

## SYSTEM KONTROLI URZĄDZEŃ RADIONAWIGACYJNYCH Z POWIETRZA



**CFIS 1**

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**

Copyright CAS<sup>©</sup> 2001.

Wersja: ostateczna  
Edycja: 243/03-01-01

***Dokumenty i oprogramowanie związane***

- |          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | Dokumenty: <ul style="list-style-type: none"><li>• Zalecenia ICAO Dokument 8071,</li><li>• dokumentacje techniczne urządzeń nawigacyjnych firmy King,</li><li>• dokumentacja techniczna aktualnie eksploatowanego systemu komputerowego,</li><li>• Aneks 10 do Międzynarodowej Konwencji Lotnictwa Cywilnego 1994.</li><li>• Instrukcja Montażowa systemu CFIS1 (Łódź 04-01-01)</li><li>• GPSCard Command Descriptions Manual for software Version 3.3</li></ul> |
| <b>2</b> | Oprogramowanie: <ul style="list-style-type: none"><li>• Novatel software update ver.3.36 for 3150RM</li></ul>  |

**CAS 94-104 Łódź ul. Obywatelska 137**  
tel/fax: (42) 686 25 47; (42) 686 50 28 NIP: 727-001-85-68  
[www.cas.com.pl](http://www.cas.com.pl)  
<mailto:techsupp@cas.com.pl>

Copyright C.A.S. © 2000.

Edycja: 24/03-02  
Wersja: ostateczna

CAS 94-104 Łódź ul. Obywatelska 137 tel/fax: 42' 686 25 47 <i>NIP: 727-001-85-68</i>
--

# SPIS TREŚCI

<b>Wstęp .....</b>	<b>1</b>
Założenia .....	1
Niezawodność .....	1
Standaryzacja .....	2
Odpowiedzialność .....	2
<b>BUDOWA I EKSPLOATACJA .....</b>	<b>3</b>
Rozmieszczenie elementów na płycie czołowej .....	3
Szafa 1 .....	3
Szafa 2 .....	6
Rozmieszczenie złącz w konsoli .....	8
Montaż .....	10
Kalibracja .....	10
Pomiar .....	10
<b>Konstrukcja oprogramowania .....</b>	<b>11</b>
Wstęp .....	11
Funkcje systemu .....	11
Obsługa bazy danych .....	11
Kalibracja .....	11
Pomiar .....	11
Archiwizacja danych .....	12
Sporządzanie raportów .....	12
Sygnalizowanie i rejestrowanie nieprawidłowości w pracy systemu .....	12
<b>Struktura systemu .....</b>	<b>12</b>
Schemat blokowy .....	12
Komputer .....	17
Moduły wej/wyj .....	18
Zasada działania .....	19
Wejścia/Wyjścia dwustanowe .....	19
Licznik zdarzeń .....	19
Wyjścia alarmowe .....	19
Opcje użytkownika .....	19
Filtr cyfrowy .....	20
Komunikacja .....	20
<b>SZCZEGÓŁOWA lista URZĄDZEŃ i ich konfiguracja .....</b>	<b>20</b>
<b>Konstrukcja mechaniczna .....</b>	<b>23</b>
Rozmieszczenie szaf na pokładzie samolotu .....	23
Rozmieszczenie elementów w szafach .....	29
Projekt konstrukcji szaf .....	37
<b>Symulator .....</b>	<b>38</b>
<b>Protokoły komunikacyjne i interfejsy urządzeń .....</b>	<b>40</b>
Komunikacja komputer ⇒ wyświetlacz UCT 31 .....	40
Komunikacja GPS ⇒ komputer ( <i>położenie</i> ) .....	40
Komunikacja DGPS ⇒ komputer ( <i>położenie</i> ) .....	41
Komunikacja KNR 634A ⇒ komputer .....	42
Protokół ARINC 429 .....	42

Znaczenie bitów .....	43
Interfejs ARINC 429 .....	46
Komunikacja komputer ⇒ KNR 634 ( <i>strojenie</i> ) .....	46
Komunikacja komputer ⇒ KDF 806 ( <i>strojenie</i> ) .....	47
Komunikacja komputer ⇒ KTR 908 ( <i>strojenie</i> ) .....	47
Komunikacja komputer ⇒ KDI 572 ( <i>strojenie</i> ) .....	48
Komunikacja KDM 706 ⇒ komputer( <i>odległość</i> ) .....	48
Komunikacja wysokościomierz KEA130 ⇒komputer.....	48
Komunikacja Telemetry ⇒ komputer.....	48
<b>Zestawienie skrótów .....</b>	<b>49</b>
<b>DODATEK 1:     Wykaz złącz .....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 2:     Wykaz rysunków okablowania .....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 3:     Wykaz rysunków DLA urządzeń zewnętrznych .....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 4:     Wykaz sygnałów na listwach.....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 5:     Wykaz rysunków złącz pośredniczących .....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 6:     Wykaz adrsów przetworników .....</b>	<b>1</b>
<b>DODATEK 7:     DANE TECHNICZNE .....</b>	<b>1</b>
Wymiary .....	1
Waga.....	1
Temparatura.....	1
Zasilanie .....	1

# WSTĘP

Dokumentacja ta zawiera opis rozwiązań technicznych w zakresie budowy aparatury kontrolno-pomiarowej do kontroli naziemnych urządzeń radionawigacyjnych VOR, ILS, MKR, DME, NDB i zasięgu systemów łączności zwanej CFIS-1. Dokumentacja ta została opracowana na podstawie:

- uzgodnionych wymagań techniczno-eksploatacyjnych,
- dokumentacji technicznych urządzeń nawigacyjnych firmy King,
- dokumentacji technicznej aktualnie eksploatowanego systemu komputerowego,
- Zaleceń ICAO Dokument 8071,
- Aneksu 10 do Międzynarodowej Konwencji Lotnictwa Cywilnego 1944.

## Założenia

Przyjęte wymagania techniczno-eksploatacyjne są szczegółowe i w zasadzie zawierają podstawowe informacje niezbędne do zaproponowania rozwiązania technicznego. Poniżej przedstawiono dodatkowe założenia przyjęte do konstrukcji systemu.

### Niezawodność

Pierwszym zagadnieniem, na które należy zwrócić uwagę, to szeroko rozumiana niezawodność systemu. Uwzględniając specyfikę zastosowania uważamy, że paradoksalnie

**całkowity brak działania systemu to jedna z najlepszych awarii jaka może się przytrafić**

Praktyka inżynierska wymaga jednak, aby system był zaprojektowany na najgorszy przypadek, którym jest pozornie poprawne działanie systemu. Jedynym rozwiązaniem, które tu może być pomocne to **samo-testowanie się systemu** obejmujące zarówno program jak i sprzęt. Ponieważ realizacja tego jest jedynie możliwa w torach przetwarzania cyfrowego, tory analogowe należy ograniczyć do niezbędnego minimum.

Przy aktualnym poziomie technologii wytwarzania sprzętu komputerowego i pomiarowego podstawowym źródłem błędów w pracy systemu komputerowego jest realizowany program. Są tego dwa powody. Pierwszy to brak praktycznie realizowalnych metod sprawdzania poprawności programu i algorytmu, na bazie którego został on zbudowany. Drugi powód to fakt, że ze swej natury znaczna część programu to zwykle rozwiązanie prototypowe. Z wymienionych powodów nie można z góry wykluczyć powstania błędów, jednak **konstrukcja oprogramowania powinna zapewniać wykrywanie błędów i ich obsługę. Obsługa błędu powinna polegać co najmniej na odnotowaniu faktu, miejsca i okoliczności jego zaistnienia.** Jest to niezbędne do wykluczenia tych cykli pomiarów urządzeń nawigacyjnych, w trakcie realizacji których odnotowano niesprawności systemu. Potrzebne to będzie również przy konserwacji oprogramowania.

Podstawowym jednak zagadnieniem jest zastosowanie takich metod w trakcie procesu tworzenia oprogramowania, które zminimalizują prawdopodobieństwo wystąpienia jakichkolwiek nieprawidłowości w jego realizacji. W tym celu zastosować trzeba **specjalne techniki programowania.**

Tworzony system ma pracować w czasie rzeczywistym. Oznacza to, że czynnik **czasu należy brać pod uwagę już na etapie tworzenia oprogramowania.** Dodatkową trudność sprawia fakt, że w omawianym zastosowaniu wykluczona jest możliwość zastosowania jednego z gotowych produktów programowych. Ze względu jednak na konieczność ograniczania zakresu rozwiązań prototypowych należy zminimalizować obszar indywidualnie tworzonej warstwy użytkowej oprogramowania i w maksymalnym stopniu wykorzystać dostępne oprogramowanie systemowe jako platformę do budowy wspomnianej już warstwy użytkowej.

Jedną z ważniejszych metod stosowanych do zmniejszania prawdopodobieństwa wystąpienia błędów w pracy systemów komputerowych jest testowanie. Testowanie niestety może jedynie pokazać, że błędy występują. Nie może jednak służyć do wykazania, że ich nie ma, ponieważ w praktyce nie można nigdy w rozsądnym czasie sprawdzić wszystkich możliwych kombinacji sytuacji i zdarzeń jakie mogą się w ogóle pojawić. Pomimo to intensywne testowanie jest nieodzowne. W omawianym przypadku **testowanie musi objąć nie tylko poprawność działania programu realizującego wybrane algorytmy przetwarzania danych pomiarowych, ale również tory pomiarowe sygnałów analogowych**. Planując proces testowania trzeba brać pod uwagę, że rzeczywiste sygnały analogowe z odbiorników radiowych można uzyskać jedynie w powietrzu na pokładzie samolotu po uprzednim zamontowaniu systemu. To jednak jest zdecydowanie zbyt późno na testowanie systemu i znacznie zwiększa koszt procesu testowania tak po stronie przyszłego użytkownika jak i dostawcy systemu. Dlatego **niezbędne jest niezależne opracowanie i wykonanie układu do symulacji przebiegu sygnałów analogowych normalnie generowanych przez odbiorniki nawigacyjne**. W przyszłości taki symulator będzie pełnił rolę testera u użytkownika.

Aktualnie dostępny powszechnie sprzęt komputerowy i pomiarowy cechuje duża niezawodność pracy w warunkach laboratoryjnych. W omawianym zastosowaniu warunki otoczenia, z którymi mamy do czynienia, są skrajnie trudne nawet dla sprzętu przewidzianego dla profesjonalnych zastosowań przemysłowych. **Wibracje, przeciążenia, szeroki zakres temperatury pracy, duża wilgotność i niestabilne zasilanie to czynniki, na które musi być odporny stosowany sprzęt**. Dodatkową trudnością jest to, że wszystkie one w praktyce mogą występować jednocześnie.

Współpraca systemu kontrolno-pomiarowego z odbiornikami / nadajnikami musi uwzględniać możliwość zakłócania się torów pomiarowych, przesyłu informacji i przetwarzania danych od sygnałów w.cz. i przetwornic pracujących w zasilaniu odbiorników. Dlatego, jak już wspomniano, należy **skrócić linie przesyłu sygnałów analogowych do minimum i zastąpić je liniami przesyłu sygnałów cyfrowych**.

Z natury pracy odbiorników wynika, że dostarczane przez nie sygnały analogowe mogą być zaszumione i zakłócone. **Układy wejściowe torów pomiarowych muszą mieć zatem wbudowane filtry**. Ponieważ jednak natura zakłóceń nie jest dokładnie znana i może się zmieniać w zależności od bardzo wielu czynników zewnętrznych, **filtry te powinny mieć zmienne programowo parametry** modyfikowalne przed każdym nowym pomiarem.

## Standaryzacja

Ponieważ dziś nie można wykluczyć konieczności realizacji w przyszłości przez system innych zadań niż te wymienione w zapytaniu ofertowym, jego konstrukcja powinna zapewniać możliwość dalszego rozwoju. Stwierdzenie to odnosi się w równej mierze do sprzętu komputerowego jak i konstrukcji nośnej dla sprzętu komputerowego, pomiarowego i odbiorników.

Jedyną drogą pozwalającą na realizację praktyczną takiego założenia jest **stosowanie standardów** i takie konstruowanie systemu, aby miał on **architekturę otwartą**.

W zakresie mechaniki dla systemów kontrolno-pomiarowych jedynym praktycznie stosowanym standardem jest montaż w regałach i szafach 19" ze standardowym mocowaniem po stronie płyty czołowej urządzeń. Przyjęto jeden z dostępnych produktów tego standardu do zaadaptowania go w konstruowanym systemie. Jest nim rodzina kaset i szaf firmy Apranorm.

Otwartość systemu można uzyskać przez konstruowanie go w postaci rozproszonej, tzn. składającego się z pewnej liczby autonomicznie pracujących elementów połączonych ze sobą odpowiednimi interfejsami. Wykorzystanie do tego połączenia standardowych interfejsów pozwoli na przyłączenie w przyszłości kolejnych elementów realizujących dodatkowe funkcje.

## Odpowiedzialność

Zagadnienia tego nie trzeba w tym konkretnym zastosowaniu nikomu uświadamiać. Zostało ono wymienione na końcu, ponieważ prowadzi do najbardziej ogólnego założenia koniecznego do przyjęcia przez konstruktora systemu kontroli pracy urządzeń radionawigacyjnych, a mianowicie

**lepiej żeby system nie mierzył nic, jak ma mierzyć źle**

Założenie to musi być naszym zdaniem rozumiane jako nadrzędne w stosunku do wszystkich innych.

## **BUDOWA I EKSPLOATACJA**

### **Rozmieszczenie elementów na płycie czołowej**

Poniższe rysunki przedstawiają rozmieszczenie elementów na płytach czołowych.

#### **Szafa 1**

1. Power Printer
2. Data Printer
3. R1a - Power Rack1 (szczegółowy wykaz zasilanych urządzeń patrz Dodatek B Rys. 3)
4. R1b - Power Rack1 (szczegółowy wykaz zasilanych urządzeń patrz Dodatek B Rys. 3)
5. R2 - Power Rack2 (szczegółowy wykaz zasilanych urządzeń patrz Dodatek B Rys. 3)
6. Power INV1 INV350VA-1A
7. Speaker
8. Power INV2 INV500VA-1A
9. LED Fault INV2 INV500VA-1A
10. LED Fault INV1 INV350VA-1A
11. LED Power Rack2
12. LED Power Rack1
13. LED Power Rack1
14. Speaker Volume Control
15. Marker Lights and Marker Lights Control
16. Lamp Switch
17. Trackball Port
18. Console2 Phone
19. Console2 Mic
20. Intercomm2 Phone
21. Intercomm2 Mic
22. Mechanical Lock Diskette Door
23. Zip100 int.
24. Electrical switch
25. Console1 Phone
26. Console1 Mic
27. Intercomm1 Phone
28. Intercomm1 Mic



- 29. DME B VIDEO Output
- 30. Arinc, Gps, Theodolit Simulator Data Input
- 31. VHF Simulator Data Input
- 32. ADF B Simulator Data Input
- 33. ADF A Simulator Data Input
- 34. DME B Simulator Data Input
- 35. DME A VIDEO Output
- 36. DME A Simulator Data Input
- 37. CRT DISPLAY Control Panel

Rys 1. Położenie elementów na płycie czołowej Szafy 1

## **Szafa 2**

- 51. LED NAV A AUDIO 1020Hz
- 52. NAV A MOD LOC Output
- 53. NAV A VAR VOR, 90Hz LOC Output
- 54. NAV A REF VOR, 150Hz LOC Output
- 55. NAV A SUBCAR Output
- 56. LED NAV B AUDIO 1020Hz
- 57. NAV B MOD LOC Output
- 58. NAV B VAR VOR, 90Hz LOC Output
- 59. NAV B REF VOR, 150Hz LOC Output
- 60. NAV 2000R Output
- 61. NAV B SUBCAR Output
- 62. NAV B 150Hz GS Output
- 63. NAV B 90Hz GS Output
- 64. NAV B MOD GS Output
- 65. NAV B Simulator Data Input
- 66. NAV A 150Hz GS Output
- 67. NAV A 90Hz GS Output
- 68. NAV A MOD GS Output
- 69. NAV A Simulator Data Input
- 70. Power INV2 INV500VA-1A
- 71. Power INV1 INV350VA-1A
- 72. Power INV1, INV2

Rys 2. Położenie elementów na płycie czołowej konsoli Szafy 2

## **Rozmieszczenie złącz w konsoli**

Opis złącz konsoli przedstawionych na Rys 3 i Rys 4 znajduje się w Dodatek 1: Wykaz złącz.

Rys 3. Rozmieszczenie złącz w szafie 1

Rys 4 . Rozmieszczenie złącz w szafie 2

## Zalecenia eksploatacyjne

### **Montaż**

Montaż aparatury na pokładzie przeprowadza się w następującej kolejności:

- Instalacja platformy montażowej przystosowanej z jednej strony do przykręcenia do podłoża w samolocie, a z drugiej strony do szaf.
- Ułożenie w platformy montażowej kabli połączeniowych i anten.
- Przymocowanie do pierwszej szafy stolika bocznego.
- Przykręcenie do platformy montażowej dwóch szaf 19" złożonych z gotowych elementów.
- Umieszczenie w drugiej szafie kolejno od dołu:
  - odbiorników nawigacyjnych
  - bloków sterująco-pomiarowych
  - generatora kalibracyjnego
- Umieszczenie w pierwszej szafie kolejno od dołu:
  - odbiorników
  - bloków sterująco-pomiarowych
  - komputera głównego
  - monitora kolorowego wysokiej rozdzielczości
- Przymocowanie do pierwszej szafy stolika na klawiaturę.
- Umieszczenie na pierwszej szafie specjalnej pułki służącej do przymocowania drukarki wraz z pojemnikiem na papier.
- Zamocowanie drukarki

Szczegółowy sposób postępowania odnośnie montażu całej aparatury na pokładzie samolotu znajduje się w **Instrukcja Montażowa** stanowiącej dodatek do niniejszej dokumentacji.

### **Kalibracja**

Pomiar powinien być poprzedzony kalibracją torów pomiarowych. Kalibrację należy przeprowadzać w miarę potrzeby, nie rzadziej niż 1 raz w miesiącu. Kalibracja może być przeprowadzona po uprzednim wygrzaniu aparatury przez okres co najmniej 1 godziny. Zaleca się przeprowadzanie kalibracji w temperaturze otoczenia możliwie bliskiej 20°. Temperatura otoczenia w trakcie kalibracji nie może wykroczyć poza granice 13°..27°C. W celu poprawnego wygrzania aparatury należy włączyć wszystkie obwody zasilania (wył w szafie 1: R1a, R1b, R2, Power INV1, wył w szafie 2: Power INV1 i INV2, Power INV1; patrz Rys 1, Rys 2) oraz zainicjować program kalibracyjny.

W celu ustabilizowania warunków pracy poszczególnych podzespołów pomiar należy poprzedzić wygrzaniem aparatury, które przeprowadza się w warunkach jak dla kalibracji przez okres 30 min.

### **Pomiar**

Pomiary mogą być realizowane po uprzednim wygrzaniu aparatury przez okres co najmniej 30min. Zaleca się przeprowadzanie pomiarów w temperaturze otoczenia możliwie bliskiej 20°. Temperatura otoczenia w trakcie pomiarów nie powinna wykroczyć poza granice 10°..30°C. Pomiary dla odbiorników nawigacyjnych powinny być poprzedzone sprawdzeniem, czy parametry kalibracyjne torów pomiarowych są wystarczająco dokładne. W tym celu należy wykorzystać funkcję test w programach pomiarowych. W celu poprawnego wygrzania aparatury należy włączyć

wszystkie obwody zasilania (wył w szafie 1: R1a, R1b, R2, Power INV1, wył w szafie 2: Power INV1 i INV2, Power INV1; patrz Rys 1, Rys 2) oraz zainicjować program kalibracyjny.

## **KONSTRUKCJA OPROGRAMOWANIA**

### **Wstęp**

W odróżnieniu od sprzętu, który da się praktycznie w całości zbudować z produkowanych seryjnie elementów, znaczna część oprogramowania została opracowana zgodnie z indywidualnymi potrzebami Systemu. Punktem wyjścia do sformułowania funkcji realizowanych przez program, zgodnie z wymaganiami techniczno-eksploatacyjnymi, są obowiązujące w Polsce dokumenty normalizujące

1. Zalecenia ICAO Dokument 8071,
2. Aneks 10 do Międzynarodowej Konwencji Lotnictwa Cywilnego 1994.

### **Funkcje systemu**

#### ***Obsługa bazy danych***

Dla każdego urządzenia nawigacyjnego można wyróżnić pewien zbiór parametrów charakterystycznych dla niego. Aby ułatwić pracę inspektorowi parametry urządzeń zostały zebrane w bazie danych i jest zapewniony do nich łatwy dostęp w momencie rozpoczęcia pomiaru. Mechanizmy dostępu do danych są uzupełnione o procedury pozwalające na łatwe modyfikowanie danych i ich archiwizowanie.

#### ***Kalibracja***

Ze względu na wymaganą dokładność pokładowe urządzenia radionawigacyjne łącznie z obwodami pomiarowymi systemu podlegają kalibracji. W celu wyznaczenia poprawek na wejścia urządzeń podawane są sygnały wzorcowe a odczytane przez komputer wyniki porównywane z wartościami zadanymi. Wyznaczone w ten sposób poprawki są zapamiętane i dodawane do wyników pomiarów otrzymywanych w czasie lotu inspekcyjnego.

Kalibracji podlegają wszystkie rejestrowane przez system sygnały analogowe: LOC.MOD, VAR, REF, SUBCAR, VOR/LOC.AGC, GS.MOD, GS.AGC, MKR.AGC, DME.SQUITTER, DME.%REPLY, DME.AGC, ADF.AGC, COMM.AGC.

Procedury realizowane przez system umożliwiają dokonanie pełnej kalibracji polegającej na utworzeniu odpowiednio "gęstej" tablicy poprawek uwzględniającej nieliniowość w torach przepływu sygnału.

Sprzęt potrzebny do kalibracji odbiorników nawigacyjnych jest zamontowany w konsoli pomiarowej. Kalibrację można przeprowadzić bez demontażu i przełączeń w czasie postoju samolotu lub w czasie dolotu do rejonu, w którym zlokalizowane jest badane naziemne urządzenie radionawigacyjne.

Kalibracja odbiorników nawigacyjnych jest wykonywana całkowicie automatycznie: w sposób programowy. Wejście odbiornika poprzez przełącznik antenowy przyłączone jest do generatora wzorcowego ( typu NAV 2000 ), a parametry sygnału w.cz. są ustawione zgodnie z danymi przesłanymi magistralą GPIB z komputera.

W przypadku pozostałych urządzeń wejście antenowe musi być ręcznie przełączane na generator wzorcowy.

#### ***Pomiar***

Oprogramowanie systemu skonstruowano tak, aby zapewnić:

- obsługę checklist dla każdego rodzaju pomiaru,
- możliwość użycia filtrów dla mierzonych wielkości,
- rozciąganie przebiegów w czasie - funkcja lupy pomiarowej,
- prowadzenie pilota po zadanej trajektorii,



- uwzględnianie zmiany kursu przy rejestracji i obliczaniu błędów,
- wykreślanie trajektorii lotu na bieżąco,
- pomiar i rejestracja parametrów urządzeń nawigacyjnych zgodnie z Zaleceniami ICAO i Aneks 10
- porównywanie wyników z różnych torów pomiarowych

### **Archiwizacja danych**

Dane z każdego pomiaru są archiwizowane na dysku twardym w celu wykorzystania ich w późniejszym czasie. Każdy blok danych otrzymanych z pomiaru ma swoją indywidualną nazwę i zawiera informację potrzebną do identyfikacji miejsca i czasu wykonania pomiarów.

### **Sporządzanie raportów**

Rezultatem końcowym cyklu pomiarowego jest raport z pomiaru wg ustalonego wzorca.

### **Sygnalizowanie i rejestrowanie nieprawidłowości w pracy systemu.**

Jak wspomniano system zapewnia ciągłą analizę poprawności swojej pracy. Wykryte błędy lub nieprawidłowości w pracy są rejestrowane wraz z informacją potrzebną do identyfikacji przyczyny.

Samokontrola systemu jest realizowana na kilku poziomach, a mianowicie:

- przez porównywanie rezultatów otrzymywanych z różnych kanałów pomiarowych,
- przez samo kontrolę oprogramowania,
- przez kontrolę transmisji danych pomiędzy układami przetworników analogowo-cyfrowych a komputerem,

Wykryte błędy są rejestrowane i sygnalizowane na bieżąco inspektorowi.

## **STRUKTURA SYSTEMU**

### **Schemat blokowy**

Przyjęto, że struktura komputerowego systemu kontroli urządzeń radionawigacyjnych jest rozproszona. W strukturze takiej występują zasadniczo dwa elementy:

- komputer obliczeniowy,
- zestaw inteligentnych układów wej./wyj. służących do realizacji pomiarów sygnałów wejściowych i do sterowania urządzeń zewnętrznych.

Komputer komunikuje się z układami za pośrednictwem wybranego interfejsu.

W omawianym rozwiązaniu wykorzystano do budowy systemu komputer zgodny ze standardem IBM/PC w wykonaniu dla zastosowań przemysłowych firmy TexasMicro (USA) typu FTSA-PC (*patrz str. 17*). Jako układy wej./wyj. wybrano natomiast moduły pomiarowe serii D1000 firmy DGH (USA) (*patrz str. 18*). Komunikacja pomiędzy modułami a komputerem odbywa się za pośrednictwem standardowego interfejsu RS 485.

W ten sposób osiąga się następujące korzystne właściwości układu:

- możliwość umieszczania elementów pomiarowych bardzo blisko źródła mierzonego sygnału,
- przesyłanie wyników z wszystkich punktów pomiarowych za pośrednictwem małej liczby przewodów - w tym przypadku 1 pary,
- eliminację możliwości powstania błędów pomiarowych na skutek zakłócenia sygnału w przewodach doprowadzających,
- możliwość wykrycia błędów przy przesyłaniu wartości mierzonej pomiędzy układem pomiarowym i komputerem,

- zwiększenie niezawodności dzięki eliminacji przewodów pomiarowych pomiędzy źródłem sygnałów a komputerem,
- możliwość separacji galwanicznej pomiędzy źródłem sygnałów i komputerem,
- otwartość rozwiązania dzięki możliwości dołączania praktycznie dowolnej liczby kolejnych modułów pomiarowych,
- dołączanie kolejnych modułów nie wymaga ingerencji w komputerze, co korzystnie wpływa na jego niezawodność,
- możliwość korzystania przez wiele komputerów z tych samych układów pomiarowych,
- zwiększenie niezawodności dzięki możliwości zdalnej kontroli poprawności pracy modułów pomiarowych.

Dzięki przyjętej koncepcji budowy systemu w postaci rozproszonej można sprostać kilku postawionym wcześniej założeniom i zbudować strukturę blokową systemu komputerowego w postaci modularnej (Rys 8). Zasadniczą ideą tego rozwiązania jest wydzielenie autonomicznych bloków sterująco-pomiarowych, z których każdy odpowiedzialny jest za obsługę sygnałów przychodzących i wychodzących do/z jednego z odbiorników nawigacyjnych. Moduły dla tych samych rodzajów odbiorników są identyczne i mogą być stosowane zamiennie.

Rys. 5. Ogólny schemat blokowy systemu komputerowego

Rys. 6. Schemat blokowy modułów sterująco-pomiarowych dla odbiorników ILS/VOR/MKR i DME

Rys. 7. Schemat blokowy modułów sterująco-pomiarowych dla odbiorników ADF i VHF

Każdy z bloków sterująco-pomiarowych połączony jest z odpowiadającym mu odbiornikiem za pośrednictwem krótkiego przewodu wielożyłowego. Jest to możliwe tylko dzięki przyjętej konstrukcji mechanicznej szaf (patrz str 31). Bloki zasilane są wyłącznie niestabilizowanym napięciem pokładowym 27V=. Każdy blok zawiera układy pomiarowe DGH, które lokalnie realizują pomiary przychodzących sygnałów. Otrzymane wyniki są transmitowane jedną, wspólną dla każdego z zestawów odbiorników, parą przewodów interfejsu RS 485. Przesyłana tym interfejsem informacja jest zabezpieczona przed ewentualnymi przekłamaniami sumą kontrolną. Dzięki temu program w komputerze może odróżnić dane zakłócone od danych poprawnych. Dwie linie transmisji wprowadzono, w celu zwiększenia niezawodności przez ich zdublowanie. Ponadto rozwiązanie takie pozwala na odciążenie linii i zwiększenie efektywnej przepustowości łącza.

Bloki współpracujące z odbiornikami nawigacyjnymi muszą dokonywać pomiarów wybranych wielkości sygnałów zmiennoprądowych o przebiegach sinusoidalnych i niesinusoidalnych. Dlatego każdy blok ILS/VOR/MKR został dodatkowo wyposażony w przetwornik pomiarowy (PP-Rys6), którego zadaniem jest konwersja sygnałów zmiennoprądowych na stałoprądowe według przyjętej dla danego rodzaju sygnału zależności.

Bloki pomiarowo-sterujące dla odbiorników nawigacyjnych zawierają wbudowany pakiet konwertera firmy King. Pakiet ten typowo jest wmontowywany jako integralna część odbiornika. W rozważanym rozwiązaniu pracują dwa funkcjonalnie odpowiadające sobie pakiety jednocześnie. Jeden typu analogowego wbudowany do wnętrza odbiornika i drugi cyfrowy wbudowany do bloku obsługi odbiornika. Z pakietu tego czytane są wybrane informacje z interfejsu szeregowego ARINC. Aby umożliwić czytanie tych danych pakiet sterowania odbiornikiem (SO) jest dodatkowo wyposażony w układy konwersji transmisji szeregowej interfejsu ARINC na postać równoległą. Dalej w tej postaci informacja jest już transmitowana za pośrednictwem modułów binarnych wielowejściowych DGH.

Zgodnie z wymaganiami system musi sterować dwoma wskaźnikami krzyżowymi, z których jeden jest zainstalowany na tablicy przyrządów systemu a drugi w kokpicie pilota. Będą one sterowane za pośrednictwem modułów DGH dołączonych do wspólnego interfejsu RS 485.

Ponieważ do przeprowadzenia niektórych pomiarów czułość wskaźnika krzyżowego nie wystarcza pilotowi do prowadzenia samolotu po zadanej trajektorii w trakcie odbywania lotów pomiarowych, istnieje konieczność zainstalowania dodatkowego wyświetlacza alfanumerycznego, na którym będą wyświetlane dodatkowe informacje dla pilota.

Wykorzystano tu wyświetlacz firmy Brodersen typu UCT-31. Wyświetlacz ten jest sterowany za pośrednictwem 9 sygnałów binarnych. Sterowanie tym wyświetlaczem zostało zrealizowane za pośrednictwem modułu DGH podłączonego do wspólnego interfejsu RS 485 (patrz str. 40). Dzięki temu do kokpitu będą doprowadzone tylko dwa przewody, do których w przyszłości będzie można dołączać jeszcze inne urządzenia ułatwiające instruowanie pilota co do trajektorii lotu w zależności od aktualnie realizowanej procedury pomiarowej. W obudowę wbudowano wyłącznik wyświetlacza alfanumerycznego.

System współpracuje z generatorem wzorcowym za pośrednictwem interfejsu GPIB (IEEE488). Jest to standard, gdy chodzi o współpracę z laboratoryjnymi urządzeniami pomiarowymi

Komputer czyta również informacje na bieżąco z globalnego systemu nawigacji satelitarnej (GPS) oraz (DGPS) (patrz str. 40) i układu telemetrii. Do tego celu wykorzystano dwa niezależne kanały interfejsu RS 232 (GPS) i trzy kanały dla systemu DGPS.

## Komputer

W systemie wykorzystano komputer firmy TexasMicro typu FTSA-PC (ang. Fault Tolerant System Architecture) (patrz *materiały informacyjne*) w następującej konfiguracji:

- procesor Intel PII-400, 64MB RAM,
- dysk twardy 4,3GB SCSI,
- napęd ZIP 100MB ATAPI int.,
- 2 interfejsy szeregowy i 1 równoległy,

- monitor kolorowy SVGA o rozdzielczości 1024x780 punktów.
- ergonomiczną klawiaturę odporną na spryskanie z kulką prowadzącą (ang. track ball).

Ma on architekturę odporną na uszkodzenia. Architektura ta pozwala mu być odpornym na podstawowe źródła zakłóceń prawidłowej pracy komputerów, jak: złe zasilanie, uszkodzenie danych lub ich zniszczenie, błędy użytkownika i uszkodzenia komponentów, dzięki zastosowaniu w nim rozwiązań nadmiarowych dla wybranych elementów, bardzo wyrafinowanej samodiagnostyki i systemowi odzyskiwania danych.

Zmodyfikowany system BIOS (ang. Basic Input Output System) kontroluje pracę całego systemu tak, by zapewnić spójność danych w każdych warunkach niezależnie od ewentualnych usterek i zastosowanego systemu operacyjnego. BIOS jest modyfikowalny ponieważ rezyduje w pamięci Flash-ROM. W celu zwiększenia szybkości działania systemu jest on przepisywany do 32 bitowej pamięci RAM po zainicjowaniu systemu.

Procesor diagnostyczny monitoruje cały czas elementy składowe i wywołuje procedurę odzyskiwania lub łagodnego zrzucania oprogramowania w przypadku stwierdzenia uszkodzenia. Obudowa komputera FTSA może być otwarta po odkręceniu sześciu śrub znajdujących się na płycie górnej.

Ośmiopozycyjna pasywna magistrala ISA może być wyposażona w każdy z pakietów procesora produkowanych przez TexasMicro. Wszystkie programy i karty przeznaczone dla komputerów zgodnych z IBM-PC mogą być wykorzystywane w FTSA. Modułarna konstrukcja metalowej obudowy komputera umożliwia natomiast szybki dostęp do wszystkich komponentów i gwarantuje, że średni czas usuwania uszkodzenia (MTTR) jest mniejszy od 10 min (wg katalogu).

## **Moduły wej/wyj**

Moduły sprzęgające czujnik-komputer D1000 i D2000 stanowią rodzinę kompletnych układów przewidzianych dla systemów zbierania danych opartych na komputerach osobistych i innych urządzeniach procesorowych ze standardowymi portami szeregowymi WEJ/WYJ. Moduły przekształcają analogowe sygnały wejściowe na postać cyfrową i przesyłają wynik w formacie ASCII do dowolnego komputera przez standardowe porty RS-485 lub RS-232C. Moduły te mogą mierzyć temperaturę, ciśnienie, napięcie, natężenie prądu i rozmaite rodzaje sygnałów dwustanowych.

Moduły umożliwiają bezpośrednie podłączenie szerokiej gamy czujników i realizują dopasowywanie, skalowanie, linearyzację i konwersję na jednostki fizyczne. Każdy moduł dysponuje również liniami WEJ/WYJ do sterowania urządzeń poprzez przełączniki półprzewodnikowe lub sygnały TTL. Te właśnie dwustanowe linie WEJ/WYJ wraz z wbudowaną możliwością ustawiania zakresu stanowią wyjścia alarmowe i kontrolne.

Moduły nie wymagają ustawiania żadnych potencjometrów ani przełączników. Parametry takie jak adres, prędkość transmisji, parzystość, alarmy, echo, itd. wybierane są przy użyciu prostych komend poprzez porty komunikacyjne - bez wymaganego dostępu do modułu. Ustawienia składowane są w nieulotnej pamięci EEPROM, która zachowuje wprowadzone dane nawet po odłączeniu zasilania.

Moduły D1000 i D2000 są galwanicznie izolowanymi układami zbierania danych dla systemów przetwarzania i sterowania w czasie rzeczywistym. Poprzez wbudowanie procesora do każdego czujnika, odciąża się sam komputer od interpretowania danych z wejść czujnika. Zamiast do skalowania i linearyzacji danych pomiarowych czujnika, komputer może być wykorzystany bardziej efektywnie do przeszukiwania większej liczby wejść i zapewnienia większej prędkości wyjściowych sygnałów sterujących.

D1000 i D2000 są zgodne z serią DGH D3000 i D4000 i mogą być zestawiane w dowolnych kombinacjach. Szereg D3000 i D4000 przekształca wejściowe komendy w formacie ASCII na sygnały wyjściowe napięciowe lub prądowe.

Wszystkie moduły są wyposażone we wtyczkę z zaciskami śrubowymi i elementy mocujące. Złącza umożliwiają rozbudowę systemu, jego rekonfigurację i naprawę uszkodzeń bez ingerencji

w połączenia wewnętrzne. Mały rozmiar pozwala instalować je praktycznie w dowolnym miejscu i położeniu włączając obudowy przeciwwybuchowe i prowadnice DIN.

### **Zasada działania**

Każdy z modułów DGH stanowi kompletny jednokanałowy system zbierania danych. Każda jednostka zawiera obwody formowania sygnału analogowego optymalizowane dla konkretnego typu sygnału wejściowego. Wzmocnione sygnały czujnika są przekształcane do postaci danych cyfrowych za pomocą sterowanego mikroprocesorowo, zintegrowanego konwertera analogowo-cyfrowego. Błędy przesunięcia i przyrostu w obwodzie analogowym są stale monitorowane i korygowane przy użyciu technik mikroprocesorowych. D1000 przelicza sygnał cyfrowy na jednostki fizyczne przy użyciu tablic przekształceń. D2000 dokonuje konwersji danych cyfrowych na jednostki fizyczne używając tablic programowanych przez użytkownika. Dane wynikowe składowane są w formacie ASCII w buforze pamięci. Moduły stale przekształcają dane z prędkością 8 konwersji na sekundę i przechowują ostatni rezultat w buforze. Komputer może domagać się wysłania danych przesyłając do modułu prostą komendę ASCII. D1000 odpowiada wtedy natychmiast transmitując zawartość bufora danych ASCII z powrotem do komputera. Do pojedynczego portu RS-232C lub RS-485 można dołączyć do 124 modułów. Każdy moduł na linii szeregowej jest identyfikowany poprzez unikalny, programowany przez użytkownika adres. Powyższa technika adresowa umożliwia wywoływanie modułów w dowolnej kolejności.

### **Wejścia/Wyjścia dwustanowe**

Moduły D1000 i D2000 posiadają również do trzech wyjść dwustanowych i dwóch wejść dwustanowych. Wyjścia dwustanowe to przełączniki tranzystorowe o otwartym kolektorze, które mogą być sterowane przez przyłączony komputer.

### **Licznik zdarzeń**

Wszystkie użyte moduły posiadają wbudowany licznik zdarzeń. Licznik zdarzeń zlicza do 10 milionów przejść występujących na wejściu dwustanowym. Licznik zdarzeń może być odczytywany i zerowany przez komputer w dowolnej chwili.

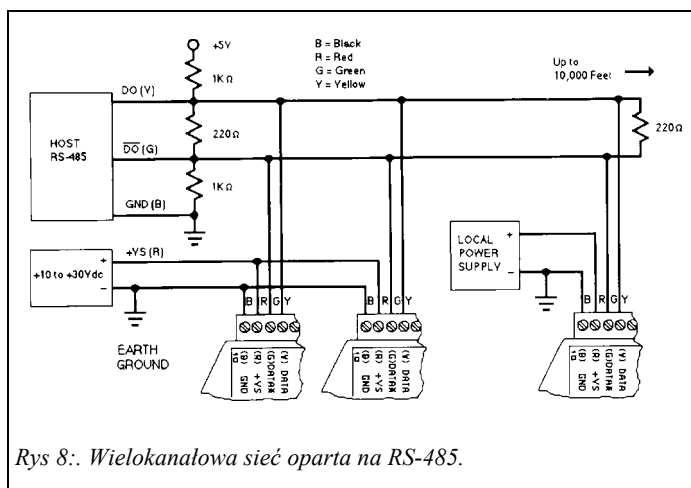
### **Wyjścia alarmowe**

Moduły D1000 i D2000 zawierają funkcje alarmowe: wartości zbyt wysokiej i wartości zbyt niskiej. Górne i dolne ograniczenia alarmowe mogą być załadowane do modułu z komputera. Dana graniczna jest porównywana z wejściową daną analogową po każdej konwersji analogowo-cyfrowej. Wynik przyrównania do granicy może być odczytany przez komputer. Górne i dolne ograniczenia mogą być również wykorzystywane do kontrolowania wyjść cyfrowych modułu. Wartości graniczne mogą służyć do włączania alarmu albo przerywania procesu niezależnie od komputera. Ograniczenia mogą być zmieniane w dowolnym momencie przez komendy przesyłane z komputera. Wartości graniczne są składowane w pamięci nieulotnej w celu ich zachowania nawet po odłączeniu zasilania modułu. Dane graniczne są wprowadzane z zachowaniem jednostek danych wyjściowych. Wyjścia alarmowe mogą być programowane jako zatraskujące dla zarejestrowania wystąpienia pojedynczego zdarzenia alarmowego. Wyjścia alarmowe mogą również być konfigurowane jako proste sterowniki włączająco-wyłączające, niezależne od komputera.

### **Opcje użytkownika**

Aby zapewnić maksymalną uniwersalność, D1000 i D2000 oferują rozmaite wybierane przez użytkownika opcje, w tym wybór adresu, prędkości transmisji, rodzaj kontroli parzystości, opcje alarmowe, echo, itd. Wszystkie opcje wybiera się za pomocą prostych komend poprzez porty komunikacyjne. Pełen zestaw wybranych opcji jest przechowywany w pamięci EEPROM. Moduły nie zawierają żadnych potencjometrów ani przycisków, które należy ustawić. Wszystkie opcje można zmieniać zdalnie bez bezpośredniego dostępu do modułu.





Rys 8.: Wielokanałowa sieć oparta na RS-485.

### Filtr cyfrowy

Wśród opcji D1000 i D2000 znajduje się programowany jednobiegowy filtr cyfrowy. Oddzielne stałe czasowe mogą być określone dla małych i dużych zmian sygnału. Z reguły dużą stałą czasową wyznacza się dla małych zmian sygnału, aby odfiltrować szумы i zapewnić stabilny odczyt wyjściowy. Mniejsze stałe czasowe można wybierać dla dużych zmian sygnału, aby zagwarantować szybką reakcję na te zmiany.

### Komunikacja

D1000 i D2000 zostały tak zaprojektowane, aby łatwo je było sprzęgać ze wszystkimi popularnymi komputerami i terminalami. Całość transmisji do i z modułu odbywa się przy użyciu widocznych znaków ASCII. Pozwala to na przetwarzanie informacji przez funkcje operujące na łańcuchach, które są powszechne w większości języków wysokiego poziomu, takich jak np. BASIC. W przypadku komputerów wyposażonych w standardowe porty RS-232C, do działania nie są niezbędne żadne specjalne sterowniki programowane w języku maszynowym. Moduły można także dołączać do modemów pracujących w trybie automatycznego zgłaszania, aby realizować działanie na odległość bez potrzeby koordynowania z odległego komputera. Format ASCII zapewnia łatwe śledzenie i wykrywanie błędów (*debugging*) systemu przy użyciu terminala operatorskiego.

RS-485 jest standardem transmisyjnym opracowanym dla systemów wielokanałowych, w których transmituje się z dużą prędkością i na duże odległości, jak pokazano na rys. 8. Podobieństwo RS-485 do RS-422 polega na zastosowaniu do transmisji danych sygnałów różnicowych zrównoważonych w zakresie od 0 do 5V. Odbiorniki RS-485 działają przy napięciach sygnału wspólnego od -7 do +12V bez utraty danych, przez co doskonale nadają się do transmitowania na duże odległości. RS-485 różni się od RS-422 zastosowaniem jednej pary przewodów zarówno do nadawania jak i odbierania. Ponieważ system oparty na RS-485 nie może wysyłać i odbierać jednocześnie, jest to system pół-duplexowy.

## SZCZEGÓŁOWA LISTA URZĄDZEŃ I ICH KONFIGURACJA

W tabeli 1 zestawiono urządzenia, które są zainstalowane w systemie.

TABELA 1: Zestawienie urządzeń dostarczanych przez Zleceniodawcę.

Typ	Install	Nazwa	Szt.
KFS 598	✓	Transceiver Control Unit	1
KA 119	✓	Audio control panel	1
	✓	Clock	1
6050D-R	✓	Telemetry	1
KDI 572	✓	DME Indicator Master	2
KEA 130	✓	Altimeter	1
KNI 582	✓	Radio Magnetic Indicator	1
KI 207	✓	Navigation Indicator	2
KA-35A	✓	Markers indicator	1
KA 51B	✓	Slaved Gyro Compass System -Switch & Meter Unit	1
KSG 105	✓	Slaved Gyro Compass System - Gyro	1
A2000	✓	RS485 Converter	2

## SZCZEGÓŁOWA lista URZĄDZEŃ i ich konfiguracja

1A50-1A	✓	Inverter 110V~/50VA/400Hz	1
1006R	✓	Monitor VGA, (1024x768 inter)	1
TMMULPII-400/64/4,3	✓	Computer Intel PII-400	1
	✓	DME Control Logic	2
	✓	ADF Control Logic	2
	✓	VHF Control Logic	1
KDM 706	✓	Distance Measuring Equipment	2
KAA 455	✓	Audio Control System	1
KDF 806	✓	Automatic Direction Finder	2
KTR 908	✓	VHF Communication Transceiver	1
NAV 2000R	✓	NAV/COMM Signal Generator	1
	✓	NAV Control Logic	2
KNR 634	✓	NAV/ILS/MARKER BEACON Receiver System	2
	✓	SWITCHES	1
2A500-1A	✓	Inverter 110V~/500VA/60Hz	1
2A350-1A	✓	Inverter 110V~/350VA/60Hz	1
OKI-ML3320	✓	Printer Microline 3320 10", 453cps	1
KB-101SF		16 AT 101 klawiszy z małą podstawą (pyłoszczelna)	1
	✓	Trackball	1
UCT-31	✓	Pilot Display BRODERSEN	1
KDI 573	✓	DME Indicator Slave	1
KMT 112		Slaved Gyro Compass System –Magnetic azimuth transmitter	1
TNL 2100	✓	GPS/LORAN Receiver	1
NOVATEL 3150RM	✓	DGPS Receiver	1

✓ - jest zainstalowany

TABELA 2: Zestawienie konfiguracji sprzętu komputerowego.

Nazwa	Typ
Stacja rob., ZIP100-int., Intel PII-400MHz CPU, 64 MB RAM, 4,3GB HD	TMMULPII-400/64/4,3
16 AT 101 klawiszy (pyłoszczelna)	KB-101SF
CRT-stojak, 14", MDA, Herc, PGA, PS/2, VGA, MACII, 8514/A, (1024x768 inter)	1006R
Digibord 8Port	PB112
GPIO (IEEE488) Interface for PC, without GPIO Driver Software.	ADVANTECH
512k SRAM z podtrzymaniem baterijnym	SSWD-25
rozszerzenie 512k dla SSWD-25	SSDMEM

**Komputer przemysłowy-Texas Micro**

Microline 3320 10", 453cps	OKI-ML3320
Trackball	

IN 10V; /INTERF. RS 485	D1142
OUT 0..10V / INTERF. RS 485	D3182
Retransmitter RS 485 i konwerter RS 232C	A2000
6 wej lub wyj. binarnych	D1712

**Moduły DGH**

Tabela 3: Ustawienia kart w komputerze

Slot	Moduł	I/O Adres	Int num.	DMA	MEM
1	SCSI contr.	330H	11	5	DC00H-DFFFH
2	Tune contr.	1B0H-1C0H	-	-	-
3	Matherboard	-	-	-	E000H-FFFFH
4	ARINC contr	300H	-	-	-
5	Diboard contr.	100	-	-	D400H-D5FFH
6	VGA contr.	-			B800H
7	GPIO contr.	2B0H			D000H-D27FH
8	BUS contr.				

Tabela 4: Ustawienia dla sterownika SCSI

Adapter Type	BT-54xC
Bios Address	DC000H
DMA Xfer Rate	5 MB/s
Adapter ID	7
SCSI Parity ON	YES
Adapter Term. ON	YES
DOS space > 1GB	NO
Firm ware Revision	4,21
BIOS Revision	4,83

W Tabeli 5 zestawiono wykorzystanie poszczególnych torów komunikacyjnych RS232 i ich parametry komunikacyjne.

Tabela 5: Wykorzystanie torów RS232

Moduł	Port	Wykorzystanie	Szybkość
Matherboard	COM1	Mouse/TrackB	1.2Kb/s
Matherboard	COM2	Rezerwa	max 1.2kb/s
Digi	COM3	DGH RS232/458	38 kb/s

Digi	COM4	DGH RS232/459	38 kb/s
Digi	COM5	Telemetry	1200b/s
Digi	COM6	GPS port 1	9.6 kb/s
Digi	COM7	DGPS/Novatel - Data	115kb/s
Digi	COM8	DGPS – Corrections	115kb/s
Digi	COM9	DGPS/ - Diagnostic	115kb/s
Digi	COM10	REZERWA	max 115kb/s

## **KONSTRUKCJA MECHANICZNA**

### **Rozmieszczenie szaf na pokładzie samolotu.**

Aparatura stanowiąca system oraz odbiorniki nawigacyjne dostarczające sygnały umieszczono w dwóch typowych szafach 19" rozmieszczonych wzdłuż osi samolotu i bokiem względem siebie.

(Rys.9) przedstawia szkic widoku pokładu samolotu w przekroju. Na rysunku tym zaznaczono linią przerywaną przestrzeń, w której szafy mogą być umieszczone. Po analizie różnych wariantów zaleca się umieszczenie szaf z prawej strony możliwie blisko prawej burty<sup>1</sup>.

Do szafy nr 1 zawierającej komputer przymocowano obrotowy stolik na klawiaturę i drukarkę. Stolik umożliwia jednoczesną pracę dwóch osób.

Umieszczony przed szafą nr 1 fotel znajduje się centralnie w stosunku do niej. Szczegóły rozmieszczenia foteli i wzajemnego położenia elementów systemu pokazują kolejne rysunki.

<sup>1</sup> szczegółowy projekt posadowienia szaf opracował producent samolotu.

Rys.9 Ogólny widok pokładu samolotu w przekroju.

Rys. 10. Widok pokładu samolotu z zainstalowanymi szafami.

Rys. 11. Widok ogólny rozmieszczenia szaf .

Rys. 12. Widok z góry rozmieszczenia szaf .



Rys. 13. Widok z boku pokładu samolotu z zainstalowanymi szafami.

### **Rozmieszczenie elementów w szafach.**

W pierwszej szafie Rys. 14 umieszczono część odbiorników, tzn.: 2xDME, 2xADF, 1xVHF i 1xACS, układy pomiarowe, komputer przemysłowy, monitor kolorowy 14" dużej rozdzielczości oraz potrzebne panele kontrolne, wskaźniki i gniazda.

Odbiorniki umieszczono na dole szafy. Nad odbiornikami znajdują się moduły pomiarowe. Mają one konstrukcję zwartą, obudowaną. Każdy moduł pomiarowy jest konstrukcyjnie niezależny od pozostałych. Wszystkie moduły pomiarowe umieszczono w kasecie na prowadnicach. Pozwala to na łatwe wyjęcie każdego z modułów. Kasecja jest przykręcana do szafy z przodu.

Nad kasetą z modułami pomiarowymi umieszczono komputer i tablicę z wybraną grupą przyrządów pomiarowo-nawigacyjnych. Wyżej znajduje się monitor kolorowy wysokiej rozdzielczości i górna tablica przyrządów (Rys 1).

Wszystkie urządzenia umieszczone w tej szafie mają płyty czołowe odporne na zraszanie.

W drugiej szafie (Rys. 17) umieszczono natomiast odbiorniki nawigacyjne, ich bloki sterująco-pomiarowe, przełączniki w.cz. i generator kalibracyjny.

Odbiorniki i moduły pomiarowe zostały zainstalowane tak samo jak w szafie 1, z tą tylko różnicą, że przewidziano większe obudowy na układy pomiarowe ze względu na konieczność umieszczenia w nich większej ilości elementów. Tuż za nimi umieszczono odbiornik nawigacji satelitarnej DGPS.

Przełączniki w.cz. umieszczono w samodzielnej kasecie.

Nad przełącznikami i modułami sterująco-pomiarowymi znajduje się miejsce na generator sygnałowy przeznaczony do kalibracji odbiorników nawigacyjnych.

Pozostała część szafy jest wolna.

Szafy umieszczono na specjalnie skonstruowanej platformie montażowej przystosowanej z jednej strony do przykręcenia do podłoża w samolocie, a z drugiej strony do szaf. Do pierwszej szafy zawierającej komputer zainstalowan stolik na klawiaturę i drukarkę.

W tabeli 6 zestawiono wszystkie urządzenia, które mają być zainstalowane w systemie wraz ze wskazaniem ich lokalizacji i ciężaru.

Rys. 14. Widok ogólny szafy 1

Rys. 15. Rzut z przodu szafy 1

Rys. 16. Rzut z boku szafy 1

Rys. 17. Widok ogólny szafy 2.

Rys. 18. Rzut z przodu szafy 2.

Rys. 19. Rzut z boku szafy 2.



Tabela 6: Rozmieszczenie urządzeń w szafach i ich ciężary.

Nazwa	Typ	Ciężar j. [kg]	Ilość	Ciężar [kg]	Symbol
Audio Control System	KAA-455	1,68	1	1,68	KAA
Distance Measurement Equipment	KDM-706	2,04	2	4,08	DME
Audio control panel.	KA 119	0,42	1	0,42	ACS
VHF Communication Transceiver	KTR 908	1,59	1	1,59	VHF
Automatic Direction Finder	KDF 806	1,72	2	3,44	ADF
<b>Półka #1</b>				<b>11,21</b>	
DME-Control Logic	CAS-DME	0,50	2	1,00	DME-CL
ADF-Control Logic	CAS-ADF	0,50	2	1,00	ADF-CL
VHF-Control Logic	CAS-ADF	0,50	1	0,50	VHF-CL
<b>Półka #2</b>				<b>2,50</b>	
Stacja rob., ZIP100-int., Intel PII-400MHz CPU, 64 MB RAM, 4,3GB HD	TMMULPII- 400/64/4,3	20,43	1	20,43	Computer
<b>Półka #3</b>				<b>20,43</b>	
DME Indicator Master	KDI 572	0,30	2	0,60	
RS 232/485 converter	A2000	0,45	2	0,91	RS 232/485
Inverter 110V~/50VA/400Hz	1A50-1A	1,82	1	1,82	
Slaved Gyro Compass System - Gyro	KSG 105	2,18	1	2,18	Gyro
Slaved Gyro Compass System -Switch & Meter Unit	KA 51B	0,09	1	0,09	Gyro
Altitude Reporting Alimeter	101435	1,11	1	1,11	ALT
Navigation Indicator	KI 207	0,45	1	0,45	ILS-NI
Radio Magnetic Indicator	KNI 582	1,36	1	1,36	ADF-RMI
<b>Półka #4</b>				<b>8,52</b>	
CRT-stojak, 14", MDA,Herc,PGA, PS/2,VGA, MACII,8514/A,(1024x768 inter)	1006R	19,98	1	19,98	CRT DISPLAY
<b>Półka #5</b>				<b>19,98</b>	
Telemetry	6050D-R	0,60	1	0,60	Telemetry
GPS/LORAN Receiver	TNL 2100	1,33	1	2,94	GPS
Clock		0,30	1	0,30	Clock
KFS	KFS 598	0,50	1	0,50	
Audio control panel	KA 119	0,42	1	0,42	ACS-CP
<b>Półka #6</b>				<b>4,76</b>	
Microline 3320 10", 453cps	OKI-ML3320	8,40	1	8,40	PRINTER
<b>Stolik</b>				<b>8,40</b>	
<b>RACK #1</b>				<b>75,80</b>	
Inverter 110V~/500VA/60Hz	2A500-1A	5,90	1	5,90	
Inverter 110V~/350VA/60Hz	2A350-1A	2,16	1	2,16	
<b>Półka #1</b>				<b>8,06</b>	
Moduł przełączników w.cz.		1,00	1	1,00	
NAV/ILS/MARKER BEACON Receiver	KNR634	2,45	2	4,90	

System				
<b>Półka #2</b>		<b>5,90</b>		
NAV control logic	0,50	2	1,00	NAV-CL
DGPS Novatel	1,20	1	1,20	3150RM
<b>Półka #3</b>		<b>1,00</b>		
NAV/COMM Signal Generator	NAV 2000R	15,44	1	15,44
<b>Półka #3</b>		<b>15,44</b>		
<b>Półka #4</b>		<b>0,00</b>		
<b>RACK #2</b>		<b>30,40-</b>		
		<b>107,4</b>		

## Projekt konstrukcji szaf.

W tabeli 7 zestawiono szczegółowy spis elementów konstrukcyjnych szaf 19" użytych do zainstalowania sprzętu dla systemu.

Tabela 7: Zestawienie elementów konstrukcyjnych szaf 19" APRANORM

Nazwa	Symbol	Ilość
Blank front panel 19" 3U 4mm	200_003	1
<b>Półka #6</b>		
Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	1
<b>Półka #5</b>		
Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	1
Universal plug in unit 19" 4U D=460	202_144	1
Chassis plate D=453	202_567	1
Rail with pre-stamped holes	202_570	10
<b>Półka #4</b>		
Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	1
<b>Półka #3</b>		
Subrack 3HU/84TE T=272.5	242_131	1
Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	1
Cassette 3E with closed front panel 12TE	248_512	3
Cassette 3E with closed front panel 24TE	248_524	2
Snap-in card guide strengthened type for Europe- cards 220 mm	240_406	20
Female connector fixing	250_710	20
Internal card guide	250_712	20

**Półka #2**

19" Shelf-not extractable	312_861	1
Blank front panel 19" 7U 4mm	200_007	1

**Półka #1**

Side panel with ventilation slots H=1200	312_473	2
Cover frame T=1200	312_592	1
19" perforated bracing struts H=1200	312_532	4
Cover plate, split type	120_100	1
Pocket for circuit diagram	640_101	1
Multipoint contact strip 19"	GP 440RR	1
DIN cabinet H=1200	312_312	1

**Rack #1**

Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	2
--	---------	---

**Półka #5**

Subrack 3HU/84TE T=272.5	242_131	1
Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	2
Snap-in card guide strengthened type for Europe- cards 220 mm	240_406	12
Female connector fixing	250_710	12
Internal card guide	250_712	12
Cassette 3E with closed front panel 42TE	248_542	3

**Półka #4**

19" Shelf-not extractable	312_861	1
---------------------------	---------	---

**Półka #3**

Chassis runner for 19" perforated bracing struts T=600 (pair)	312_544	1
--	---------	---

**Półka #2**

19" Shelf-not extractable	312_861	1
---------------------------	---------	---

**Półka #1**

Side panel with ventilation slots H=1200	312_473	1
19" perforated bracing struts H=1200	312_532	4
Cover plate, split type	120_099	2
Cover plate 480/250	120_099	2
Pocket for circuit diagram	640_101	1
Multipoint contact strip 19"	GP 440RR	1
DIN cabinet H=1200 with cutout on top	312_292	1

**Rack #2****SYMULATOR**

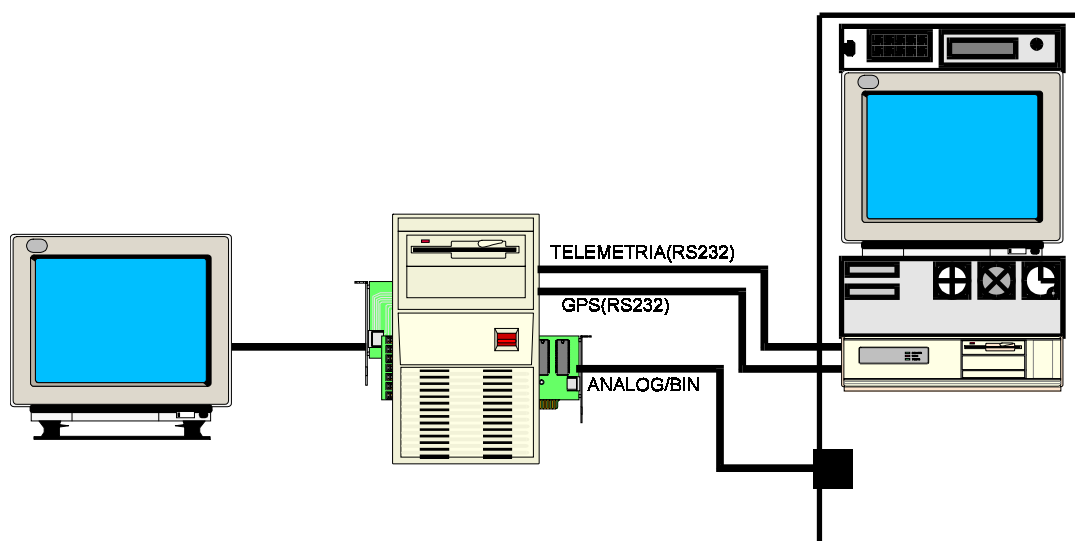
Jak wspomniano wcześniej uruchomienie i testowanie systemu wymaga symulatora, który generuje sygnały testujące zbliżone do tych otrzymywanych z odbiorników w trakcie realizacji pomiarów inspekcyjnych. Umożliwia on:

- ☐ generowanie sygnałów testujących odpowiednich dla poszczególnych procedur pomiarowych,
- ☐ generowanie informacji przychodzącej z telemetrii i GPS,

- zmianę wybranych parametrów, jak miejsce w przestrzeni, z którego rozpoczyna się pomiar, szybkość lotu, wielkość zakłóceń sygnałów mierzonych, itp.,
- zmiany wszystkich istotnych parametrów mierzonych sygnałów.

Symulator jest włączany w miejsce odpowiedniego dla realizowanej procedury pomiarowej odbiornika. Dostarcza on również informacje o aktualnym położeniu samolotu za pośrednictwem dwóch linii interfejsu szeregowego RS 232 (Rys. 20) używanych typowo przez telemetry i GPS. Informacja o położeniu samolotu jest wyznaczana na podstawie symulacji lotu i dostarczana do systemu za pośrednictwem standardowych dla wymienionych urządzeń protokołów.

Sygnały analogowe i cyfrowe są generowane przez kartę typu PCL\_727 (TABELA 8) zawierającą 12 kanałowy przetwornik analogowo-cyfrowy i 16 wyjść/wejść dwustanowych. Część sygnałów analogowych jest generowana przez zaprojektowane i wykonane specjalnie do tego celu generatory.



Rys. 20. Schemat podłączenia symulatora do systemu.

Ponieważ nie ma możliwości instalacji wymienionych wyżej kart w przyjętym do realizacji symulatora komputerze, umieszczono je w specjalnej przenośnej obudowie *card-cage* (Rys. 21). Card-cage jest obudową, w której zainstalowano pasywną magistralę systemową dla 7 kart typu ISA AT, zasilacz, wentylator z filtrem powietrza i pamięci dyskowe. Użyta obudowa ma jeszcze tę zaletę, że jest wyposażona w specjalne uchwyty do jej mocowania.

Do sterowania kartami wykorzystano pakiet procesora typu *D486DXC/33-4MB*. W tej obudowie zainstalowana jest również karta sterownika monitora VGA.

TABELA 8: Urządzenia do symulatora

Nazwa	Typ	Il. szt.
12 Channel D/A Output card	PCL_727	1
Prototype Development Card	PCL_750	1
PC Slot Extension Card (XT/AT)	PCL_755A	1
<i>Moduły firmy Advantech</i>		
HD 131MB, 14ms	HD_131IDE	1
FD 3.5" 1.44MB	FD3_1.44	1
7 slots Card Cage housing	CC7	1
12VDC fan kit	FAN_12DC	1
7 slots BACKPLANE (AT)	BM7_AT	1
<i>Card Cage firmy Texas Micro</i>		

# PROTOKÓŁY KOMUNIKACYJNE I INTERFEJSY URZĄDZEŃ

## Komunikacja komputer ⇔ wyświetlacz UCT 31

Wyświetlacz UCT 31 pamięta 200 komunikatów wpisywanych do niego w trakcie konfiguracji i 16 jednocyfrowych zmiennych. Każdy z komunikatów może zawierać w swojej treści dowolną ilość zmiennych. Do sterowania wyświetlaczem wykorzystywany jest interfejs równoległy 9 bitowy, za pośrednictwem którego wybierany jest aktualnie wyświetlany komunikat i zmieniana wartość zmiennych. W tabeli 9 zestawiono znaczenie bitów sterujących.

Uwaga: przed zmianą funkcji i rozpoczęciem wprowadzania wartości zmiennych należy zadać wartość słowa sterującego 1 0000 0000 przez min. 1 ms.

TABELA 9: Znaczenie bitów sterujących wyświetlacza UCT 31.

Bit	Znaczenie
Bit 8=0	
7..0	Numer komunikatu
Bit 8=1	
7..4	Numer zmiennej
3..0	Wartość zmiennej

## Komunikacja GPS ⇔ komputer (położenie)

W tym rozdziale zostanie omówiona komunikacja z odbiornikiem GPS model TNL 2100 poprzez interfejs szeregowy. Dane są transmitowane za pośrednictwem interfejsu RS 223. Danymi wyjściowymi są informacje wyświetlane na panelu

nawigacyjnym (*ang. navigation page*) i panelu statusu (*ang. status page*).

Informacje z GPS są wyprowadzane w postaci bloku danych periodycznie co ustawiony w konfiguracji okres czasu (w zakresie 1..999s). Dane wyjściowe zaczynają się znakiem ASCII Start-of-Text (STX) i kończą znakiem <ETX> End-of-Text. Każdy element - rekord danych w bloku jest wyróżniony pojedynczym znakiem ASCII (patrz TABELA 10).

GPS należy ustawić w **tryb X1**, który powoduje transmisję uproszczonego bloku danych i rozdzielanie elementów danych przez parę CR i LF. GPS może transmitować z prędkościami 1200, 2400, 4800, 9600, 38.4k, z których wykorzystano prędkość **9600**.

Dane wyjściowe są transmitowane w następującej formie:

<STX><id><dddd><it><id><dddd><it>...<id><dddd><it><ETX>

gdzie:

<b>STX</b>	Znak ASCII Start-of-Text (02H)
<b>id</b>	Znacznik pola ( <i>ang. designator</i> )
<b>dddd</b>	Dane pola
<b>it</b>	Terminator pola (<CR> lub <CR><LF>)
<b>ETX</b>	Znak ASCII End-of-Text (03H)

TABELA 10. Format pól danych.

Znacznik <id>	Format <dddd>	Informacja	Znaczenie	Długość
A	Ndd mmhh	LATITUDE(N or S)	Stopnie, minuty i setne części stopnia	13
B	Nddd mmhh	LONGITUDE (E or W)	Stopnie, minuty i setne części stopnia	14
C	ddd	TRACK (MAGNETIC)	Stopnie	6
D	sss	GROUND SPEED (GS)	Węzły	6
E	dddddd	DISTANCE TO DESTINATION WAYPOINT	NM*100	10
F	hhmm	TIME TO WAYPOINT AT CURRENT GS	godz, min	8
G	Lnnnn	CROSS TRACK ERROR (XTK)	Prawo(R)/lewo(L), NM*100	9
H	Ldddd	TRACK ANGLE ERROR (TKE)	Prawo(R)/Lewo(L), stopnie*10	9

I	dddd	DESIRED TRACK (DTK)	stopnie*10	8
J	ll	ACTIVE LEG NUMBER	Direct=21, Omni=22	6
K	ccccc	DESTINATION WAYPOINT DESIGNATOR	"ccccc"	8
L	dddd	BEARING TO DESTINATION WAYPOINT	stopnie*10	8
M	Lnnnn	PARALLEL OFFSET	Prawo(R)/Lewo(L), NM*10	9
P	nnn	ESTIMATED POSITION ERROR	NM*10	6
Q	Eddd	MAGNETIC VARIATION, EAST OR WEST	Wschód(E)/Zachód(W)	8
c	ttt	TIME SINCE SOLUTION	sek*10 (nigdy 999)	7
T	---A---	WARNING (WRN)	A na pozycji 4 znaku oznacza wystąpienie flagi	15
d	fff	MINIMUM SAFE ALTITUDE	kft*10	7
e	fff	MINIMUM ENROUTE SAFE ALTITUDE	kft*10	8
i	MM/DD/YY	DATE	Dzień/Miesiąc/Rok	12
j	HH:MM:SS	TIME	Godziny/Minuty/Sekundy	12

Przykład:

<STX>A N37 2164

BW 121 5516

C137

D128

E071227

F0534

GR0018

HR0003

I1384

J11

KGUC

L1389

M-0000

P001

QE158

c001

O---

S----

T-----

d057

e157

i10/19/89

j13:52:17

s8312

<ETX>

## Komunikacja DGPS ⇔ komputer ( *położenie* )

Odbiornik DGPS model 3150RM firmy Novatel poprzez interfejs szeregowy RS232 transmituje dane do komputera. Danymi wyjściowymi są informacje wyświetlane na monitorze w postaci ilości aktywnych (widzianych przez odbiornik) satelitów oraz położenia geograficznego.

Informacje z DGPS są wyprowadzane w postaci bloków danych periodicznie co ustawiony w konfiguracji okres czasu (dla każdego log-a indywidualnie – Tabela11). Dane wyjściowe zaczynają się nagłówkiem rejestru i kończą terminatorem pola [CR][LF] .

DGPS pracuje w trybie, który powoduje transmisję bloku danych i rozdzielanie ich przez parę CR i LF. DGPS może transmitować z prędkościami 1200, 2400, 4800, 9600, 38.4k, 115,2k z których wykorzystano prędkość **115,2k**.

Dane wyjściowe są transmitowane w następującym formacie:

\$xxxx,	data field...,	data field...,	data field...	*xx	[CR][LF]
---------	----------------	----------------	---------------	-----	----------

gdzie:

<b>\$xxxx</b>	Nagłówek rejestru (ang. Log header)
<b>data field</b>	Pole danych
<b>*xx</b>	Suma kontrolna (ang. Checksum)
<b>[CR][LF]</b>	Terminator pola

TABELA 11. Podstawowe parametry wykorzystywanych log'ów.

Nagłówek. <log>	Format	Okres wysyłania danych [s]	Opóźnienie [s]	Port
GPGGA	ASCII	0,14	0,0	COM7
DOPA	ASCII	10	0,1	COM7
GPVTG	ASCII	3	0,2	COM7
GPZDA	ASCII	30	0,3	COM7
RCCA	ASCII	10	0,0	COM8
RCSA	ASCII	10	5,0	COM8

W celach diagnostycznych dane z portu **COM7** są retransmitowane na **COM9**.

## Komunikacja KNR 634A ⇔ komputer

Poniżej zebrano wybrane informacje dotyczące komunikacji odbiornika nawigacyjnego KNR 634A z komputerem za pośrednictwem interfejsu ARINC 429.

### Protokół ARINC 429

TABELA 12. ARINC 429: przypisanie kodów szesnastkowych.

KOD HEX	Typ urządzenia	OPIS	UWAGI
10	KNR634A	Odbiornik VOR/LOC/GS/MB	jako ILS
11	KNR634A	Odbiornik VOR/LOC/GS/MB	jako VOR

TABELA 13. ARINC 429: przypisanie magistral.

Typ urządzenia	KOD HEX	Nazwa magistrali	Szybkość	Odbiorniki
KNR634A	10/11	NAV 634A ILS/VOR	LO	KGR358, GC380A, GC361A, KCP420, KHC441, SG464, SG465, KNC667

TABELA 14. ARINC 429 przypisanie etykiet dla transmitera.

Typ urządzenia	KOD HEX	Nazwa magistrali	Etykieta	Parametr	Dane
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	017C	SELECTED RUNWAY HEADING	BCD
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	033C	ILS FREQUENCY	BCD
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	034C-N	VOR/ILS FREQUENCY	BCD
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	105C	SELECTED RUNWAY HEADING	BNR
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	173C	LOCALIZER DEVIATION	BNR
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	174C	GLIDESLOPE DEVIATION	BNR
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	222C	VOR OMNIBERING	BNR
KNR634A	10	NAV 634A ILS/VOR	377C	EQUIP HEX ID CODE	BCD
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	024C	SELECTED COURSE #1	BCD
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	027C	SELECTED COURSE #2	BCD
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	034C-N	VOR/ILS FREQUENCY	BCD
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	100C	SELECTED COURSE #1	BNR

KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	110C	SELECTED COURSE #2	BNR
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	222C	VOR OMNIBERING	BNR
KNR634A	11	NAV 634A ILS/VOR	377C	EQUIP HEX ID CODE	BCD

Litera *N* przy kodzie oznacza, że jest on poza standardem ARINC

TABELA 15. ARINC 429 przypisanie etykiet dla odbiornika.

Typ odbierającego	Typ nadającego	KOD HEX	Nazwa magistrali	Etykieta	Parametr	Dane
KNR634A			brak urz. King	<b>017C</b>	<b>RUNWAY HEADING</b>	<b>BNR</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>024C</b>	<b>SELECTED COURSE 1</b>	<b>BCD</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>027C</b>	<b>SELECTED COURSE 2</b>	<b>BCD</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>033C</b>	<b>ILS FREQUENCY</b>	<b>BCD</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>100C</b>	<b>SELECTED COURSE 1</b>	<b>BNR</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>105C</b>	<b>RUNWAY HEADING</b>	<b>BNR</b>
KNR634A			brak urz. King	<b>110C</b>	<b>RUNWAY HEADING</b>	<b>BNR</b>
KNR634A	<b>KNC667</b>	<b>02</b>	NAVS667MAIN	<b>034C</b>	<b>VOR/ILS FREQUENCY</b>	<b>BCD</b>

TABELA 16. ARINC 429 atrybuty etykiet.

Etyk.	KOD HEX	Parametr	Jedn.	Zakres	Licz. bitów	znac. w.dod.	Rozdz.	Min tran. [ms]	Max tran. [ms]	max odś. [ms]
222	10	VOR OMNIBERING	[°/180]	±180	12		0.044	50	50	50
222	11	VOR OMNIBERING	[°/180]	±180	12		0.044	50	50	50
174	10	GLIDESLOPE DEVIATION	[DDM]	0.8	12	DÓŁ	0.0002	50	50	50
173	10	LOCALIZER DEVIATION	[DDM]	0.4	12	PRAWO	0.0001	50	50	50
110	11	SELECTED COURSE #2	[°/180]	±180	12		0.05	200	200	200
105	10	SELECTED RUNWAY HEADING	[°/180]	±180	11		0.1	200	200	200
100	11	SELECTED COURSE #1	[°/180]	±180	12		0.05	200	200	200
034N	10	VOR/ILS FREQUENCY	[MHz]	100-117.95	4		0.5	200	200	200
034N	11	VOR/ILS FREQUENCY	[MHz]	100-117.95	4		0.5	200	200	200
033	10	ILS FREQUENCY	[MHz]	100-111.95	4		0.5	200	200	200
027	11	SELECTED COURSE #2	[°]	0-359	3	>0	1.0	200	200	200
024	11	SELECTED COURSE #1	[°]	0-359	3	>0	1.0	200	200	200
017	10	SELECTED RUNWAY HEADING	[°]	0-359.9	4	>0	0.1	200	200	200

### Znaczenie bitów

TABELA 17. ETYKIETA=017C; KOD=10; SELECTED RUNWAY HEADING.

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-14	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
15-18	Dziesiątne części stopnia		
19-22	Stopnie		
23-26	Dziesiątki stopni		
27-29	Setki stopni		
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 18. ETYKIETA=024; KOD=11 SELECTED COURSE #1

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO



01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11*	HSI CRS SEL MASTER CONTROL	LRN control	NOT LRN control
12-18	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
19-22	Stopnie		
23-26	Dziesiątki stopni		
27-29	Setki stopni		
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

uwaga: \* oznacza bit niezgodny ze standardem ARINC

TABELA 19. ETYKIETA=027; KOD=11 SELECTED COURSE #2

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-18	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
19-22	Stopnie		
23-26	Dziesiątki stopni		
27-29	Setki stopni		
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 20. ETYKIETA=033; KOD=10; ILS FREQUENCY

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-12	Kategoria ILS: 00-Kategoria nie zakodowana 01-Kategoria I 10-Kategoria II 11-Kategoria III		
13-14	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
15-18	0.01 MHz		
19-22	0.1 MHz		
23-26	1 MHz		
27-29	10 MHz		
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 21. ETYKIETA=034N; KOD=10; ILS FREQUENCY

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-12			
13*	VOR DIGITAL OMNIBERING FILTERING	No filtering	filtering
14	ILS MODE	ILS MODE	VOR MODE
15-18	setne części MHz		
19-22	dziesiętne części MHz		
23-26	jednostki MHz		
27-29	dziesiątki MHz		
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

uwaga: \* oznacza bit niezgodny ze standardem ARINC

TABELA 22. ETYKIETA=100; KOD=11 SELECTED COURSE #1

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11*	HSI CRS SEL MASTER CONTROL	LRN control	NOT LRN control
12-16	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
17-28	Kąt binarnie (*180/4096)		
29	Znak	180°-360°	0°-180°
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

uwaga: \* oznacza bit niezgodny ze standardem ARINC

TABELA 23. ETYKIETA=105; KOD=10 SELECTED RUNWAY HEADING

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-17	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
18-28	Kąt binarnie (*180/4096) ??11 bitów # 4096		
29	Znak	180°-360°	0°-180°
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

uwaga: \* oznacza bit niezgodny ze standardem ARINC

TABELA 24. ETYKIETA=110; KOD=11 SELECTED COURSE #2

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-16	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
17-28	Kąt binarnie (*180/4096)		
29	Znak	180°-360°	0°-180°
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 25. ETYKIETA=173; KOD=10 LOCALIZER DEVIATION

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11	Blokowanie strojenia	Zablokowane	Odblokowane
12-16	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
17-28	DDM binarnie (*0.4/4096)		
29	Znak	Leć w lewo	Leć w prawo
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 26. ETYKIETA=174; KOD=10 GLIDESLOPE DEVIATION

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO

01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11	Blokowanie strojenia	Zablokowane	Odblokowane
12-16	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
17-28	DDM binarnie (*0.8/4096)		
29	Znak	Leć w górę	Leć w prawo
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 27. ETYKIETA=222; KOD=10 FOR OMNIBERING

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11	MARKER BECON 400Hz	Występuje	Nie występuje
12	MARKER BECON 1300Hz	Występuje	Nie występuje
13	MARKER BECON 300Hz	Występuje	Nie występuje
14-16	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
17-28	kąt binarnie (*180/4096)		
29	Znak	180°-360°	0°-180°
30-31	SM		
32	Parzystość nieparzysta		

TABELA 28. ETYKIETA=377; KOD=10 i 11 EQUIP HEX ID CODE

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-08	Etykieta		
09-10	SDI		
11-14	LSD OF HEX ID (MSB is 14)		
15-18	MSD OF HEX ID (MSB is 18)		
19-29	Nie wykorzystane		wypełnione zerami
30-31	SSM		
32	Parzystość nieparzysta		

### Interfejs ARINC 429

W tabeli 29 zestawiono wybrane parametry dla interfejsu ARINC 429.

TABELA 29: Wybrane parametry interfejsu ARINC 429.

Nazwa	Wielkość	Tolerancja
Szybkość transmisji	12.5 kb/s	
Poziom napięcia (linia A do B) dla sygnału HI	+10 V <sub>=</sub>	±1
Poziom napięcia (linia A do B) dla sygnału NULL	0 V <sub>=</sub>	±0.5
Poziom napięcia (linia A do B) dla sygnału LO	-10 V <sub>=</sub>	±1
Czas narastania sygnału	1.5 μs	±0.5
Impedancja linii (linia A do B)	75 Ω	±5

### Komunikacja komputer ⇔ KNR 634 (strojenie)

Odbiornik KNR 634 jest strojony **12 razy na sekundę** za pośrednictwem interfejsu szeregowego. 19 bitowe słowo (TABELA 30) jest przesyłane za pośrednictwem linii DATA zarówno do syntezy częstotliwości kierunku, jak i syntezy częstotliwości ścieżki.

Na podstawie części  $N_s$  i  $N_{cp}$  wyznaczany jest całkowity mnożnik częstotliwości odniesienia  $N_t$  jako:

$$N_t = 16N_{cp} - N_s$$

Częstotliwość dla kierunku wyznaczana jest wg. wzoru:

$$f_{ch} = 0.05N_T + 11.1[MHz]$$

$$f_{ch} = 108.00..117.95[MHz]; \Delta f_{ch} = 50kHz; \Delta N_T = 1; N_T = 1938..2137$$

Częstotliwość dla ścieżki wyznaczana jest wg. wzoru:

$$f_{ch} = 0.01(6)N_T + 0.03[MHz]$$

$$f_{ch} = 329.15..335.00MHz; \Delta f_{ch} = 150kHz; \Delta N_T = 9; N_T = 19747..20098$$

TABELA 30. Słowo sterujące dla KNR 634 (kierunek).

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-03	MOD (zawsze 001)		
04-07	Ns (04 najbardziej znaczący bit)		
08-19	Ncp (08 najbardziej znaczący bit)		

TABELA 31. Słowo sterujące dla KNR 634 (ścieżka).

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-03	MOD (zawsze 101)		
04-07	Ns (04 najbardziej znaczący bit)		
08-19	Ncp (08 najbardziej znaczący bit)		

## Komunikacja komputer ⇔ KDF 806 (strojenie)

Odbiornik KDF 806 jest strojony **12 razy na sekundę** za pośrednictwem interfejsu szeregowego. 19 bitowe słowo (TABELA 32) jest przesyłane za pośrednictwem linii DATA zarówno do syntezy częstotliwości kierunku, jak i syntezy częstotliwości ścieżki.

Na podstawie części Ns i Ncp wyznaczany jest całkowity mnożnik częstotliwości odniesienia Nt jako:

$$N_t = 16N_{cp} - N_s$$

Częstotliwość dla kierunku wyznaczana jest wg. wzoru:

$$f_{ch} = 0.001N_T - 12.428[MHz]$$

$$f_{ch} = 190.1799kHz; \Delta f_{ch} = 1kHz; \Delta N_T = 1; N_T = 121618..14227$$

TABELA 32. Słowo sterujące dla KDF 806.

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
01-03	MOD (zawsze 111)		
04-07	Ns (04 najbardziej znaczący bit)		
08-19	Ncp (08 najbardziej znaczący bit)		
20-24	Filtr (bit 20 najmniej znaczący)		
25	BIFO	Włącz	Wyłącz
26	ADF	Włącz	Wyłącz
27	LOC (zawsze 0)		

## Komunikacja komputer ⇔ KTR 908 (strojenie)

TABELA 33. Słowo sterujące dla KTR 908.

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO

Num. bitów	Znaczenie	JEDEN	ZERO
01-03	MOD (zawsze 011)		
04-07	Ns (04 najbardziej znaczący bit)		
08-19	Ncp (08 najbardziej znaczący bit)		

## Komunikacja komputer ⇨ KDI 572 (strojenie)

Informacja o częstotliwości odbiornika nawigacyjnego jest wprowadzana do układu wyświetlacza typu KDI 572 systemu DME za pośrednictwem 10 bitowego interfejsu równoległego, którego słowo ma postać:

**d cccc bbbb a**

Na jego podstawie częstotliwość jest wyznaczana wg następującego wzoru:

$$f_x = 108 + d \cdot 20 + cccc + bbbb \cdot 0.1 + a \cdot 0.05 \text{ [MHz]}$$

gdzie: d = 1 ⇨ cccc = 5..7; d = 0 ⇨ cccc = 0..9;  
bbbb = 0..9;

## Komunikacja KDM 706 ⇨ komputer(odległość)

9 razy na sekundę wyświetlacz DME-master typu KDI 572 czyta informację z odbiornika DME typu KDM 706 o odległości, szybkości i czasie dolotu. Komunikacja jest realizowana poprzez interfejs szeregowy, za pośrednictwem którego przesyłane jest słowo o długości 40 bitów. Znaczenie bitów opisano w tabeli 34.

TABELA 34. Znaczenie bitów w słowie DME.

Num. bitów	Znaczenie	Status bitu	
		JEDEN	ZERO
00-03	Odległość - setne części mili (x0.01)		
04-07	Odległość - dziesiętne części mili (x0.1)		
08-11	Odległość - mile (x1)		
12-15	Odległość - dziesiątki mil (x10.)		
16-17	Odległość - setki mil (x100)		
18	Memory	memory mode	
19	Track/Search	TRACK	SEARCH
20-23	Szybkość - KT		
24-27	Szybkość - dziesiątki KT		
28-31	Szybkość setki KT		
32-35	Czas dolotu - minuty		
36-39	Czas dolotu - dziesiątki minut		

## Komunikacja wysokościomierz KEA130 ⇨ komputer

Połączenie z komputerem wysokościomierza odbywa się za pośrednictwem interfejsu równoległego. Czytane słowo wskazuje poziom lotu (FL) w stopach tak, że jeden bit odpowiada 100stóp.

## Komunikacja Telemetry ⇨ komputer

Połączenie z komputerem odbywa się za pośrednictwem interfejsu szeregowego. Dane przesyłane są w pakietach o stałej długości i następującej składni:

A<azymut>E<elewacja><znacznik><śledzenie><suma>

<azymut>=dddddd <elewacja>=dddddd, gdzie d jest cyfrą dziesiętną 0..9

<znacznik>= X | 0

<śledzenie> = T | S

<suma> = hh, gdzie h cyfra szesnastkowa 0..9 | A..F

Pakiet jest kończony znakiem nowej linii.

Parametry transmisji: 1200, 8b. no, 1stop.

## **ZESTAWIENIE SKRÓTÓW**

*Tabela 35: Zestawienie skrótów*

FAA	Federal Aviation Administration	Federalny zarząd lotnictwa
ICAO	International Civil Aviation Organization	
IFR	Instrument Flight Rules	Przepisy lotów według przyrządów
ILS	Instrument Landing System	System lądowania wg przyrządów
MDA	Minimum Descent Altitude	minimalna wysokość schodzenia
PAR	Precision Approach Radar	Radar precyzyjnego podejścia
RVR	Runway Visibility Range	Zasięg widzialności pasa
VFR	Visual Flight Rules	Przepisy lotów z widzialnością
CW		Sygnal identyfikacyjny DME
TTS	DME-Time To Station	DME-czas do stacji

## DODATEK 1: WYKAZ ZŁĄCZ

Tabela 36: Wykaz złącz **RACK 1**

<b>Nr złącza</b>	<b>Nazwa urządzenia</b>
101	ACS-CP KA119
102	FREQUENCY SELECTOR KFS 598
103	CLOCK POWER
104	THEODOLIT RECEIVER 6050D-R
105	CRT DISPLAY POWER 1006R
106	CRT DISPLAY VGA 1006R
107	DME "A" KDI 572
108	DME "B" KDI 572
109	ALTMITER KEA 130
110	RMI KNI 582
111	ILS KI 207
112	GYRO KSG 105
113	GYRO CP KA 51B
114	INVERTER "3" 1A50-1A
115	CONTROL LOGIC
116	A1000 "A" A1000
117	A1000 "A" A1000
118	A1000 "B" A1000
119	A1000 "B" A1000
120	CONSOLE MIC&PHONE
121	INTERCOMM MIC&PHONE
122	MARKER KA 35A
123	GPIB CARD COMPUTER FTSA PC
124	TUNING CARD COMPUTER FTSA PC
125	POWER COMPUTER FTSA PC
126	VGA CARD FTSA PC
127	KEYBOARD FTSA PC
128	PRINTER PORT FTSA PC
129	RS232 KANAŁ "1" FTSA PC (DIGI 1)
130	RS232 KANAŁ "2" FTSA PC (DIGI 2)
131	RS232 MOUSE FTSA PC
132	RS232 TELEMETRIA FTSA PC (DIGI 4)
133	RS232 GPS FTSA PC (DIGI 3)
134	CONTROL LOGIC DME "A"
135	CONTROL LOGIC SYMULATOR DME "A"
136	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP DME "A"
137	CONTROL LOGIC DME "B"
138	CONTROL LOGIC SYMULATOR DME "B"
139	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP DME "B"
140	CONTROL LOGIC ADF "A"
141	CONTROL LOGIC SYMULATOR ADF "A"
142	CONTROL LOGIC ADF "B"
143	CONTROL LOGIC SYMULATOR ADF "B"
144	CONTROL LOGIC VHF
145	CONTROL LOGIC SYMULATOR VHF
146	CONVERTER "1" "2" NFC 20-24S15
147	DME "A" KDM 706
148	DME "A" KDM 706
149	DME "A" KDM 706
150	DME "B" KDM 706
151	DME "B" KDM 706

152	DME "B" KDM 706
153	ACS KAA 455
154	ACS KAA 455
155	ADF "A" KDF 806
156	ADF "A" KDF 806
157	ADF "B" KDF 806
158	ADF "B" KDF 806
159	VHF KTR 908
160	VHF KTR 908
161	ARINC CARD COMPUTER FTSA PC
162	GYRO CP KA 51B
163	THEODOLIT RECEIVER 6050D-R
164	THEODOLIT RECEIVER 6050D-R
165	CONTROL LOGIC VHF
166	CONTROL LOGIC VHF
167	RS232 DIGIBOARD CARD FTSA PC
168	PLATED CIRCUIT
169	PLATED CIRCUIT
170	RS232 DGPS Data (DIGI5)
171	RS232 DGPS Corrections (DIGI6)
172	RS232 DGPS Diagnostic (DIGI7)

Tabela 37: Wykaz złącz **RACK 2**

<b>Nr złącza</b>	<b>Nazwa urządzenia</b>
201	CALBRATION INSTRUMENT POWER NAV 2000R
202	CALIBRATION INSTRUMENT GPIB NAV 2000R
203	CALIBRATION INSTRUMENT NAV 2000R
204	CONVERTER "3" "4" NFC 20-24S15
205	CONTROL LOGIC NAV "A"
206	CONTROL LOGIC NAV "A"
207	CONTROL LOGIC SYMULATOR NAV "A"
208	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
209	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
210	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
211	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
212	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
213	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
214	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "A"
215	CONTROL LOGIC NAV "B"
216	CONTROL LOGIC NAV "B"
217	CONTROL LOGIC SYMULATOR NAV "B"
218	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
219	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
220	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
221	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
222	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
223	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
224	CONTROL LOGIC OSCYLOSKOP NAV "B"
225	NAV "A" KNR 634
226	NAV "A" KNR 634
227	NAV "A" KNR 634
228	NAV "A" KNR 634
229	NAV "A" KNR 634
230	NAV "B" KNR 634
231	NAV "B" KNR 634



232	NAV "B" KNR 634
233	NAV "B" KNR 634
234	NAV "B" KNR 634
235	SWITCHES
236	SWITCHES
237	SWITCHES
238	SWITCHES
239	SWITCHES
240	SWITCHES
241	SWITCHES
242	SWITCHES
243	SWITCHES
244	SWITCHES
245	SWITCHES
246	SWITCHES
247	SWITCHES
248	INVERTER "1" 2A350-1A
249	INVERTER "2" 2A500-1A
250	INVERTER "2" 2A500-1A

Tabela 38: **COKPIT**

<b>Nr złącza</b>	<b>Nazwa urządzenia</b>
301	DISPAY UCT 31
302	DISPAY POWER UCT 31
303	DME-SLAVE KDI 573
304	ILS KI 207
305	AUDIO

Tabela 39: **URZĄDZENIA ZEWNĘTRZNE**

<b>Nr złącza</b>	<b>Nazwa urządzenia</b>
401	GYRO KMT 112
402	PRINTER
403	PRINTER POWER
404	TRACKBALL
405	GPS TRIMBLE 2001
406	GPS TRIMBLE 2001
407	DGPS NOVATEL 3150RM
408	DGPS NOVATEL 3150RM (COM1)
409	DGPS NOVATEL 3150RM (COM2)
410	DGPS NOVATEL 3150RM (ANT)

Tabela 40: **KABLE POŚREDNICZĄCE**

<b>Nr złącza</b>	<b>Nazwa złącza</b>
159Z/F	PRINTER POWER
159Z/M	PRINTER POWER
160Z/F	PRINTER DATA
160Z/M	PRINTER DATA
161Z/F	INTERCOMM "1" MIC
162Z/F	INTERCOMM "1" PHONE
163Z/F	CONSOLE "1" MIC
164Z/F	CONSOLE "1" PHONE
165Z/F	INTERCOMM "1" MIC

166Z/F	INTERCOMM "1" PHONE
167Z/F	CONSOLE "1" MIC
168Z/F	CONSOLE "1" PHONE
169Z/M	MOUSE
170Z/M	KLUCZ
171Z/F	SZUFLADA ZŁACZE GÓRNE
171Z/M	SZUFLADA ZŁACZE GÓRNE
172Z/F	SZUFLADA ZŁACZE DOLNE
172Z/M	SZUFLADA ZŁACZE DOLNE
173Z/F	DISPLAY RACK
173Z/M	DISPLAY RACK
174Z/M	DISPLAY COKPIT
174Z/F	DISPLAY COKPIT
175Z/F	GPS
175Z/M	GPS
176Z/F	MIĘDZYSZAFOWY "1" RACK 1
176Z/M	MIĘDZYSZAFOWY "1" RACK 1
177Z/F	MIĘDZYSZAFOWY "2" RACK 1
177Z/M	MIĘDZYSZAFOWY "2" RACK 1
178Z/F	COKPIT
178Z/M	COKPIT
179Z/F	ZŁACZE GÓRNE KONSOLI
179Z/M	ZŁACZE GÓRNE KONSOLI
180Z/F	ADF "A" ANTENA
180Z/M	ADF "A" ANTENA
181Z/F	ADF "B" ANTENA
181Z/M	ADF "B" ANTENA
182Z/F	GYRO
182Z/M	GYRO
183Z/F	SPEAKER
183Z/M	SPEAKER
184Z/F	ILS COKPIT
184Z/M	ILS COKPIT
251Z/F	POWER CONSOLE
251Z/M	POWER CONSOLE
252Z/M	MIĘDZYSZAFOWY "1" RACK 2
252Z/F	MIĘDZYSZAFOWY "1" RACK 2
253Z/M	MIĘDZYSZAFOWY "2" RACK 2
253Z/F	MIĘDZYSZAFOWY "2" RACK 2
254Z/F	POWER 115V AC 60Hz
254Z/M	POWER 115V AC 60Hz
255Z/F	POWER 115V AC 60Hz
255Z/M	POWER 115V AC 60Hz
256Z/F	POWER 115V AC 60Hz
256Z/M	POWER 115V AC 60Hz

## **DODATEK 2: WYKAZ RYSUNKÓW OKABLOWANIA**

Tabela 41: Wykaz rysunków okablowania

<b>Nr</b>	<b>Nazwa rysunku</b>
1-B	Struktura okablowania konsoli
2-B	Zasilanie konsoli - +28V DC
3-B	Zasilanie szuflady - +28V DC
4-B	Okablowanie KFS 598 - Frequency Selector
5-B	Okablowanie KA 119, KAA 455 - system audio
6-B	Okablowanie zegara - Clock
7-B	Okablowanie 6050D-R - Telemetry
8-B	Okablowanie KDI 572 - DME "A"
9-B	Okablowanie KDI 572 - DME "B"
10-B	Okablowanie KNI 582 - RMI
11-B	Okablowanie Control Logic
12-B	Okablowanie KGS 105 - Żyrokompas
13-B	Okablowanie 1A50-1a - Inverter "3"
14-B	Okablowanie INTERC, CONS, MIC i PHONE
15-B	Okablowanie KA 35A - Markery
16-B	Okablowanie FTSA PC - Computer
17-B	Okablowanie FTSA PC - Computer
18-B	Okablowanie FTSA PC - Computer
19-B	Okablowanie FTSA PC - Computer
20-B	Okablowanie FTSA PC - Computer
21-B	Okablowanie DME "A" - Control Logic
22-B	Okablowanie DME "B" - Control Logic
23-B	Okablowanie ADF "A" - Control Logic
24-B	Okablowanie ADF "B" - Control Logic
25-B	Okablowanie VHF - Control Logic
26-B	Okablowanie VHF - Control Logic
27-B	Okablowanie NFC20-24S15 - Converter "1" "2"
28-B	Okablowanie KDM 706 - DME "A"
29-B	Okablowanie KDM 706 - DME "B"
30-B	Okablowanie KDF 806 - DME "A"
31-B	Okablowanie KDF 806 - DME "B"
32-B	Okablowanie KTR 908 - COMM
33-B	Okablowanie NAV 2000R - Generator
34-B	Okablowanie NFC20-24S15 - Converter "3" "4"
35-B	Okablowanie NAV "A" - CL Arinc Convert
36-B	Okablowanie NAV "A" - Control Logic
37-B	Okablowanie NAV "B" - CL Arinc Convert
38-B	Okablowanie NAV "B" - Control Logic
39-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "A"
40-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "A"
41-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "A"
42-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "B"
43-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "B"
44-B	Okablowanie KNR 634 - NAV "B"
45-B	Okablowanie SWITCHES
46-B	Okablowanie 2A500VA-1A - Inverter "2"
47-B	Okablowanie 2A500VA-1A - Inverter "1"

## **DODATEK 3: WYKAZ RYSUNKÓW DLA URZĄDZEŃ ZEWNĘTRZNYCH**

*Tabela 42:Dodatek C: WYKAZ RYSUNKÓW OKABLOWANIA URZĄDZEŃ ZEWNĘTRZNYCH*

<b>Nr</b>	<b>Nazwa rysunku</b>
1-C	Okablowanie UCT 31 - Display
2-C	Okablowanie KDI 573 - DME Slave
3-C	Okablowanie KMT 112
4-C	Okablowanie Trimble 2101 - GPS
5-C	Okablowanie Novatel 3150RM - DGPS

## DODATEK 4: WYKAZ SYGNAŁÓW NA LISTWACH

Tabela 43: Wykaz sygnałów na listwach szafa 1 Listwa 1

Nr	Nazwa sygnału
1101	OBI SIN HI NAV "A"
1102	OBI SIN LO NAV "A"
1103	MASA
1104	OBI COS HI NAV "A"
1105	OBI COS LO NAV "A"
1106	MASA
1107	OBI SIN HI NAV "B"
1108	OBI SIN LO NAV "B"
1109	MASA
1110	OBI COS HI NAV "B"
1111	OBI COS LO NAV "B"
1112	MASA
1113	FLUX VALVE X
1114	FLUX VALVE Y
1115	FLUX VALVE Z
1116	MASA
1117	MASA
1118	FLUX VALVE EXCIT
1119	FLUX VALVE COMMON
1120	MASA
1121	+28 V DC
1122	+28 V DC
1123	+28 V DC
1124	+28 V DC
1125	+28 V DC
1126	+28 V DC
1127	+28 V DC
1128	+28 V DC
1129	+28 V DC
1130	PILOT EVENT
1131	PILOT EVENT
1132	+28 V DC
1133	GND
1134	AUDIO COM
1135	AUDIO OUT
1136	TxD1 BP
1137	SERIAL COMMON
1138	CONSOLE PHONE
1139	CONSOLE PHONE
1140	MASA
1141	SPEAKER HI
1142	SPEAKER LO
1143	+28V DC TELEMETRY
1144	GND TELEMETRY
1145	TELEMETRY TxD
1146	TELEMETRY GND
1147	
1148	ARINC (A) NAV "A"

1149	ARINC (B) NAV "A"
1150	ARINC GND NAV "A"
1151	ARINC (A) NAV "B"
1152	ARINC (B) NAV "B"
1153	ARINC GND NAV "B"
1154	ARINC (A) NAV "A"
1155	ARINC (B) NAV "A"
1156	ARINC GND NAV "B"
1157	ARINC (A) NAV "B"
1158	ARINC (B) NAV "B"
1159	ARINC GND NAV "B"
1160	TELEMETRY RxD
1161	TELEMETRY GND
1162	GPS RxD
1163	GPS TxD
1164	GPS GND
1165	TELEMETRY RxD
1166	TELEMETRY GND
1167	GPS RxD
1168	GPS TxD
1169	GPS GND
1170	REMONTE ON/OFF INV 1
1171	FAULT INDICATOR INV 1
1172	REMONTE ON/OFF INV 2
1173	FAULT INDICATOR INV2
1174	115 V 60Hz AC HI
1175	115 V AC 60Hz HI
1176	GROUND
1177	GROUND
1178	115 V AC 60 Hz LO
1179	115 V AC 60Hz LO
1180	+28V DC
1181	+28V DC
1182	+28V DC

Tabela 44: Wykaz sygnałów na listwach *Szafa 1 Listwa 2*

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
1201	26 V AC 400 Hz HI
1202	26 V AC 400 Hz LO
1203	MASA
1204	MKR INN NAV "A"
1205	MKR OUT NAV "A"
1206	MKR MIND NAV "A"
1207	+9 V DC NAV "A"
1208	MKR SELF TEST NAV
1209	NAV.SFLG NAV "A"
1210	ILS.ENERGIZE NAV "A"
1211	NAV SFLG NAV "B"
1212	ILS.ENERGIZE NAV "B"
1213	GS +FLAG NAV "A"
1214	GS -FLAG NAV "A"
1215	NAV "A" +TO
1216	NAV "A" +FROM
1217	NAV +FLAG NAV "A"
1218	NAV -FLAG NAV "A"
1219	GND NAV "A"
1220	NAV "A" +AP/+DOWN
1221	NAV "A" +UP/+DOWN
1222	MASA
1223	NAV "A" +RIGHT/LEFT
1224	NAV "A" +RIGHT/LEFT
1225	MASA
1225/a	MIC INTERCOMM SWITCH
1225/b	MIC INTERCOMM HI
1225/c	MIC INTERCOMM LO
1225/d	MASA
1225/e	PHONE INTERCOMM HI
1225/f	PHONE INTERCOMM LO
1225/g	MASA
1226	-15 V DC
1227	GND
1228	+15 V DC
1229	-15 V DC
1230	GND
1231	+15 V DC
1232	RS 485 DATA "A"
1233	RS 485 DATA "A"
1234	RS 485 DATA* "A"
1235	RS 485 DATA* "A"
1236	RS 485 DATA "B"
1237	RS 485 DATA* "B"
1238	VIDEO DME "A"
1239	MASA
1240	VIDEO DME "B"
1241	MASA
1242	%REPLY DME "A"
1243	SQUTTER DME "A"
1244	AGC DME "A"
1245	%REPLY DME "B"

1246	SQUTER DME "B"
1247	AGC DME "B"
1248	
1249	HOLD DME "A"
1250	+9,25 V DC DME "A"
1251	ON DME "A"
1252	+192 V DC DME "A"
1253	GND DME "A"
1254	HOLD DME "B"
1255	+9,25 V DC DME "B"
1256	ON DME "B"
1257	+192 V DC DME "B"
1258	GND DME "B"
1259	DISPLAY CLOCK DME "A"
1260	MASA
1261	ALT REQUEST DME "A"
1262	MASA
1263	DME CLOCK BUS DME "A"
1264	MASA
1265	DME DATA BUS DME "A"
1266	MASA
1267	DME REQUEST DME "A"
1268	MASA
1269	DME CLOCK BUS DME "B"
1270	MASA
1271	DME DATA BUS DME "B"
1272	MASA
1273	DME REQUEST DME "B"
1274	MASA



Tabela 45: Wykaz złącz na listwach Szafa 1 Listwa 3

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
1301	NAV AUDIO NAV "A" HI
1302	NAV AUDIO NAV "A" LO
1303	NAV AUDIO NAV "B" HI
1304	NAV AUDIO NAV "B" LO
1305	MKR AUDIO NAV "A" HI
1306	MKR AUDIO NAV "A" LO
1307	ADF AUDIO NAV "A" HI
1308	ADF AUDIO NAV "A" LO
1309	ADF AUDIO NAV "B" HI
1310	ADF AUDIO NAV "B" LO
1311	DME AUDIO DME "A" HI
1312	DME AUDIO DME "A" LO
1313	DME AUDIO DME "B" HI
1314	DME AUDIO DME "B" LO
1315	VHF AUDIO VHF HI
1316	VHF AUDIO VHF LO
1317	MIC CONSOLE HI
1318	MIC CONSOLE LO
1319	MIC CONSOLE HI
1320	MIC CONSOLE LO
1321	MASA
1322	MASA
1323	MASA
1324	MASA
1325	MASA
1326	MASA
1327	MASA
1328	+28V DC
1329	+28 V DC LAMPS
1330	GND
1331	GND
1332	+28 V DC
1333	GND
1334	+28 V DC
1335	GND
1336	+ 28 V DC
1337	GND
1338	+28 V DC
1339	+28 V DC
1340	GND
1341	+28 V DC
1342	GND
1343	+28 V DC
1344	+ 28 V DC
1345	GND
1346	GND
1347	AGC VHF
1348	MASA
1349	ADF DC SIN ADF "A"
1350	ADF DC COS ADF "A"
1351	ADF DC COMMON ADF "A"
1352	MASA

1353	MASA
1354	MASA
1355	ADF DC SIN ADF "B"
1356	ADF DC COS ADF "B"
1357	ADF DC COMMON ADF "B"
1358	MASA
1359	MASA
1360	MASA
1361	AGC ADF "A"
1362	MASA
1363	AGC ADF "B"
1364	MASA
1365	+9 V DC ADF "A"
1366	VOLUME CONTROL ADF "A"
1367	ON ADF "A"
1368	+9 V DC ADF "B"
1369	VOLUME CONTROL ADF "B"
1370	ON ADF "B"
1371	TUNE CLOCK
1372	MASA
1373	TUNE DATA
1374	MASA
1375	TUNE STROBE ADF ADF "A"
1376	MASA
1377	TUNE STROBE ADF ADF "B"
1378	MASA
1379	TUNE STROBE NAV NAV "A"
1380	MASA
1381	TUNE. STROBE GS NAV "A"
1382	MASA
1383	TUNE STROBE NAV NAV "B"
1384	MASA
1385	TUNE. STROBE GS NAV "B"
1386	GND

Tabela 46: Wykaz sygnałów na złączach Szafa 1 Listwa wewnętrzna

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
1401	26 V AC 400Hz HI
1402	26 V AC 400Hz HI
1403	26 V AC 400Hz LO
1404	115 V AC 400Hz HI
1405	115 V AC 400Hz LO
1406	MASA
1407	MASA
1408	MASA
1409	MASA
1410	MASA
1411	MASA
1412	FLUX VALVE X
1413	FLUX VALVE Y
1414	FLUX VALVE Z
1415	FLUX VALVE EXCITATION
1416	FLUX VALVE COMPASS COMM
1417	CAMPS EXCITATION
1418	28 V DC
1419	28 V DC
1420	28 V DC
1421	28 V DC
1422	28 V DC
1423	GND
1424	GND
1425	GND
1426	GND
1427	28 V DC
1428	PILOT EVENT
1429	DME REQUEST DME A
1430	DME REQUEST DME B

Tabela 47: Wykaz sygnałów na złączach Szafa 2 Listwa 1

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
2101	115 V 60Hz AC HI
2102	GROUND
2103	115 V AC 60Hz LO
2104	REMONTE ON/ OFF INV 1
2105	FAULT INDICATOR INV 1
2106	REMONTE ON/OFF INV 2
2107	FAULT INDICATOR INV 2
2108	26 V AC 400Hz HI
2109	GROUND
2110	GROUND
2111	26 V AC 400Hz LO
2112	26 V AC 400Hz LO
2113	GROUND
2114	GROUND
2115	26 V AC 400Hz HI
2116	26 V AC 400Hz HI

Tabela 48: Wykaz sygnałów na złączach Szafa 2 Listwa 2

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
2201	ILS ENERGIZE NAV "A"
2202	VOLUME CONTROL NAV "A"
2203	MKR AGC NAV "A"
2204	GS AGC NAV "A"
2205	NAV IF.AGC NAV "A"
2206	NAV AGC NAV "A"
2207	MOD LOC NAV "A"
2208	MASA
2209	MOD GS NAV "A"
2210	GS.90.NAV "A"
2211	GS.150.NAV "A"
2212	SUBCAR NAV "A"
2213	DC SIN NAV "A"
2214	DC COS NAV "A"
2215	VAR/LOC.90 NAV "A"
2216	REF/LOC.150 NAV "A"
2217	NAV.SFLG NAV "A"
2218	GS.SFLG NAV "A"
2219	OBI SIN HI NAV "A"
2220	MASA
2221	OBI SIN LO NAV "A"
2222	OBI COS HI NAV "A"
2223	MASA
2224	OBI COS LO NAV "A"
2225	ILS ENERGIZE NAV "B"
2226	VOLUME CONTROL NAV "B"
2227	MKR AGC NAV "B"
2228	GS AGC NAV "B"
2229	NAV IF.AGC NAV "B"
2230	NAV AGC NAV "B"
2231	MOD LOC NAV "B"
2232	MASA
2233	MOD GS NAV "B"
2234	GS.90 NAV "B"
2235	GS.150 NAV "B"
2236	SUBCAR NAV "B"
2237	DC SIN NAV "B"
2238	DC COS NAV "B"
2239	VAR/LOC.90 NAV "B"
2240	REF/LOC.150 NAV "B"
2241	NAV.SFLG NAV "B"
2242	GS.SFLG NAV "B"
2243	OBI SIN HI NAV "B"
2244	MASA
2245	OBI SIN LO NAV "B"
2246	OBI COS HI NAV "B"
2247	MASA
2248	OBI COS LO NAV "B"
2249	ON NAV "A"
2250	MKR INN NAV "A"
2251	MKR OUT NAV "A"
2252	MKR MIND NAV "A"

2253	+9 V DC NAV "A"
2254	MKR SELF TEST NAV "A"
2255	MKR HI/LO NAV "A"
2256	ON NAV "B"
2257	MKR INN NAV "B"
2258	MKR OUT NAV "B"
2259	MKR MIND NAV "B"
2260	+9 V DC NAV "B"
2261	MKR SELF TEST NAV "B"
2262	MKR HI/LO NAV "B"
2263	NAV AUDIO HI NAV "A"
2264	NAV AUDIO LO NAV "A"
2265	MASA
2266	MKR AUDIO HI NAV "A"
2267	MKR AUDIO LO NAV "A"
2268	MASA
2269	NAV AUDIO HI NAV "B"
2270	NAV AUDIO LO NAV "B"
2271	MASA
2272	MKR AUDIO HI NAV "B"
2273	MKR AUDIO LO NAV "B"
2274	MASA
2275	+15V DC
2276	GND
2277	-15V DC
2278	MASA
2279	MASA
2280	MASA
2281	MASA
2282	MASA
2283	MASA

Tabela 49: Wykaz sygnałów na złączach Szafa 2 Listwa 3

<b>Nr</b>	<b>Nazwa sygnału</b>
2301	+28 V DC
2302	+28 V DC
2303	+28 V DC
2304	+28 V DC
2305	+28 V DC
2306	GND
2307	GND
2308	GND
2309	GND
2310	GND
2311	+28 V DC INV "1"
2312	+28 V DC INV "2"
2313	+28 V DC INV "2"
2314	+28 V DC
2315	+28 V DC
2316	+28 V DC
2317	+28 V DC
2318	GROUND
2319	GROUND
2320	GND ACS
2321	GND
2322	GND ADF
2323	GND
2324	GND NAV "A"
2325	GND
2326	MASA
2327	MASA
2328	+28 V DC
2329	+28 V DC
2330	+28 V DC
2331	+28 V DC NAV "A"
2332	+28 V DC
2333	+28 V DC
2334	ARINC (A) NAV "A"
2335	MASA
2336	ARINC (B) NAV "A"
2337	ARINC (A) NAV "B"
2338	MASA
2339	ARINC (B) NAV "B"
2340	
2341	
2342	RS 485 DATA NAV "A"
2343	RS 485 DATA* NAV "A"
2344	RS 485 DATA NAV "B"
2345	RS 485 DATA* NAV "B"
2346	TUNE CLOCK
2347	MASA
2348	TUNE DATA
2349	MASA
2350	TUNE STROBE NAV NAV "A"
2351	MASA
2352	TUNE STROBE GS NAV "A"

2353	MASA
2354	TUNE STROBE NAV NAV "B"
2355	MASA
2356	TUNE STROBE GS NAV "B"
2357	MASA
2358	+28 V DC
2359	+28 V DC
2360	+28V DC

## **DODATEK 5: WYKAZ RYSUNKÓW ZŁĄCZ POŚREDNICZĄCYCH**

*Tabela 50: Wykaz rysunków złącz pośredniczących*

<b>Nr</b>	<b>Nazwa rysunku</b>
1-D	Złącza 159Z/F, 159Z/M, 183Z/F, 183Z/M
2-D	Złącza 179Z/F, 179Z/M
3-D	Złącze 170Z/M
4-D	Złącza 171Z/F, 171Z/M
5-D	Złącza 172Z/F, 172Z/M
6-D	Złącza 184Z/F, 184Z/M
7-D	Złącza 173Z/F, 173Z/M, 174Z/F, 174Z/M
8-D	Złącze 175Z/F, 175Z/M
9-D	Złącza 176Z/F, 176Z/M, 252Z/F, 252Z/M
10-D	Złącza 177Z/F, 177Z/M, 253Z/F, 253Z/M
11-D	Złącza 178Z/F, 178Z/M, 180Z/F, 180Z/M, 181Z/F, 181Z/M
12-D	Złącza 182Z/F, 182Z/M, 251Z/F, 251Z/M



## DODATEK 6: WYKAZ ADRSÓW PRZETWORNIKÓW

Tabela 51: Wykaz adresów dla kanałów przetworników pomiarowych.

Adres (DEC)	Adres (CHAR)	Analog IN	Analog OUT	Digital IN	Digital OUT	Uwagi	KAN A	KAN B
49	1	MOD.LOC	-	NAV.SFLG	-		+	+
50	2	MOD.GS	-	GS.SFLG	-		+	+
51	3	VAR	-	-	-		+	+
52	4	REF	-	-	-		+	+
53	5	SUBCAR	-	NAV.AUDIO	NAV.ON		+	+
54	6	NAV.AGC	-	MKR.INN	ILS ENERGIZE		+	+
55	7	GS.AGC	-	MKR.MID	-		+	
56	8	MKR.AGC	-	MKR.OUT	MKR HI/LO SENSE		+	+
57	9	-	-	-	DISPLAY (B00-B08)		+	
58	:	DME.AGC	-	DME.SEARCH	-		+	+
59	;	DME.SQUITTER	-	DME.MEM	-		+	+
60	<	DME.%REPLAY	-	DME.AUDIO	-		+	+
61	=	-	-	DME.DISTANCE	-		+	+
62	>	-	-	-	DME.TUNE (B00-B09) ILS.GS.SFLG (B0B) ILS.NAV.SFLG (B0C) ILS.TO/FROM (B0D - B0E)	ILS.TO/FROM: B0D = NOT B0E	+	+
63	?	ADF.AGC	-	ADF.AUDIO	ADF.ON		+	+
64	@	ADF.SIN	-	-	-		+	+
65	A	ADF.COS	-	-	-		+	+
66	B	-	-	ALTIMETER (B00 -B09)	-		+	
67	C	-	ILS.GS	-	-		+	+
68	D	-	ILS.LOC	-	-		+	+
69	E	VHF.AGC	-	VHF.AUDIO	-		+	
70	F	-	-	-	SWITCH CONTROL		+	

## **DODATEK 7: DANE TECHNICZNE**

### *Wymiary*

Wymiary łączne systemu CFIS 1 600x1400x1300 (szerokośćxwysokośćxdługość)<sup>2</sup>

### *Waga*

Szafa1	136 kg
Stolik	15 kg
Szafa2	81 kg
CFIS1 <sup>3</sup>	232 kg

### *Temperatura*

Temperatura pracy	0 - 50 °C
Temperatura kalibracji	13 - 27 °C
Temperatura przechowywania	-20 - 50 °C

### *Zasilanie*

Napięcie zasilania	27 V
Maksymalny prąd	35 A

---

<sup>2</sup> wymiary nie uwzględniają podstawy, stolika, drukarki, GPS i głośnika zewnętrznego

<sup>3</sup> nie uwzględniają wagi podstawy

