie się zmieniać napięcie i natężenie przy zmianie prędkości o jeden węzeł (OFFSET). W ten sposób do urządzenia zewnętrznego będzie przesyłana informacja o prędkości pod postacią natężenia i napięcia prądu stałego.

2. Ustawianie wartości natężenia prądu wyjściowego

Kolejno należy nacisnąć :

Wyświetla się :



Pozycja SCALE F mA/kt będzie pulsować . Oznacza to , że możemy wpisać wartość natężenia prądu w zakresie od 0,01 mA/kt do 20 mA/kt . Zapisujemy ją naciskając ENTER.

Np. wpisujemy wartość 0,23 mA/kt . Na wyświetlaczu pojawia się:



Następnie będzie pulsować pozycja „OFFSET” .Wartości tej odpowiada zerowa prędkość. Wartość tę oblicza się następująco:

Przykład:

Wyjście (OUTPUT) 4 mA dla - 10 węzłów
20 mA dla + 60 węzłów

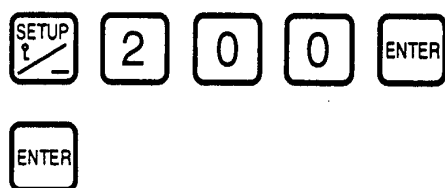
$$\text{Współczynnik zmiany natężenia prądu} = (20 \text{ mA} - 4 \text{ mA}) \div (60 \text{ w} + 10 \text{ w}) = 0,229 \text{ mA/węzeł}$$

$$\text{OFFSET} = 10 \text{ węzłów} \times 0,229 \text{ mA/węzeł} \\ = 2,29 \text{ mA/ kt}$$

Oznacza to iż w przedziale od 10 do 60 węzłów , zmiana prędkości o 1 węzeł będzie oznaczać zmianę natężenia sygnału o 0,229 mA . Przykładowa wartość dla 10 węzłów będzie wynosić 2,29 mA. .

3.Ustawianie wartości napięcia wychodzącego

Kolejno należy nacisnąć :



Wyświetla się :

	0.0		0.0
SCALE F	V/kt	OFFSET	V
	0.0		0.0
SCALE F	V/kt	OFFSET	V

Pozycja SCALE F V/kt będzie pulsować . Oznacza to , że możemy wpisać wartość napięcia w zakresie od 0,01 V/kt do 10 V/kt . Zapisujemy ją naciskając ENTER.

Np. wpisujemy wartość 0,33 V/kt . Na wyświetlaczu pojawia się

	0.33		0.0
SCALE F	V/kt	OFFSET	V

Następnie będzie pulsować pozycja „OFFSET” .Wartości tej odpowiada zerowa prędkość .Oblicza się ją następująco :

Przykład dla 10 V:

Zakres -5 w do + 25 w

$$\text{Współczynnik napięcia} = 10 \text{ V} \div (5 \text{ w} + 25 \text{ w}) = 0,333 \text{ V/w}$$

$$\text{OFFSET} = 5 \text{ w} \times 0,333 \text{ V/w} = 1,665 \text{ V/w}$$

Wyznaczoną wartość (1,665) wpisujemy w „OFFSET”. Oznacza to iż w przedziale od 5 do 25 węzłów, wartość napięcia dla prędkości początkowej wynosi 1,665V, a przy każdej kolejnej zmianie o 1 węzeł wzrasta ona o 0,333V.

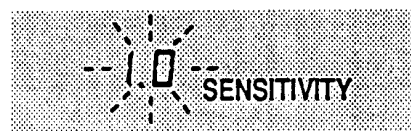
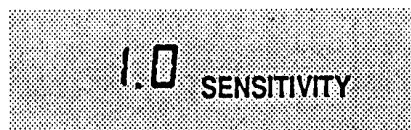
Operacje te są skomplikowane i wymagają ostrożności, lecz prawidłowo dokonanych ustawień nie trzeba zmieniać podczas całej eksploatacji urządzenia.

3. Ustawianie poziomu czułości czujnika (Sensor Sensivity)

Log EM 200 działa w oparciu o czujniki DEBEG. Każdy z nich różni się budową, zastosowaniem, a co za tym idzie, czułością. Na każdym z nich znajduje się informacja od producenta o poziomie czułości. Aby urządzenie działało poprawnie należy ustawić ten parametr po każdorazowym montażu czujnika. W tym celu należy:

Kolejno należy nacisnąć :

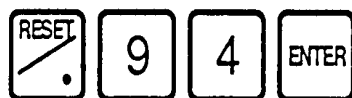
Wyświetla się:



Wybieramy numer czujnika



Teraz należy wpisać poziom czułości naszego czujnika podany przez producenta i nacisnąć :



Poziom czułości czujnika zostaje zapisany w pamięci urządzenia

4. Procedury wprowadzania poprawek prędkości-kalibracja logu

1. Przejazd próbny (Trial run)

Należy kolejno nacisnąć :

Wyświetla się:

Naciśnij



Aby wybrać funkcję kalibracji dla pierwszego przejazdu



Na początku mili pomiarowej należy włączyć stoper

as-



Na końcu mili pomiarowej należy wyłączyć stoper



Wpisujemy długość naszej mili pomiarowej



Urządzenie automatycznie porównuje prawdziwą prędkość z wyświetloną i zapamiętuje pierwszą wartość kalibracyjną za ten przejazd



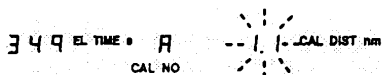
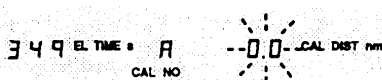
Wychodzimy z funkcji kalibracji na podstawie pierwszego przejazdu

Wyświetlacz



"A" oznacza pierwszy przejazd

Przybliżony czas przejazdu



Litera „A” na wyświetlaczu informuje nas cały czas iż jest to pierwszy przejazd. Po jego wykonaniu, robi się zwrot o 180° i dokonuje drugiego pomiaru prędkości. O powrotnym przejeździe informuje nas litera „B” na wyświetlaczu.



Rozpoczynamy kalibrację na podstawie powrotnego przejazdu



Na początku naszego powrotnego przejazdu włączamy stoper



Pod koniec naszego powrotnego przejazdu wyłączmy stoper



Wpisujemy długość naszego powrotnego przejazdu



Urządzenie automatycznie porównuje prawdziwą prędkość z wyświetloną i zapamiętuje wartość kalibracyjną za ten przejazd



Wychodzimy z funkcji kalibracji na podstawie powrotnego przejazdu



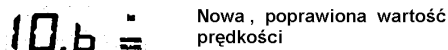
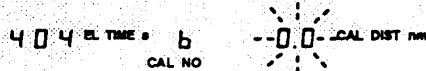
Wyświetlamy średnią prędkość między A i B i różnice od poprzedniej wartości



Zapisujemy skalibrowaną wartość C do pamięci urządzenia



"b" oznacza powrotny przejazd
Przybliżony czas przejazdu



1. Kalibracja logu na podstawie jednego przejazdu statkiem (One trial run)

Procedura ta ma następującą postać :

Naciśnij



Wybieramy funkcję kalibracji przez jeden przejazd



Naciskamy na początku przejazdu , aby włączyć stoper



Naciskamy na końcu przejazdu , aby wyłączyć stoper



Wpisujemy długość naszego przejazdu



Urządzenie automatycznie porównuje prawdziwą prędkość z wyświetloną



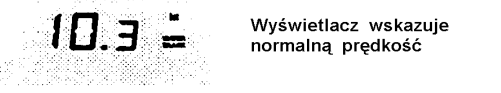
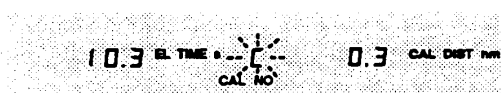
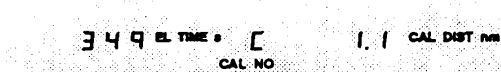
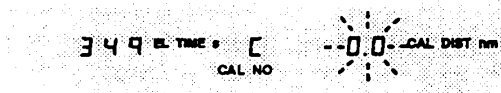
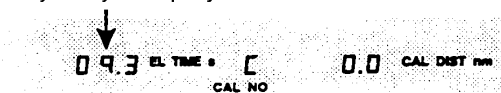
Zapamiętanie wartości kalibracyjne za jeden przejazd

Wyświetlacz



"C" oznacza pojedynczy przejazd

Przybliżony czas przejazdu



Wyświetlacz wskazuje normalną prędkość

Litera „C” na wyświetlaczu informuje nas o kalibracji na podstawie jednego przejazdu mili pomiarowej.

2. Bezpośrednie wpisywanie wartości kalibracyjnych (Direct Input of Calibration Values)

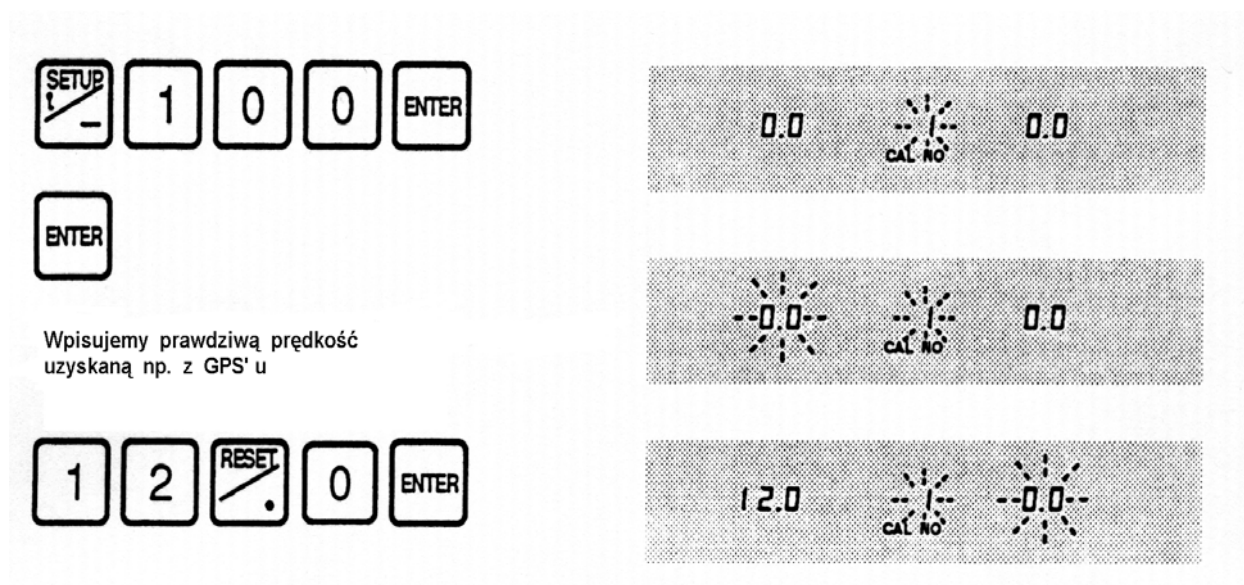
Kolejno należy nacisnąć:



Wyświetli się :



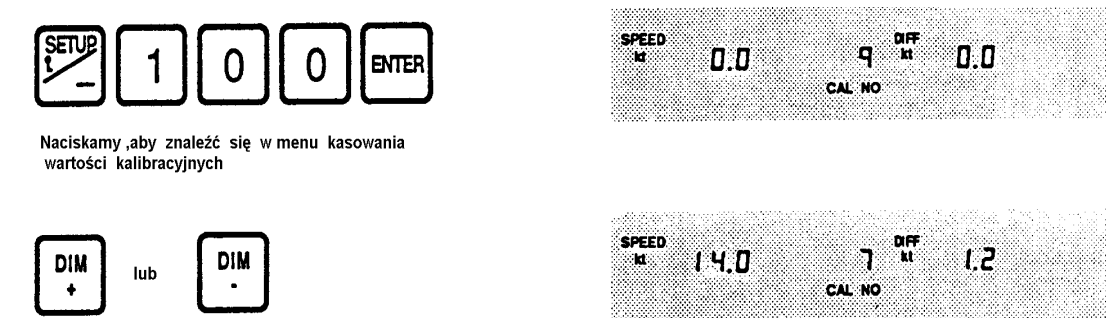
Następuje deaktywacja tabeli z danymi kalibracyjnymi. Prędkość na wyświetlaczu będzie pulsować i powoli zmieni się na prędkość wpisaną przez nas.



3 Kasowanie wartości kalibracyjnych (Deleting Calibration Values)

Aby przeprowadzić uaktualnienie tablicy kalibracyjnej należy
Kolejno należy nacisnąć:

Wyświetli się:



Należy wybrać wartość kalibracyjną , którą chcemy wykasować i nacisnąć :



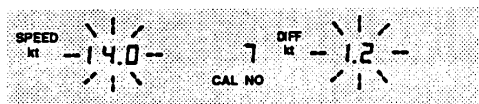
potwierdzamy wybór



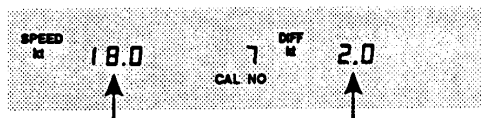
kasujemy



kończymy operacje kasowania
wartości kalibracyjnych



Wartość miga i wskazuje, że można ją skasować



Te wartości były poprzednio zapisane pod
numerem 8 w tabeli

W ten sposób z tabeli kalibracyjnej wykasowano prędkość i różnice prędkości dla pozycji numer 7. Po zakończeniu tej operacji system przechodzi do operacji wprowadzania poprawki 8, a następnie kolejnych.

Stanowisko 2. Korekcja logu - symulator

Komputerowy program symulacji „EMLGI” umożliwia symulację ruchu statku podczas pomiaru prędkości statku na mili pomiarowej. Szczegółowy sposób przebiegu pomiaru w warunkach rzeczywistych przedstawiono w punkcie 4 niniejszej instrukcji. Opis programu oraz szczegółowa instrukcja obsługi znajduje się na stanowisku laboratoryjnym.

Po uruchomieniu programu EMLOGI otworzy się okno programowe, w którym wpisujemy następujące dane:

- **odległość między bojami, czyli tą na której będziemy dokonywać pomiarów,**
- **prędkość i kierunek prądu wody,**

- prędkość statku.

Dane zostaną podane studentom w trakcie ćwiczenia. Po wprowadzeniu danych uruchamiamy program symulacyjny i dokonujemy pomiaru czasów przejścia „mili pomiarowej”, na podstawie których wyznaczmy odpowiednie rzeczywiste prędkości ruchu statku, co umożliwi wyznaczenia poprawki logu.

STANOWISKO 3 Budowa i obsługa logu elektromagnetycznego firmy UNITRA RADMOR

Log ten charakteryzuje się prostą budową i obsługą , w ramach tego ćwiczenia studenci samodzielnie opisują budowę i obsługę logu.

3. Przebieg ćwiczenia i wymagania dotyczące sprawozdania.

Przed rozpoczęciem zajęć studenci powinni znać podstawy teoretyczne ćwiczenia w zakresie przedstawionym w punkcie 4 niniejszej instrukcji, ponadto w sprawozdaniu należy podać

- pomiaru prędkości statku.
- opisać przebieg pomiaru błędu logu na mili pomiarowej.
- narysować czujnik logu elektromagnetycznego i podać zasadę

Stanowisko 1

Przy tym stanowisku ćwiczący uruchamiają program symulacyjny prezentujący obsługę logu EM. W czasie ćwiczenia studenci powinni:

1. Zapoznać się z obsługą logu za pomocą klawiatury panelu kontrolno-sterującego. W sprawozdaniu podać szkic panelu oraz opisać najważniejsze czynności związane z obsługą bieżąca logu przez nawigatorów.
2. Należy opanować umiejętność wprowadzania różnych nastaw logu opisanych w punkcie 2.3 niniejszej instrukcji.
3. Wprowadzić następujące parametry ; temperatura-25 C
zasolenie wody 8 promili, alarm głębokości 75m.
4. Zapoznać się z obsługą korektora logu.

Stanowisko 2 Korekcja logów

Przed rozpoczęciem ćwiczenia uruchamiamy program symulacyjny EMLOGI, wprowadzamy następujące dane:

- prędkość statku
- prędkość prądu wody
- kurs prądu.

Powyższe parametry zostaną podane przez prowadzącego ćwiczenie .

W sprawozdaniu należy wyznaczyć poprawkę logu na podstawie przeprowadzonych pomiarów na mili pomiarowej.

Stanowisko 3

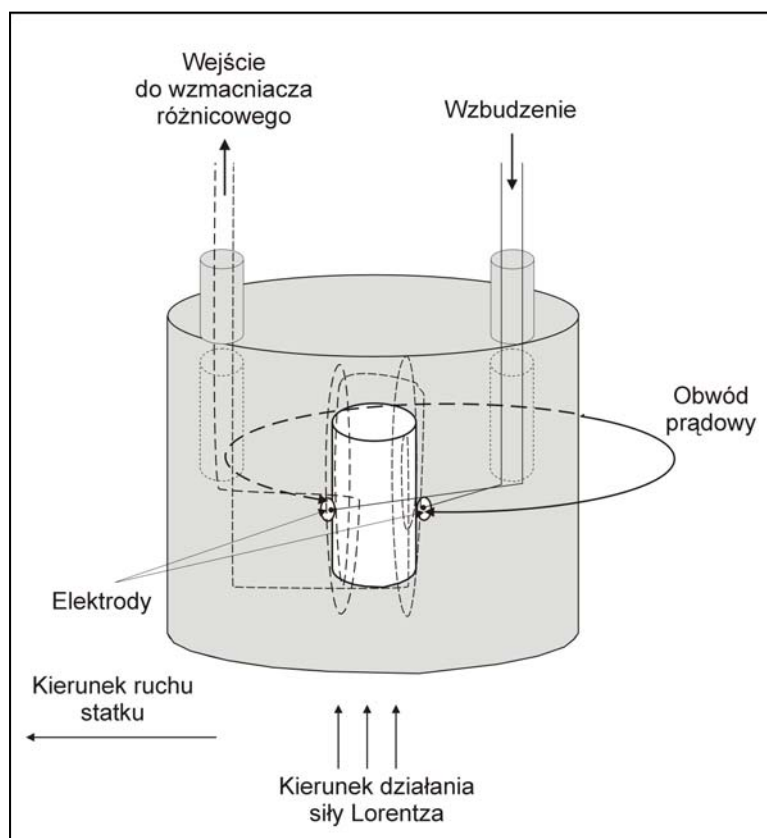
Po uruchomieniu logu należy:

1. Opisać w sprawozdaniu za pomocą odpowiednich szkiców budowę tego logu.
2. Dokonać pomiaru prędkości przy czujniku znajdującym się w powietrzu. W sprawozdaniu naszkicować widok wskaźnika prędkości tego logu. Wyjaśnij dlaczego log wskazuje błędne wyniki.
3. Dokonać pomiaru prędkości przy czujniku zanurzonym w wodzie.

4.Podstawy teoretyczne pomiaru prędkości statku zasada działania logów elektromagnetycznych.

4.1 Zasada działania logu elektromagnetycznego

Do pomiaru prędkości za pomocą logu elektromagnetycznego wykorzystano zjawisko powstawania siły elektromotorycznej między elektrodami pomiarowymi. Elementem pomiarowym logu jest czujnik umieszczony w dnie lub pod dnem kadłuba statku na specjalnym wypuszczeniu rys5.



Rys.5 Czujnik pomiarowy logu elektromagnetycznego.

Typowy czujnik pomiarowy logu jest wykonany ze stopu metali kolorowych lub tworzywa sztucznego. Ma on kształt walca o kołowym lub eliptycznym przekroju poprzecznym. Wewnątrz czujnika znajduje się cewka elektromagnetyczna z rdzeniem. Zasilana on jest w wielu przypadkach prądem o częstotliwości 50Hz. Na powierzchni zewnętrznej czujnika wykonanego z tworzywa sztucznego wtopione są dwie elektrody- metalowe płytki – najczęściej okrągłe, wykonane z miedzi.

Pomiar prędkości możliwy jest dzięki temu że między elektrodami powstaje obwód prądowy. Tworzą go cząstki wody posiadające ładunek elektryczny (kationy i aniony oraz wolne elektrony). Powstaje on w wodzie morskiej a także w wodzie słodkiej jak i w wodzie zanieczyszczonej. W

niektórych typach logów uwzględnia się wpływ zasolenia jak i temperaturę wody.

Obwód prądowy jest więc pewnego rodzaju przewodnikiem zakończonym elektrodami pomiarowymi. Z podstaw elektrotechniki wiadomo że powstanie siły elektromotorycznej na końcach przewodnika możemy wywołać dwoma sposobami:

- przez oddziaływanie na nieruchomy przewodnik zmiennym polem magnetycznym,
- poprzez przecinanie linii sił pola magnetycznego.

Jeżeli przez cewkę przepływa przemienny prąd, to cewka wytwarza zmienne pole magnetyczne, które bez żadnych zniekształceń przechodzi przez wodę. Jeżeli statek jest nieruchomy to zmienny strumień magnetyczny ϕ oddziałując na nieruchomy obwód prądowy powoduje powstanie siły elektromotorycznej ε_0 .

$$\varepsilon_0 = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(B_m \cdot S \cdot \sin(\omega t))}{dt} = B_m \cdot S \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$

Gdzie:

S - pole przekroju poprzecznego rdzenia cewki

B_m - wartość maksymalna indukcji magnetycznej

Powstała siła elektromotoryczna ε_0 jest wartością stałą dla danego typu logu $\varepsilon_0 = \text{const}$ jej wartość zawiera się w granicach od kilku do kilkunastu wolt.

Gdy statek porusza z prędkością V , to wówczas na raz z nim bez żadnych zniekształceń przesuwa się w toni wodnej pole magnetyczne, natomiast obwód prądowy tworzony z cząstek znajdujących się w wodzie zacznie się wydłużać przy jednoczesnym jego odbudowywaniu się w pobliżu

czujnika, w rezultacie nastąpi przecinanie linii sił pola magnetycznego przez obwód prądowy. W rezultacie tego zjawiska na elektrodach indukuje się dodatkowa SEM ε_v , jest ona ponadto przesunięta stosunku do e_{o0} o 90° . Jest ona równa:

$$\varepsilon_v = \oint [\vec{V} \cdot \vec{B}] \cdot dl$$

Gdzie:

l - długość obwodu prądowego pomiędzy elektrodami pomiarowymi

$$\varepsilon_v = 2V \cdot B_m \cdot \sin \omega \cdot t \cdot \int_a^\infty dl$$

a - odległość między elektrodami

Przybliżone rozwiązanie tej całki sprowadza się do zależności

$$V = k \cdot \varepsilon_v$$

gdzie k jest współczynnikiem proporcjonalności, który jest równy

Teoretyczne przybliżone rozwiązanie całki zostało potwierdzone badaniami doświadczalnymi.

Siła elektromotoryczna ε_v jest więc użytecznym sygnałem proporcjonalnym do prędkości statku. Na podstawie tego sygnału określana jest prędkość statku, sygnał e_o jest nieużyteczny i jest on kompensowany w układzie logu.

Całkowita siła elektromotoryczna ε która powstaje między elektrodami

czujnika pomiarowego jest więc sumą sygnałów ε_0 i ε_v

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_v$$

Wielkość sygnału pomiarowego ε_v przyjmuje różne wartości: od mikrowoltów dla małych prędkości 1 m/s, do kilku lub kilkunastu volt dla dużych prędkości

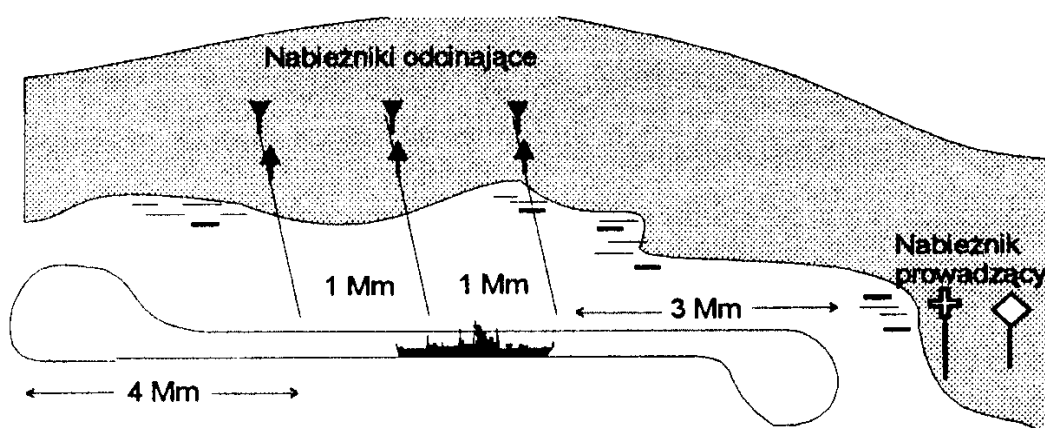
4.2 Miła pomiarowa

Na wstępie należy podkreślić że logi elektromagnetyczne mierzą w zasadzie prędkość warstwy wody w której zanurzony jest czujnik pomiarowy. Tak zmierzona prędkość nie pokrywa się z rzeczywistą prędkością statku, dlatego nieodłącznym elementem w eksploatacji tych logów jest korekcja. Korektor logu umożliwia wprowadzenie odpowiedniej poprawki prędkości tak aby mierzona prędkość pokrywała się z rzeczywistą. Regulację korektora często nazywamy popularnie kalibracją.

Kalibracja opiera się na porównaniu prędkości rzeczywistej z tą wskazywaną przez log. Prędkość rzeczywistą oblicza się na podstawie pomiaru czasu w jakim statek przeplynał ściśle określony odcinek drogi. Jest to odpowiednio oznakowane miejsce na akwenie wodnym. Nazywa się je „miałą pomiarową” rys.6. Obszar badań błędu musi spełnić następujące warunki:

- a) Odpowiednie głębokości - wykluczamy efekt płytkowodzia
- b) Musi się on znajdować z dala od przeszkód nawigacyjnych

- c) Trzeba zapewnić wystarczającą przestrzeń na jego końcach w celu wyhamowania , wykonania zwrotu i ponownego rozpędzenia się
- d) Akwen taki powinien być osłonięty przed wiatrem i falowaniem
- e) Nie może na nim występować stały prąd
- f) Na brzegu muszą znajdować się nabeżniki wyznaczające i odcinające długość danych odcinków.



Rys. 6. Przykładowy widok obszaru „mili pomiarowej”.

Log EM 200 posiada własne wbudowane programy służące do kalibracji , jednak nadal można skalibrować log tradycyjną metodą :

Porównanie przebytych odległości

Na początku i na końcu przebiegu notuje się długość przebytej drogi według wskazań logu. Różnica tych wartości mówi nam o przebytej drodze , znając wartość rzeczywistą z mili pomiarowej i czas trwania przebiegu obliczamy prędkość rzeczywistą :

$$V_k = 3600 \frac{S}{t}$$

t - rzeczywisty czas przejścia odcinka pomiarowego w sekundach

S - rzeczywista długość odcinka pomiarowego

V_k - prędkość rzeczywista okrętu

W codziennej eksploatacji logu przydają się programy kalibracyjne wbudowane w urządzenie. W zależności od rodzaju umożliwiają kalibrację na mili pomiarowej bez nawrotu lub też przez wprowadzenie informacji o prędkościach uzyskanych z innego źródła.

1. Przejazd próbny (Trial run)

Metoda ta polega na dwukrotnym przepłynięciu danego „ściśle określonego odcinka mili pomiarowej”, w przeciwnie strony. Prądy nie mają tutaj znaczenia, gdyż ich działanie się znosi podczas nawrotu. Natomiast trzeba przestrzegać kilku zasad:

- im większa głębokość wody tym większa dokładność
- głębokość pod stępką powinna być nie mniejsza niż potrójne zanurzenie statku
- zanurzenie i trym statku powinny być w normie
- nie należy przeprowadzać kalibracji w czasie wzburzonego morza ani podczas silnych wiatrów
- prędkość i kurs nie mogą się zmienić w czasie przejazdu.

Przestrzeganie powyższych warunków gwarantuje dokładną kalibrację.

Metoda ta umożliwia kalibrację na podstawie dwukrotnego przejścia obszaru mili pomiarowej. Po wprowadzeniu czasu przejazdu i odległości,

dzięki wbudowanym programom urządzenie samo oblicza prędkość rzeczywistą. W codziennej eksploatacji statku sposób ten jest uciążliwy i czasochłonny gdyż jednostka musi się znaleźć na odpowiednim obszarze (mila pomiarowa) i po dokonaniu nawrotu po pierwszym przejeździe musi iść kontrkuresem i z taką samą prędkością.

2. Kalibracja logu na podstawie jednego przejazdu statkiem (One trial run)

Przejazd próbny odbywa się również na mili pomiarowej. Umożliwia on dokonanie kalibracji bez powrotnego przejazdu co oszczędza czas i pieniądze. Akwen musi spełniać następujące warunki ,aby kalibracja była dokładna:

- głębokość pod stępką powinna być nie mniejsza niż potrójne zanurzenie statku
- zanurzenie i trym statku powinny być w normie
- nie należy przeprowadzać kalibracji w czasie wzburzonego morza ani podczas silnych wiatrów
- prędkość i kurs nie mogą się zmienić w czasie przejazdu
- na akwencie **nie mogą występować prądy** , gdyż podczas jednokrotnego przejazdu mili pomiarowej nie ma możliwości wyeliminowania ich prędkości.

Kalibracja na podstawie jednego przejazdu mili pomiarowej oszczędza znacznie czas i zużycie paliwa . Aby otrzymać wartość rzeczywistą prędkości na akwencie nie mogą występować prądy lub ich kierunki oraz prędkości muszą być znane. W tym ostatnim przypadku nawigator musi je uwzględnić poprzez własne obliczenia prędkości rzeczywistej .

3. Bezpośrednie wpisywanie wartości kalibracyjnych (Direct Input of Calibration Values)

W eksploatacji statku bardzo ważnym czynnikiem jest czas. Pomiary dokonywane na mili pomiarowej zmuszają nas do przepłynięcia ściśle określonego odcinka , przez co statek spala więcej paliwa i tracimy bezcenny czas. Producenci logu EM 200 dają nam możliwość dokładnego skalibrowania logu bez korzystania z mili pomiarowej. Czynność ta polega na wpisaniu do pamięci prawdziwej prędkości uzyskanej z innego źródła. Mogą nim być urządzenia , np. GPS lub też pomiary prędkości uzyskane na podstawie obiektów stałych.

Następuje deaktywacja tabeli z danymi kalibracyjnymi. Prędkość na wyświetlaczu będzie pulsować i powoli zmieni się na prędkość dostarczoną przez czujnik. Od tej chwili prędkość statku jest wartością stałą

Metoda ta nie jest tak dokładna jak pomiary na mili pomiarowej jednak umożliwia ona kalibrację bez pomocy obiektów stałych . Jest ona też mniej wrażliwa na warunki zewnętrzne takie jak wzburzone morze i silne wiatry. Na akwenu nadal nie mogą występować prądy lub należy znać ich prędkości i kierunki w celu poprawienia prędkości wskazywanej przez log , a następnie porównać ją z prędkością rzeczywistą.

4. Tablica wartości kalibracyjnych (Calibration Values)

Tablica kalibracyjna umożliwia wprowadzanie poprawek dla wielu jej wartości, możemy w niej pomieścić tylko 20 wartości . Można je korygować lub wykasowywać . Dzięki temu istnieje możliwość częstego uaktualniania wartości w tabeli kalibracyjnej .

5. Pytania kontrolne

- narysuj czujnik logu elektromagnetycznego i omów zasadę pomiaru prędkości,
- podaj przebieg pomiaru błędu logu na mili pomiarowej,
- wymień trzy metody korekcji logu EM-200,
- opisz rodzaje czujników logu elektromagnetycznego,

6. Literatura

1. Rogers E. M.: *Fizyka dla dociekliwych. Część I materia, ruch i siła*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1974.
2. Kowalik Z., Łęgowski S., Szymborski S.: *Podstawy hydroakustyki*. Wydawnictwo Morskie. Gdynia 1965.
3. Krajczyński E.: *Urządzenia nawigacji technicznej*. Fundacja Rozwoju Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni. Gdynia 1995
4. Krajczyński.: *Logi morskie*. Wydawnictwo Morskie Gdańsk 1980
5. Felski A.: *Pomiar prędkości statku. Metody i urządzenia*. AMW. Gdynia 1998.
6. www.litton-marine.com
7. www.consilium.se

