



## PODSTAWY DZIAŁANIA

Copyright CAS<sup>®</sup> 2002.

|          |  |
|----------|--|
| Edycja   | 56   |
| Dokument | P-00010201-PODSTAWY DZIAŁANIA                |
| Data     | 30-01-02                                     |
| Autorzy  | Mgr inż. Mariusz Postół (kierownik projektu) |
| Projekt  | P-0001                                       |
| Wersja   | OSTATECZNA                                   |
| Faza     | Dokumentacja powykonawcza                    |
| Inwestor | PP Porty Lotnicze – Warszawa                 |

#### ***Dokumenty związane***

**1** Dokumenty:

- 
- 

**CAS**

**94-104 Łódź ul. Obywatelska 137**

tel/fax: (42) **686 25 47**; (42) **686 50 28**

[www.cas.com.pl](http://www.cas.com.pl)

<mailto:techsupp@cas.com.pl>

# SPIS TREŚCI

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. WSTĘP .....</b>                                     | <b>1-1</b> |
| 1.1. ZAWARTOŚĆ DOKUMENTACJI.....                          | 1-1        |
| 1.2. KONSTRUKCJI OPROGRAMOWANIA - ZAŁOŻENIA .....         | 1-1        |
| 1.3. LISTA SYGNAŁÓW I DANYCH WEJŚCIOWYCH .....            | 1-1        |
| 1.4. PODSTAWOWE PROCEDURY SYSTEMU .....                   | 1-3        |
| 1.4.1. Przetwarzanie danych pomiarowych.....              | 1-3        |
| 1.4.1.1. Wstęp.....                                       | 1-3        |
| 1.4.1.2. Rejestracja sygnałów .....                       | 1-4        |
| 1.4.1.3. Zobrazowanie wyznaczanych wielkości.....         | 1-5        |
| 1.4.2. Obsługa checklist dla każdego pomiaru.....         | 1-6        |
| 1.4.3. Funkcja lupy pomiarowej i kursora pomiarowego..... | 1-7        |
| 1.4.4. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....     | 1-7        |
| 1.4.5. Analiza trajektorii lotu .....                     | 1-8        |
| 1.4.6. Aktywny ekran.....                                 | 1-8        |
| 1.4.7. Zarządzanie inspekcjami .....                      | 1-8        |
| 1.4.8. Baza danych urządzeń.....                          | 1-9        |
| 1.4.9. Mapa symboliczna .....                             | 1-9        |
| <b>2. USTAWIENIA POCZĄTKOWE.....</b>                      | <b>2-1</b> |
| 2.1. PARAMETRY DLA URZĄDZEŃ NAZIEMNYCH .....              | 2-1        |
| 2.1.1. Wstęp.....   | 2-1        |
| 2.1.2. Parametry niezależne od typu urządzenia .....      | 2-1        |
| 2.1.3. Urządzenia typu ILS.....                           | 2-1        |
| 2.1.4. Urządzenia typu VOR.....                           | 2-1        |
| 2.1.5. Urządzenia typu ADF.....                           | 2-2        |
| 2.1.6. Urządzenia typu VHF.....                           | 2-2        |
| 2.2. PARAMETRY FILTRÓW .....                              | 2-2        |
| 2.2.1. Filtracja programowa .....                         | 2-2        |
| 2.3. PARAMETRY STERUJĄCE EKRANAMI POMIAROWYMI .....       | 2-3        |
| 2.4. KALIBRACJA .....                                     | 2-3        |
| 2.5. PARAMETRY WSKAŹNIKA PILOTA.....                      | 2-3        |
| <b>3. KALIBRACJA .....</b>                                | <b>3-1</b> |
| 3.1. WSTĘP.....   | 3-1        |
| 3.2. ODBIÓRNIK NAWIGACYJNY.....                           | 3-1        |
| 3.2.1. Wstęp.....   | 3-1        |
| 3.2.2. LOC.DEV - dewiacja kursu kierunku .....            | 3-2        |
| 3.2.3. GS.DEV - dewiacja kursu ścieżki schodzenia .....   | 3-2        |
| 3.2.4. LOC.%MOD - głębokość modulacji.....                | 3-2        |
| 3.2.5. GS.%MOD - głębokość modulacji.....                 | 3-2        |
| 3.2.6. LOC.AGC - siła sygnału.....                        | 3-3        |
| 3.2.7. GS.AGC - siła sygnału .....                        | 3-3        |
| 3.2.8. MKR.AGC - siła sygnału .....                       | 3-3        |
| 3.2.9. VOR.OBR - namiar .....                             | 3-3        |
| 3.2.10. VOR.REF - indeks modulacji.....                   | 3-3        |
| 3.2.11. VOR.VAR - głębokość modulacji .....               | 3-4        |
| 3.2.12. VOR.SUBCAR- głębokość modulacji.....              | 3-4        |
| 3.2.13. VOR.AGC - siła sygnału.....                       | 3-4        |
| 3.3. ODBIÓRNIK DME.....                                   | 3-4        |
| 3.3.1. DME.AGC - siła sygnału.....                        | 3-4        |
| 3.3.2. DME SQUITTER RATE .....                            | 3-4        |
| 3.3.3. DME.%REPLY.....                                    | 3-5        |
| 3.4. ADF.AGC - SIŁA SYGNAŁU.....                          | 3-5        |
| 3.5. VHF.AGC - SIŁA SYGNAŁU.....                          | 3-5        |
| <b>4. POMIAR.....</b>                                     | <b>4-1</b> |
| 4.1. WSTĘP.....   | 4-1        |
| 4.1.1. Podstawowe zależności .....                        | 4-1        |
| 4.1.2. Rejestracja wartości sygnałów pomiarowych.....     | 4-2        |

|           |  |      |
|-----------|--|------|
| 4.1.3.    | Ekran zarządzania inspekcjami .....                                    | 4-2  |
| 4.1.4.    | Ekran sterujący procedur pomiarowych.....                              | 4-2  |
| 4.1.4.1.  | Nagłówek.....  | 4-2  |
| 4.1.4.2.  | Funkcje sterujące .....  | 4-3  |
| 4.1.4.3.  | Pole wykresów .....  | 4-5  |
| 4.2.      | POMIAR NADAJNIKA KIERUNKU ILS.....                                     | 4-5  |
| 4.2.1.    | Wstęp.....   | 4-5  |
| 4.2.1.1.  | Podstawowe zależności .....  | 4-5  |
| 4.2.1.2.  | Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....                         | 4-8  |
| 4.2.1.3.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                                    | 4-9  |
| 4.2.2.    | Główny ekran sterujący.....  | 4-10 |
| 4.2.3.    | Procedury pomiarowe .....  | 4-11 |
| 4.2.3.1.  | Ustawienie osi, struktura (A).....                                     | 4-11 |
| 4.2.3.2.  | Ustawienie osi w alarmie osi (A).....                                  | 4-14 |
| 4.2.3.3.  | Ustawienie osi w alarmie szerokim sektora (A).....                     | 4-14 |
| 4.2.3.4.  | Ustawienie osi w alarmie wąskim sektora (A).....                       | 4-15 |
| 4.2.3.5.  | Szerokość sektora (A) .....  | 4-15 |
| 4.2.3.6.  | Szerokość sektora w alarmie szerokim (A).....                          | 4-17 |
| 4.2.3.7.  | Szerokość sektora w alarmie wąskim (A).....                            | 4-17 |
| 4.2.3.8.  | Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B).....                     | 4-17 |
| 4.2.3.9.  | Szerokość sektora i symetria w alarmie szerokim (B).....               | 4-19 |
| 4.2.3.10. | Szerokość sektora i symetria w alarmie wąskim (B).....                 | 4-19 |
| 4.2.3.11. | Wyrazistość na dużych wysokościach (B).....                            | 4-20 |
| 4.2.3.12. | Równowaga modulacji (A) .....  | 4-20 |
| 4.2.3.13. | Fazowanie (A).....   | 4-21 |
| 4.2.3.14. | Pokrycie w sektorze 10°-35° (B) .....                                  | 4-21 |
| 4.2.3.15. | Pokrycie w sektorze ±10° (B).....                                      | 4-22 |
| 4.2.3.16. | Pokrycie poza sektorem ±35° (B) .....                                  | 4-23 |
| 4.2.3.17. | Pomiar markera (A) .....   | 4-23 |
| 4.3.      | POMIARY NADAJNIKA ŚCIEŻKI ILS.....                                     | 4-25 |
| 4.3.1.    | Wstęp.....   | 4-25 |
| 4.3.1.1.  | Podstawowe zależności .....  | 4-25 |
| 4.3.1.2.  | Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....                         | 4-27 |
| 4.3.1.3.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                                    | 4-28 |
| 4.3.2.    | Główny ekran sterujący.....  | 4-29 |
| 4.3.3.    | Procedury pomiarowe .....  | 4-29 |
| 4.3.3.1.  | Kąt ścieżki, struktura (A) .....                                       | 4-29 |
| 4.3.3.2.  | Kąt ścieżki w alarmie kąta (A) .....                                   | 4-33 |
| 4.3.3.3.  | Kąt ścieżki w alarmie szerokim (A).....                                | 4-33 |
| 4.3.3.4.  | Kąt ścieżki w alarmie wąskim (A).....                                  | 4-34 |
| 4.3.3.5.  | Szerokość sektora (A).....   | 4-34 |
| 4.3.3.6.  | Szerokość sektora w alarmie szerokim (A) .....                         | 4-36 |
| 4.3.3.7.  | Szerokość sektora w alarmie wąskim (A).....                            | 4-36 |
| 4.3.3.8.  | Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B).....                     | 4-36 |
| 4.3.3.9.  | Szerokość sektora, wyrazistość i symetria w alarmie szerokim (B) ..... | 4-38 |
| 4.3.3.10. | Szerokość sektora wyrazistość i symetria w alarmie wąskim (B) .....    | 4-38 |
| 4.3.3.11. | Równowaga modulacji (A) .....  | 4-38 |
| 4.3.3.12. | Fazowanie (B).....   | 4-40 |
| 4.3.3.13. | Zabezpieczenie nad przeszkodami (A).....                               | 4-41 |
| 4.3.3.14. | Pokrycie w osi (B).....  | 4-43 |
| 4.3.3.15. | Pokrycie 8 stopni z prawej i z lewej (B).....                          | 4-44 |
| 4.4.      | POMIAR NADAJNIKA VOR .....   | 4-45 |
| 4.4.1.    | Wstęp.....   | 4-45 |
| 4.4.1.1.  | Podstawowe zależności .....  | 4-45 |
| 4.4.1.2.  | Szkic sytuacyjny .....   | 4-46 |
| 4.4.1.3.  | Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....                         | 4-47 |
| 4.4.1.4.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                                    | 4-47 |
| 4.4.2.    | Główny ekran sterujący.....  | 4-48 |
| 4.4.3.    | Procedury pomiarowe .....  | 4-48 |
| 4.4.3.1.  | Pomiar błędu na promieniu .....  | 4-48 |
| 4.4.3.2.  | Wyznaczenie zasięgu na promieniu .....                                 | 4-51 |
| 4.4.3.3.  | Pomiar rozkładu błędu na okręgu .....                                  | 4-51 |
| 4.4.3.4.  | Wyznaczenie zasięgu na okręgu .....                                    | 4-52 |
| 4.5.      | POMIAR NADAJNIKA DME.....  | 4-52 |
| 4.5.1.    | Wstęp.....   | 4-52 |
| 4.5.1.1.  | Podstawowe zależności .....  | 4-52 |
| 4.5.1.2.  | Szkic sytuacyjny .....   | 4-53 |
| 4.5.1.3.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                                    | 4-53 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.5.2.    | Główny ekran sterujący.....                         | 4-53       |
| 4.5.3.    | Procedury pomiarowe .....                           | 4-53       |
| 4.5.3.1.  | Pomiar stacji DME na promieniu .....                | 4-53       |
| 4.5.3.2.  | Pomiar stacji DME na okręgu.....                    | 4-55       |
| 4.6.      | JEDNOCZESNY POMIAR DWÓCH RADIOLATARNI VOR/DME ..... | 4-55       |
| 4.6.1.    | Wstęp.....  | 4-55       |
| 4.6.2.    | Główny ekran sterujący.....                         | 4-55       |
| 4.6.2.1.  | Test torów pomiarowych.....                         | 4-55       |
| 4.6.3.    | Pomiar nadajników VOR i DME po sieciowej.....       | 4-55       |
| 4.6.3.1.  | Wstęp.....  | 4-55       |
| 4.7.      | POMIAR NADAJNIKA NDB .....                          | 4-56       |
| 4.7.1.    | Wstęp.....  | 4-56       |
| 4.7.1.1.  | Podstawowe zależności .....                         | 4-56       |
| 4.7.1.2.  | Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....      | 4-56       |
| 4.7.1.3.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                 | 4-56       |
| 4.7.2.    | Główny ekran sterujący.....                         | 4-56       |
| 4.7.3.    | Procedury pomiarowe .....                           | 4-57       |
| 4.7.3.1.  | Pomiar zasięgu na promieniu .....                   | 4-57       |
| 4.7.3.2.  | Pomiar zasięgu na okręgu .....                      | 4-58       |
| 4.8.      | POMIAR ODBIORNIKA VHF I ZASIĘGU RADARU.....         | 4-58       |
| 4.8.1.    | Wstęp.....  | 4-58       |
| 4.8.1.1.  | Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii.....      | 4-58       |
| 4.8.1.2.  | Lista wielkości rejestrowanych.....                 | 4-59       |
| 4.8.2.    | Główny ekran sterujący.....                         | 4-59       |
| 4.8.3.    | Procedury pomiarowe .....                           | 4-59       |
| 4.8.3.1.  | Pomiar zasięgu na promieniu .....                   | 4-59       |
| 4.8.3.2.  | Pomiar zasięgu na okręgu .....                      | 4-60       |
| <b>5.</b> | <b>DANE ARCHIWALNE.....</b>                         | <b>5-1</b> |
| 5.1.      | WSTĘP.....  | 5-1        |
| 5.2.      | PRZEGLĄD STATYCZNY DANYCH.....                      | 5-1        |
| 5.3.      | PRZEGLĄD DYNAMICZNY DANYCH.....                     | 5-1        |

## SPIS TABEL

|   |      |
|---|------|
| TABELA 1: WARTOŚCI WYBRANYCH PARAMETRÓW .....   | 1-1  |
| TABELA 2: WYKAZ SYGNAŁÓW Z ODBIORNIKA NAV .....   | 1-2  |
| TABELA 3: WYKAZ SYGNAŁÓW Z DME .....  | 1-2  |
| TABELA 4: ; WYKAZ SYGNAŁÓW Z ODBIORNIKA ADF .....   | 1-2  |
| TABELA 5: WYKAZ SYGNAŁÓW Z ODBIORNIKA VHF .....   | 1-2  |
| TABELA 6: WYKAZ SYGNAŁÓW Z WYSOKOŚCIOMIERZA ALT.....  | 1-2  |
| TABELA 7: WYKAZ SYGNAŁÓW Z ODBIORNIKA RTT .....   | 1-2  |
| TABELA 8: WYKAZ SYGNAŁÓW Z ODBIORNIKA GPS.....  | 1-3  |
| TABELA 9: WARTOŚCI ZALECANE.....  | 1-6  |
| TABELA 10: FORMATY DANYCH .....   | 2-1  |
| TABELA 11;STAŁE CZASOWE FILTRÓW PROGRAMOWYCH .....  | 2-2  |
| TABELA 12: STAŁE CZASOWE FILTRÓW SPRZĘTOWYCH.....   | 2-2  |
| TABELA 13: PARAMETRY ZOBRAZOWYWANIA NA EKRANIE .....  | 2-3  |
| TABELA 14: PARAMETRY PROCEDUR KALIBRACYJNYCH.....   | 2-3  |
| TABELA 15: PUNKTY KALIBRACYJNE LOC .....  | 3-2  |
| TABELA 16: PUNKTY KALIBRACYJNE GS .....   | 3-2  |
| TABELA 17:FORMAT WYŚWIETLACZA PROFIL A .....  | 4-8  |
| TABELA 18: FORMAT WYŚWIETLACZA PROFIL B .....   | 4-9  |
| TABELA 19: DOMYŚLNE ODLEGŁOŚCI DLA PROFILU B .....  | 4-10 |
| TABELA 20: WARTOŚCI GRANICZNE BŁĘDU .....   | 4-12 |
| TABELA 21: USTAWIENIE OSI, STRUKTURA (A) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....               | 4-13 |
| TABELA 22: SZEROKOŚĆ SEKTORA (A) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....                       | 4-16 |
| TABELA 23: SZEROKOŚĆ SEKTORA, WYRAZISTOŚĆ I SYMETRIA (B) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH4-  |      |
| 19  |      |
| TABELA 24: POMIAR MARKERA (A) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....                          | 4-24 |
| TABELA 25: FORMAT 1 WYŚWIETLACZA POMIAR GS .....  | 4-28 |
| TABELA 26: FORMAT 2 WYŚWIETLACZA PROFILU GS .....   | 4-28 |
| TABELA 27: FORMAT 3 WYŚWIETLACZA POMIAR GS .....  | 4-28 |
| TABELA 28: WARTOŚCI GRANICZNE BŁĘDU NA POCZĄTKU STREFY .....  | 4-31 |
| TABELA 29: KĄT ŚCIEŻKI, STRUKTURA (A) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....                  | 4-32 |
| TABELA 30: SZEROKOŚĆ SEKTORA (A) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....                       | 4-35 |
| TABELA 31: SZEROKOŚĆ SEKTORA, WYRAZISTOŚĆ I SYMETRIA (B) -ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH4-38 |      |
| TABELA 32: RÓWNOWAGA MODULACJI (A) -ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH .....                     | 4-40 |
| TABELA 33: POKRYCIE W OSI (B) - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH .....                         | 4-44 |
| TABELA 34: FORMAT WYŚWIETLACZA POMIAR VOR.....  | 4-47 |
| TABELA 35: POMIAR BŁĘDU NA PROMIENIU - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH .....                  | 4-50 |
| TABELA 36: POMIAR STACJI DME NA PROMIENIU - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH.....              | 4-55 |
| TABELA 37: POMIAR ZASIĘGU NA PROMIENIU - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH .....                | 4-58 |
| TABELA 38: POMIAR ZASIĘGU NA PROMIENIU - ZESTAW DRUKOWANYCH WYKRESÓW LINIOWYCH .....                | 4-60 |

# 1. WSTĘP

## 1.1. Zawartość dokumentacji

W wielu zastosowaniach wyspecyfikowanie co system komputerowy ma robić jest niewystarczające i trzeba dodatkowo zdefiniować jak ma realizować swoje funkcje. Jest to szczególnie istotne w tych przypadkach, gdy nie można wybrać odpowiedniego rozwiązania algorytmicznego w sposób jednoznaczny i bez wątpliwości bazując na metodach formalnych i zdroworozsądkowych oraz budując, co bardzo istotne, rozwiązania z uwzględnieniem wymogów zapisanych w dokumentach normalizacyjnych.

Dokument<sup>1</sup>, który powinien stanowić formalną wykładnię i specyfikację dla parametrów urządzeń radionawigacyjnych stosowanych obecnie w lotnictwie cywilnym, pozostawia znaczny margines interpretacyjny dla personelu odpowiedzialnego za kontrolę poprawności pracy i utrzymanie w ruchu tych urządzeń. W rezultacie powstają dokumenty uzupełniające<sup>2</sup> i instruktażowe<sup>3</sup>, które starają się zapełnić wspomnianą lukę. Zadania tego nie spełniają jednak do końca. Są tego zasadniczo dwie przyczyny. Postęp techniczny w zakresie rozwoju urządzeń kontrolno pomiarowych powoduje, że opisane w nich metody pomiaru poszczególnych parametrów stają się zupełnie nieprzydatne, ponieważ uniemożliwiają automatyzację pomiarów w zakresie kwalifikacji otrzymanych wyników.

Dlatego w celu realizacji komputerowego systemu kontroli urządzeń radionawigacyjnych z powietrza konieczne okazało się zdefiniowanie zarówno, co system ma robić jak i jak ma realizować swoje funkcje. Zadaniem tej dokumentacji jest właśnie odpowiedź na powyższe pytania.

## 1.2. Konstrukcji oprogramowania - założenia

W Tabeli 1 przedstawiono podstawowe założenia ilościowe co do wartości wybranych parametrów systemu. Wartości zostały policzone przy założeniu, że dane są rejestrowane z częstością 5 1/s.

## 1.3. Lista sygnałów i danych wejściowych

W trakcie wykonywania procedur pomiarowych system czyta na bieżąco dane reprezentujące wybrane sygnały z odbiorników nawigacyjnych i dodatkowych urządzeń kontrolno pomiarowych. Zasadniczo należą do nich:

- odbiorniki nawigacyjne NAV - 2 sztuki,
- odbiorniki radiodalmierza DME - 2 sztuki,
- odbiorniki ADF - 2 sztuki,
- odbiornik VHF - 1 sztuka,
- układ teodolitu telemetrycznego (telemetria) RTT,
- odbiornik systemu nawigacji satelitarnej - GPS

Z wymienionych źródeł informacji czytane są następujące dane:

Tabela 1: Wartości wybranych parametrów

| Nazwa                            | min   | max   |
|----------------------------------|-------|-------|
| prędkość samolotu [NM/h] [knots] | 72    | 160   |
| prędkość samolotu [NM/s]         | 0,02  | 0,04  |
| prędkość samolotu [m/s]          | 37    | 82    |
| prędkość samolotu [km/h]         | 133   | 296   |
|                                  | min   | max   |
| gęstość rejestracji [NM/pp]      | 0,004 | 0,009 |
| gęstość rejestracji [m/pp]       | 7,41  | 16,46 |
|                                  | max   | min   |
| częstość rejestracji [pp/NM]     | 250   | 113   |
| częstość rejestracji [pp/km]     | 135   | 61    |

<sup>1</sup> Annex 10 to the convention on international civil aviation; International Civil Aviation Organization.

<sup>2</sup> Manual on testing of radio navigation aids; International Civil Aviation Organization.

<sup>3</sup> Flight Inspection Manual; United States Standard

Tabela 2: Wykaz sygnałów z odbiornika NAV

| Nazwa  | Oznaczenie |
|--|------------|
| Poziom modulacji dla sygnału ścieżki schodzenia  | GS.MOD     |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. ścieżki   | GS.AGC     |
| Dewiacja ścieżki - sygnał cyfrowy  | GS.DEV     |
| Flaga odbiornika ścieżki – sygnał logiczny   | GS.FLG     |
| Poziom modulacji dla sygnału kierunku  | LOC.MOD    |
| Identyfikacja sygnału audio nadajnika kierunku – sygnał logiczny przyjmujący wartość 1, gdy w torze audio zostanie wykryty sygnał 1020 Hz                | LOC.AUD    |
| Dewiacja kierunku - sygnał cyfrowy   | LOC.DEV    |
| Flaga odbiornika kierunku – sygnał logiczny o wartości 1 gdy odbiornik nie pracuje poprawnie lub nie może wygenerować prawidłowych sygnałów wyjściowych. | LOC.FLG    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. kierunku  | LOC.AGC    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. znacznika   | MKR.AGC    |
| Flaga znacznika wewnętrznego - sygnał logiczny   | INN.FLG    |
| Flaga znacznika środkowego - sygnał logiczny   | MID.FLG    |
| Flaga znacznika zewnętrznego - sygnał logiczny   | OUT.FLG    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. odbiornika VOR  | VOR.AGC    |
| Identyfikacja sygnału audio stacji VOR – sygnał logiczny przyjmujący wartość 1, gdy w torze audio zostanie wykryty sygnał 1020 Hz                        | VOR.AUD    |
| Flaga odbiornika VOR – sygnał logiczny o wartości 1 gdy odbiornik nie pracuje poprawnie lub nie może wygenerować prawidłowych sygnałów wyjściowych.      | VOR.FLG    |
| Namiar ze stacji VOR   | VOR.OBR    |
| Sygnał o wartości proporcjonalnej do indeksu modulacji sygnał REF stacji VOR   | VOR.REF    |
| Sygnał o wartości proporcjonalnej do głębokości modulacji sygnał SUBCAR stacji VOR   | VOR.SCR    |
| Sygnał o wartości proporcjonalnej do głębokości modulacji sygnał VAR   | VOR.VAR    |

Tabela 3: Wykaz sygnałów z DME

| Nazwa   | Oznaczenie |
|---|------------|
| Sygnał logiczny przyjmujący wartość 1, gdy w torze audio zostanie wykryty sygnał 1350 Hz  | DME.AUD    |
| Tryb szukania DME – sygnał logiczny odczytywany ze słowa kontrolnego odbiornika DME przyjmujący wartość 1 jeśli odbiornik jest w trybie szukania nadajnika.         | DME.SRC    |
| Tryb pamięci DME - sygnał logiczny odczytywany ze słowa kontrolnego odbiornika przyjmujący wartość 1 jeśli odbiornik pokładowy utracił synchronizację z nadajnikiem | DME.MEM    |
| Odległość z DME - sygnał cyfrowy  | $R_{dme}$  |
| Sygnał analogowy o wartości proporcjonalnej do SQUITTER RATE  | DME.SQR    |
| Sygnał analogowy o wartości proporcjonalnej do %REPLY   | DME.RPL    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. odbiornika DME   | DME.AGC    |

Tabela 4: ; Wykaz sygnałów z odbiornika ADF

| Nazwa  | Oznaczenie |
|--|------------|
| Identyfikacja sygnału audio nadajnika ADF - sygnał logiczny przyjmujący wartość 1, gdy w torze audio zostanie wykryty sygnał 1020 Hz | ADF.AUD    |
| Sygnał analogowy o wartości proporcjonalnej do sinusa kąta namiaru do stacji nadawczej   | ADF.SIN    |
| Sygnał analogowy o wartości proporcjonalnej do cosinusa kąta namiaru do stacji nadawczej   | ADF.COS    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. odbiornika  | ADF.AGC    |

Tabela 5: Wykaz sygnałów z odbiornika VHF

| Opis   | Oznaczenie |
|--|------------|
| Sygnał audio z odbiornika komunikacyjnego VHF - sygnał logiczny przyjmujący stan 1 jeśli wykryty zostanie sygnał 1020 Hz | VHF.AUD    |
| Aktualny współczynnik wzmocnienia toru sygnału w.cz. odbiornika  | VHF.AGC    |

Tabela 6: Wykaz sygnałów z wysokościomierza ALT

| Nazwa  | Oznaczenie |
|--|------------|
| Wysokość ciśnieniowa z wysokościomierza kodującego (wysokość względem płaszczyzny o ciśnieniu 1013,2Hpa) | ALT.HGH    |

Tabela 7: Wykaz sygnałów z odbiornika RTT



| Nazwa  | Oznaczenie            |
|--|-----------------------|
| Azymut z teodolitu   | $\tilde{\alpha}$      |
| Elewacja z teodolitu   | $\tilde{\varepsilon}$ |
| Flaga poprawnej pracy teodolitu - sygnał logiczny  | RTT.FLG               |
| Znacznik teodolitu - sygnał logiczny o wartości 1 odpowiadający przyciśnięciu przycisku na nadajniku współpracującym z teodolitem. | RTT.IVT               |

Tabela 8: Wykaz sygnałów z odbiornika GPS

| Nazwa   | Oznaczenie            |
|---|-----------------------|
| Długość geograficzna położenia samolotu - dana numeryczna w formacie tekstowym                                      | $F_s$                 |
| Szerokość geograficzna położenia samolotu - dana numeryczna w formacie tekstowym                                    | $L_s$                 |
| Aktualny data - dana numeryczna w postaci tekstowej odczytywana z GPS   | GPS.DATE              |
| Aktualny czas - dana numeryczna w postaci tekstowej odczytywana z GPS   | GPS.TIME              |
| Flaga poprawności pracy GPS - sygnał logiczny przyjmujący wartość 1 jeśli odbiornik nie podaje prawidłowych danych. | GPS.FLG               |
| Liczba satelitów aktualnie wykorzystywanych przez GPS- dana numeryczna w postaci tekstowej odczytywana z GPS        | GPS.NOS               |
| Przybliżony błąd wyznaczania przez GPS pozycji - dana numeryczna w postaci tekstowej odczytywana z GPS              | GPS.EPE <sup>4</sup>  |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia   | GPS.GDOP <sup>5</sup> |
| Kierunek lotu względem północy  | $\alpha_{dir}^6$      |

## 1.4. Podstawowe procedury systemu

### 1.4.1. Przetwarzanie danych pomiarowych

#### 1.4.1.1. Wstęp

Rys. 1 przedstawia schematycznie proces przetwarzania danych w systemie. Źródłem danych są odbiorniki wymienione w poprzednim rozdziale. Przychodzące z nich sygnały można podzielić na:

- analogowe stałoprądowe,
- analogowe zmiennoprądowe,
- dwustanowe,
- cyfrowe.

Sygnały analogowe stałoprądowe są czytane za pośrednictwem przetworników analogowo-cyfrowych, które zamieniają aktualną wartość sygnału na postać cyfrową. Podobnie odczytywane są sygnały zmiennoprądowe, dla których dodatkowo zastosowano przetworniki dokonujące konwersji wybranego parametru na sygnał stałoprądowy. Tak wytworzony sygnał stałoprądowy jest dalej przetwarzany analogicznie jak opisano to wyżej.

Sygnały dwustanowe jak i cyfrowe są czytane bezpośrednio za pośrednictwem odpowiednich interfejsów przez system bez dodatkowego przetwarzania.

Wytworzone przez odbiorniki sygnały mogą być zakłócone i zaszumione. Dlatego przed zarejestrowaniem mogą być filtrowane przez filtry cyfrowe. Dla wszystkich sygnałów analogowych filtr cyfrowy jest integralną częścią przetwornika analogowo-cyfrowego.

Dla danych cyfrowych z odbiorników nawigacyjnych filtracja jest realizowana bezpośrednio przez system.

Wszystkie filtry mają programowo ustawiane parametry.

Ponieważ parametry torów odbiorników nie są dostatecznie stabilne w czasie, konieczna jest kalibracja. Wyniki kalibracji przechowywane są przez system tak, aby na bieżąco można było dokonywać korekty wartości sygnałów. Korekta ta jest realizowana w bloku kalibracji (Rys. 1).

<sup>4</sup> Sygnał rejestrowany tylko dla odbiornika TNL

<sup>5</sup> Sygnał czytany tylko dla odbiornika 3150RM

<sup>6</sup> Sygnał czytany tylko dla odbiornika 3150RM

Dopiero dla tak przetworzonych sygnałów ich wartości są rejestrowane i wykorzystywane przez system.

Zasadniczo system realizuje swoje funkcje przetwarzając dane wejściowe w dwóch praktycznie niezależnych etapach:

- rejestracja,
- zobrazowanie.

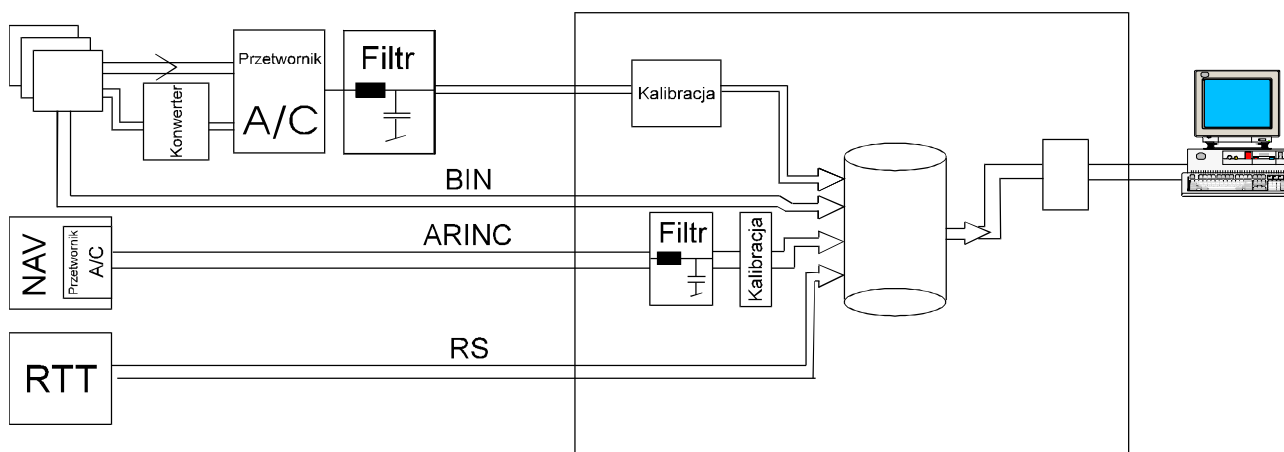
W pierwszym etapie stopień przetworzenia danych ograniczono do niezbędnego minimum. Takie podejście umożliwi wykorzystanie danych nie tylko przez opisywany system. Przykładowo zarejestrowane dane będą mogły być wprost wykreślane podobnie jak na tradycyjnym rejestratorze.

W tym etapie przewidziano jedynie, że przed rejestracją wartość sygnałów zostanie poddana filtracji i kalibracji. Filtracja powinna wyeliminować zakłócenia i szумы, natomiast kalibracja minimalizować błędy wynikające z niestabilności parametrów torów odbiorczych systemu.

Proces zobrazowania, jak wspomniano wyżej, jest realizowany na bazie zarejestrowanych danych wejściowych i ma na celu wyliczenie i pokazanie w możliwie jak najbardziej ergonomiczny sposób wybranych parametrów urządzeń nawigacyjnych. Wspomniane dane zobrazowywane są na:

- kolorowym monitorze graficznym,
- drukarce graficznej,
- wyświetlaczu alfanumerycznym pilota,
- krzyżowym wskaźniku odchylenia kursu (CPI)

Pierwsze dwa urządzenia są przeznaczone dla inspektora dokonującego lotu inspekcyjnego. Trzecie z wymienionych urządzeń jest przeznaczone dla pilotów samolotu inspekcyjnego a jego zadaniem jest wspomaganie pilota przy prowadzeniu samolotu inspekcyjnego po zadanej trajektorii.



Rys. 1. Schemat przepływu danych.

#### **1.4.1.2. Rejestracja sygnałów**

##### **1.4.1.2.a. Filtracja sprzętowa sygnałów**

Sygnały analogowe stałoprądowe są filtrowane przez filtry cyfrowe pierwszego rzędu na wejściach przetworników analogowo/cyfrowych. Filtr jest wbudowany i zintegrowany z wejściami przetworników. Stałe czasowe filtrów nastawiane są programowo, a ich wartości ustala się w danych początkowych. Nastawienie stałej filtru na "0" jest równoważne z wyłączeniem filtru.

##### **1.4.1.2.b. Filtracja programowa sygnałów**

Zasadniczo sygnały wejściowe są czytane za pośrednictwem przetworników analogowo-cyfrowych i mogą w nich podlegać filtracji cyfrowej. Wyjątek stanowią sygnały - dane numeryczne czytane za pośrednictwem interfejsów szeregowych (RS232 i ARINC) z teodolitu, GPS i namiary z odbiorników nawigacyjnych. Czytane są one bezpośrednio w postaci cyfrowej i nie mogą podlegać filtracji na drodze pomiędzy odbiornikiem a komputerem. Dlatego dla wymienionych danych wprowadza się filtrację w postaci filtru jednobiegunowego o stałej czasowej określonej w konfiguracji programu. Nastawienie stałej filtru na "0" jest równoważne z wyłączeniem filtru.

#### 1.4.1.2.c. Kalibracja

Dla wybranych sygnałów wejściowych zanim zostaną one zarejestrowane i użyte do dalszego przetworzenia wylicza się odpowiadające im wartości na podstawie wyznaczonych doświadczalnie funkcji kalibracyjnych. Lista sygnałów podlegających kalibracji została wymieniona w rozdziale **3 Kalibracja**.

Funkcje kalibracyjne wyznaczane są okresowo na podstawie pomiarów sygnałów wzorcowych generowanych przez precyzyjne generatory laboratoryjne.

Kalibracja dla sygnałów pochodzących z odbiornika nawigacyjnego jest realizowana automatycznie. Generator wzorcowy w tej procedurze jest sterowany programowo przez system.

#### 1.4.1.2.d. Synchronizacja

W trakcie realizacji procedur pomiarowych wybrane dla poszczególnych procedur wielkości są rejestrowane. Z punktu widzenia rejestracji generalnie można wprowadzić następujący podział sygnałów:

1. dane z telemetrii,
2. dane z GPS'a,
3. wartości sygnałów analogowych,
4. dane cyfrowe z odbiorników nawigacyjnych.

Informacje w każdej z wymienionych grup przychodzą asynchronicznie. Przy ich rejestracji przyjęto następujące zasady:

- wszystkie dane są rejestrowane z częstotścią 5/s,
- bieżąca (ostatnio przesłana za pośrednictwem odpowiedniego interfejsu) dana z GPS'a i telemetrii (grupa 1 i 2) są rejestrowane niezależnie jeden raz zgodnie z najbliższym cyklem rejestracji,
- w punktach gdzie dane z GPS i Telemetrii nie są dostępne rejestrowana jest informacja o braku danych, a do celów obliczeniowych w tych punktach przybliżoną ich wartość wyznacza się na podstawie interpolacji.

Przerwa w odczytywaniu danych z urządzeń wymienionych w punkcie 1 i 2 przez okres dłuższy niż określony w konfiguracji systemu jest traktowany jako permanentny brak danych, a konsekwencją jest zaprzestanie wyliczania wartości pośrednich i wykreślenia odpowiednich wykresów. Obszar braku danych jest wyłączony z dalszej analizy. Oczywiście zastrzeżenie to dotyczy tylko tej analizy, dla której wadliwie pracujące urządzenie zostało wybrane jako odniesienie.

#### 1.4.1.3. Zobrazowanie wyznaczanych wielkości

##### 1.4.1.3.a. Wstęp

Wybrane wielkości rejestrowane są na bieżąco wyświetlane na ekranie monitora graficznego tak by inspektor mógł ocenić przebieg aktualnej procedury.

W trakcie trwania rejestracji danych prowadzona jest również bieżąca analiza wyników. Analiza ta ma dostarczyć informacji, czy jest celowe kontynuowanie pomiaru, czy raczej trzeba dokonać korekty wybranego parametru w urządzeniu naziemnym i rozpocząć pomiar od nowa.

Rezultaty są obrazowane w postaci napisów tekstowych, wykresów słupkowych i wykresów liniowych.

##### 1.4.1.3.b. Zobrazowanie tekstowe

Zasadniczo wszystkie wielkości wyświetlane na bieżąco w postaci tekstowej - cyfrowej na ekranie w trakcie pomiaru nie podlegają filtracji programowej. Na ekranie zobrazowywana jest ich bieżąca wartość chwilowa. Wyjątek stanowią wielkości wyświetlane na wykresach słupkowych, które podlegają analogicznej obróbce jak wartości obrazowane w postaci słupka.

##### 1.4.1.3.c. Wykresy słupkowe

Wykresy słupkowe przedstawiają orientacyjnie wartości oznaczonych nad nimi sygnałów. Tło wykresów jest czarne. Lewy wykres dotyczy odbiornika systemu A, prawy - systemu B. Kolor wykresu ( słupka ) zależy od tego czy reprezentowany przez niego parametr mieści się w granicach tolerancji czy nie. Jeżeli wartość sygnału jest prawidłowa odpowiadający mu słupek jest zielony, w przeciwnym przypadku kolor zmienia się na czerwony. Powrót sygnału do wartości prawidłowej przywraca zielony kolor odpowiedniego słupka. Dodatkowo na wykresach zaznaczone są pozio-

mymi liniami żółtymi granice dopuszczalnych wartości sygnałów oraz ich wartości zalecane (średkowe) liniami zielonymi jasnymi. Strefa wartości dopuszczalnych zajmuje ok. 2/3 dysponowanej powierzchni wykresu. Pozwala to na ocenę głębokości modulacji z dokładnością nie gorszą niż ok. 0.5%.

Dokładna wartość chwilowa podawana jest tekstowo pod wykresami. Górna liczba dotyczy systemu A, dolna - systemu B.

Na potrzeby wyświetlania na ekranie w postaci wykresów słupkowych wybranych wielkości wyznaczana jest ich wartość średnia z okresu o długości określonej w konfiguracji programu. Filtracja ta realizowana jest niezależnie od filtracji sprzętowej mierzonych sygnałów. Wyliczona w podany sposób wielkość wyświetlana jest zarówno w postaci słupka jak i tekstowo - cyfrowo.

#### 1.4.1.3.d. Wykresy liniowe

W trakcie realizacji rejestracji sygnałów dla poszczególnych procedur pomiarowych na bieżąco wykreślane są na ekranie monitora przebiegi wartości chwilowych dla wybranych wielkości. Procedura ta realizowana jest również w trakcie analizy danych archiwalnych i tworzenia wydruków z raportami.

Przyjęto, że wykresy są wykonywane w skali czasowej, natomiast oś pozioma wyskalowana jest w milach morskich albo kątach zależnie od rodzaju pomiaru. Ponieważ jednak liczba zbieranych danych w trakcie pomiaru może być zbyt duża, aby przebieg wyznaczonej na ich podstawie wielkości zawierał wszystkie punkty odpowiadające zebranym danym, ze względu na ograniczoną rozdzielczość urządzeń wej/wyj monitora i drukarki, trzeba przyjąć pewną metodę redukcji ilości danych. Użycie procedury redukcji oznacza, że na wykresie jeden jego punkt graficzny będzie odpowiadał kilku punktom pomiarowym. Ze względu na przeznaczenie systemu przyjęto, że procedura redukcji danych powinna wyznaczać ze zbioru punktów pomiarowych przypadających na dany punkt wykresu jeden, dla którego wartość wyznaczonej wielkości maksymalnie różni się co do wartości bezwzględnej od wartości znamionowej - zalecanej. W tabeli zestawiono wartości zalecane dla poszczególnych wielkości. Dodatkowo redukcja ta powinna być taka, aby wykres był widoczny na jak największej części ekranu lub wstęgi papieru. Biorąc pod uwagę ograniczenie w postaci częstości przerysowywania ekranu związanego ze zmianą skali przyjęto następujące współczynniki podziału:

$$1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}, \dots, \frac{1}{3 \cdot 2^{k+1}}, \frac{1}{2 \cdot 2^{k+2}} \quad (1)$$

Reasumując, po osiągnięciu przez wykres krańca ekranu automatycznie następuje zmiana skali zgodnie z kolejnymi współczynnikami podanymi w 1.

Na wykresach zaznaczane są również znaczniki pilota i znaczniki inspektora.

### 1.4.2. Obsługa checklist dla każdego pomiaru

Kontrola parametrów urządzeń nawigacyjnych realizowana w trakcie powietrznej inspekcji wymaga przeprowadzenia pewnego ciągu operacji. Dla każdego urządzenia i rodzaju inspekcji ciąg ten jest określony i ustalony. Aby ułatwić pracę inspektorowi na ekranach sterujących poszczególnych procedur pomiarowych zostały umieszczone listy pomiarów lub sprawdzeń, które trzeba wykonać w celu realizacji inspekcji. Każdy element listy został zaopatrzony we wskaźniki sygnalizujący stan procedury. Są możliwe następujące stany:

Tabela 9: Wartości zalecane.

| Oznaczenie                 | Wartość zalecana |
|----------------------------|------------------|
| <b>ILS kierunek</b>        |                  |
| $\eta$                     | 0 $\mu$ A        |
| $\Delta H$                 | 0°               |
| %MODloc                    | 40%              |
| SSloc                      | max              |
| SSmkr                      | max              |
| $\xi_{loc}^A$              | 0 $\mu$ A        |
| $\xi_{loc}^B$              | 0NM              |
| <b>ILS ścieżka</b>         |                  |
| $\vartheta$                | 0 $\mu$ A        |
| $\Delta \Theta$            | 0°               |
| %MODgs                     | 80%              |
| SSgs                       | max              |
| $\xi_{gs}^A$               | 0 $\mu$ A        |
| $\xi_{gs}^B$               | 0NM              |
| <b>VOR</b>                 |                  |
| $\Delta \alpha_{vor}$      | 0°               |
| IDMODref                   | 16               |
| %MODvar                    | 30%              |
| %MODscr                    | 30%              |
| SSvor                      | max              |
| <b>ADF</b>                 |                  |
| SSadf                      | max              |
| $\Delta \alpha_{adf}$      | 0°               |
| <b>VHF</b>                 |                  |
| SSvhf                      | max              |
| <b>DME</b>                 |                  |
| SSdme                      | max              |
| SQR                        | 2700             |
| %RPL                       | 100%             |
| <b>Wszystkie procedury</b> |                  |
| $\Delta \alpha_{pro}$      | 0°               |
| $\Delta \alpha_{okr}$      | 0NM              |
| AUD                        | 0log             |
| FLG                        | 0log             |
| GPS.NOS                    | Max              |
| GPS.EPE                    | 0                |
| GPS.GDOP                   | 0                |

- procedura nie była wykonywana,
- procedura była wykonana i został wyznaczony jej główny parametr,
- procedura była wykonywana, ale jej główny parametr nie został wyznaczony,

Ponieważ loty inspekcyjne są realizowane w różnym celu listy procedur zostały opracowane tak, aby były możliwie pełne i uniwersalne. Dlatego nie wszystkie procedury przewidziano do kontroli danego urządzenia muszą być wykonywane w trakcie jego inspekcji. Oznaczenie stanu procedury ma tylko znaczenie informacyjne i nie wpływa na przebieg innych funkcji systemu.

### **1.4.3. Funkcja lupy pomiarowej i kursora pomiarowego**

*Lupa pomiarowa* - to mechanizm programowy umożliwiający oglądanie wartości sygnałów prezentowanych w postaci graficznej w zmiennej skali X. Stosując lupę pomiarową można oglądać dowolnie wybrany fragment wykresu rozciągnięty na całym ekranie monitora. Funkcja lupy jest tylko dostępna w trakcie przeglądania danych archiwalnych.

Nazwą *kursor pomiarowy* będzie określany dalej mechanizm programowy służący do dokładnego odczytywania wartości sygnału prezentowanego w postaci graficznej oraz znacznik na ekranie wskazujący miejsce, którego dotyczą dane w dodatkowym oknie tekstowym. Funkcja kursora pomiarowego jest dostępna zarówno w trakcie wykreślania wartości bieżących wielkości wyznaczanych w trakcie pomiarów, jak również w trakcie przeglądania danych archiwalnych.

### **1.4.4. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii**

Na podstawie danych odbieranych z nawigacyjnych urządzeń pokładowych, które pozwalają wystarczająco dokładnie wyznaczyć położenie samolotu względem wyznaczonego toru lotu, system na bieżąco wylicza błąd pilotażu i zobrazowuje go w postaci graficznej na ekranie specjalizowanego wyświetlacza umieszczonego w kokpicie w polu widzenia pilota samolotu inspekcyjnego. Na wyświetlaczu tym umieszczane są również dodatkowe informacje ułatwiające nawigację w trakcie realizacji procedur pomiarowych. Nawigacja wspomagana jest również przez sterowany analogicznie jak opisany wyżej wskaźnik dewiacji.

W trakcie realizacji procedur pomiarowych po jej uruchomieniu na wyświetlaczu alfanumeryczny w kokpicie pilotów zostaje wyświetlony komunikat zawierający informacje o:

- aktualnym azymucie, elewacji albo dewiacji,
- odległości (w milach morskich),
- wymaganym kierunku lotu.

Azymut/elewacja określone są pomiędzy wybranym charakterystycznym dla danej procedury kierunkiem odniesienia i linią łączącą punkt odniesienia i samolot. W poszczególnych procedurach pomiarowych zostanie zdefiniowany zarówno kierunek odniesienia jak i punkt odniesienia, względem których opisywana wielkość jest wyznaczana. Zostanie tam również podana lista urządzeń, których można użyć do określania tej wielkości. Zwykle do dokładnego wyznaczenia tej wielkości potrzeba dwóch urządzeń. W poszczególnych procedurach zostaną zdefiniowane możliwe kombinacje oraz odpowiadające im algorytmy wyznaczania tej wielkości. Po rozpoczęciu realizacji procedury nie można zmieniać dokonanego wyboru. W przypadku utraty operatywności urządzenia (zanik sygnału, wyjście poza pokrycie, zakłócenia, itp.) na wyświetlaczu wielkość ta nie jest wyświetlana na czas braku danych.

Dewiacja jest wielkością wyświetlaną w  $\mu A$  wyznaczaną z funkcji kalibracyjnej i sygnału dewiacji odczytywanego bezpośrednio z odbiornika nawigacyjnego. W procedurach, w których lot odbywa się na kierunku o dewiacji innej niż  $0\mu A$  wyświetlana jest wartość będąca różnicą dewiacji zadanego kierunku i dewiacji aktualnej.

Odległość samolotu od punktu odniesienia jest wyznaczana na podstawie wskazań wybranego z listy dostępnych urządzeń. W poszczególnych procedurach zostanie określone położenie punktu odniesienia jak i lista dostępnych urządzeń, które mogą być wybrane do określania odległości. Ponieważ w niektórych procedurach wyznaczanie odległości może odbywać się na podstawie danych pochodzących z więcej niż jednego urządzenia zostaną również określone dozwolone kombinacje. W przypadku braku bieżących danych pomiarowych odległość jest wyznaczana z iloczynu czasu jaki upłynął od początku pomiaru i deklarowanej prędkości samolotu.

Strzałki w dolnym wierszu wskazują pożądaną zmianę kierunku lotu. Wychylenie "wskaźnika" następuje przy zejściu z kursu, a długość wyświetlanego odcinka jest proporcjonalna do aktualnego błędu odadanego toru lotu.

Sposób wyznaczania wspomnianego wyżej błędu został określony dla poszczególnych procedur pomiarowych niezależnie i przy ich opisach zostaną podane szczegóły dotyczące wyboru urządzeń, z których dane zostaną użyte do określenia aktualnego błędu.

Czułość "wskaźnika" można zmienić przed rozpoczęciem pomiarów w danych początkowych niezależnie dla poszczególnych procedur pomiarowych i urządzeń nawigacyjnych.

### 1.4.5. Analiza trajektorii lotu

Korzystając z faktu, że w trakcie realizacji pomiarów są rejestrowane współrzędne geograficzne z GPS lub dane z teodolitu i DME, można odtworzyć tor lotu samolotu, po którym poruszał się on w trakcie procedury pomiarowej. Odtworzony tor lotu w postaci błędu od danej trajektorii lotu jest wykresany na wykresie w raporcie z pomiaru.

W przypadku lotów po prostych (np. promień VOR) błąd jest wyrażony w stopniach i jest różnicą danego kąta dla mierzonego kursu i kątem położenia prostej przechodzącej przez punkt odniesienia i aktualnego położenia samolotu, czyli;

$$\Delta a_{pro} = a_n - a_o \quad (2)$$

gdzie:

$\Delta a_{pro}$  kątowy błąd pilotażu po prostej,

$a_n$  zadany azymut,

$a_o$  aktualny azymut wyznaczony z urządzenia odniesienia (GPS-wzór 3, teodolit wzór 3).

Dla lotów wykonywanych na okręgach przyjęto, że błąd będzie liczony jako różnica danego promienia okręgu i promienia okręgu, na którym aktualnie znajduje się samolot.

$$\Delta r_{okr} = r_n - r_o \quad (3)$$

gdzie:

$\Delta r_{okr}$  metryczny błąd pilotażu po okręgu,

$r_n$  promień dla danego okręgu,

$r_o$  promień wyznaczony z urządzenia odniesienia (z GPS-wzór 3 albo z DME).

### 1.4.6. Aktywny ekran

W trakcie realizacji poszczególnych procedur pomiarowych z jednej strony dysponowany przez inspektora czas jest zwykle bardzo krótki, a z drugiej musi on wykonywać szereg czynności związanych z obsługą systemu pomiarowego, co znakomicie utrudnia jego pracę. Istotnym jest zatem, aby wszelka komunikacja z komputerem odbywała się w możliwie najbardziej ergonomiczny sposób. Ostatnie badania wskazują, że jednym z bardziej efektywnych narzędzi w tym zakresie jest tzw. aktywny ekran, który polega na wyróżnieniu pól ekranu, za pośrednictwem których inicjuje się szybko wybrane operacje. Obszary te stanowią integralną częśći graficznego obrazka reprezentującego przebieg pomiaru,

### 1.4.7. Zarządzanie inspekcjami

Do programu wbudowano obsługę bazy danych zawierającą wyniki pomiarów oraz dane urządzeń nawigacyjnych. Duża ilość urządzeń pomiarowych oraz konieczność gromadzenia danych pomiarowych w spójny sposób powoduje, że baza danych ma skomplikowaną strukturę, a użytkownik bardzo utrudnione zadanie przy zarządzaniu nimi. Tu warto wspomnieć, że pełna realizacja pomiaru niektórych urządzeń wymaga wykonania kilkudziesięciu lotów pomiarowych i zgromadzenia z nich wyników pomiarów. W rezultacie wprowadzenia tej funkcji programu wyniki są łatwo dostępne w samej procedurze pomiarowej. Wbudowane mechanizmy dzięki możliwości tworzenia dla inspekcji dowolnych nazw, kasowania ich i sortowania znacznie ułatwiają tworzenie nowych i korzystanie z danych już istniejących, co skraca czas potrzebny na obsługę w trakcie realizacji pomiarów.

### **1.4.8. Baza danych urządzeń**

Funkcja ta umożliwia wprowadzanie do bazy danych informacji o naziemnych urządzeniach nawigacyjnych oraz modyfikację ich parametrów. Bazę danych stanowi plik zawierający informacje o infrastrukturze naziemnej urządzeń nawigacyjnych potrzebnej przy wykonywaniu pomiarów inspekcyjnych. Zawiera on m. in. położenie urządzeń nawigacyjnych oraz podstawowe parametry z nimi związane (np. nazwa urządzenia, częstotliwość nadawania itp.). Informacje zawarte w bazie danych wykorzystywane są przez programy pomiarowe w czasie tworzenia inspekcji pomiarowych. Możliwość ingerencji w bazę danych powoduje, że program pomiarowy staje się bardziej uniwersalny. Zmiany i modyfikacje zawartych w bazie parametrów mogą być dokonywane dla urządzeń:

- VOR/DME
- Urządzeń nawigacyjnych lotnisk (ILS, DME, MARKER)
- NDB
- VHF

Baza danych zawiera również listę inspektorów uprawnionych do prowadzenia pomiarów firmujących swoim nazwiskiem raport dopuszczający dane urządzenie do eksploatacji.

### **1.4.9. Mapa symboliczna**

Funkcja wyświetlająca w czasie rzeczywistym sylwetkę samolotu na symbolicznej mapie z centrum w punkcie lokalizacji mierzonego urządzenia. Na mapie tej wyświetlane są dodatkowe informacje związane z realizacją pomiaru, co pozwala na łatwe planowanie kolejności realizacji procedur pomiarowych.

## 2. USTAWIENIA POCZĄTKOWE

### 2.1. Parametry dla urządzeń naziemnych

#### 2.1.1. Wstęp

W Tabeli 10 zestawiono formaty danych używane przy wprowadzaniu danych początkowych konfigurujących system.

#### 2.1.2. Parametry niezależne od typu urządzenia

Tabela 10: Formaty danych

- **nazwa** - dowolny ciąg o długości do 32 znaków,
- **deklinacja** - wartość aktualna w formacie  $\pm s.s^\circ$
- **identyfikator** - trzy litery

| Parametr               | Format       |
|------------------------|--------------|
| położenie geograficzne | sss°mm,mmmm' |
| położenie katowe       | sss,ss [°]   |
| Częstotliwości         | ccc.cd [MHz] |
| Odległość              | mm.mm [NM]   |

#### 2.1.3. Urządzenia typu ILS

- **kategoria** - 1, 2, 3,
- **położenie geograficzne anten LOC** w postaci pary liczb określających odpowiednio szerokość i długość geograficzną
- **odległość progu drogi startowej** odległość progu od anten LOC,
- **częstotliwość LOC**,
- **identyfikator**,
- **deklinacja magnetyczna**,
- **położenie teodolitu dla LOC** - odległość od środka anten oznaczona  $d_{xteo}$
- **odległość końca pasa do anten** - odległość pomiędzy końcem pasa a środkiem anten kierunku oznaczona  $d_{tx}$
- **położenie punktów A, B, C/TH, D, E** - odległość od progu pasa drogi startowej oznaczone odpowiednio  $d_{ta}, d_{tb}, d_{tc}, d_{td}, d_{te}$
- **długość pasa**  $d_{tt}$ ,
- **kierunek lądowania** ([°]),
- **szerokość sektora kierunku** - wartość publikowana dla pracy normalnej, w alarmie szerokim i w alarmie wąskim,
- **szerokość sektora kierunku** - wartość publikowana,
- **szerokość sektora kierunku** - wartość publikowana,
- **kąt ustawienia ścieżki** - oznaczony  $\hat{\Theta}$  - wartość publikowana,
- **szerokość sektora ścieżki** - wartość publikowana
- **DME** - znacznik, że DME jest zainstalowane,
- **położenie geograficzne anten DME** w postaci pary liczb określających odpowiednio szerokość i długość geograficzną,
- **offset DME - stałe przesunięcie wskazań** ( $R_{\Delta dme}$ ) - liczba, którą trzeba odjąć od wskazań, aby uzyskać rzeczywistą odległość DME samolot,
- **dane dotyczące stacji odniesienia GPS** - dane dla inicjacji stacji odniesienia GPS, w tej wersji oprogramowania nie używane.

#### 2.1.4. Urządzenia typu VOR

- **położenie geograficzne**,
- **położenie teodolitu** - kąt VOR-teodolit, odległość teodolitu od VOR
- **częstotliwość pracy**,
- **promień orbity pomiarowej**,
- **promień orbity zasięgowej**,



- **kierunki korytarzy,**
- **identyfikator,**
- DME - **znacznik**, że DME jest zainstalowane,
- **deklinacja magnetyczna,**
- **dane dotyczące stacji odniesienia GPS** – dane dla inicjacji stacji odniesienia GPS, w tej wersji oprogramowania nie używane.

### 2.1.5. Urządzenia typu ADF

- **położenie geograficzne,**
- **częstotliwość pracy,**
- **identyfikator,**
- **dane dotyczące stacji odniesienia GPS** – dane dla inicjacji stacji odniesienia GPS, w tej wersji oprogramowania nie używane.

### 2.1.6. Urządzenia typu VHF

- **położenie geograficzne,**
- **dane dotyczące stacji odniesienia GPS** – dane dla inicjacji stacji odniesienia GPS, w tej wersji oprogramowania nie używane.

## 2.2. Parametry filtrów

### 2.2.1. Filtracja programowa

Wymienione w Tabeli 11 sygnały są przed rejestracją filtrowane filtrem programowalnym jednobiegunowym o podanej stałej czasowej. Nastawienie stałej filtra na "0" jest równoważne z wyłączeniem filtra.

Tabela 11: Stałe czasowe filtrów programowych

| <b>sygnał</b> | <b>wartość typowa</b> | <b>wartość max</b> | <b>wartość min</b> |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| VOR.OBR       | 0s                    | 10s                | 0s                 |
| LOC.DEV       | 0s                    | 10s                | 0s                 |
| GS.DEV        | 0s                    | 10s                | 0s                 |

Wymienione w Tabeli 12 sygnały są przed rejestracją filtrowane filtrem jednobiegunowym o podanej stałej czasowej. Nastawienie stałej filtra na "0" jest równoważne z wyłączeniem filtra.

Tabela 12: Stałe czasowe filtrów sprzętowych

| <b>Sygnał</b>              | <b>wartość typowa</b> | <b>wartość max</b> | <b>wartość min</b> | <b>Uwagi</b> |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| <b>%MOD<sub>loc</sub></b>  | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>%MOD<sub>gs</sub></b>   | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>loc</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>mkr</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>gs</sub></b>     | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>IDMOD<sub>REF</sub></b> | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>%MOD<sub>SCR</sub></b>  | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>%MOD<sub>SCR</sub></b>  | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>vor</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>adf</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>vhf</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SS<sub>dme</sub></b>    | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>SQR</b>                 | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |
| <b>%RPL</b>                | 0s                    | 16s                | 0s                 | co 1/8s      |

## 2.3. Parametry sterujące ekranami pomiarowymi

W Tabeli 13 zestawiono parametry określające sposób obrazowania wyznaczanych na bieżąco wielkości w trakcie realizacji pomiarów. Dla parametrów, dla których podano granice ich aktualną wartość określa się w konfiguracji programu. Pozostałe parametry nie podlegają modyfikacji i są ustalone.

Tabela 13: Parametry zobrazowywania na ekranie

| parametr  | wartość typowa |
|---|----------------|
| Czas co jaki odświeżane są wykresy słupkowe i skojarzone z nimi wartości liczbowe | 0.6s           |
| Czas co jaki odświeżane są wartości liczbowe mierzonych wielkości                 | 0.6s           |
| Histeresa przy przełączaniu zakresu dla obrazowania położenia samolotu            | 10%            |

## 2.4. Kalibracja

W Tabeli 14 zestawiono podstawowe parametry dla procedury kalibracji torów pomiarowych. W trakcie kalibracji automatycznej odbiornika nawigacyjnego wartość mierzona jest wczytywana po określonym dla niej opóźnieniu liczonym od momentu ustawienia wartości parametrów generatora. Zmiany ustawienia tego opóźnienia można dokonać w trybie serwisowym.

Tabela 14: Parametry procedur kalibracyjnych.

| Parametr                                 | Typowo   |
|--|----------|
| Czas ustalania się sygnałów z dbiorników | 10s      |
| Częstotliwość LOC                        | 110.1MHz |
| Częstotliwość VOR                        | 114.9MHz |
| Częstotliwość ADF                        | 350kHz   |

## 2.5. Parametry wskaźnika pilota

Pilot jest wyposażony w dwa wskaźniki. Jeden standardowy wskaźnik dewiacji kursu (CPI) i dodatkowy alfa-numeryczny pokazujący odchylenie kursu tylko w poziomie. Czułość obu wskaźników może być dobierana w trybie serwisowym – plik tekstowy wskaźnik.ini<sup>7</sup>, w którym dla poszczególnych urządzeń, rodzajów pomiaru i rodzaju wskaźnika podana jest wartość dla pełnego wychylenia odpowiedniego wskaźnika. W celu zwiększenia precyzji wartości:

- dla kątów podaje się \*10,
- dla odległości \*5

<sup>7</sup> Podanie złych wartości w tym pliku może spowodować nieprawidłowe wskazania wskaźników w kokpicie i w efekcie zagrożenie zakłócenia pilotażu samolotu!!!

## 3. KALIBRACJA

### 3.1. Wstęp

Opisana w tym punkcie procedury kalibracji torów pomiarowych mają za zadanie zminimalizowanie błędów pomiarowych powstających w wyniku zmian parametrów urządzeń pracujących w tych torach a w szczególności odbiorników pokładowych urządzeń nawigacyjnych. Drugim zadaniem jest wyznaczenie współczynników proporcjonalności pozwalających na przeliczanie mierzonych sygnałów wejściowych na interesujące nas wielkości.

Niezależnie od procedur pełnej kalibracji jest możliwe sprawdzenie wrywkowe (test torów pomiarowych) dla odbiorników nawigacyjnych. Test ten ma za zadanie ewentualne wykrycie pomiędzy kolejnymi pomiarami w trakcie wykonywania inspekcji urządzeń pojawienia się ewentualnych dużych błędów na skutek zmian parametrów odbiorników. Test ten można wykonać tylko dla odbiornika nawigacyjnego. W wyniku jego działania otrzymujemy jedynie informację o przydatności odbiorników do dalszych pomiarów. Nie jest natomiast wykonywana jakakolwiek korekta współczynników kalibracyjnych. O przydatności odbiorników do dalszych pomiarów decyduje inspektor prowadzący pomiary na podstawie wyznaczonych uchybów pomiarowych dla poszczególnych wielkości.

Na podstawie realizacji procedur kalibracyjnych wyznaczane są tablice służące dalej do korygowania wielkości wartości mierzonych. Tablice te zawierają tylko współczynniki dla wybranych punktów pomiarowych. Dla każdej wielkości kalibrowanej w kolejnych rozdziałach wymieniono punkty, w których jest wykonywana kalibracja. Wartości wielkości mierzonych pomiędzy punktami kalibracji będą określone drogą interpolacji.

Dla odbiorników ADF, VHF, DME kalibracja realizowana jest ręcznie. Na ekranie kolejno będą wyświetlane teksty opisujące wartości nastaw generatorów. Tablice kalibracyjne są tworzone analogicznie jak przy kalibracji automatycznej.

W celu umożliwienia obserwacji zmian parametrów urządzeń i wykrycia powstania ewentualnych uszkodzeń uniemożliwiających ich skalibrowanie, w trakcie realizacji poszczególnych procedur na ekranie są wyświetlane aktualne wartości sygnałów z uwzględnieniem poprzednio wyznaczonych funkcji kalibracyjnych. Jedynie w przypadku sygnałów czytanych od razu w postaci cyfrowej poprzez interfejs ARINC, a mianowicie LOC.DEV, GS.DEV i VOR.OBR nie wyświetla się wartości z procedury kalibracyjnej, a bezpośrednio wartości wymienionych sygnałów.

### 3.2. Odbiornik nawigacyjny

#### 3.2.1. Wstęp

Podane w tym rozdziale wartości napięć sygnałów w.c.z. dla odbiorników nawigacyjnych określają wartości nominalne na wejściach antenowych odpowiednich odbiorników. Faktyczne napięcia, na które ustawiany jest generator wzorcowy uwzględniają tłumienie przełącznika w.c.z. i rozdzielacza w torze antenowym. Stałe te są zapisane w danych konfiguracyjnych.

Wartości podane w  $\mu A$  są wyliczane z otrzymywanych za pośrednictwem interfejsu ARINC wartości odpowiednich wielkości wyrażonych w DDM wg. następujących zależności

→ dla kierunku (LOC)

$$0.155I_{\mu A} = 150D_{DDM} \quad (4)$$

→ dla ścieżki (GS)

$$0.175I_{\mu A} = 150D_{DDM} \quad (5)$$

Odczytu sygnału wyjściowego z urządzenia dokonuje się po upływie ustawionego opóźnienia na ustalenie się sygnałów mierzonego od chwili podania z generatora wzorcowego sygnału na wejście antenowe. Wartość opóźnienia jest definiowana w danych początkowych.

Sygnały podane w dBm odnoszą się do 1mW i impedancji 50 $\Omega$ .

**3.2.2. LOC.DEV - dewiacja kursu kierunku**

W trakcie procedury dla sygnału LOC.DEV wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\eta = \gamma(LOC.DEV) \quad [\mu A] \quad (6)$$

gdzie:

$\eta$  dewiacja kursu kierunku,  
**LOC.DEV** różnica głębokości modulacji kierunku sygnał wejściowy

Poziom sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja normalna, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych. W poniższej tabelicy podano punkty kalibracyjne. Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.3. GS.DEV - dewiacja kursu ścieżki schodzenia**

Tabela 15: Punkty kalibracyjne LOC

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\vartheta = \gamma(GS.DEV) \quad [\mu A]$$

Sygnał na wejściu antenowym: 700μV, normalna modulacja, strojenie - odpowiadające dla LOC.DEV. W poniższej tabelicy podano punkty kalibracyjne. Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

| Punkt |                    |
|-------|--------------------|
| [μA]  | [DDM] <sup>8</sup> |
| -150  | (2)-0,155          |
| -90   | -0,093             |
| 0     | 0                  |
| 90    | 0,093              |
| 150   | 0,155              |

**3.2.4. LOC.%MOD - głębokość modulacji**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

Tabela 16: Punkty kalibracyjne GS

$$\%MOD_{loc} = \gamma(LOC.\%MOD)$$

gdzie:

$\%MOD_{loc}$  głębokość modulacji sygnału kierunku,  
**LOC.%MOD** sygnał z odbiornika nawigacyjnego z toru demodulatora kierunku,

- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja = 0%, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika analogowo/cyfrowego liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{loc} = 0$
- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja normalna 40%, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika analogowo/cyfrowych liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{loc} = 40\%$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

| Punkt |                       |
|-------|-----------------------|
| [μA]  | (3)[DDM] <sup>9</sup> |
| -150  | -0,175                |
| -78   | -0,091                |
| 0     | 0                     |
| 78    | 0,091                 |
| 150   | 0,175                 |

**3.2.5. GS.%MOD - głębokość modulacji**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\%MOD_{gs} = \gamma(GS.\%MOD) \quad (9)$$

- Sygnał na wejściu antenowym: 700μV, modulacja = 0% , strojenie - odpowiadające jak dla LOC.%MOD - odczytanej z przetwornika analogowo/cyfrowego liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{gs} = 0$
- Sygnał na wejściu antenowym: 700μV, normalna modulacja (80%), strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych. Odczytanej z przetwornika analogowo/cyfrowego liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{gs} = 80\%$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

<sup>8</sup> wartości ujemne dla 150 (prawy półsektor)  
<sup>9</sup> wartości ujemne dla 90Hz (górny półsektor)

**3.2.6. LOC.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{loc} = \gamma(LOC.AGC) \quad (10)$$

gdzie:

$SS_{loc}$  siła sygnału

**LOC.AGC** sygnał wejściowy z toru wzmacnienia LOC odbiornika nawigacyjnego.

Sygnał na wejściu antenowym: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z danymi konfiguracyjnymi. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom sygnału wejściowego LOC.AGC.

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.7. GS.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{gs} = \gamma(GS.AGC) \quad (11)$$

Sygnał na wejściu antenowym: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000μV, normalna modulacja, strojenie odpowiadające jak dla LOC.AGC. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom sygnału GS.AGC. Ze względu na charakterystykę odbiornika rezultaty z pomiarów dla wartości < 10μV mogą być obciążone dużym błędem i pozwalają stwierdzić jedynie, że rzeczywisty sygnał wejściowy jest również mniejszy od 10μV, co dla potrzeb kontroli urządzeń nawigacyjnych jest informacją wystarczającą.

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.8. MKR.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{mkr} = \gamma(MKR.AGC) \quad (12)$$

Sygnał na wejściu antenowym: 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000μV, modulacja = 0%, strojenie - 75MHz, czułość - niska (LO SENS.)

Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom MKR.AGC.

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.9. VOR.OBR - namiar**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\alpha_{vor} = \gamma(VOR.OBR) \quad [^\circ] \quad (13)$$

Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych.

Sygnał z generatora NAV: 0, 10, 20, ..350° FROM -- odczytanej liczbie przypisać odpowiednio wartość  $\alpha_{vor} = 0, 10, 20..350^\circ$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.10. VOR.REF - indeks modulacji**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$IDMOD_{ref} = \gamma(VOR.REF) \quad (14)$$

→ Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja SUBCAR = 0%, strojenie - zgodnie z konfiguracją; odczytanej wartości sygnału przypisać wartość  $IDMOD_{ref}=0$

→ Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z konfiguracją, odczytanej z przetwornika analogowo/cyfrowego liczbie przypisać wartość  $IDMOD_{ref}=16$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.11. VOR.VAR - głębokość modulacji**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\%MOD_{var} = \gamma(VOR.VAR) \quad (15)$$

- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja VAR = 0%, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{var}=0\%$ .
- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{var}=30\%$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.12. VOR.SUBCAR- głębokość modulacji**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\%MOD_{scr} = \gamma(VOR.SCR) \quad (16)$$

- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, modulacja SUBCAR=0%, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{scr}=0$ .
- Sygnał na wejściu antenowym: 100μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych; odczytanej z przetwornika liczbie przypisać wartość  $\%MOD_{scr}=30$ .

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.2.13. VOR.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{vor} = \gamma(VOR.AGC) \quad (17)$$

Sygnał na wejściu antenowym: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000μV, normalna modulacja, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się wartość VOR.AGC.

Sygnał ten kalibrowany jest automatycznie.

**3.3. Odbiornik DME****3.3.1. DME.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{dme} = \gamma(DME.AGC) \quad (18)$$

Sygnał na wejściu antenowym: -20, -30, -60, -70, -75, -80, -85, -90dBm, strojenie zgodnie z danymi konfiguracyjnymi odpowiadające kalibracji VOR. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom DME.AGC. Ze względu na charakterystykę odbiornika rezultaty z pomiarów dla wartości > -60dBm mogą być obciążone dużym błędem i pozwalają stwierdzić jedynie, że rzeczywisty sygnał wejściowy jest również większy od -60dBm, co dla potrzeb kontroli urządzeń nawigacyjnych jest informacją wystarczającą.

Kalibracja tego parametru jest realizowana ręcznie. Operator po otrzymaniu odpowiedniego komunikatu jest odpowiedzialny za odpowiednie ustawienie generatora.

**3.3.2. DME SQUITTER RATE**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SQR = \gamma(DME.SQR) \quad (19)$$

Sygnał na wejściu antenowym: -50dBm, strojenie zgodnie z danymi konfiguracyjnymi odpowiadające kalibracji VOR.

Dla sygnału testującego równego TEST SQ. RATE = off i 2700 odczytać i zarejestrować wartość sygnału SQUITTER RATE.

Kalibracja tego parametru jest realizowana ręcznie. Operator po otrzymaniu odpowiedniego komunikatu jest odpowiedzialny za odpowiednie ustawienie generatora.

### **3.3.3. DME.%REPLY**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$\%RPL = \gamma(DME.RPL) \quad (20)$$

Sygnał na wejściu antenowym: -50 dB, strojenie zgodnie z danymi konfiguracyjnymi odpowiadające kalibracji VOR.

Dla sygnału testującego równego TEST REPLY EFF = 100% odczytać i zarejestrować wartość sygnału DME.RPL. Następnie ustawić na generatorze wartość sygnału na 30% i po czasie ustalania się zarejestrować wartość DME.RPL.

Kalibracja tego parametru jest realizowana ręcznie. Użytkownik po otrzymaniu odpowiedniego komunikatu jest odpowiedzialny za odpowiednie ustawienie generatora.

## **3.4. ADF.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{adf} = \gamma(ADF.AGC) \quad (21)$$

Sygnał na wejściu antenowym: 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000μV, modulacja=0%, strojenie zgodnie z ustawieniem w danych początkowych. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom ADF.AGC.

Procedura realizowana ręcznie. Zmiana ustawienia generatora na odpowiednią wartość jest akceptowana przez operatora.

## **3.5. VHF.AGC - siła sygnału**

W trakcie procedury wyznaczana jest następująca funkcja kalibracji:

$$SS_{vhf} = \gamma(VHF.AGC) \quad (22)$$

Sygnał na wejściu antenowym 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000μV, modulacja=0%, strojenie - dowolny kanał łączności fonicznej. Dla każdego poziomu sygnału w.cz. rejestruje się poziom VHF.AGC.

Ponieważ odbiornik ten nie jest strojony automatycznie operator po otrzymaniu odpowiedniego komunikatu jest odpowiedzialny za odpowiednie ustawienie generatora i głowicy sterującej odbiornikiem.

## 4. POMIAR

### 4.1. Wstęp

#### 4.1.1. Podstawowe zależności

W trakcie realizacji procedur pomiarowych i generacji raportów na podstawie zarejestrowanych wartości sygnałów są wyznaczane między innymi wartości liczbowe i przebiegi czasowe następujących wielkości:

##### AZYMUT SAMOLOTU MIERZONY TEODOLITEM

Azymut położenia samolotu względem kierunku odniesienia (KO) urządzenia nawigacyjnego wyznacza się na podstawie wskazań otrzymanych z teodolitu w następujący sposób:

$$\alpha_{teo} = \tilde{\alpha}_{teo} - \Delta\alpha_{teo} \quad [^\circ] \quad (23)$$

gdzie:

$\tilde{\alpha}_{teo}$  azymut samolotu mierzony z pozycji teodolitu,

$\Delta\alpha_{teo}$  poprawka na ustawienie teodolitu nie w punkcie odniesienia (PO).

Zakłada się, że kąt  $\tilde{\alpha} = 0^\circ$  pokrywa się z kierunkiem odniesienia (KO).

Pomiar jest wskazaniem teodolitu skorygowanym o poprawkę (wzór 24) wynikającą z faktu umieszczenia teodolitu w innym miejscu niż punkt odniesienia (PO). Wyznaczenie poprawki wymaga, aby była znana odległość punkt odniesienia (PO)-samolot, np. z DME lub GPS. Jeśli odległość ta nie jest znana przyjmuje się, że  $\Delta\alpha_{teo}$  nie może być wyznaczone i jest sygnalizowany błąd. Pomiar jest realizowany w odległości większej od 30 R, poniżej tej odległości  $\Delta\alpha_{teo}$  nie może być wyznaczone i jest sygnalizowany błąd.

$$\Delta\alpha_{TEO} = \arcsin \frac{R}{r} \sin(\tilde{\alpha}_{TEO} - A_{pt}) \quad [^\circ] \quad (24)$$

gdzie:

$R$  odległość teodolitu od PO

$r$  odległość samolotu od PO

$A_{pt}$  azymut kierunku PO-teodolit względem KO

##### ODLEGŁOŚĆ SAMOLOTU WYZNACZANA Z GPS

Odległość pomiędzy położeniem samolotu względem punktu odniesienia (PO) urządzenia nawigacyjnego wyznacza się na podstawie wskazań otrzymanych z GPS korzystając z następującej zależności:

$$r_{gps} = 60 \sqrt{(F_S - F_U)^2 + (L_S - L_U) \cos \frac{F_S + F_U}{2}} \quad [Mm] \quad (25)$$

gdzie:

$F_S, L_S$  długość i szerokość geograficzna położenia samolotu,

$F_U, L_U$  długość i szerokość geograficzna położenia punktu odniesienia dla urządzenia,

##### AZYMUT SAMOLOTU MIERZONY PRZEZ GPS

Azymut położenia samolotu względem kierunku odniesienia (KO) urządzenia nawigacyjnego wyznacza się na podstawie wskazań otrzymanych z GPS w następujący sposób:

$$\alpha_{gps} = \arccos \frac{F_S - F_U}{r_{gps}} - \alpha_{ko} + \alpha_{dk} \quad [^\circ] \quad (26),$$

gdzie:

$F_S, L_S$  .....szerokość, długość geograficzna położenia samolotu,

$F_U, L_U$  szerokość, długość geograficzna położenia punktu odniesienia dla urządzenia,



$\alpha_{ko}$  azymut kierunku odniesienia względem północy,  
 $\alpha_{dk}$  deklinacja.

### 4.1.2. Rejestracja wartości sygnałów pomiarowych

We wszystkich procedurach pomiarowych rejestrowane są następujące wielkości:

$r_{dme}$  ..... odległość z DME sygnał wejściowy,  
 $\alpha_{teo}$  ..... azymut położenia samolotu obliczany na podstawie wskazań teodolitu telemetrycznego. Wyrażony jest jako kąt w płaszczyźnie poziomej między kierunkiem odniesienia przechodzącym przez punkt odniesienia ( PO ) a rzutem osi PO-samolot na powierzchnię ziemi, mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara, podawany w stopniach z dokładnością do 1/100° wg wzoru 3,  
 $\alpha_{gps}$  ..... azymut samolotu na podstawie wskazań GPS obliczony ze wzoru 26, w którym przyjmuje się, że punkt odniesienia znajduje się w środku anten kierunku, a kierunek odniesienia pokrywa się z kierunkiem osi pasa drogi startowej,  
 $r_{gps}$  ..... odległość samolotu obliczona na podstawie wskazań GPS ze wzoru 25, w którym przyjmuje się, że punkt odniesienia znajduje się w środku anten kierunku,  
..... odległość obliczona na podstawie deklaracji prędkości samolotu,  
 $h$  ..... aktualna wysokość z wysokościomierza kodującego,  
**RTT.FLG** ..... flaga z teodolitu telemetrycznego sygnał wejściowy,  
**RTT.IVT** ..... znacznik z teodolitu telemetrycznego - sygnał wejściowy,  
**GPS.FLG** ..... flaga GPS sygnał wejściowy,  
**GPS.NOS** ..... liczba satelitów - sygnał wejściowy,  
**GPS.EPE** ..... przybliżony błąd wyznaczania pozycji,  
**GPS.GDOP** .... Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia  
• ..... znaczniki pilota i konsoli - sygnał wejściowy.

Dodatkowo rejestrowane są jednorazowo poniższe wielkości:

**GPS.TIME** ..... aktualny czas z systemu gps - sygnał wejściowy,  
**GPS.DATE** ..... data odczytana z odbiornika GPS - sygnał wejściowy.

### 4.1.3. Ekran zarządzania inspekcjami

Ekran ten zgłasza się jako pierwszy w sekwencji po zainicjowaniu pomiaru dla wybranego zespołu urządzeń nawigacyjnych. Aby zrealizować potrzebne pomiary przed ich rozpoczęciem definiuje się symboliczną nazwę, która umożliwi w przyszłości odwoływanie się do zarejestrowanych danych. Wszystkie te dane i parametry dla urządzenia stanowiące logiczną całość związane z oceną prawidłowości jego pracy nazywa się inspekcją.

Na ekranie sterującym inspekcjami dostępne są wszystkie funkcje potrzebne do tworzenia, kasowania i wyboru inspekcji. Wszystkie pomiary realizowane są dla wybranej inspekcji, co oznacza, że wszystkie potrzebne parametry urządzenia są odczytywane z inspekcji, a nie bazy danych. Parametry urządzenia odczytywane są z bazy danych tylko raz w momencie tworzenia inspekcji.

### 4.1.4. Ekran sterujący procedur pomiarowych

#### 4.1.4.1. Nagłówek

Ekran dla wszystkich procedur pomiarowych jest taki sam. Poniżej zostaną opisane podstawowe jego elementy. W opisach poszczególnych procedur pomiarowych natomiast zdefiniowano szczegóły związane ze specyficznymi wymaganiami danej procedury pomiarowej.

Ekran ten podzielony jest na pola, którym są przypisane informacje lub funkcje. Poniżej zamieszczono krótki ich opis.

$\alpha_{teo}$  Azymut położenia samolotu obliczany na podstawie wskazań teodolitu telemetrycznego. Wyrażony jest jako kąt w płaszczyźnie poziomej między kierunkiem odniesienia przechodzącym przez punkt odniesienia ( PO ) a rzutem osi

|  |  |
|--|--|
|  | PO-samolot na powierzchnię ziemi, mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara, podawany w stopniach z dokładnością do $1/100^\circ$ wg wzoru 3.   |
| $\tilde{\varepsilon}$                    | Elewacja położenia samolotu wyznaczana na podstawie wskazań teodolitu telemetrycznego. Wielkość wyrażona jest jako kąt w płaszczyźnie pionowej jako kąt pomiędzy płaszczyzną poziomą i linią PO-samolot. Wyświetlana tu elewacja jest liczbą transmitowaną przez teodolit i jest prezentowana na ekranie bez obróbki przez program z dokładnością do $1/100^\circ$ . |
| $\alpha_{gps}$                           | Azymut położenia samolotu obliczany na podstawie danych z odbiornika GPS. Wyrażony jest jako kąt w płaszczyźnie poziomej między kierunkiem odniesienia przechodzącym przez punkt odniesienia ( PO ) a rzutem osi PO-samolot na powierzchnię ziemi, mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara, podawany w stopniach z dokładnością do $1/10^\circ$ wg wzoru 3        |
| $r_{gps}$                                | Odległość w milach morskich samolotu od wybranego punktu charakterystycznego (mierzona po powierzchni ziemi). Liczba wyznaczana przez program na podstawie pozycji (współrzędnych geograficznych) samolotu otrzymywanych z GPS'a wg. wzoru 3 skorygowana o odległość punktu charakterystycznego od punktu odniesienia (PO).  |
| <b>GPS.NOS</b>                           | Aktualna ilość satelitów (0..9) - sygnał wejściowy wyświetlany bezpośrednio z danych odbiornika GPS,   |
| <b>GPS.EPE</b>                           | Przybliżony błąd pozycji. - sygnał wejściowy wyświetlany bezpośrednio z danych odbiornika GPS.   |
| <b>GPS.GDOP</b><br><b><u>"14.57"</u></b> | Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia. bieżący czas: godzina.minuta. Czas odczytywany jest z zegara komputera. Czas ten jest synchronizowany z czasem UTC podawanym przez GPS.   |
| <b>Promień</b>                           | Kąt między kierunkiem odniesienia a kierunkiem badanego kursu, mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara, podawany w pełnych stopniach. Liczba ta stanowi parametr trajektorii lotu i pozostaje w czasie pomiaru stała. Jest ona wybierana na podstawie wyboru procedury pomiarowej przez operatora z listy na podstawie bazy danych.                               |
| <b>Okrag</b>                             | Promień okręgu o środku w punkcie odniesienia, po którym ma krążyć samolot w trakcie realizacji procedury pomiarowej. Liczba ta stanowi parametr trajektorii lotu i pozostaje w czasie pomiaru stała. Jest ona wybierana na podstawie wyboru procedury pomiarowej przez operatora z listy na podstawie bazy danych.  |
| <b>DGPS/GPS</b>                          | Tryb pracy odbiornika GPS odczytany z jego słowa stanu.  |
| <b>DIFF/NDIFF</b>                        | Napis <b>DIFF</b> pojawia się na ekranie, jeśli torem komunikacyjnym telemetrii są transmitowane poprawki dla odbiornika GPS, inaczej na ekranie jest napis <b>NDIFF</b>   |

W opisach poszczególnych procedur pomiarowych zostaną zdefiniowane wymienione wyżej pojęcia jak punkt odniesienia i kierunek odniesienia oraz szczegóły związane z wyznaczaniem wymienionych wielkości.

#### **4.1.4.2. Funkcje sterujące**

Na ekranach sterujących procedur pomiarowych używane są między innymi następujące funkcje sterujące:

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b><u>POL-V</u></b> | rozpoczęcie procedury badania wpływu polaryzacji pionowej. Menu zawierające cztery pozycje, służące do obsługi badania efektu polaryzacji pionowej:  |
| <b><u>PRAWO</u></b> | po pochyleniu przez pilota samolotu w prawo o $30^\circ$ operator, po ustabilizowaniu się przechyłu, "przyciska" ten klawisz. Sposób mierzenia sygnałów nie ulega zmianie a wyniki zarejestrowane przez najbliższe dwie sekundy służą do ilościowej oceny efektu polaryzacji pionowej. |
| <b><u>ZERO</u></b>  | powrót do lotu poziomego. Dalej analogicznie jak poprzednio, z tym, że pomiar odbywa się przy ustalonym locie poziomym.  |

**LEWO** analogicznie jak poprzednio, z tym, że pomiar odbywa się przy ustalonym przechyle samolotu o  $30^\circ$  w lewo.

**KONIEC** powrót do przerwanej procedury.

Wszystkie cztery nazwy faz procedury badania wpływu efektu polaryzacji pionowej wyświetlane są kolejno na miejscu "klawisza" POL-V.

Wszystkie wyniki zarejestrowane w czasie badania efektu polaryzacji pionowej są wyłączone z analizy parametrów dla realizowanej procedury.

**Start** Uruchomienie rejestracji i analizy wstępnej wyników pomiarów. Każde kolejne "naciśnięcie klawisza" **Start** powoduje, że zarejestrowane dotychczas w trakcie trwania procedury pomiarowej dane zostają usunięte a rejestracja i analiza rozpoczynają się od nowa. Funkcję tę zastosowano po to, aby operator mógł obserwować przebiegi sygnałów zanim uzna za celową ich rejestrację. Jeżeli operator nie uaktywni funkcji **Start** wyniki pomiarów obserwowane od momentu otwarcia okna sterującego pomiarem nie zostaną zarejestrowane.

**Restart** Podobnie jak opisana wyżej funkcja **Start** uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. W odróżnieniu od funkcji **Start** rejestracja realizowana jest na kolejnym odcinku i nie powoduje wykasowania dotychczas zarejestrowanych danych. Funkcja ta staje się aktywna po wstrzymaniu rejestracji funkcją **Stop** i nie jest dostępna we wszystkich procedurach pomiarowych.

**Stop** Zakończenie lub zawieszenie rejestracji i bieżącej analizy. Na ekranie pozostaje jego ostatnia zawartość. Nadal są jednak aktywne wykresy słupkowe i wyświetlane wartości liczbowe wybranych wielkości. W tej fazie dokonywana jest przez operatora wstępna ocena zarejestrowanych przebiegów. Dostępne są mechanizmy prezentacji wyników, które działały również w czasie trwania pomiaru. Jeżeli na tej podstawie operator uzna pomiar za przeprowadzony prawidłowo zatwierdza wyniki funkcją **Analiza** i przechodzi do okna wstępnej analizy. Jeśli nie odrzuca dotychczas zarejestrowane dane funkcją **Wyjście**. Jeśli w danej procedurze jest dostępna funkcja **Restart** jej użycie pozwala wznowić wstrzymaną rejestrację na kolejnym odcinku.

**Analiza** Wyniki pomiaru są "ważne". Na podstawie zarejestrowanych danych dokonywana jest analiza a jej wyniki pokazywane są na ekranie w postaci raportu.

**Wyjście** Powrót do poprzedniego ekranu niezależnie od fazy pomiaru. Jeżeli pomiar nie jest zakończony lub wyniki nie są zaakceptowane operator zostanie poproszony o potwierdzenie zlecenia.

**Drukuj** Drukuj raportu dla aktualnej procedury i wybranego zestawu wykresów. Na ekranie pozostaje wynik analizy w postaci tekstowej. W definicji poszczególnych funkcji zdefiniowano zawartość poszczególnych zestawów raportów.

**K** Włączenie/wyłączenie kursora. Z funkcją tą związane są dwa klawisze sterujące  $\leftarrow$  i  $\rightarrow$ , które służą do przemieszczanie kursora oraz  $\uparrow$  i  $\downarrow$ , które służą do zmiany skali wykresu.

Nazwą "kursor" będzie określany dalej mechanizm programowy służący do dokładnego odczytywania wartości sygnału prezentowanego w postaci graficznej oraz znacznik na ekranie wskazujący miejsce, którego dotyczą dane w dodatkowym oknie tekstowym.

Funkcję "kursor" włącza się i wyłącza klawiszem **K**. Po jego "naciśnięciu" na wykresach liniowych pojawia się pionowa linia przebiegająca punkty odpowiadające bieżącemu pomiarowi. Na ekranie wyświetlana jest tabela zawierając położenie oraz odpowiadające wartości wszystkich sygnałów pokazywanych na ekranie w postaci wykresów liniowych. W przypadku, gdy na jeden punkt na ekranie przypada więcej niż jedna próbka pomiarowa, punktowi temu przypisuje się wartość najbardziej niekorzystną (patrz str. 1-5).

**DME** Przełącz na ekran wyświetlający dane pomiarowe sprzężonej procedury DME. Funkcja aktywna tylko w przypadku zainicjowania łącznej procedury dla dwóch urządzeń.

**NAV** Przełącz na ekran wyświetlający dane pomiarowe sprzężonej procedury dla odbiornika nawigacyjnego. Funkcja aktywna tylko w przypadku zainicjowania łącznej procedury dla dwóch urządzeń.

#### **4.1.4.3. Pole wykresów**

W podstawowym trybie na ekranie znajdują się dwa wykresy liniowe. Każdy z nich można wyświetlić na całym polu wykresów liniowych (bez zmiany podziałki na osiach współrzędnych). Przełączanie wykresów odbywa się przez wybieranie wyróżnionego pola odpowiedniego wykresu wielkości. Przyciśnięcie jednego z wymienionych pól w momencie, gdy odpowiadający mu wykres jest już wyświetlany, powoduje wyłączenie tego wykresu i jednocześnie wyświetlenie drugiego wykresu na całej dostępnej przestrzeni ekranu. Na ekranie musi być co najmniej jeden wykres.

W sytuacji, gdy na ekranie znajduje się jeden powiększony wykres uaktywnione zostają "klawisze"  $\uparrow$  i  $\downarrow$ . Ich użycie powoduje zmianę podziałki na osi pionowej wg. ciągu 10-5-2. Oznaczenia osi pionowych uzależnione są od rodzaju wyświetlanego sygnału i wybranej skali.

## **4.2. Pomiar nadajnika kierunku ILS**

### **4.2.1. Wstęp**

#### **4.2.1.1. Podstawowe zależności**

W trakcie realizacji procedur pomiarowych i generacji raportów na podstawie zarejestrowanych wartości sygnałów są wyznaczane między innymi wartości liczbowe i przebiegi czasowe następujących wielkości:

**KĄT USTAWIENIA KIERUNKU DLA WYBRANEJ DEWIACJI:**

$$H^s(i) = \alpha_o(i) + \frac{\eta_s - \eta(i)}{300} X_{loc} \quad [^\circ] \quad (27)$$

gdzie:

$H^s$  .....kąt ustawienia kierunku dla  $\eta_s$  wartość chwilowa. Jest to kąt pomiędzy kierunkiem odniesienia urządzenia pomiarowego, a kierunkiem dla którego:

$$\eta(i) = \eta_s;$$

$\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 0, 75, 150;

$s$  .....indeks wskazujący dewiację wyznaczanego kierunku, liczba -150, -75, 0, 75, 150;

$\alpha_o$  .....azymut położenia samolotu wyznaczony z wybranego urządzenia odniesienia;

$X_{loc}$  .....przyjęta wartość szerokości kursu kierunku - jako wartość domyślną przyjmuje się szerokość publikowaną wprowadzaną jako parametr urządzenia w danych początkowych, którą przed rozpoczęciem procedury pomiarowej można zmienić ręcznie.

Minimalizację uchybu przy wyznaczaniu tej wielkości spowodowanego niedokładnością przyjętej do obliczeń wartości szerokości kierunku uzyskuje się minimalizując wartość dewiacji kursu kierunku przez odpowiednie prowadzenie samolotu dokładnie na kursie zgodnie ze wskazaniem nawigacyjnego odbiornika pokładowego.

Ponieważ przyjęta do obliczeń szerokość sektora kierunku  $X_{loc}$  może różnić się od wartości rzeczywistej, to w przypadku lotu po trajektorii różnej od prostej o dewiacji  $\eta_s$  powstanie uchyb wyznaczania kąta wybranego kierunku. Jego wartość zależy od dokładności określenia kąta szerokość sektora i od wielkości odchylenia toru lotu od wspomnianej trajektorii. Liczbowo wartość tego uchybu oblicza się z poniższego wzoru.

**UCHYB WYZNACZANIA KĄTA WYBRANEGO KIERUNKU NA PODSTAWIE WZORU 27:**

$$\partial H^s(i) = \frac{\eta_s - \eta(i)}{300} \partial X_{loc} \quad [^\circ] \quad (28)$$

gdzie:

$\partial X_{loc}$  .....uchyb określenia wartości szerokości sektora kierunku - różnica pomiędzy rzeczywistą szerokością sektora kierunku a szerokością przyjętą do obliczeń;

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 0, 75, 150.

We wzorze 27 można dokonać obliczeń iteracyjnych i w miejsce przyjętej szerokości sektora podstawić wartość aktualnie wyznaczonego kąta według wzory

$$X_{loc}(j) = \frac{300}{\eta_s} (H^s(i, j-1) - H^0) \quad [^\circ] \quad (29)$$

gdzie:

$j$  .....krok obliczeń.

W ten sposób powstaje szereg potęgowy zapisany rekurencyjnie jako:

$$H^s(i, j) = \alpha_o(i) - \frac{\eta_s - \eta(i)}{300} H^0 + \frac{\eta_s - \eta(i)}{\eta_s} H^s(i, j-1) \quad [^\circ] \quad (30)$$

zbieżny jeśli:

$$\left| \frac{\eta_s - \eta(i)}{\eta_s} \right| < 1, \quad (31)$$

a granicą szeregu jest:

$$j \rightarrow \infty \quad H^s(i) = \alpha_o(i) - \frac{\eta_s - \eta(i)}{300} H^0 \quad (32)$$

Kąt ustawienia kierunku dla wybranej dewiacji można również wyznaczyć mając kąt ustawienia osi ze wzoru 33.

#### KĄT USTAWIENIA KIERUNKU DLA WYBRANEJ DEWIACJI - METODA 2:

$$H^s(i) = \frac{\alpha_o(i)\eta_s - [\eta_s - \eta(i)]H^0}{\eta(i)} \quad (33)$$

gdzie:

$H^0$  .....przyjęta wartość kąta ustawienia osi sektora kierunku;

$\alpha_o$  .....azymut położenia samolotu wyznaczony z wybranego urządzenia odniesienia;

$\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 75, 150;

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$s$  .....indeks wskazujący dewiację dla wyznaczanego kierunku, liczba -150, -75, 75, 150.

Powyższy wzór jest określony tylko dla dewiacji kursu kierunku  $\neq 0$ . Jest on wykorzystywany tylko w procedurach, gdzie warunek ten powinien być zawsze spełniony. W przypadku wystąpienia dewiacji równej 0 w pewnym punkcie pomiarowym, przyjmuje się, że pomiar w tym punkcie jest błędny i odrzuca się go stosując jednocześnie algorytm jak dla braku pomiaru (patrz str. 1-5).

Ponieważ przyjęty do obliczeń kąt ustawienia osi sektora kierunku  $H^0$  może różnić się od wartości rzeczywistej, to w przypadku lotu po trajektorii różnej od prostej o dewiacji  $\eta_s$  powstanie uchyb wyznaczania kąta wybranego kierunku. Jego wartość zależy od błędu określenia kąta ustawienia osi i od wielkości odchylenia toru lotu od wspomnianej trajektorii. Liczbowo wartość tego uchybu oblicza się z poniższego wzoru.

#### UCHYB WYZNACZANIA KĄTA WYBRANEGO KIERUNKU ZE WZORU 33:

$$\partial H^s(i) = \frac{[\eta_s - \eta(i)]}{\eta(i)} \partial H^0 \quad (34)$$

gdzie:

$\partial H^0$  .....uchyb określenia wartości kąta ustawienia osi sektora kierunku - różnica pomiędzy rzeczywistym kątem ustawienia osi sektora kierunku a wartością przyjętą do obliczeń;

$\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 0, 75, 150;  
 $\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

**MAKSYMALNY I MINIMALNY KĄT KURSU KIERUNKU DLA WYBRANEJ DEWIACJI S:**

$$\begin{aligned} H_{\max}^s &= \max_i [H^s(i)] \quad [^\circ] \\ H_{\min}^s &= \min_i [H^s(i)] \quad [^\circ] \end{aligned} \quad (35)$$

**ŚREDNI KĄT KIERUNKU NA ODCINKU O WYBRANEJ DEWIACJI S:**

$$\overline{H^s} = \frac{\sum_{i=k}^m H^s(i)}{m-k} \quad [^\circ] \quad (36)$$

gdzie:

$H^s$  .....kąt kierunku dla dewiacji s wartość chwilowa;  
 $m, k$  .....indeksy próbek pomiarowych odpowiadające odpowiednio ostatniej i pierwszej próbce w wybranym odcinku pomiarowym;

**BŁĄD KĄTA KURSU KIERUNKU DLA WYBRANEJ DEWIACJI:**

$$\Delta H^s(i) = H^s(i) - \frac{\eta_s}{300} X_{loc} \quad [^\circ] \quad (37)$$

gdzie:

$H_s$  .....kąt ustawienia kierunku dla  $\eta_s$  wartość chwilowa. Jest to kąt pomiędzy kierunkiem odniesienia urządzenia pomiarowego, a kierunkiem dla którego  $\eta(i)=\eta_s$ ;  
 $\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 0, 75, 150;  
 $s$  .....indeks wskazujący dewiację wyznaczanego kierunku, liczba -150, -75, 0, 75, 150;  
 $X_{loc}$  .....przyjęta wartość szerokości kursu kierunku - jako wartość domyślną przyjmuje się szerokość publikowaną wprowadzaną jako parametr urządzenia w danych początkowych, którą przed rozpoczęciem procedury pomiarowej można zmienić ręcznie;

**CHWILOWA WARTOŚĆ BŁĘDU KURSU KIERUNKU:**

$$\Delta \eta(i) = \eta(i) - \alpha_o(i) \frac{300}{\hat{X}_{loc}} \quad [\mu A] \quad (38)$$

gdzie:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;  
 $\hat{C}_{loc}$  .....szerokość sektora wartość publikowana - wprowadzana jako parametr urządzenia w danych początkowych - wartość ta może zostać ręcznie zmodyfikowana przed rozpoczęciem procedury pomiarowej;  
 $\alpha_0$  .....azymut położenia samolotu wyznaczony z wybranego urządzenia odniesienia.

Minimalizację uchybu przy wyznaczaniu tej wielkości spowodowanego niedokładnością wartości szerokości sektora uzyskuje się minimalizując kąt pomiędzy kierunkiem wyznaczonym jako pomiarowy a aktualnym kierunkiem lotu wyznaczonym przez linię samolot-PO przez odpowiednie prowadzenie samolotu dokładnie na kursie zgodnie ze wskazaniem urządzenia odniesienia do pomiaru kąta (zwykle teodolitu telemetrycznego).

**MAKSYMALNY I MINIMALNY BŁĄD KURSU KIERUNKU:**

$$\begin{aligned} \Delta \eta_{\max} &= \max_i (\Delta \eta(i)) \\ \Delta \eta_{\min} &= \min_i (\Delta \eta(i)) \end{aligned} \quad (39)$$

gdzie:

 $\Delta\eta$  ..... chwilowy błąd kursu kierunku (wzór 38);**ŚREDNI BŁĄD KURSU KIERUNKU,**

$$\overline{\Delta\eta(N)} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \Delta\eta(i)}{N} \quad [^\circ] \quad (40)$$

gdzie:

 $N$  ..... ilość zebranych w pomiarze próbek; $\Delta\eta$  ..... chwilowy błąd kursu kierunku (wzór 38);**ZAŁECANA SZEROKOŚĆ SEKTORA KIERUNKU:**

$$\tilde{X}_{loc} = \arctg \frac{213,36}{2(d_{t'x} + d_{tt'})} \quad [^\circ] \quad (41)$$

gdzie:

 $d_{t'x}$  ..... odległość pomiędzy końcem drogi startowej a środkiem anten; $d_{tt'}$  ..... długość drogi startowej.**4.2.1.2. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii**

Na podstawie danych odbieranych z nawigacyjnych urządzeń pokładowych, system na bieżąco wylicza błąd pilotażu i zobrazowuje go w postaci graficznej na ekranie specjalizowanego wyświetlacza umieszczonego w kokpicie w polu widzenia pilota samolotu inspekcyjnego. Na wyświetlaczu tym umieszczane są również dodatkowe informacje ułatwiające nawigację w trakcie realizacji procedur pomiarowych

Dla pomiarów realizowanych na profilu A w trakcie realizacji ich procedur po uruchomieniu na wyświetlaczu alfanumeryczny w kokpicie pilotów zostaje wyświetlony komunikat tekstowy zawierający informacje o:

- aktualnej dewiacji (w  $\mu A$ ),
- odległości od progu pasa oznaczonej PP (w milach morskich),
- wymaganym kierunku lotu.

Opisany tekst jest wyświetlany wg. następującego formatu Tabela 17.

Aktualna dewiacja jest wyświetlana w górnej linii.

Tabela 17: Format wyświetlacza profil A

W procedurach, w których lot odbywa się na kierunku o dewiacji innej niż  $0\mu A$ , wyświetlana jest wartość będąca różnicą dewiacji zadanego kierunku i dewiacji aktualnej. Dla odróżnienia napis poprzedzony jest

|                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *±299 μA THD:99.9 NM |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <                    | < | < | < | < | * | > | > | > | > |

znakiem gwiazdki. Wyświetlana wartość dewiacji jest wyznaczana z funkcji kalibracyjnej na podstawie danych otrzymanych z odbiornika nawigacyjnego wybranego w procedurze jako główny. W przypadku utraty operatywności urządzenia (zanik sygnału, wyjście poza pokrycie, zakłócenia, itp.) na wyświetlaczu wielkość ta nie będzie wyświetlana na czas braku danych.

Odległość samolotu od progu pasa jest również wyświetlana w górnej linii. Jej wartość wyznacza się na podstawie wskazań GPS a pokazywana odległość jest różnicą odległości samolotu do anten kierunku i odległości progu pasa drogi startowej od anten, czyli:

$$r_{gps} - (d_{t'x} + d_{tt'}) \quad (42)$$

gdzie:

 $d_{t'x}$  ..... odległość pomiędzy końcem pasa a środkiem anten kierunku; $d_{tt'}$  ..... długość pasa drogi startowej.

Dla pomiarów realizowanych na profilu B w trakcie realizacji procedur pomiarowych po jej uruchomieniu na wyświetlaczu alfanumeryczny w kokpicie pilotów zostaje wyświetlony komunikat zawierający informacje o:

- aktualnym azymucie oznaczonym  $Az$  (w stopniach),
- odległości od punktu odniesienia oznaczonej ANT (w milach morskich),

→ wymaganym kierunku lotu.

Tekst jest wyświetlany wg następującego formatu Tabela 18.

Azymut wyznaczany z wybranego urządzenia odniesienia wyświetlany jest w górnej linii i określa kąt pomiędzy środkiem drogi startowej i linią łączącą środek anten - samolot. Po rozpoczęciu realizacji procedury nie można zmieniać dokonanego wyboru. W przypadku utraty operatywności urządzenia (zanik sygnału, wyjście poza pokrycie, zakłócenia, itp.) na wyświetlaczu wielkość ta nie będzie wyświetlana na czas braku danych.

Odległość samolotu od punktu odniesienia jest również wyświetlana w górnej linii. Jest wyznaczana na podstawie wskazań GPS. W poszczególnych procedurach zostanie określone położenie punktu odniesienia.

Tabela 18: Format wyświetlacza profil B

|    |        |     |      |    |
|----|--------|-----|------|----|
| Az | ±179.9 | ANT | 99.9 | NM |
| <  | <      | <   | <    | <  |
| *  | >      | >   | >    | >  |

W przypadku braku bieżących danych pomiarowych odległość nie jest wyświetlana.

Strzałki w dolnym wierszu (wyświetlane są po jednej stronie punktu środkowego) wskazują pożądaną zmianę kierunku lotu. Wychylenie "wskaźnika" następuje przy zejściu z kursu, a długość wyświetlanego odcinka jest proporcjonalna do aktualnego błędu pilotażu od zadanego toru lotu. Wskazania te zależą od kierunku krążenia, który określany jest na podstawie zmian azymutu.

W przypadku stosowania formatu Tabela 17 wymieniony błąd pilotażu jest wyznaczany z zależności:

$$\xi_{loc}^A = \eta_s - \eta \quad [\mu A] \quad (43)$$

gdzie:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$\eta_s$  .....dewiacja kursu dla wyznaczanego kierunku o wartości -150, -75, 0, 75, 150.

W przypadku stosowania formatu Tabela 18 wymieniony błąd pilotażu jest wyznaczany z następującej zależności:

$$\xi_{loc}^B = r_n - r_o \quad [Mm] \quad (44)$$

gdzie:

$r_n$  .....promień dla zadanego okręgu;

$r_o$  .....promień wyznaczony z urządzenia odniesienia (z GPS-wzór 25 albo z DME).

Czułość "wskaźnika" można zmienić przed rozpoczęciem pomiarów w danych początkowych.

#### **4.2.1.3. Lista wielkości rejestrowanych**

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są periodycznie następujące wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$SS_{loc}$  .....siła sygnału kierunku - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji sygnału kierunku, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

LOC.FLG .....flaga dla odbiornika nawigacyjnego - sygnał wejściowy,

LOC.AUD .....sygnał audio kierunku - sygnał wejściowy,

INN.FLG,

MID.FLG,

OUT.FLG .....znaczniki markerów sygnały wejściowe,

$SS_{mkr}$  .....siła sygnału dla markerów obliczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

VHF.AUD .....sygnał audio z odbiornika komunikacyjnego VHF,

W czasie realizowania poszczególnych procedur pomiarowych rejestrowane są również wybrane wielkości wyliczane w trakcie analizy po pomiarze.



## 4.2.2. Główny ekran sterujący

### WYBÓR ODBIORNIKA

W tym polu dokonywany jest wybór odbiornika głównego. Oba odbiorniki są strojone na tą samą częstotliwość zgodnie z danymi zawartymi w bazie danych.

### WYBÓR ŹRÓDŁA ODNIESIENIA DLA POMIARU KĄTA

Do wyznaczenia wybranych parametrów procedur pomiarowych niezbędna jest informacja o kącie pomiędzy osią pasa drogi startowej i prostą łączącą samolot z punktem odniesienia. Kąt ten może być wyznaczony na podstawie danych otrzymywanych z teodolitu telemetrycznego lub z odbiornika GPS. Na ekranie sterującym przed wyborem określonej procedury pomiarowej trzeba zadeklarować, które urządzenie z wymienionych będzie służyło jako odniesienie do obliczania rezultatów wyświetlanych na ekranie sterującym procedury pomiarowej. W trakcie trwania procedury nie jest możliwa zmiana odniesienia. Analiza z pomiaru po zakończeniu procedury pomiarowej jest natomiast realizowana na podstawie obu wymienionych odniesień.

### WYBÓR ŹRÓDŁA ODNIESIENIA DLA POMIARU ODLEGŁOŚCI

Do realizacji procedur pomiarowych niezbędna jest bieżąca informacja o odległości samolotu od punktu odniesienia. Uzyskuje się ją na podstawie danych otrzymywanych z odbiornika DME, odbiornika GPS lub na podstawie informacji o wystąpieniu punktów charakterystycznych, np. markerów, progu pasa. W ostatnim przypadku odległość jest wyliczana jako wartość średnia z iloczynu czasu i obliczonej prędkości samolotu. Ponieważ dane wyświetlane na ekranie sterującym procedur pomiarowych mogą być wyliczone na podstawie jednego źródła danych o odległości przed rozpoczęciem procedury istnieje możliwość jego zmiany.

### WYBÓR SPOSOBU IDENTYFIKACJI PUNKTÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH

Możliwe opcje GPS, znaczniki pilota albo inspektora lub marker (tylko dla punktów A i B) dla każdego z punktów niezależnie..

### TEST TORÓW POMIAROWYCH

Aby umożliwić szybką kontrolę poprawności pracy odbiorników nawigacyjnych na omawianym ekranie sterującym przewidziano procedurę testowania tego toru pomiarowego. Inicjacja tej procedury powoduje podłączenie w miejsce anten generatora wzorcowego i po porównaniu danych dla wybranego punktu kalibracyjnego z danymi z tablicy kalibracyjnej wyświetla rezultat na ekranie. Wyświetlony rezultat umożliwia inspektorowi podjęcie decyzji o przydatności aktualnej tablicy kalibracyjnej i samego odbiornika do realizacji pomiarów.

### PROCEDURY POMIAROWE

Na tym ekranie sterującym znajduje się zestaw menu umożliwiający inicjację procedur pomiarowych przewidzianych do kontroli nadajnika kierunku ILS. W dalszych rozdziałach zamieszczono szczegółowy opis dostępnych procedur.

### ODLEGŁOŚĆ DLA POMIARÓW W PROFILU B

Dla każdej procedury realizowanej dla profilu B jest zdefiniowana domyślna wartość promienia okręgu wyznaczającego tor lotu (patrz Tabela 19). Jednak na ekranie w tym w polu odległość można tą wartość zmienić.

Tabela 19: Domyślne odległości dla profilu B

| Procedura   | Odległość                      |
|---|--------------------------------|
| Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B)       | Odległość zewnętrznego markera |
| Szerokość sektora i symetria w alarmie szerokim (B) | Odległość zewnętrznego markera |
| Szerokość sektora i symetria w alarmie wąskim (B)   | Odległość zewnętrznego markera |
| Wyrazistość na dużych wysokościach (B)              | Odległość zewnętrznego markera |
| Pokrycie w sektorze 10-35 (B)                       | 17NM                           |
| Pokrycie w sektorze 10° (B)                         | 25NM                           |
| Pokrycie poza sektorem 35° (B)                      | 10NM                           |

**SZEROKOŚĆ SEKTORA KIERUNKU**

Dla wybranych procedur pomiarowych do wyznaczenia rezultatów jest potrzebna informacja o szerokości sektora. Domyślnie jest ona równa wartości publikowanej odczytywanej z bazy danych urządzenia. Jednak w polu szerokość sektora wartość tą można zmodyfikować jeśli jest taka potrzeba.

**4.2.3. Procedury pomiarowe****4.2.3.1. Ustawienie osi, struktura (A)****4.2.3.1.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie błędu ustawienia kursu kierunku i struktury sygnału. W trakcie tej procedury dokonuje się również analizy wpływu polaryzacji pionowej na odchylenie kursu.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie**.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu.. Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że informacja na wyświetlaczu pilota jest zobrazowana wg. formatu Tabela 17 zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2.

**4.2.3.1.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje (roz. Funkcje sterujące 4.1.4.2):

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>POL-V</u></b>   | rozpoczęcie procedury badania wpływu polaryzacji pionowej,        |
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne",  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu,                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **4.1.4.2 Funkcje sterujące**.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\Delta\eta$  .....błąd kursu kierunku (wzór 38).

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji,

$SS_{loc}$  .....siła sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej (skala logarytmiczna)

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest błąd kursu kierunku  $\Delta\eta$ .

**WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji, kolorem zielony sygnalizowane są wielkości w przedziale 36%-44%

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\Delta\eta$  ..... błąd kursu kierunku (wzór 38), $\Delta\eta$  ..... aktualna wartość średniego błędu kursu kierunku (wzór 40) dla każdej strefy osobno, $\Delta\eta_{max}$  ..... aktualna maksymalna wartość błędu kursu kierunku (wzór 39) dla aktualnej strefy, $\Delta\eta_{min}$  ..... aktualna minimalna wartość błędu kursu kierunku (wzór 39) dla aktualnej strefy, $SS_{loc}$  ..... siła sygnału kierunku określona z funkcji kalibracyjnej,**Strefa** ..... aktualny numer strefy pomiarowej - numer ten jest wyznaczany automatycznie i decyduje o przyporządkowaniu rejestrowanych danych w trakcie trwania analizy bieżącej do odpowiednich stref pomiarowych.

Tabela 20: Wartości graniczne błędów

4.2.3.1.c. Analiza po pomiarzePo zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości: $\Delta\eta$  ..... wartość średniego błędu kursu kierunku (wzór 40) dla każdej strefy osobno,

|       |                    |
|-------|--------------------|
| kat 1 | punkt B±200m       |
| kat 2 | od B do progu pasa |
| kat 3 | od B do D          |

| z                   | Obszar strefy z  | $C_z$<br>[μA] | granica<br>[DDM] |
|---------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>kat I</b>        |                  |               |                  |
| 1                   | Pokrycie do p. A | 30            | 0,031            |
| 2                   | Punkt B          | 30            | 0,031            |
| 3                   | Punkt C          | 15            | 0,015            |
| <b>kat II i III</b> |                  |               |                  |
| 1                   | Pokrycie do p. A | 30            | 0,031            |
| 2                   | Punkt B          | 30            | 0,031            |
| 3                   | Próg pasa        | 5             | 0,005            |
| 4                   | Punkt D          | 5             | 0,005            |
| 5                   | Punkt E          | 10            | 0,010            |

 $\Delta\eta$  ..... błąd ustawienia osi sektora kierunku jako wartość średniego błędu kursu kierunku (wzór 40) liczona na następujących odcinkach w zależności od kategorii: $\%MOD_{loc}^{min}$  ..... głębokość modulacji wartość minimalna, $\%MOD_{loc}$  ..... głębokość modulacji wartość średnia, $SS_{loc}^{min}$  ..... siła sygnału kierunku wartość minimalna, $\lambda_{loc}^z$  ..... dla każdej strefy **z** współczynnik przekroczenia dla tej strefy wyznaczony zgodnie z poniższym wzorem:

$$\lambda_{loc}^z = \max_x \frac{\exists \langle \Delta\eta(j) \rangle}{m_z^x - k_z^x} \quad (45)$$

gdzie:

**z** ..... indeks strefy, z= 1, 2, 3,...5,**x** ..... indeks badanego odcinka, $k_z^x$  ..... indeks pierwszej próbki pomiarowej w badanym odcinku x, $m_z^x$  ..... indeks ostatniej próbki pomiarowej w badanym odcinku x, $\Delta\eta$  ..... chwilowa wartość błędu kursu kierunku (wzór 38), $\exists \langle \Delta\eta(j) \rangle$  ..... ilość próbek, dla których błąd kursu przekracza dopuszczalne granice, tzn. dla których warunek 46 jest spełniony.Współczynnik przekroczenia  $\lambda_{loc}^z$  dla strefy **z** liczy się jako maksimum z ilorazów ilości próbek dla których warunek przekroczenia przez błąd dewiacji dopuszczalnej granicy (wzór 46) został spełniony do ilości próbek pomiarowych na wybranych rozłącznych odcinkach o długości 7089 stóp (1,17 NM) w strefie **z**. Wspomniane odcinki wybiera się tak, aby przekroczenia dopuszczalnych granic przez błąd kursu kierunku znajdowały się możliwie w środku wybranego odcinka. Odcinki wybiera się tak, aby nie nachodziły na siebie i nie wychodziły poza odpowiadające im strefy. Warunek przekroczenia przez błąd kursu kierunku dopuszczalnej granicy jest następujący:

$$\left| \frac{[\Delta\eta(j) - \kappa_z(j)](m_z - k_z)}{(c_z - c_{z+1})(j - k_z) + c_{z+1}(m_z - k_z)} \right| \geq 1 \quad (46)$$

gdzie:

- $k_z$  .....indeks pierwszej próbki pomiarowej w strefie  $z$ ,  
 $m_z$  .....indeks ostatniej próbki pomiarowej w strefie  $z$ ,  
 $c_z$  .....wartość graniczna na początku strefy  $z$  dla błędu kierunku  $\Delta\eta$  zgodnie z Tabelą 20,  
 $\kappa_z$  .....wartość odniesienia dla błędu kursu kierunku  $\Delta\eta$  w strefie  $z$  równa
- dla  $z=1$  wartości średnia błędy kursu kierunku policzona dla strefy 1,
  - dla pozostałych  $z$  wartość rzeczywista błędu ustawienia osi kierunku,

Spełnienie powyższego warunku oznacza, że wartość błędu kursu kierunku jest zawarta pomiędzy dopuszczalnymi granicami wyznaczonymi przez funkcje  $\Gamma_{loc}^+$  i  $\Gamma_{loc}^-$  określone następująco:

$$\Gamma_{loc}^{\pm} = \kappa_z(j) \pm \frac{(c_{z+1} - c_z)(j - k_z) + c_z(m_z - k_z)}{m_z - k_z} \quad [\mu A] \quad (47)$$

Warunkiem spełnienia wymagań stawianych strukturze kursu kierunku jest, aby współczynnik przekroczenia był mniejszy od 0.05, co możemy zapisać jako:

$$\lambda_{loc}^z < 0.05 \quad (48)$$

Spełnienie powyższego warunku oznacza, że dla każdego odcinka, na którym wystąpiło przekroczenie granicy wartości dopuszczalnej błędu kursu kierunku prawdopodobieństwo, że błąd ten mieści się w dopuszczalnych granicach jest większe od 0.95.

- .....kąt osi kierunku w 2 strefie - wartość brana do obliczania symetrii sektora,
- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, dla których warunek 48 nie jest spełniony,
- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego,
- .....minimalną i maksymalną wartość błędu kursu kierunku na odcinku pomiaru polaryzacji,
- .....dla każdej strefy niezależnie maksymalne i minimalne odchylenie błędu kursu kierunku od wartości średniej w odpowiedniej strefie tego błędu,
- $\Lambda_{oml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera zewnętrznego,
- $\Lambda_{oma}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera zewnętrznego przekraczał  $1700\mu V$ ,
- $\Lambda_{mml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera środkowego,
- $\Lambda_{mma}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera środkowego przekraczał  $1700\mu V$ ,
- $\Lambda_{iml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera wewnętrznego,
- $\Lambda_{ima}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera wewnętrznego przekraczał  $1700\mu V$ ,
- .....znaczniki pilota, teodolitu i konsoli - sygnał wejściowy.

#### 4.2.3.1.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce. Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 21: Ustawienie osi, struktura (A) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                   | Oznaczenie   | Odb. | Zakres        |
|-------------------------|--------------|------|---------------|
| <b>zestaw I</b>         |              |      |               |
| Dewiacja kursu kierunku | $\eta$       | G    | $\pm 45\mu A$ |
| Błąd kursu kierunku     | $\Delta\eta$ | G    | $\pm 45\mu A$ |

| Nazwa   | Oznaczenie                                 | Odb. | Zakres            |
|---|--|------|-------------------|
| Średni błąd kursu kierunku <sup>10</sup>                                | $\overline{\Delta\eta}$                    | G    |                   |
| Granice tolerancji dla błędu kursu <sup>11</sup>                        | $\Gamma_{loc}^+ \text{ i } \Gamma_{loc}^-$ | G    |                   |
| Głębokość modulacji   | $\%MOD_{loc}$                              | G    | 32%..48%          |
| Siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$                                 | G    | $5000\mu V_{log}$ |
| Flaga odbiornika  | LOC.FLG                                    | G    | $1..0_{bin}$      |
| Sygnał audio kierunku   | LOC.AUD                                    | G    | $1..0_{bin}$      |
| Sygnał audio VHF  | VHF.AUD                                    |      | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki konsoli, pilotów i teletetrii                                 |  |      | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki markerów  | INN.FLG, MID.FLG, OUT.FLG                  | G    | $1..0_{bin}$      |
| Siła sygnału dla markerów   | $SS_{mkr}$                                 | G    | $5mV_{log}$       |
| <b>zestaw II</b>  |  |      |                   |
| Dewiacja kursu kierunku   | $\eta$                                     | A    | $\pm 45\mu A$     |
| Błąd kursu kierunku   | $\Delta\eta$                               | A    | $\pm 45\mu A$     |
| Średni błąd kursu kierunku <sup>12</sup>                                | $\overline{\Delta\eta}$                    | A    |                   |
| Granice tolerancji dla błędu kursu <sup>13</sup>                        | $\Gamma_{loc}^+ \text{ i } \Gamma_{loc}^-$ |      |                   |
| Głębokość modulacji   | $\%MOD_{loc}$                              | A    | 32%..48%          |
| Siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$                                 | A    | $5000\mu V_{log}$ |
| Flaga odbiornika  | LOC.FLG                                    | A    | $1..0_{bin}$      |
| Sygnał audio kierunku   | LOC.AUD                                    | A    | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki konsoli, pilotów i teletetrii                                 |  |      | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki markerów  | INN.FLG, MID.FLG, OUT.FLG                  | A    | $1..0_{bin}$      |
| Siła sygnału dla markerów   | $SS_{mkr}$                                 | A    | $5000\mu V_{log}$ |
| Liczba satelitów  | GPS.NOS                                    | GPS  | 0..10             |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia | GPS.GDOP                                   | GPS  | 0..0.5            |
| Flaga odbiornika GPS  | GPS.FLG                                    | GPS  | $1..0_{bin}$      |

**4.2.3.2. Ustawienie osi w alarmie osi (A)**

Celem procedury jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zmianę ustawienia kursu kierunku o wartość większą od dopuszczalnej w prawej (po stronie 150Hz) i lewej (po stronie 90Hz) części sektora kierunku. Procedura jest realizowana analogicznie jak **Ustawienie osi, struktura (A)** (patrz rozdział. 4.2.3.1).

**4.2.3.3. Ustawienie osi w alarmie szerokim sektora (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie ustawienia osi kursu kierunku w przypadku zwiększenia się kąta szerokości sektora do granicy alarmu w locie profilem A. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale: **Ustawienie osi, struktura (A)** (patrz rozdział. 4.2.3.1).

<sup>10</sup> wykres rysowany na tym samym polu co błąd kursu kierunku,  
<sup>11</sup> wykres rysowany na tym samym polu co błąd kursu kierunku,  
<sup>12</sup> wykres rysowany na tym samym polu co błąd kursu kierunku,  
<sup>13</sup> wykres rysowany na tym samym polu co błąd kursu kierunku,

**4.2.3.4. Ustawienie osi w alarmie wąskim sektora (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest określenie ustawienia osi kursu kierunku w przypadku zmniejszenia się kąta szerokości sektora do granicy alarmu w locie profilem A. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale: **Ustawienie osi, struktura (A)** (patrz rozdział 4.2.3.1).

**4.2.3.5. Szerokość sektora (A)****4.2.3.5.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest określenie kąta szerokości sektora kierunku w locie profilem A prawą (150Hz) i lewą (90Hz) stroną.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie** o dewiacji 150 lub 75  $\mu$ A kierunku..

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że informacja na wyświetlaczu pilota jest obrazowana wg. formatu Tabela 17.

**4.2.3.5.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne",  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu,                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

|                     |   |
|---------------------|---|
| $H^s$ .....         | wartość kąta kursu o dewiacji 150 lub 75 $\mu$ A dla sektora kierunku wyznaczona na podstawie wzoru 33, gdzie s indeks wskazujący dewiacje dla wyznaczanego kierunku, liczba 150, 75, |
| $\eta$ .....        | dewiacja kursu kierunku,  |
| $\%MOD_{loc}$ ..... | głębokość modulacji,  |
| $SS_{loco}$ .....   | siła sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej,  |

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest kąt kursu o wybranej dewiacji  $H^s$ .

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

|                   |   |
|-------------------|---|
| $\eta$ .....      | dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,  |
| $H_{max}^s$ ..... | wartość maksymalna kąta szerokości półsektora dla dewiacji $\eta_s$ wyznaczona na podstawie wzoru i 33 dla każdej strefy niezależnie, |
| $H_{min}^s$ ..... | wartość maksymalna kąta szerokości półsektora dla dewiacji $\eta_s$ wyznaczona na podstawie wzoru 33 dla każdej strefy niezależnie,   |

$H^s$  .....wartość średnia kąta szerokości półsektora dla dewiacji  $\eta_s$  wyznaczona na podstawie wzoru 36 i 33 dla każdej strefy niezależnie,  
 $SS_{loc}$  .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.

#### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreslane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji, kolorem zielony sygnalizowane są wielkości w przedziale 36%-44%

#### 4.2.3.5.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie następujące wielkości:

$H^s$  .....wartość średnia kąta szerokości półsektora wyznaczona na podstawie wzoru 36 i 33 dla całego pomiaru i dla każdej strefy niezależnie,  
 $\%MOD_{loc}^{min}$  ....głębokość modulacji wartość minimalna,  
 $\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji wartość średnia,  
 $SS_{loc}^{min}$  .....siła sygnału kierunku wartość minimalna,  
 $X_{loc}$  .....szerokość sektora kierunku (wyznaczana jeśli była poprzednio pomierzona wartość  $H^{-s}$ ) jako:

$$X_{loc} = \frac{150}{\eta_s} \left( |H^s| + |H^{-s}| \right) \quad (49)$$

$\Phi_{loc}$  .....symetria kursu kierunku wyznaczana w następujący sposób:

$$\Phi_{loc} = \frac{\frac{150}{\eta_s} \overline{H^s} - \overline{H^0}}{X_{loc}} * 100 \quad [\%] \quad (50)$$

gdzie:

$\overline{H^s}$  .....kąt dla dewiacji kursu  $\eta_s = 150$  lub  $75 \mu A$  wyznaczony jako wartość średnia w drugiej strefie po stroni 90Hz,

$\overline{H^0}$  .....kąt ustawienia osi wyznaczony jako wartość średnia w drugiej strefie.

#### 4.2.3.5.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 22: Szerokość sektora (A) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                   | Oznaczenie      | Odb. | Zakres                        |
|-------------------------|-----------------|------|-------------------------------|
| dewiacja kursu kierunku | $\eta$          | G    | $\eta_s \pm 45 \mu A$         |
| dewiacja kursu kierunku | $\eta$          | A    | $\eta_s \pm 45 \mu A$         |
| szerokości pół-sektora  | $X_{loc}^{150}$ | G    | $\hat{X}_{loc} \pm 1.5^\circ$ |
| szerokości pół-sektora  | $X_{loc}^{150}$ | A    | $\hat{X}_{loc} \pm 1.5^\circ$ |
| głębokość modulacji     | $\%MOD_{loc}$   | G    | 32%..48%                      |
| głębokość modulacji     | $\%MOD_{loc}$   | A    | 32%..48%                      |
| siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$      | G    | $5000 \mu V_{log}$            |
| siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$      | A    | $5000 \mu V_{log}$            |
| flaga odbiornika        | LOC.FLG         | G    | $1..0_{bin}$                  |

|   |          |     |                     |
|---|----------|-----|---------------------|
| flaga odbiornika  | LOC.FLG  | A   | 1..0 <sub>bin</sub> |
| sygnał audio kierunku   | LOC.AUD  | G   | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Liczba satelitów  | GPS.NOS  | GPS | 0..10               |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia | GPS.GDOP | GPS | 0..0.5              |
| Flaga odbiornika GPS  | GPS.FLG  | GPS | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczniki konsoli, pilotów i telemetrii                                 |          |     | 1..0 <sub>bin</sub> |
| sygnał audio VHF  | VHF.AUD  | VHF | 1..0 <sub>bin</sub> |

#### **4.2.3.6. Szerokość sektora w alarmie szerokim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zwiększenie się kąta ustawienia szerokości sektora kursu kierunku o wartość większą od dopuszczalnej w locie profilem A. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.2.3.5 Szerokość sektora (A).

#### **4.2.3.7. Szerokość sektora w alarmie wąskim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zmniejszenie się kąta ustawienia szerokości sektora kursu kierunku o wartość większą od dopuszczalnej w locie profilem A. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.2.3.5 Szerokość sektora (A).

#### **4.2.3.8. Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B)**

##### **4.2.3.8.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie kąta szerokości sektora i błędu kursu kierunku w locie profilem B. Dodatkowo sprawdzana jest wyrazistość sektora kierunku.

##### **TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na okręgu** o środku pokrywającym się ze środkiem anten kierunku i o promieniu zadeklarowanym przez operatora. Jako wartość domyślna jest proponowana odległość punktu A od środka anten.

##### **PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. W tej procedurze dotyczy to tylko ruchu w płaszczyźnie poziomej i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2.

Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto następujące ustalenia:

- na wyświetlaczu informacja jest zobrazowywana wg formatu Tabela 17,
- tor lotu jest okręgiem o określonym promieniu,
- punkt odniesienia znajduje się w środku anten kierunku,
- kierunek odniesienia jest linią pokrywającą się ze środkiem drogi startowej a jego azymut przyjmuje się równy 0°,
- azymut wyznaczany jest na podstawie danych z teodolitu telemetrycznego lub GPS i jest obliczany w taki sam sposób jak na potrzeby wyświetlania na ekranie sterującym,
- odległość samolotu od punktu odniesienia jest wyznaczana na podstawie wskazań GPS i jest obliczana w taki sam sposób jak na potrzeby wyświetlania na ekranie sterującym.

##### **4.2.3.8.b. Ekran sterujący**

##### **DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów, |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne",  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |



Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

#### WYKRESY LINIOWE

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku,

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji,

$SS_{loc}$  ..... siła sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja kursu kierunku  $\eta$ .

#### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji, kolorem zielony sygnalizowane są wielkości w przedziale 36%-44%.

#### ANALIZA BIEŻĄCA

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  następujące wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\Delta\eta$  .....aktualny średni błąd dewiacji kursu kierunku wyznaczony na odcinku  $-15..15\mu A$  z zależności 40,

$H^s$  .....aktualny kąt dla dewiacji kursu  $\eta_s = -150, -75, 75$  i  $150\mu A$  wyznaczony jako wartość średnia na odcinku  $\eta_s \pm 15\mu A$  z zależności 33 i 36,

$H^0$  .....aktualny kąt ustawienia osi kursu kierunku wyznaczony na odcinku  $-15..15\mu A$  z zależności 27 i 36.

Wartości wielkości wyznaczane na podstawie pomiarów na odcinkach pojawiają się na ekranie od momentu wejścia samolotu w obszar odcinka pomiarowego.

#### 4.2.3.8.c. Analiza po pomiarze

$\%MOD_{loc}^{min}$  .....głębokość modulacji wartość minimalna,

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji wartość średnia,

$SS_{loc}^{min}$  ..... siła sygnału kierunku wartość minimalna,

$\Delta\eta$  .....średni błąd dewiacji kursu wyznaczony na odcinku  $-15..15\mu A$  z zależności (40),

$H^s$  .....kąt dla dewiacji kursu  $\eta_s = -150, -75, 75$  i  $150\mu A$  wyznaczony jako wartość średnia na odcinku  $\eta_s \pm 15\mu A$ ,

$H^0$  .....kąt ustawienia osi kursu kierunku wyznaczony jako wartość średnia na odcinku  $\eta_s \pm 15\mu A$  33 i 36,

$X_{loc}$  .....szerokość sektora wyznaczana jako:

$$X_{loc} = \frac{150}{\eta_s} \left| \overline{H^s} \right| + \left| \overline{H^{-s}} \right| \quad [^\circ] \quad (51)$$

gdzie:

$H^s$  .....kąt dla dewiacji kursu  $\eta_s = -75, -150, -75, -150\mu A$  wyznaczony jako wartość średnia na odcinku  $\eta_s \pm 15\mu A$ ,

$\Phi_{loc}$  .....symetria kursu kierunku wyznaczana w następujący sposób:

$$\Phi_{loc} = \frac{\frac{150H^s}{X_{loc}} - H^0}{\eta_s} * 100 \quad [\%] \quad (52)$$

gdzie:

- $H^s$  .....kąt dla dewiacji kursu  $\eta_s = 150$  lub  $75\mu A$  wyznaczony jako wartość średnia na odcinku  $\eta_s \pm 15\mu A$
- .....zestawienie tabelaryczne wystąpienia flagi odbiornika,
- $H_{min}^{175}$  .....minimalna wartość kąta o dewiacji  $\geq 175\mu A$ ,
- $H_{max}^{175}$  .....minimalna wartość kąta o dewiacji  $< 175\mu A$  i wartość  $> H_{min}^{175}$ ,
- $H_{min}^{150}$  .....minimalna wartość kąta o dewiacji  $\leq 150\mu A$  i wartość  $> H_{max}^{175}$ ,
- $H_{max}^{-175}$  .....maksymalna wartość kąta o dewiacji  $\leq -175\mu A$ ,
- $H_{min}^{-175}$  .....maksymalna wartość kąta o dewiacji  $\geq -175\mu A$  i wartości  $< H_{max}^{175}$ ,
- $H_{max}^{-150}$  .....maksymalna wartość kąta o dewiacji  $\geq -150\mu A$  i wartości  $< H_{min}^{-175}$ .

#### 4.2.3.8.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 23: Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa   | Oznaczenie    | Odb. | Zakres              |
|---|---------------|------|---------------------|
| dewiacja kursu kierunku   | $\eta$        | G    | $\pm 400\mu A$      |
| dewiacja kursu kierunku   | $\eta$        | A    | $\pm 400\mu A$      |
| głębokość modulacji   | $\%MOD_{loc}$ | G    | 32%..48%            |
| głębokość modulacji   | $\%MOD_{loc}$ | A    | 32%..48%            |
| siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$    | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| siła sygnału kierunku   | $SS_{loc}$    | A    | $5000\mu V_{log}$   |
| flaga odbiornika  | LOC.FLG       | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| flaga odbiornika  | LOC.FLG       | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| sygnał audio kierunku   | LOC.AUD       | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| sygnał audio kierunku   | LOC.AUD       | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Liczba satelitów  | GPS.NOS       | GPS  | 0..5                |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia | GPS.GDOP      | GPS  | 0..0.5              |
| Flaga odbiornika GPS  | GPS.FLG       | GPS  | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczniki konsoli, pilotów i telemetry                                  |               |      | 1..0 <sub>bin</sub> |

#### 4.2.3.9. Szerokość sektora i symetria w alarmie szerokim (B)

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zwiększenie się kąta szerokości sektora kursu kierunku o wartość mniejszą od dopuszczalnej oraz wyznaczenie błędu ustawienia osi kursu kierunku w przypadku wspomnianej zmiany szerokości sektora w locie profilem B. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.2.3.8.

#### 4.2.3.10. Szerokość sektora i symetria w alarmie wąskim (B)

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zmniejszenie się kąta ustawienia szerokości sektora kursu kierunku o wartość mniejszą od dopuszczalnej oraz wyznaczenie błędu ustawienia osi kursu kierunku w przypadku wspomnianej zmiany szeroko-

ści sektora w locie profilem B. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.2.3.8.

#### **4.2.3.11. Wyrazistość na dużych wysokościach (B)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie wyrazistości sektora kierunku na dużej wysokości w locie profilem B. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.2.3.8

#### **4.2.3.12. Równowaga modulacji (A)**

##### **4.2.3.12.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie równowagi modulacji sygnałów 90 i 150Hz.

##### **TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się *na kursie*.

##### **PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. W tej procedurze dotyczy to tylko ruchu w płaszczyźnie poziomej i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2.

Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że na wyświetlaczu informacja jest zobrazowywana wg formatu Tabela 17.

##### **4.2.3.12.b. Ekran sterujący**

##### **DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne",  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu,                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### **WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji,

$SS_{loc}$  .....siła sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej - (skala logarytmiczna).

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja kursu kierunku  $\eta$ .

##### **WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{loc}$  .....głębokość modulacji, kolorem zielony sygnalizowane są wielkości w przedziale 36%-44%.

##### **ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$SS_{loc}$  .....siła sygnału kierunku określona z funkcji kalibracyjnej.

4.2.3.12.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wartość średnia,

$\%MOD_{loc}^{min}$  ....głębokość modulacji wartość minimalna,

$\%MOD_{loc}$  ....głębokość modulacji wartość średnia,

$SS_{loc}^{min}$  .....siła sygnału kierunku wartość minimalna.

4.2.3.12.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe wielkości zestawionych w Tabela 23:

4.2.3.13. Fazowanie (A)4.2.3.13.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie zależności pomiędzy fazą fali nośnej i wstęp bocznych. Procedura realizowana jak **Równowaga modulacji (A)** (patrz rozdział 4.2.3.12)

4.2.3.14. Pokrycie w sektorze 10°-35° (B)

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie wartości emitowanego sygnału w sektorze 10°-35° od osi kierunku w locie profilem B w ustalonej odległości.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na okręgu** o środku pokrywającym się ze środkiem anten nadajnika kierunku i o promieniu równym zadeklarowanej przez operatora liczbie. Jako wartość domyślna jest proponowana odległość 17NM od anten nadajnika.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. W tej procedurze dotyczy to tylko ruchu w płaszczyźnie poziomej i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2.

Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto następujące ustalenia:

- tor lotu jest okręgiem o promieniu określonym przez operatora, dla którego wartość domyślna jest określona na 17NM.
- punkt odniesienia znajduje się w środku anten kierunku,
- kierunek odniesienia jest linią pokrywającą się ze środkiem drogi startowej a jego azymut przyjmuje się równy 0°,
- azymut wyznaczany jest na podstawie danych z GPS i jest obliczany w taki sam sposób jak na potrzeby wyświetlania na ekranie sterującym,
- odległość samolot-punkt odniesienia jest wyznaczana na podstawie wskazań GPS i jest obliczana w taki sam sposób jak na potrzeby wyświetlania na ekranie sterującym.

4.2.3.14.b. Ekran sterujący**DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów, |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne",  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

#### WYKRESY LINIOWE

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$SS_{loc}$  ..... siła sygnału kierunku - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\eta$  ..... dewiacja kursu kierunku - wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\%MOD_{loc}$  ..... głębokość modulacji.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest siła sygnału odbiornika  $SS_{loc}$ .

#### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{loc}$  ..... głębokość modulacji, kolorem zielony sygnalizowane są wielkości w przedziale 36%-44%.

#### ANALIZA BIEŻĄCA

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  następujące wielkości:

$SS_{loc}$  ..... siła sygnału kierunku - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$SS_{loc}^{min}$  ..... minimalna wartość siły sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej dla kątów ujemnych i dodatnich osobno w sektorze 10-35°.

##### 4.2.3.14.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie następujące wielkości:

$SS_{loc}^{min}$  ..... minimalna wartość siły sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej dla kątów ujemnych i dodatnich w sektorze 10°-35° osobno dla prawej i lewej strony,

$\%MOD_{loc}^{min}$  ..... głębokość modulacji wartość minimalna,

• ..... tabelaryczne zestawienie miejsc wystąpienia flagi odbiornika nawigacyjnego.

##### 4.2.3.14.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe wielkości zestawionych w Tabela 23.

#### **4.2.3.15. Pokrycie w sektorze ±10° (B)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie wartości emitowanego sygnału w sektorze ±10° od osi kierunku w locie profilem B w ustalonej odległości. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.2.3.14 z przedstawionymi niżej wyjątkami.

#### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na okręgu** o środku pokrywającym się ze środkiem anten kierunku i o promieniu równym zadeklarowanej przez operatora liczbie. Jako wartość domyślna jest proponowana odległość 25NM od środka anten.

##### 4.2.3.15.b. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie następujące wielkości:

$SS_{loc}^{min}$  ..... minimalna wartość siły sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej dla kątów ujemnych i dodatnich osobno w sektorze 0°-10°.

**4.2.3.16. Pokrycie poza sektorem  $\pm 35^\circ$  (B)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie wartości emitowanego sygnału w obszarze powyżej  $\pm 35^\circ$  od osi kierunku w locie profilem B w ustalonej odległości. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.2.3.14 z przedstawionymi niżej wyjątkami.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na okręgu** o środku pokrywającym się ze środkiem anten kierunku i o promieniu równym zadeklarowanej przez operatora liczbie. Jako wartość domyślna jest proponowana odległość 10NM od środka anten.

**4.2.3.16.b. Analiza po pomiarze**

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie następujące wielkości:

$SS_{loc}^{min}$  .....minimalna wartość siły sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej dla kątów ujemnych i dodatnich osobno w sektorze  $\pm 35^\circ$ .

**4.2.3.17. Pomiar markera (A)****4.2.3.17.a. Wstęp**

Celem procedury jest sprawdzenie, czy urządzenie ma charakterystykę promieniowania spełniającą wymagania operacyjne. Pomiar jest realizowany niezależnie dla obu stron.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się po prostej **na kursie o dewiacji  $75\mu A$** .

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. W tej procedurze dotyczy to tylko ruchu w płaszczyźnie poziomej i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że informacja na wyświetlaczu pilota jest zobrazowana wg formatu Tabela 17.

**4.2.3.17.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

**Start** funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów.

**Stop** zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,

**Analiza** wyniki pomiaru są "ważne",

**Wyjście** powrót do poprzedniego ekranu.

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$SS_{mkr}$  siła sygnału dla markerów obliczona na podstawie funkcji kalibracyjnej,

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest siła sygnału dla markerów  $SS_{mkr}$ .

**ANALIZA BIEŻĄCA**

$\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego,

$SS_{mkr}$  ..... siła sygnału dla markerów obliczona na podstawie funkcji kalibracyjnej

$\Lambda_{oml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera zewnętrznego,

$\Lambda_{mml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera środkowego,

$\Lambda_{iml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera wewnętrznego.

#### 4.2.3.17.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie następujące wielkości:

$SS_{loc}^{min}$  ..... minimalna wartość siły sygnału kierunku określana z funkcji kalibracyjnej,

$\%MOD_{loc}^{min}$  ..... głębokość modulacji wartość minimalna,

$\%MOD_{loc}$  ..... głębokość modulacji wartość średnia,

$\Lambda_{oml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera zewnętrznego,

$\Lambda_{oma}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera zewnętrznego przekraczał  $1700\mu V$ ,

$\Lambda_{mml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera środkowego,

$\Lambda_{mma}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera środkowego przekraczał  $1700\mu V$ ,

$\Lambda_{iml}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera wewnętrznego,

$\Lambda_{ima}^{75}$  ..... odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera wewnętrznego przekraczał  $1700\mu V$ .

#### 4.2.3.17.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 24: Pomiar markera (A) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                     | Oznaczenie                | Odb. | Zakres              |
|---------------------------|---------------------------|------|---------------------|
| dewiacja kursu kierunku   | $\eta$                    | G    | $75 \pm 45 \mu A$   |
| dewiacja kursu kierunku   | $\eta$                    | A    | $75 \pm 45 \mu A$   |
| siła sygnału dla markerów | $SS_{mkr}$                | G    | $50000 \mu V_{log}$ |
| siła sygnału dla markerów | $SS_{mkr}$                | A    | $50000 \mu V_{log}$ |
| flaga odbiornika          | LOC.FLG                   | G    | $1..0_{bin}$        |
| flaga odbiornika          | LOC.FLG                   | A    | $1..0_{bin}$        |
| znaczniki markerów        | INN.FLG, MID.FLG, OUT.FLG | G    | $1..0_{bin}$        |
| znaczniki markerów        | INN.FLG, MID.FLG, OUT.FLG | A    | $1..0_{bin}$        |

## 4.3. Pomiary nadajnika ścieżki ILS

### 4.3.1. Wstęp

#### 4.3.1.1. Podstawowe zależności

W trakcie realizacji procedur pomiarowych i generowania raportów na podstawie zarejestrowanych wartości sygnałów są wyznaczane między innymi wartości liczbowe i przebiegi czasowe poniżej wymienionych wielkości. Przy ich obliczaniu przyjęto, że **dewiacja mniejsza od zera oznacza sektor powyżej ścieżki schodzenia** i analogicznie dewiacja dodatnia oznacza sektor pod ścieżką.

**WARTOŚĆ CHWILOWA KĄTA USTAWIENIA ŚCIEŻKI DLA WYBRANEJ DEWIACJI:**

$$\Theta^s(i) = \varepsilon_0(i) - \frac{\vartheta_s - \vartheta(i)}{150} X_{gs} \quad [^\circ] \quad (53)$$

gdzie:

- $\Theta^s$  .....kąt ustawienia ścieżki o dewiacji  $\vartheta_s$ ; wartość chwilowa. Jest to kąt pomiędzy płaszczyzną poziomą, a kierunkiem dla którego  $\vartheta(i) = \vartheta_s$ ,  
 $\vartheta$  .....dewiacja ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego,  
 $\varepsilon_0$  .....elewacja położenia samolotu wyznaczona z teodolitu;  
 $s$  .....indeks wskazujący dewiację mierzonej ścieżki, liczba -75, 0, 75;  
 $\vartheta_s$  .....dewiacja wybranej ścieżki o wartości -75, 0, 75 [ $\mu A$ ];  
 $X_{gs}$  .....przyjęta szerokość sektora ścieżki - jako wartość domyślną przyjmuje się szerokość publikowaną wprowadzaną jako parametr urządzenia w danych początkowych, którą przed rozpoczęciem procedury pomiarowej można zmienić ręcznie.

Minimalizację uchybu przy wyznaczaniu tej wielkości spowodowanego niedokładnością przyjętej do obliczeń wartości szerokości sektora uzyskuje się minimalizując wartość dewiacji kursu kierunku przez odpowiednie prowadzenie samolotu dokładnie na kursie ścieżki o dewiacji  $\vartheta_s$  zgodnie ze wskazaniem nawigacyjnego odbiornika pokładowego.

Ponieważ przyjęta do obliczeń szerokość sektora ścieżki schodzenia  $X_{gs}$  może różnić się od wartości rzeczywistej, to w przypadku lotu po trajektorii różnej od prostej o dewiacji  $\vartheta_s$  powstanie uchyb wyznaczania kąta wybranej ścieżki. Jego wartość zależy od dokładności określenia kąta szerokość sektora ścieżki schodzenia i od wielkości odchylenia toru lotu od wspomnianej trajektorii. Liczbowo wartość tego uchybu oblicza się z poniższego wzoru.

**UCHYB WYZNACZANIA KĄTA WYBRANEJ ŚCIEŻKI**

$$\partial\Theta^{sp} = \frac{\vartheta_s - \vartheta}{150} \partial X_{gs} \quad [^\circ] \quad (54)$$

gdzie:

- $\partial X_{gs}$  .....uchyb określenia kąta szerokość sektora - różnica pomiędzy rzeczywistą szerokością sektora ścieżki schodzenia a szerokością przyjętą do obliczeń;  
 $\vartheta$  .....dewiacja ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;  
 $\vartheta_s$  .....dewiacja wybranej ścieżki o wartości -75, 0, 75 [ $\mu A$ ].

**WARTOŚĆ CHWILOWA KĄTA USTAWIENIA GRANICY SEKTORA ŚCIEŻKI:**

$$\Theta^s(i) = \frac{(\varepsilon(i) - \hat{\Theta}^0) \vartheta_s - [\vartheta_s - \vartheta(i)] \Delta\Theta^0}{\vartheta(i)} + \hat{\Theta}^0 [^\circ] \quad (55)$$

gdzie:

- $\vartheta$  .....dewiacja ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;



$\vartheta_s$  .....dewiacja dla wybranej ścieżki o wartości -75, 75 [ $\mu$ A];  
 $s$  .....indeks wskazujący dewiację dla wybranej ścieżki, liczba -75, 75,  
 $\hat{\Theta}^0$  .....kąt ustawienia ścieżki schodzenia - wartość publikowana,  
 $\Delta\Theta^0$  .....przyjęty błąd kąta ustawienia ścieżki schodzenia (o dewiacji 0).

Ponieważ przyjęty do obliczeń błąd kąta ustawienia ścieżki schodzenia  $\Delta\Theta^0$  może różnić się od wartości rzeczywistej, to w przypadku lotu po trajektorii różnej od prostej o dewiacji  $\vartheta_s$  powstanie uchyb wyznaczania kąta wybranej ścieżki. Jego wartość zależy od błędu określenia kąta ustawienia ścieżki schodzenia i od wielkości odchylenia toru lotu od wspomnianej trajektorii. Liczbowo wartość tego uchybu oblicza się z poniższego wzoru.

#### UCHYB WYZNACZANIA KĄTA WYBRANEJ ŚCIEŻKI:

$$\partial\Theta^s(i) = \frac{\vartheta_s - \vartheta(i)}{\vartheta(i)} \partial\Delta\Theta^0 \quad [^\circ] \quad (56)$$

gdzie:

$\partial\Delta\Theta^0$  .....uchyb wartości błędu kąta ustawienia ścieżki schodzenia - różnica pomiędzy rzeczywistym kątem ustawienia ścieżki a kątem publikowanym;  
 $\vartheta$  .....dewiacja ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;  
 $\vartheta_s$  .....dewiacja wybranej ścieżki o wartości -75, 75 [ $\mu$ A].

#### BŁĄD USTAWIENIA KĄTA ŚCIEŻKI SCHODZENIA:

$$\Delta\Theta^0(i) = \hat{\Theta}^0 - \Theta^0(i) \quad [^\circ] \quad (57)$$

gdzie:

$\hat{\Theta}^0$  .....kąt ścieżki schodzenia wartość publikowana wprowadzana w danych początkowych;  
 $\Theta$  .....kąt ustawienia ścieżki schodzenia wartość chwilowa.

#### WARTOŚĆ ŚREDNIA BŁĘDU USTAWIENIA KĄTA ŚCIEŻKI SCHODZENIA LICZONA NA WYBRANYM ODCINKU POMIAROWYM:

$$\overline{\Delta\Theta} = \frac{\sum_{i=k}^m [\hat{\Theta}^0 - \Theta(i)]}{m - k} \quad [^\circ] \quad (58)$$

gdzie:

$\hat{\Theta}$  .....kąt ścieżki schodzenia wartość publikowana;  
 $\Theta$  .....kąt ustawienia ścieżki schodzenia wartość chwilowa;  
 $m, k$  .....numery kolejne próbek pomiarowych odpowiadające odpowiednio ostatniej i pierwszej próbce w wybranym odcinku pomiarowym.

#### MAKSYMALNY I MINIMALNY KĄT ŚCIEŻKI DLA WYBRANEJ DEWIACJI S:

$$\begin{aligned} \Theta_{\max}^s &= \max_i [\Theta^s(i)] \quad [^\circ] \\ \Theta_{\min}^s &= \min_i [\Theta^s(i)] \quad [^\circ] \end{aligned} \quad (59)$$

#### MAKSYMALNY I MINIMALNY BŁĄD KĄTA USTAWIENIA ŚCIEŻKI DLA WYBRANEJ DEWIACJI S:

$$\begin{aligned} \Delta\Theta_{\max}^s &= \max_i [\Delta\Theta^s(i)] \quad [^\circ] \\ \Delta\Theta_{\min}^s &= \min_i [\Delta\Theta^s(i)] \quad [^\circ] \end{aligned} \quad (60)$$

gdzie:

$\Delta\Theta^s$  .....błąd ustawienia kąta ścieżki schodzenia wyznaczony na podstawie zależności 57  
 $s$  .....indeks wskazujący dewiację dla wybranej ścieżki, liczba -75, 0, 75,

---

**WARTOŚĆ ŚREDNIA KĄTA DLA WYBRANEGO KURSU ŚCIEŻKI POMIERZONA NA PEWNYM ODCINKU TORU LOTU:**


---

$$\overline{\Theta^s} = \frac{\sum_{i=k}^m \Theta^s(i)}{m-k} \quad [^\circ] \quad (61)$$

gdzie:

 $\Theta^s$  .....kąt ścieżki dla dewiacji s wartość chwilowa; $m, k$  .....indeksy próbek pomiarowych odpowiadające odpowiednio ostatniej i pierwszej próbce w wybranym odcinku pomiarowym; $s$  .....indeks wskazujący dewiację dla wyznaczanego kierunku, liczba -75, 0, 75.**CHWILOWA WARTOŚĆ BŁĘDU KURSU ŚCIEŻKI:**

$$\Delta \vartheta(i) = \vartheta(i) - [\varepsilon_o(i) - \hat{\Theta}^0] \frac{150}{X_{gs}} \quad [\mu A] \quad (62)$$

gdzie:

 $\vartheta$  .....dewiacja kursu ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego; $\hat{\Theta}^0$  .....kąt ustawienia ścieżki schodzenia - wartość publikowana; $X_{gs}$  .....szerokość sektora wartość przyjęta do obliczeń - jako wartość domyślną przyjmuje się szerokość publikowaną wprowadzana jako parametr urządzenia w danych początkowych - wartość ta może zostać ręcznie zmodyfikowana przed rozpoczęciem procedury pomiarowej; $\varepsilon_0$  .....elewacja położenia samolotu wyznaczona z teodolitu.

Minimalizację uchybu przy wyznaczaniu tej wielkości spowodowanego niedokładnością wartości szerokości sektora uzyskuje się minimalizując kąt pomiędzy kierunkiem wyznaczonym jako pomiarowy a aktualnym kierunkiem lotu wyznaczonym przez linię samolot-PO przez odpowiednie prowadzenie samolotu dokładnie na kursie zgodnie ze wskazaniem urządzenia odniesienia do pomiaru kąta (zwykle teodolitu telemetrycznego).

Ponieważ przyjęta do obliczeń szerokość sektora ścieżki schodzenia  $C_{gs}$  może różnić się od wartości rzeczywistej, to w przypadku lotu po trajektorii różnej od prostej o nachyleniu  $\Theta^0$  powstanie uchyb wyznaczania błędu kursu ścieżki. Jego wartość zależy od dokładności określenia kąta szerokości sektora ścieżki schodzenia i od wielkości odchylenia toru lotu od wspomnianej trajektorii. Liczbowo wartość tego uchybu oblicza się z poniższego wzoru.

**UCHYB WYZNACZANIA BŁĘDU KURSU ŚCIEŻKI**

$$\partial \Delta \vartheta = \frac{150 \varepsilon_o(i)}{X_{gs}^2} \partial X_{gs} \quad [^\circ] \quad (63)$$

gdzie:

 $\partial X_{gs}$  .....uchyb określenia kąta szerokość sektora - różnica pomiędzy rzeczywistą szerokością sektora ścieżki schodzenia a szerokością przyjętą do obliczeń; $X_{gs}$  .....szerokość sektora wartość przyjęta do obliczeń; $\varepsilon_0$  .....elewacja położenia samolotu wyznaczony z teodolitu.**SZEROKOŚĆ SEKTORA ŚCIEŻKI :**

$$\overline{X_{gs}} = \overline{\Theta^{-75}} - \overline{\Theta^{+75}} \quad [^\circ] \quad (64)$$

**4.3.1.2. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii**

Na podstawie danych odbieranych z nawigacyjnych urządzeń pokładowych, system na bieżąco wyznacza informacje ułatwiające nawigację w trakcie realizacji procedur pomiarowych i zobrazowuje je w postaci cyfrowej na ekranie specjalizowanego wyświetlacza umieszczonego w kokpicie w polu widzenia pilota samolotu inspekcyjnego.

Przy pomiarach parametrów nadajnika ścieżki używane są dwa formaty, w których informacja jest prezentowana pilotowi. W formacie pierwszym (format 3) dla pomiarów po uruchomieniu ich procedur na wspomnianym wyświetlaczu alfanumeryczny zostaje wyświetlony komunikat zawierający informacje o:

- aktualnej dewiacji ścieżki schodzenia [ $\mu\text{A}$ ];
- odległości od progu pasa oznaczonej THD [NM];
- wymaganym kierunku lotu.

W procedurach, w których lot odbywa się na kierunku o dewiacji innej niż  $0\mu\text{A}$ , wyświetlana jest wartość będąca różnicą dewiacji zadanego kierunku i dewiacji aktualnej. Dla odróżnienia napis poprzedzony jest znakiem gwiazdki. Wyświetlana wartość dewiacji jest wyznaczana z funkcji kalibracyjnej na podstawie danych otrzymanych z odbiornika nawigacyjnego wybranego w procedurze jako główny. W przypadku utraty operatywności urządzenia (zanik sygnału, wyjście poza pokrycie, zakłócenia, itp.) na wyświetlaczu wielkość ta nie będzie wyświetlana na czas braku danych. Tekst jest wyświetlany wg następującego formatu Tabela 25.

Strzałki w dolnym wierszu (wyświetlane są po jednej stronie punktu środkowego) wskazują pożądaną zmianę kierunku lotu. Wychylenie "wskaźnika" następuje przy zejściu z kursu, a długość wyświetlanego odcinka jest proporcjonalna do aktualnego błędu pilotażu od zadanego toru lotu. Wymieniony błąd pilotażu jest równy dewiacji kursu kierunku  $\eta$  wyznaczonej na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego.

Tabela 25: Format 1 wyświetlacza pomiar GS

```
*±888uA_THD:56.7NM
< < < < * > > > >
```

W formacie drugim (Tabela 26) dla pomiarów w trakcie realizacji ich procedur po uruchomieniu na wyświetlaczu alfanumeryczny w kokpicie pilotów zostaje wyświetlony komunikat zawierający informacje o:

- aktualnej elewacji oznaczonej EI (w deg),
- odległości od progu pasa oznaczonej PP (w milach morskich),

Tabela 26: Format 2 wyświetlacza profilu GS

```
EL: _8.8__THD: 56.7NM
```

W przypadku utraty operatywności teodolitu (zanik sygnału, wyjście poza pokrycie, zakłócenia, itp.) na wyświetlaczu wielkość ta nie będzie wyświetlana na czas braku danych.

Odległość samolotu od punktu odniesienia wyświetlana w górnej linii jest wyznaczana na podstawie wskazań GPS'a. W przypadku braku bieżących danych pomiarowych odległość nie jest wyznaczana.

Tabela 27: Format 3 wyświetlacza pomiar GS

```
Az ±179.9 ANT 99.9 NM
< < < < * > > > >
```

Azymut  $A_z$  w formacie Tabela 27 jest wyznaczany na podstawie teodolitu telemetrycznego, natomiast błąd pilotażu jest wyznaczany z następującej zależności:

$$\xi_{vor}^A = \alpha_s - \alpha_o \quad [^\circ] \quad (65)$$

gdzie:

$a_s$  .....zadany azymut  $8^\circ$ ,

$a_o$  .....aktualny azymut wyznaczony z teodolitu wzór 23.

#### 4.3.1.3. Lista wielkości rejestrowanych

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są periodycznie następujące wielkości:

- $\theta$  .....dewiacja ścieżki wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;
- $\eta$  .....dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;
- $SS_{gs}$  .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej
- $\%MOD_{gs}$  .....głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej

---

**GS.FLG**..... flaga dla odbiornika nawigacyjnego - sygnał wejściowy

**INN.FLG**

**MID.FLG**

**OUT.FLG**.....znaczniki markerów sygnały wejściowe

**SS<sub>mkr</sub>** .....siła sygnału dla markerów obliczona na podstawie funkcji kalibracyjnej

**$\epsilon_0$**  ..... elewacja z teodolitu telemetrycznego sygnał wejściowy

**VHF.AUD** .....sygnał audio z odbiornika komunikacyjnego VHF,

W czasie realizowania poszczególnych procedur pomiarowych rejestrowane są również wybrane wielkości wyliczane w trakcie analizy po pomiarze.

### 4.3.2. Główny ekran sterujący

#### WYBÓR SPOSOBU IDENTYFIKACJI PUNKTÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH

Możliwe opcje GPS, znaczniki pilota i inspektora lub marker (tylko dla punktów A i B) dla każdego z punktów niezależnie.

#### DEKLARACJA CIŚNIENIA ODNIESIENIA

W celu poprawnego wyznaczania wysokości względnej z barometrycznego wysokościomierza kodującego konieczne jest wprowadzenie aktualnego ciśnienia dla poziomu odniesienia. Omawiany ekran zawiera odpowiednie pole, które powinno być uaktualnione przed rozpoczęciem pomiarów.

#### TEST TORÓW POMIAROWYCH

Aby umożliwić szybką kontrolę poprawności pracy odbiorników nawigacyjnych na omawianym ekranie sterującym przewidziano procedurę testowania tego toru pomiarowego. Inicjacja tej procedury powoduje podłączenie w miejsce anten generatora wzorcowego i po porównaniu danych dla wybranego punktu kalibracyjnego z danymi z tablicy kalibracyjnej wyświetla rezultat na ekranie. Wyświetlony rezultat umożliwia inspektorowi podjęcie decyzji o przydatności aktualnej tablicy kalibracyjnej i samego odbiornika do realizacji pomiarów.

#### PROCEDURY POMIAROWE

Na tym ekranie sterującym znajduje się zestaw menu umożliwiający inicjację procedur pomiarowych przewidzianych do kontroli nadajnika ścieżki ILS. W dalszych rozdziałach zamieszczono szczegółowy opis dostępnych procedur.

#### DEKLARACJA SZEROKOŚCI SEKTORA

W tym polu jest możliwość zmiany wartości szerokości sektora ścieżki schodzenia. Jako domyślna jest tu proponowana wartość publikowana wprowadzona w danych początkowych. Zaakceptowana tu wartość będzie dalej używana do obliczeń kąta ustawienia ścieżki.

### 4.3.3. Procedury pomiarowe

#### 4.3.3.1. Kąt ścieżki, struktura (A)

##### 4.3.3.1.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie błędu ustawienia kąta ścieżki schodzenia. Badana i analizowana jest również struktura sygnału kursu ścieżki.

#### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie i na ścieżce schodzenia**

#### PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2 i wykorzystuje format Tabela 25.

4.3.3.1.b. Ekran sterujący**DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów; |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji;                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne";  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| $\Delta \vartheta$ ..... | błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia wyznaczony na podstawie zależności 62;                     |
| $\vartheta$ .....        | dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego; |
| $\%MOD_{gs}$ .....       | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;        |
| $SS_{gs}$ .....          | siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.                      |

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest błąd kursu ustawienia ścieżki schodzenia  $\Delta \vartheta$ .

Przy obliczaniu błędu ustawienia kursu ścieżki schodzenia za wartość szerokość sektora ścieżki  $X_{gs}$  przyjmuje się wartość publikowaną wprowadzaną w danych początkowych, którą można jednak ręcznie zmodyfikować przed rozpoczęciem procedury pomiarowej.

**WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

|                    |  |
|--------------------|--|
| $\%MOD_{gs}$ ..... | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%. |
|--------------------|--|

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| $\vartheta$ .....        | dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;   |
| $\eta$ .....             | dewiacja kursu kierunku wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;   |
| $\Delta \vartheta$ ..... | błąd kursu ustawienia ścieżki schodzenia wyznaczony na podstawie zależności 62;   |
| $\Theta^0$ .....         | wartość średnia kąta ustawienia ścieżki schodzenia w aktualnej strefie wyznaczona na podstawie zależności 53;   |
| $\Theta_{max}^0$ .....   | maksymalny kąt ustawienia ścieżki schodzenia w aktualnej strefie;   |
| $\Theta_{min}^0$ .....   | minimalny kąt ustawienia ścieżki schodzenia w aktualnej strefie;  |
| $SS_{gs}$ .....          | siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  |
| <b>Strefa</b> .....      | aktualny numer strefy pomiarowej - numer ten jest wyznaczany automatycznie i decyduje o przyporządkowaniu rejestrowanych danych w trakcie trwania analizy bieżącej do odpowiednich stref pomiarowych. |

Tabela 28: Wartości graniczne błędu na początku strefy

## 4.3.3.1.c. Analiza po pomiarze

| z                   | Obszar strefy z  | $c_z$<br>[μA] | granica<br>[DDM] |
|---------------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>kat I</b>        |                  |               |                  |
| 1                   | Pokrycie do p. A | 30            | 0,035            |
| 2                   | p. A             | 30            | 0,035            |
| 3                   | p. B             | 30            | 0,035            |
| 4                   | w p. C           | 30            | 0,035            |
| <b>kat II i III</b> |                  |               |                  |
| 1                   | Pokrycie do p. A | 30            | 0,035            |
| 2                   | p. A             | 30            | 0,035            |
| 3                   | p. B             | 20            | 0,023            |
| 4                   | na progu pasa    | 20            | 0,023            |

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\Theta^0$  ..... wartość średnia kąta ustawienia ścieżki schodzenia wyznaczaną ze wzoru 61 i 53 na podstawie danych pomiarowych ze strefy 2 - wartość ta jest przyjmowana jako rzeczywisty kąt ustawienia ścieżki schodzenia oraz wartości z pozostałych stref;

$\Theta_{max}^0$  ..... wartość maksymalna kąta ustawienia ścieżki schodzenia w poszczególnych strefach;

$\Theta_{min}^0$  ..... wartość minimalna kąta ustawienia

ścieżki schodzenia w poszczególnych strefach;

$\%MOD_{gs}^{min}$  ..... wartość minimalna głębokości modulacji sygnału ścieżki;

$\%MOD_{gs}$  ..... wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;

$SS_{gs}^{min}$  ..... wartość minimalna siły sygnału ścieżki;

$\lambda_{gs}^z$  ..... dla każdej strefy **z** współczynnik przekroczenia dla tej strefy wyznaczony zgodnie z poniższym wzorem:

$$\lambda_{gs}^z = \max_x \frac{\exists \langle \Delta \vartheta(j) \rangle}{m_z^x - k_z^x} \quad (66)$$

gdzie:

$z$  ..... indeks strefy,  $z = 1, 2, 3$ ;

$x$  ..... indeks badanego odcinka;

$k_z^x$  ..... indeks pierwszej próbki pomiarowej w badanym odcinku  $x$ ;

$m_z^x$  ..... indeks ostatniej próbki pomiarowej w badanym odcinku  $x$ ;

$\Delta \vartheta$  ..... błąd kursu ustawienia ścieżki schodzenia wyznaczony na podstawie zależności 62;

$\exists \langle \Delta \vartheta(j) \rangle$  ..... ilość próbek w obrębie odcinka  $x$ , dla których błąd kursu przekracza dopuszczalne granice, tzn. dla których warunek 67 jest spełniony.

Współczynnik przekroczenia  $\lambda_{gs}^z$  dla strefy **z** liczy się jako maksimum z ilorazów ilości próbek dla których warunek przekroczenia przez błąd dewiacji dopuszczalnej granicy (wzór 67) został spełniony do ilości próbek pomiarowych na wybranych rozłącznych odcinkach o długości 7089 stóp (1,17 NM) w strefie **z**. Wspomniane odcinki wybiera się tak, aby przekroczenia dopuszczalnych granic przez błąd kąta ścieżki znajdowały się możliwie w środku wybranego odcinka. Odcinki wybiera się tak, aby nie nachodziły na siebie i nie wychodziły poza odpowiadające im strefy. Warunek przekroczenia przez błąd kąta ustawienia ścieżki schodzenia dopuszczalnej granicy jest następujący:

$$\left| \frac{[\Delta \vartheta(j) - \kappa_z(j)](m_z - k_z)}{(c_z - c_{z+1})(j - k_z) + c_{z+1}(m_z - k_z)} \right| \geq 1 \quad (67)$$

gdzie:

$k_z$  ..... indeks pierwszej próbki pomiarowej w strefie **z**;

$m_z$  ..... indeks ostatniej próbki pomiarowej w strefie **z**;

$\hat{X}_{gs}$  ..... szerokość sektora ścieżki wartość publikowana wprowadzona w danych początkowych;

$c_z$  .....wartość graniczna na początku strefy  $z$  dla błędu kursu ustawienia ścieżki schodzenia  $\Delta\vartheta$  zgodnie z tabelą 23;

$\kappa_z$  .....wartość odniesienia dla błędu kursu ustawienia ścieżki schodzenia  $\Delta\vartheta$  w strefie  $z$  równa:

- dla  $z=1$  wartości średniej graficznej błęd kursu ustawienia ścieżki schodzenia policzonego dla strefy 1,
- dla  $z=2$  wartość średnia błęd kursu ścieżki schodzenia policzona dla strefy 2,
- dla  $z=3$  wartości średniej graficznej błęd kursu ustawienia ścieżki schodzenia policzonego dla strefy 3.

Spełnienie powyższego warunku oznacza, że wartość błędu kąta ustawienia ścieżki jest zawarta pomiędzy dopuszczalnymi granicami wyznaczonymi przez funkcje  $\mathbf{1}_{gs}$  i  $\mathbf{1}_{gs}$  określonymi następująco:

$$\Gamma_{gs}^{\pm} = \kappa_z(j) \pm \frac{(c_z - c_{z+1})(j - k_z) + c_{z+1}(m_z - k_z)}{m_z - k_z} \quad [\mu A] \quad (68)$$

Warunkiem spełnienia wymagań na strukturę ścieżki schodzenia jest, aby współczynnik przekroczenia był mniejszy od 0.05, co możemy zapisać jako:

$$\bigwedge_{z=1,2,3} \lambda_{gs}^z < 0.05 \quad (69)$$

Spełnienie powyższego warunku oznacza, że dla każdego odcinka, na którym wystąpiło przekroczenie granicy wartości dopuszczalnej błęd ścieżki schodzenia, prawdopodobieństwo, że błąd ten mieści się w dopuszczalnych granicach, jest większe od 0.95.

- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, dla których warunek 3 nie został spełniony,
- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga ścieżki odbiornika nawigacyjnego,
- .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu,
- $\Lambda_{oml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera zewnętrznego,
- $\Lambda_{oma}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera zewnętrznego przekraczał 1700 $\mu$ V,
- $\Lambda_{mml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera środkowego,
- $\Lambda_{mma}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera środkowego przekraczał 1700 $\mu$ V,
- $\Lambda_{iml}^{75}$  .....odległość w stopach, na której odbiornik sygnalizował występowanie markera wewnętrznego,
- $\Lambda_{ima}^{75}$  .....odległość w stopach, na której sygnał w antenie markera wewnętrznego przekraczał 1700 $\mu$ V.

#### 4.3.3.1.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie na drukarce zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 29: Kąt ścieżki, struktura (A) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                       | Oznaczenie  | Odb. | Zakres        |
|-----------------------------|-------------|------|---------------|
| zestaw I                    |             |      |               |
| Dewiacja ścieżki schodzenia | $\vartheta$ | G    | $\pm 45\mu A$ |

| Nazwa  | Oznaczenie                                | Odb. | Zakres              |
|--|---|------|---------------------|
| Błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia                                   | $\Delta\vartheta$                         | G    | $\pm 45\mu A$       |
| Wartość odniesienia błędu ustawienia kąta ścieżki schodzenia <sup>14</sup> | $\kappa_z$                                | G    |                     |
| Granice tolerancji dla błędu ścieżki <sup>15</sup>                         | $\Gamma_{gs}^+$ i $\Gamma_{gs}^-$         | G    |                     |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{gs}$                              | G    | 72%..88%            |
| Siła sygnału ścieżki   | $SS_{gs}$                                 | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Flaga odbiornika   | GS.FLG                                    | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczники markerów   | MKR.INN.FLG<br>MKR.MID.FLG<br>MKR.OUT.FLG | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Siła sygnału dla markerów  | $SS_{mkr}$                                | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Znaczники konsoli, pilotów i teletetrii                                    |   |      | 1..0 <sub>bin</sub> |
| <b>zestaw II</b>   |   |      |                     |
| Dewiacja ścieżki schodzenia  | $\vartheta$                               | A    | $\pm 45\mu A$       |
| Błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia                                   | $\Delta\vartheta$                         | A    | $\pm 45\mu A$       |
| Wartość odniesienia błędu ustawienia kąta ścieżki schodzenia <sup>16</sup> | $\kappa_z$                                | A    |                     |
| Granice tolerancji dla błędu ścieżki <sup>17</sup>                         | $\Gamma_{gs}^+$ i $\Gamma_{gs}^-$         |      |                     |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{gs}$                              | A    | 72%..88%            |
| Siła sygnału ścieżki   | $SS_{gs}$                                 | A    | $5000\mu V_{log}$   |
| Flaga odbiornika   | GS.FLG                                    | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczники markerów   | MKR.INN.FLG<br>MKR.MID.FLG<br>MKR.OUT.FLG | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Siła sygnału dla markerów  | $SS_{mkr}$                                | A    | $5000\mu V_{log}$   |
| Liczba satelitów   | GPS.NOS                                   | GPS  | 0..5                |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia    | GPS.GDOP                                  | GPS  | 0..0.5              |
| Flaga odbiornika GPS   | GPS.FLG                                   | GPS  | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Sygnał audio VHF   | VHF.AUD                                   |      | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Dewiacja kursu kierunku  | $\eta$                                    | G    | $\pm 75\mu A$       |

#### **4.3.3.2. Kąt ścieżki w alarmie kąta (A)**

W rozdziale tym opisano procedury pomiarowe ustawienia kątów alarmów ścieżki schodzenia. Celem tych procedur jest sprawdzenie, czy alarm będzie prawidłowo reagował na zmiany ustawienia kąta ścieżki schodzenia o wartość mniejszą od dopuszczalnej w górnej części sektora ścieżki (po stronie 90Hz) i w dolnej części sektora ścieżki (po stronie 150Hz). Pomiar każdego z wymienionych alarmów jest realizowany w osobnej procedurze pomiarowej. Procedury te są realizowane identycznie jak opisana w poprzednim rozdziale 4.3.3.1.

#### **4.3.3.3. Kąt ścieżki w alarmie szerokim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie ustawienia kąta ścieżki schodzenia w przypadku zwiększenia się kąta szerokości sektora do granicy alarmu w locie profilem A. Parametrem wyznaczanym jest tu kąt ustawienia ścieżki w locie profilem A. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.3.3.1.

<sup>14</sup> wykres rysowany na tym samym polu, co błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia,,  
<sup>15</sup> wykres rysowany na tym samym polu, co błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia,,  
<sup>16</sup> wykres rysowany na tym samym polu, co błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia,,  
<sup>17</sup> wykres rysowany na tym samym polu, co błąd ustawienia kursu ścieżki schodzenia,,



**4.3.3.4. Kąt ścieżki w alarmie wąskim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie ustawienia kąta ścieżki schodzenia w przypadku zwiększenia się kąta szerokości sektora ścieżki schodzenia o wartość większą od dopuszczalnej. Parametrem wyznaczanym jest tu kąt ustawienia ścieżki w locie profilem A. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.3.3.1.

**4.3.3.5. Szerokość sektora (A)****4.3.3.5.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest pomiar kąta szerokości sektora ścieżki w locie profilem A ponad ścieżką (po stronie 90Hz) i pod ścieżką (po stronie 150Hz).

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie kierunku i ścieżce** o dewiacji 75  $\mu$ A ponad/pod ścieżką.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2 i wykorzystuje format Tabela 25. Do wskazań dodawane jest stałe przesunięcie -75 $\mu$ A.

**4.3.3.5.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| $\vartheta$ .....        | dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego; |
| $\theta^{75}$ .....      | kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 $\mu$ A wyznaczony na podstawie zależności 55;                 |
| %MOD <sub>gs</sub> ..... | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;        |
| SS <sub>gs</sub> .....   | siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.                      |

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

**WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| %MOD <sub>gs</sub> ..... | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%.. |
|--------------------------|---|

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| $\vartheta$ ..... | dewiacja ścieżki schodzenia; |
|-------------------|------------------------------|

- $\Theta_{\max}^{75}$  .....maksymalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefie 2;  
 $\Theta_{\min}^{75}$  .....minimalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefie 2;  
 $\overline{\Theta}^{75}$  .....wartość średnia kąta ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefach wyznaczona na podstawie zależności 55 i 61;  
 $SS_{gs}$  .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
**Strefa** .....aktualny numer strefy pomiarowej - numer ten jest wyznaczany automatycznie i decyduje o przyporządkowaniu rejestrowanych danych w trakcie trwania analizy bieżącej do odpowiednich stref pomiarowych.

#### 4.3.3.5.c. Analiza po pomiarze

- $SS_{gs}^{\min}$  .....wartość minimalna siły sygnału ścieżki;  
 $\%MOD_{gs}^{\min}$  .....wartość minimalna głębokości modulacji sygnału ścieżki;  
 $\%MOD_{gs}$  .....wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;  
 $\Theta_{\max}^{75}$  .....maksymalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefie 2;  
 $\Theta_{\min}^{75}$  .....minimalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefie 2;  
 $\overline{\Theta}^{75}$  .....wartość średnia kąta ustawienia ścieżki o dewiacji 75 w strefach wyznaczona na podstawie zależności 55 i 61;  
 $X_{gs}$  .....szerokość sektora ścieżki wyznaczana jako:

$$X_{gs}^A = \overline{\Theta}^{-75A} - \overline{\Theta}^{+75A} \quad (70)$$

gdzie:

- $\Theta^{\pm 75A}$  .....kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75 mierzony pomiędzy punktem A i B (2 strefa);  
 $\Phi_{gs}^A$  .....symetria sektora ścieżki wyznaczana w następujący sposób:

$$\Phi_{gs} = \frac{\overline{\Theta}^{-75} - \overline{\Theta}^0}{X_{gs}} * 100 [\%] \quad (71)$$

gdzie:

- $\overline{\Theta}^0$  .....wartość średnia w strefie 2 kąta ustawienia ścieżki schodzenia;  
• .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;  
• .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

#### 4.3.3.5.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 30: Szerokość sektora (A) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                                  | Oznaczenie    | Odb. | Zakres                            |
|--|---------------|------|-----------------------------------|
| Kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75μA | $\Theta^{75}$ | G    | $\hat{\Theta}^{75} \pm 0.5^\circ$ |
| Kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 75μA | $\Theta^{75}$ | A    | $\hat{\Theta}^{75} \pm 0.5^\circ$ |
| Dewiacja ścieżki schodzenia            | $\vartheta$   | G    | -75μA±45μA                        |
| Dewiacja ścieżki schodzenia            | $\vartheta$   | A    | -75μA±45μA                        |
| Głębokość modulacji                    | $\%MOD_{gs}$  | G    | 72%..88%                          |
| Głębokość modulacji                    | $\%MOD_{gs}$  | A    | 72%..88%                          |
| Siła sygnału ścieżki                   | $SS_{gs}$     | G    | 5000μV <sub>log</sub>             |

|   |               |   |                   |
|---|---------------|---|-------------------|
| Siła sygnału ścieżki                    | $SS_{gs}$     | A | $5000\mu V_{log}$ |
| Flaga odbiornika                        | <b>GS.FLG</b> | G | $1..0_{bin}$      |
| Flaga odbiornika                        | <b>GS.FLG</b> | A | $1..0_{bin}$      |
| Elewacja z teodolitu telemetrycznego    | $\epsilon_0$  |   | $1.5..4.5^\circ$  |
| Znaczники konsoli, pilotów i telemetrii |               |   | $1..0_{bin}$      |

**4.3.3.6. Szerokość sektora w alarmie szerokim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zwiększenie się kąta ustawienia szerokości sektora ścieżki schodzenia o wartość mniejszą od dopuszczalnej. Parametrem wyznaczanym jest tu szerokość sektora ścieżki w locie profilem A. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.3.3.5.

**4.3.3.7. Szerokość sektora w alarmie wąskim (A)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zmniejszenie się kąta szerokości sektora ścieżki schodzenia o wartość większą od dopuszczalnej. Parametrem wyznaczanym jest tu szerokość sektora ścieżki w locie profilem A. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.3.3.5.

**4.3.3.8. Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B)****4.3.3.8.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie szerokości sektora i kąta ustawienia ścieżki schodzenia w locie profilem B. Dodatkowo sprawdzana jest również wyrazistość sektora ścieżki.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się na stałej wysokości na **kursie kierunku**.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2 z wykorzystaniem formatu Tabela 25.

**4.3.3.8.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

**Start** funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów.

**Stop** zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.

**Analiza** wyniki pomiaru są "ważne".

**Wyjście** powrót do poprzedniego ekranu.

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\theta$ .....dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$\epsilon_0$ .....elewacja z teodolitu telemetrycznego sygnał wejściowy;

$\%MOD_{gs}$ .....głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$SS_{gs}$ .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{gs}$  ..... głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%..

### ANALIZA BIEŻĄCA

$\overline{\Theta^0}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki schodzenia wyznaczany na odcinku -15..15 $\mu$ A na podstawie zależności 53 i 61;

$\overline{\Theta^{-75}}$  ..... aktualny średni kąt pomiędzy kątem publikowanym ścieżki i kierunkiem o dewiacji kursu -75 $\mu$ A wyznaczany na odcinku -60..-90  $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$\overline{\Theta^{75}}$  ..... aktualny średni kąt pomiędzy kątem publikowanym ścieżki i kierunkiem o dewiacji kursu s=75 $\mu$ A wyznaczany na odcinku 60..90  $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$\bar{h}$  ..... wartość średnia wysokości wyznaczoną na podstawie wskazań wysokościomierza.

Wartości wielkości wyznaczane na podstawie pomiarów na odcinkach pojawiają się na ekranie od momentu wejścia samolotu w obszar odcinka pomiarowego.

#### 4.3.3.8.c. Analiza po pomiarze

$\overline{\Theta^0}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki schodzenia wyznaczony na odcinku -15..15 $\mu$ A na podstawie zależności 53 i 61;

$\overline{\Theta^{-150}}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki o dewiacji kursu -150 $\mu$ A wyznaczony na odcinku -145..-165  $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$\overline{\Theta^{-75}}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki o dewiacji kursu -75 $\mu$ A wyznaczony na odcinku -60..-90  $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$\overline{\Theta^{75}}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki o dewiacji kursu 75 $\mu$ A wyznaczony na odcinku 60..90 $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$\overline{\Theta^{190}}$  ..... aktualny średni kąt ustawienia ścieżki o dewiacji kursu 190 $\mu$ A wyznaczony na odcinku 175..205  $\mu$ A z zależności 55 i 61;

$X_{gs}$  ..... szerokość sektora ścieżki wyznaczana jako:

$$X_{gs} = \overline{\Theta^{75}} - \overline{\Theta^{-75}} \quad (72)$$

$\Phi_{gs}$  ..... symetria sektora ścieżki wyznaczana w następujący sposób:

$$\Phi_{gs} = \frac{\overline{\Theta^{-75}}(N) - \overline{\Theta^0}}{X_{gs}} * 100 \quad [\%] \quad (73)$$

$\bar{h}$  ..... wartość średnią wysokości wyznaczoną na podstawie wskazań wysokościomierza kodującego;

$\%MOD_{gs}^{\min}$  ..... głębokości modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$\%MOD_{gs}$  ..... wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;

$SS_{gs}^{\min}$  ..... wartość minimalna siły sygnału ścieżki;

- ..... tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;
- ..... tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

**4.3.3.8.d. Raport na drukarce**

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 31: Szerokość sektora, wyrazistość i symetria (B) -zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa   | Oznaczenie      | Odb. | Zakres                  |
|---|-----------------|------|-------------------------|
| Dewiacja ścieżki schodzenia   | $\vartheta$     | G    | $\pm 400\mu\text{A}$    |
| Dewiacja ścieżki schodzenia   | $\vartheta$     | A    | $\pm 400\mu\text{A}$    |
| Głębokość modulacji   | $\%MOD_{gs}$    | G    | 72%..88%                |
| Głębokość modulacji   | $\%MOD_{gs}$    | A    | 72%..88%                |
| Siła sygnału ścieżki  | $SS_{gs}$       | G    | $5000\mu\text{V}_{log}$ |
| Siła sygnału ścieżki  | $SS_{gs}$       | A    | $5000\mu\text{V}_{log}$ |
| Flaga odbiornika  | <b>GS.FLG</b>   | G    | 1..0 <sub>bin</sub>     |
| Flaga odbiornika  | <b>GS.FLG</b>   | A    | 1..0 <sub>bin</sub>     |
| Elewacja z teodolitu telemetrycznego                                    | $\epsilon_0$    |      | 0..10°                  |
| Dewiacja kursu kierunku   | $\eta$          | G    | $\pm 75\mu\text{A}$     |
| Sygnał audio VHF  | <b>VHF.AUD</b>  |      | 1..0 <sub>bin</sub>     |
| Liczba satelitów  | <b>GPS.NOS</b>  | GPS  | 0..5                    |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia | <b>GPS.GDOP</b> | GPS  | 0..0.5                  |
| Flaga odbiornika GPS  | <b>GPS.FLG</b>  | GPS  | 1..0 <sub>bin</sub>     |
| Znaczniki konsoli, pilotów i telemetry                                  |                 |      | 1..0 <sub>bin</sub>     |

**4.3.3.9. Szerokość sektora, wyrazistość i symetria w alarmie szerokim (B)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zwiększenie się kąta ustawienia szerokości sektora ścieżki schodzenia o wartość mniejszą od dopuszczalnej oraz wyznaczenie błędu ustawienia kąta ścieżki schodzenia w przypadku wspomnianej zmiany szerokości sektora w locie profilem B. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.3.3.8.

**4.3.3.10. Szerokość sektora wyrazistość i symetria w alarmie wąskim (B)**

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie, czy monitor będzie wykrywał zmniejszenie się kąta ustawienia szerokości sektora ścieżki schodzenia o wartość mniejszą od dopuszczalnej oraz wyznaczenie błędu ustawienia kąta ścieżki schodzenia w przypadku wspomnianej zmiany szerokości sektora w locie profilem B. Procedura realizowana w taki sam sposób jak opisana w rozdziale 4.3.3.8.

**4.3.3.11. Równowaga modulacji (A)****4.3.3.11.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie równowagi modulacji sygnałów 90 i 150Hz.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie kierunku i ścieżce schodzenia**.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2 W procedurze wykorzystuje się format Tabela 26.

**4.3.3.11.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

**Start** funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów.

**Stop** zakończenie lub wstrzymanie rejestracji,

**Analiza** wyniki pomiaru są "ważne",

**Wyjście** powrót do poprzedniego ekranu,

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\vartheta$ .....dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$\%MOD_{gs}$ .....głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$SS_{gs}$ .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$h$  .....wysokość z wysokościomierza.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

**WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{gs}$ .....głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%.

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$\vartheta$ .....dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$SS_{gs}$ .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$h$  .....wysokość z wysokościomierza.

**4.3.3.11.c. Analiza po pomiarze**

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\vartheta$  .....wartość średnia dewiacji ścieżki schodzenia;

$\%MOD_{gs}^{\min}$  .....głębokości modulacji sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

$\%MOD_{gs}$  .....wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;

$SS_{gs}^{\min}$  .....wartość minimalna siły sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;
- .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

#### 4.3.3.11.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 32: Równowaga modulacji (A) -zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                                    | Oznaczenie    | Odb. | Zakres              |
|--|---------------|------|---------------------|
| Dewiacja ścieżki schodzenia              | $\vartheta$   | G    | $\pm 45\mu A$       |
| Dewiacja ścieżki schodzenia              | $\vartheta$   | A    | $\pm 45\mu A$       |
| Głębokość modulacji                      | $\%MOD_{gs}$  | G    | 72%..88%            |
| Głębokość modulacji                      | $\%MOD_{gs}$  | A    | 72%..88%            |
| Siła sygnału ścieżki                     | $SS_{gs}$     | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Siła sygnału ścieżki                     | $SS_{gs}$     | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Flaga odbiornika                         | <b>GS.FLG</b> | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczniiki konsoli, pilotów i telemetrii |               |      | 1..0 <sub>bin</sub> |

#### 4.3.3.12. Fazowanie (B)

##### 4.3.3.12.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie zależności pomiędzy fazą fali nośnej i wstęp bocznym.

##### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie kierunku**.

##### PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. W procedurze wykorzystuje się formatu Tabela 25.

##### 4.3.3.12.b. Ekran sterujący

##### DOSTĘPNE FUNKCJE

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

**Start** funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów.

**Stop** zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.

**Analiza** wyniki pomiaru są "ważne".

**Wyjście** powrót do poprzedniego ekranu.

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### WYKRESY LINIOWE

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\vartheta$ .....dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;

$\%MOD_{gs}$ ..... głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $SS_{gs}$ ..... siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $h$  ..... wysokość z wysokościomierza.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

#### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\%MOD_{gs}$ ..... głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%..

#### ANALIZA BIEŻĄCA

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$\vartheta$ ..... dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;  
 $SS_{gs}$ ..... siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $h$  ..... wysokość z wysokościomierza.

##### 4.3.3.12.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\vartheta$  ..... średnia dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;  
 $\%MOD_{gs}^{\min}$  .....głębokości modulacji sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $\%MOD_{gs}$  .....wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;  
 $SS_{gs}^{\min}$  ..... wartość minimalna siły sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 •.....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;  
 •.....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

##### 4.3.3.12.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe wielkości wymienionych w Tabeli 32.

#### **4.3.3.13. Zabezpieczenie nad przeszkodami (A)**

##### 4.3.3.13.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie odstępu pomiędzy dolną krawędzią sektora ścieżki i przeszkodami.

#### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się na kursie kierunku pod ścieżką na kursie o dewiacji  $180\mu A$ .

#### PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne po-



ruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. W procedurze wykorzystuje się format Tabela 25.

#### 4.3.3.13.b. *Ekran sterujący*

##### DOSTĘPNE FUNKCJE

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### WYKRESY LINIOWE

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

|                      |   |
|----------------------|---|
| $\vartheta$ .....    | dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego; |
| $\Theta^{180}$ ..... | kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 180 $\mu$ A wyznaczony na podstawie zależności 55;                |
| $\%MOD_{gs}$ .....   | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;        |
| $SS_{gs}$ .....      | siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.                      |

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

##### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

|                    |   |
|--------------------|---|
| $\%MOD_{gs}$ ..... | głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%.. |
|--------------------|---|

##### ANALIZA BIEŻĄCA

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| $\vartheta$ .....               | dewiacja ścieżki schodzenia;  |
| $\Theta_{max}^{180}$ .....      | maksymalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 180 w strefie 2;   |
| $\Theta_{min}^{180}$ .....      | minimalny kąt ustawienia ścieżki o dewiacji 180 w strefie 2;  |
| $\overline{\Theta}^{180}$ ..... | wartość średnia kąta ustawienia ścieżki o dewiacji 180 w strefach wyznaczona na podstawie zależności 55 i 61;   |
| $SS_{gs}$ .....                 | siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  |
| <b>Strefa</b> .....             | aktualny numer strefy pomiarowej - numer ten jest wyznaczany automatycznie i decyduje o przyporządkowaniu rejestrowanych danych w trakcie trwania analizy bieżącej do odpowiednich stref pomiarowych. |

#### 4.3.3.13.c. *Analiza po pomiarze*

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| $\%MOD_{gs}^{min}$ ....       | głębokości modulacji sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;   |
| $\overline{\%MOD}_{gs}$ ..... | wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;  |
| $SS_{gs}^{min}$ .....         | wartość minimalna siły sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej; |

- $\Theta^{180}$  ..... wartość średnia kąta ustawienia ścieżki o dewiacji 180 w strefach wyznaczona na podstawie zależności 55 i 61;
- ..... tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;
  - ..... tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

#### 4.3.3.13.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale. Druga część raportu zawiera wykresy liniowe wielkości wymienione w Tabeli 22.

#### 4.3.3.14. Pokrycie w osi (B)

##### 4.3.3.14.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest sprawdzenie wartości emitowanego sygnału nadajnika ścieżki pod ścieżką.

##### **TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie kierunku na stałej wysokości**.

##### **PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. W procedurze wykorzystuje się format Tabeli 26

##### 4.3.3.14.b. Ekran sterujący

##### **DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### **WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

- $\vartheta$  ..... dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;
- $h$  ..... wysokość z wysokościomierza kodującego;
- $\%MOD_{gs}$  ..... głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;
- $SS_{gs}$  ..... siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest dewiacja ścieżki schodzenia  $\vartheta$ .

##### **WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

- $\%MOD_{gs}$  ..... głębokość modulacji sygnału ścieżki, wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej. Wykres ma kolor zielony w zakresie 75%-85%..

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

- $\vartheta$ .....dewiacja ścieżki schodzenia wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego;
- $SS_{gs}$ .....siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;
- $h$ .....wysokość z wysokościomierza kodującego.

**4.3.3.14.c. Analiza po pomiarze**

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

- $\%MOD_{gs}^{\min}$ .....głębokości modulacji sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;
- $\%MOD_{gs}$ .....wartość średnia głębokości modulacji sygnału ścieżki;
- $SS_{gs}^{\min}$ .....wartość minimalna siły sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;
- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których wystąpiła flaga odbiornika nawigacyjnego;
- .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

**4.3.3.14.d. Raport na drukarce**

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 33: Pokrycie w osi (B) - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                                   | Oznaczenie    | Odb. | Zakres              |
|---|---------------|------|---------------------|
| Dewiacja ścieżki schodzenia             | $\vartheta$   | G    | $\pm 400\mu A$      |
| Dewiacja ścieżki schodzenia             | $\vartheta$   | A    | $\pm 400\mu A$      |
| Głębokość modulacji                     | $\%MOD_{gs}$  | G    | 72%..88%            |
| Głębokość modulacji                     | $\%MOD_{gs}$  | A    | 72%..88%            |
| Siła sygnału ścieżki                    | $SS_{gs}$     | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Siła sygnału ścieżki                    | $SS_{gs}$     | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Flaga odbiornika                        | <b>GS.FLG</b> | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Flaga odbiornika                        | <b>GS.FLG</b> | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Znaczniki konsoli, pilotów i telemetrii |               |      | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Wysokość z wysokościomierza kodującego  | $h$           |      | 0..3000'            |

**4.3.3.15. Pokrycie 8 stopni z prawej i z lewej (B)**

Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.3.3.14 Pokrycie w osi (B) z opisanymi poniżej wyjątkami.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2 W procedurze wykorzystuje się format Tabela 27.

## 4.4. Pomiar nadajnika VOR

### 4.4.1. Wstęp.

#### 4.4.1.1. Podstawowe zależności

Po zakończeniu pomiaru zebrane w jego wyniku dane są przetwarzane i obliczane następujące parametry dla każdego z nadajników niezależnie:

**BŁĄD NAMIARU**

$$\Delta\alpha_{vor} = \alpha_o - \alpha_{vor} \quad (74)$$

gdzie:

$\alpha_{vor}$  .....namiar wyznaczony na podstawie funkcji kalibracyjnej odbiornika nawigacyjnego na podstawie zależności 13;

$\alpha_o$ .....kurs wyznaczony z odniesienia (GPS - wzór 3 albo teodolit wzór 23).

**ŚREDNI BŁĄD NAMIARU:**

$$\overline{\Delta\alpha(i)} = \frac{\Delta\alpha(i)}{i} \quad (75)$$

gdzie:

$\Delta\alpha$ .....błąd namiaru - wartość chwilowa.

**MAKSYMALNY I MINIMALNY BŁĄD NAMIARU::**

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_{\max} &= \max(\Delta\alpha(i)) \\ \Delta\alpha_{\min} &= \min(\Delta\alpha(i)) \end{aligned} \quad (76)$$

**MINIMALNA GŁĘBOKOŚĆ MODULACJI SYGNAŁU VOR.VAR**

$$\%MOD_{var}^{\min} = \min_i [\%MOD_{var}(i)] \quad (77)$$

**MINIMALNA GŁĘBOKOŚĆ MODULACJI SYGNAŁU VOR.SCR:**

$$\%MOD_{scr}^{\min} = \min_i [\%MOD_{scr}(i)] \quad (78)$$

**MINIMALNY INDEKS MODULACJI SYGNAŁU VOR.REF:**

$$IDMOD_{ref}^{\min} = \min_i [IDMOD_{ref}(i)] \quad (79)$$

**ŚREDNI BŁĄD NAMIARU:**

$$\overline{\Delta\alpha} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \Delta\alpha(i)}{N} \quad (80)$$

gdzie:

$\Delta\alpha$  .....wartość błędu kursu wyznaczona ze wzoru 74,

$N$  .....ilość próbek zebranych w trakcie pomiaru

**MAKSYMALNE WYZĘBIENIA I FALOWANIA KURSU WYZNACZA SIĘ JE JAKO:**

$$\hat{f} = 2 \max(\delta(i)) \quad (81)$$

gdzie:

$\delta$  .....odchylenie standardowe liczone na odcinku 0,2NM co 0,1NM wg wzoru poniżej:

$$\delta(i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^m (\Delta\alpha(j) - \overline{\Delta\alpha(i)})^2}{N(i)}} \quad (82)$$

gdzie:

$$(k \quad d(i) \geq i * 0,1[Mm]) \wedge (m \quad d(i) < (i * 0,1 + 0,2)[Mm])$$

$$N(i) = m - k$$

$$\overline{\Delta\alpha(i)} = \frac{\sum_{j=k}^m \Delta\alpha(j)}{N(i)}$$

**MAKSYMALNE I MINIMALNE UGIĘCIA KURSU WYZNACZA SIĘ Z NASTĘPUJĄCYCH ZALEŻNOŚCI:**

$$u_{\max} = \max_i (\overline{\Delta\alpha} - \overline{\Delta\alpha(i)}) \quad [^\circ]$$

$$u_{\min} = \min_i (\overline{\Delta\alpha} - \overline{\Delta\alpha(i)}) \quad [^\circ] \quad (83)$$

gdzie:

$\overline{\Delta\alpha}$  .....wartość średnia błędu kursu liczona na drodze 2NM co 0,1NM wg wzoru:

$$\overline{\Delta\alpha(i)} = \frac{\sum_{j=k}^m \Delta\alpha(j)}{N(i)} \quad [^\circ]$$

$$(k \quad d(i) \geq i * 0,1[Mm]) \wedge (m \quad d(i) < (i * 0,1 + 2) \quad [Mm]) \quad (84)$$

$$N(i) = m - k$$

#### EFEKT POLARYZACJI

jest określony przez dwie wielkości, a mianowicie jako wartość maksymalna i minimalna błędu, czyli:

$$p_{prw} = \overline{\Delta\alpha_{prw}} - \overline{\Delta\alpha_{pol0}} \quad [^\circ]$$

$$p_{lew} = \overline{\Delta\alpha_{lew}} - \overline{\Delta\alpha_{pol0}} \quad [^\circ] \quad (85)$$

gdzie:

$\overline{\alpha_{pol0}}$ ,

$\overline{\Delta\alpha_{prw}}$ ,

$\overline{\Delta\alpha_{lew}}$  : .....wartość średnia namiaru liczona odpowiednio na odcinku zerowego nachylenia, nachylenia w prawo i lewo samolotu w trakcie wykonywania procedury pomiaru polaryzacji zgodnie z poniższym wzorem. indeksy  $o$ ,  $r$  wyznaczają granice odcinka pomiaru wpływu polaryzacji.

$$\overline{\Delta\alpha_{pol0}} = \frac{\sum_{j=m}^n \Delta\alpha(j)}{n - m} \quad [^\circ]$$

$n$ ,  $m$  .....indeksy określające granice odcinka zerowego nachylenia samolotu.

#### 4.4.1.2. Szkic sytuacyjny

W celu ułatwienia operatorowi orientacji w przestrzeni w prawym dolnym rogu ekranów pomiarowych i sterujących prezentowany jest szkic sytuacyjny, na którym pokazana jest pozycja samo-

lotu względem VOR'a (czerwony punkt). Przyjęto, że promień koła odpowiada jednej z wymienionych poniżej odległości:

$$5,5 * 2, \dots, 5 * 2^i \text{ [NM]} \quad (86)$$

w zależności od aktualnej odległości od stacji nadajnika. Odległość tę wybiera się przez określenie takiego indeksu  $i$  potęgi liczby 2, aby

$$i \quad \begin{aligned} d &\leq 5 * 2^i + \delta \\ d &\geq 5 * 2^{i-1} - \delta \end{aligned} \quad (87)$$

gdzie:

$d$  ..... aktualna odległość samolotu od stacji;

$\delta$  ..... histereza zmian.

Wartość histerezy dobrano na 10% aktualnej wartości długości promienia. Na powierzchni koła zaznaczone są odmiennymi kolorami promienie dla aktualnego nadajnika, które w ramach wykonywanej inspekcji mają być sprawdzone-białe i zostały już sprawdzone - zielone. Zakończenie badania danego promienia powoduje zmianę koloru. Badanie promienia nie zamknięte przyciskiem **Analiza** nie jest traktowane jako zakończone i nadal promień jest przedstawiany jako przewidziany do sprawdzenia.

Przyjmuje się, że maksymalna odległość pomiędzy samolotem a stacją VOR w opisanych poniżej procedurach pomiarowych nie będzie większa od 100NM.

#### **4.4.1.3. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii**

Po uruchomieniu procedury pomiarowej na wyświetlaczu alfanumeryczny w kokpicie pilotów zostaje wyświetlony komunikat zawierający informacje o:

- azymucie wyznaczonym z aktualnego źródła odniesienia,
- odległości od stacji uzyskana z GPS i
- wymaganym kierunku lotu.

Tekst zawierający powyższe informacje jest wyświetlany wg następującego formatu Tabela 34.

Strzałki w dolnym wierszu (wyświetlane po jednej stronie punktu środkowego) wskazują pożądaną zmianę kierunku lotu. Czułość "wskaźnika" można zmienić w danych początkowych.

Tabela 34: Format wyświetlacza pomiar VOR

|                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Az : _ 3 3 3 . 3 _ _ Od : 5 6 . 7 NM |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <                                    | < | < | < | < | * | > | > | > | > | > | > | > | > | > | > |

W przypadku braku bieżących danych z urządzenia wskazanego jako źródło do wyznaczania odległości wielkość ta nie jest wyświetlana.

W lotach po promieniu wymieniony błąd pilotażu jest wyznaczany z zależności:

$$\xi_{vor}^A = \alpha_s - \alpha_o \text{ [°]} \quad (88)$$

gdzie:

$\alpha_s$  ..... zadany azymut;

$\alpha_o$  ..... aktualny azymut wyznaczony z wskazanego urządzenia odniesienia (GPS-wzór 26, teodolit wzór 23, odbiornik NAV wzór 6 lub 13).

W lotach po okręgu wymieniony błąd pilotażu jest wyznaczany z zależności:

$$\xi_{vor}^B = r_s - r_o \text{ [NM]} \quad (89)$$

gdzie:

$r_n$  ..... promień dla zadanego okręgu;

$r_o$  ..... promień wyznaczony z urządzenia odniesienia (z GPS-wzór 25 albo z DME).

#### **4.4.1.4. Lista wielkości rejestrowanych**

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są periodycznie następujące wielkości:

$\alpha_{vor}$  ..... namiar z odbiornika nawigacyjnego - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

$\%MOD_{var}$  ..... głębokość modulacji sygnału VOR.VAR - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

$IDMOD_{ref}$  ..... indeks modulacji sygnału VOR.REF - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

**%MOD<sub>scr</sub>**.....głębokość modulacji sygnału VOR.SUBCAR - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;  
**SS<sub>vor</sub>**.....siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;  
**VOR.AUD**.....identyfikacja sygnału audio stacji VOR - wielkość wejściowa;  
**VOR.FLG**.....flaga odbiornika VOR;

## 4.4.2. Główny ekran sterujący

### WYBÓR ODBIORNIKA

W tym polu dokonywany jest wybór odbiornika głównego. Oba odbiorniki są strojone na tą samą częstotliwość zgodnie z danymi zawartymi w bazie danych.

### WYBÓR ODNIESIENIA DLA POMIARU KĄTA

Jako źródło do pomiaru azymutu można tu wykorzystać GPS albo teodolit telemetryczny.

### WYBÓR ODNIESIENIA DLA POMIARU ODLEGŁOŚCI

Do realizacji procedur pomiarowych niezbędna jest bieżąca informacja pomiarowa o odległości samolotu od punktu odniesienia. Uzyskuje się ją na podstawie danych otrzymywanych z odbiornika DME, odbiornika GPS lub na podstawie informacji o aktualnej średniej prędkości samolotu. W ostatnim przypadku odległość jest wyliczana jako wartość średnia z iloczynu czasu i wprowadzonej prędkości samolotu.

Jeśli odległość ma być wyznaczana na podstawie prędkości, to jej wartość trzeba zadeklarować na omawianym ekranie.

### DEKLARACJA CIŚNIENIA ODNIESIENIA

Ta opcja umożliwia wprowadzenie ciśnienia odniesienia, które aktualnie występuje na lotnisku. Umożliwi to korektę wartości wysokości odczytywanych z wysokościomierz, który podaje wysokość dla ciśnienia wzorcowego 1013.25 hPa.

### TEST TORÓW POMIAROWYCH

Aby umożliwić szybką kontrolę poprawności pracy odbiorników nawigacyjnych na omawianym ekranie sterującym przewidziano procedurę testowania tego toru pomiarowego. Inicjacja tej procedury powoduje podłączenie w miejsce anten generatora wzorcowego i po porównaniu danych dla wybranego punktu kalibracyjnego z danymi z tablicy kalibracyjnej wyświetla rezultat na ekranie. Wyświetlony rezultat umożliwia inspektorowi podjęcie decyzji o przydatności aktualnej tablicy kalibracyjnej i samego odbiornika do realizacji pomiarów.

### WYBÓR PROMIENIA

Dla każdej procedury realizowanej w locie po okręgu jest zdefiniowana domyślna wartość jego promienia. Jednak na ekranie tym w polu odległość można tą wartość zmienić.

## 4.4.3. Procedury pomiarowe

### 4.4.3.1. Pomiar błędu na promieniu

#### 4.4.3.1.a. Wstęp

Celem procedury jest sprawdzenie w lotach po promieniu, czy jakość sygnałów i ich dokładność jest wystarczająca, aby urządzenie mogło być używane w procedurach nawigacji z wykorzystaniem przyrządów (ang. Instrument Flight Rules - IFR).

#### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na wskazanym promieniu**.

#### PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poru-

szanie się po zadanej trajektorii i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że informacja na wyświetlaczu pilota jest zobrazowana wg formatu Tabela 34.

Czułość wskaźnika krzyżowego wynosi  $10^\circ$  dla pełnego wychylenia. Kąt jest mierzony z uwzględnieniem stałego przesunięcia o wartość odpowiadającą badanemu promieniowi.

#### 4.4.3.1.b. Ekran sterujący

##### DOSTĘPNE FUNKCJE

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>POL-V</u></b>   | rozpoczęcie procedury badania wpływu polaryzacji pionowej.        |
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### WYKRESY LINIOWE

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$\Delta\alpha_{vor}$ ..... błąd namiaru wyznaczony z zależności 74;

$IDMOD_{ref}$ ..... indeks modulacji sygnału VOR.REF - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej (wartości graniczne 14-18);

$\%MOD_{scr}$ ..... głębokość modulacji sygnału VOR.SUBCAR - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej (wartości graniczne 28% - 32%);

$SS_{vor}$ ..... siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest błąd namiaru  $\Delta\alpha_{vor}$ .

##### WYKRESY SŁUPKOWE

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych:

$IDMOD_{ref}$ ..... indeksu modulacji sygnału VOR.REF - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej (wartości graniczne sygnalizowane kolorem zielonym 15-17);

$\%MOD_{var}$ ..... głębokości modulacji sygnału VOR.VAR - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej (wartości graniczne sygnalizowane kolorem zielonym 28% - 32%);

$\%MOD_{scr}$ ..... głębokości modulacji sygnału VOR.SUBCAR - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej (wartości graniczne sygnalizowane kolorem zielonym 28% - 32%).

##### ANALIZA BIEŻĄCA

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$\Delta\alpha_{vor}$ ..... błąd namiaru wyznaczony z zależności 74;

$SS_{vor}$ ..... siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

$\overline{\Delta\alpha(i)}$  ..... średni błąd namiaru mierzony na odcinku od chwili rozpoczęcia pomiaru do pozycji bieżącej samolotu wyznacza się ze wzoru 75;

$\Delta\alpha_{max}$ ..... maksymalny błąd namiaru;

$\Delta\alpha_{min}$  ..... minimalny błąd namiaru.

#### 4.4.3.1.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **ANALIZA** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\%MOD_{var}^{min}$  ..... minimalna wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.  $\%MOD$ ;



- $\%MOD_{scr}^{min}$  .....minimalna wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}^{min}$  .....minimalny wartość indeks modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $\%MOD_{var}^{max}$  .....maksymalna wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.%MOD;  
 $\%MOD_{scr}^{max}$  .....maksymalna wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}^{max}$  .....maksymalna wartość indeksu modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $\%MOD_{var}$  .....średnia wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.%MOD;  
 $\%MOD_{scr}$  .....średnia wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}$  .....wartość średnia indeks modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $SS_{vor}^{min}$  .....siła sygnału stacji - wartość minimalna;  
 $\Delta\alpha$  .....średni błąd namiaru;  
 $\Delta\alpha_{max}$  .....odchylenie maksymalne namiaru;  
 $\Delta\alpha_{min}$  .....odchylenie minimalne namiaru;  
 $\hat{f}$  .....maksymalne wyzębienia i falowania namiaru;  
 $u_{min}$  .....minimalne ugięcia kursu;  
 $u_{max}$  .....maksymalne ugięcia kursu;  
 $p_{max}$  .....efekt polaryzacji: wartość maksymalna błędu;  
 $p_{min}$  .....efekt polaryzacji: wartość minimalna błędu;  
  - .....tabelaryczny zestaw odcinków - zakres odległości wyłączonych z analizy ze względu na pojawienie się flagi z odbiornika nawigacyjnego;
  - .....tabelaryczny zestaw odcinków, na których  $SS_{vor} < 5\mu V$ .

#### 4.4.3.1.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale oraz tabelaryczne zestawienie wprowadzonych w trakcie trwania rejestracji znaczników.

W drugiej części raport zawiera wykresy wartości chwilowych wielkości zestawionych w tabeli.

Tabela 35: Pomiar błędu na promieniu - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                | Oznaczenie           | Odb. | Zakres              |
|----------------------|----------------------|------|---------------------|
| <b>zestaw I</b>      |                      |      |                     |
| Błąd namiaru         | $\Delta\alpha_{vor}$ | G    | $\pm 5^\circ$       |
| Błąd namiaru         | $\Delta\alpha_{vor}$ | A    | $\pm 5^\circ$       |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{var}$        | G    | 35%..25%            |
| Indeks modulacji     | $IDMOD_{REF}$        | G    | 13..19              |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{scr}$        | G    | 35%..25%            |
| Siła sygnału         | $SS_{vor}$           | G    | $5000\mu V_{log}$   |
| Identyfikator 1020Hz | VOR.AUD              | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Flaga odbiornika     | VOR.FLG              | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Identyfikator 1020Hz | VHF.AUD              | VHF  | 1..0 <sub>bin</sub> |
| <b>zestaw II</b>     |                      |      |                     |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{var}$        | A    | 35%..25%            |
| Indeks modulacji     | $IDMOD_{REF}$        | A    | 13..19              |
| Głębokość modulacji  | $\%MOD_{scr}$        | A    | 35%..25%            |
| Siła sygnału         | $SS_{vor}$           | A    | $5000\mu V_{log}$   |

| Nazwa   | Oznaczenie      | Odb. | Zakres              |
|---|-----------------|------|---------------------|
| Odchylenie toru lotu  | $\xi_{vor}^A$   |      | $\pm 10^\circ$      |
| Identyfikator 1020Hz  | <b>VOR.AUD</b>  | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Flaga odbiornika  | <b>VOR.FLG</b>  | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Liczba satelitów  | <b>GPS.NOS</b>  | GPS  | 0..10               |
| Geometryczne rozmycie precyzji - współczynnik jakości pomiaru położenia | <b>GPS.GDOP</b> | GPS  | 0..0.5              |

Gdzie: literą G oznaczono odbiornik główny a literą A alternatywny.

Na wykresach liniowych są nanoszone następujące znaczniki:

- znacznik z teodolitu,
- znacznik z konsoli,
- znacznik od pilota.

#### **4.4.3.2. Wyznaczenie zasięgu na promieniu**

Procedura realizowana identycznie jak opisana w rozdziale 4.4.3.1.

#### **4.4.3.3. Pomiar rozkładu błędu na okręgu**

##### **4.4.3.3.a. Wstęp**

Celem procedury jest sprawdzenie w lotach po okręgu, czy jakość sygnałów i ich dokładność jest wystarczająca, aby urządzenie mogło być używane w procedurach nawigacji z wykorzystaniem przyrządów (ang. Instrument Flight Rules - IFR). Procedura ta jest realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.4.3.1. Poniżej opisane zostaną tylko te elementy, które są inne niż dla wspomnianej procedury.

##### **TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na okręgu o wskazanym promieniu**. Wartość promienia deklaruje się na głównym ekranie sterującym.

##### **PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii i odbywa się zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale 4.2.1.2. Dla omawianej procedury pomiarowej przyjęto, że informacja na wyświetlaczu pilota jest zobrazowana wg formatu Tabela 34.

##### **4.4.3.3.b. Ekran sterujący**

##### **DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

- Start** funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów.
- Restart** podobnie jak opisana wyżej funkcja **Start** uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów
- Stop** zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.
- Analiza** wyniki pomiaru są "ważne".
- Wyjście** powrót do poprzedniego ekranu.

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

##### **4.4.3.3.c. Analiza po pomiarze**

Procedura analizy realizowana jest po zaakceptowaniu danych przez klawisz **Analiza**.

W jej wyniku na ekranie monitora wyświetlane są cyfrowo wartości wymienionych niżej wielkości. Wartości te oblicza się dla każdego z przedziałów rejestracji osobno.

W wyniku analizy na ekranie wypisywane są następujące wielkości:

%MOD<sub>var</sub><sup>min</sup> .....minimalna wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.%MOD;

- $\%MOD_{scr}^{min}$  .....minimalna wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}^{min}$  .....minimalny wartość indeks modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $\%MOD_{var}^{max}$  .....maksymalna wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.%MOD;  
 $\%MOD_{scr}^{max}$  .....maksymalna wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}^{max}$  .....maksymalna wartość indeksu modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $\%MOD_{var}$  .....średnia wartość głębokość modulacji sygnału VOR.VAR.%MOD;  
 $\%MOD_{scr}$  .....średnia wartość głębokość modulacji sygnał VOR.SUBCAR.%MOD;  
 $IDMOD_{ref}$  .....wartość średnia indeks modulacji sygnału VOR.REF.IDMOD;  
 $SS_{vor}^{min}$  .....siła sygnału stacji - wartość minimalna;  
 $\Delta\alpha$  .....średni błąd namiaru;  
 $\Delta\alpha_{max}$  .....odchylenie maksymalne namiaru;  
 $\Delta\alpha_{min}$  .....odchylenie minimalne namiaru;  
•.....tabelaryczny zestaw odcinków - zakres kąta wyłączonych z analizy ze względu na pojawienie się flagi z odbiornika nawigacyjnego;  
•.....tabelaryczne zestawienie błędów - wartości średnich za okres 4° co pełne 10°.  
•.....tabelaryczny zestaw odcinków o długości 10°, na których nie wykonano pomiaru, tzn. pomiar został wykonany na łuku <9.7°;

#### 4.4.3.3.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale oraz tabelaryczne zestawienie wprowadzonych w trakcie trwania rejestracji znaczników.

W drugiej części raport zawiera wykresy wartości chwilowych wielkości zestawionych w tabeli Tabela 35.

#### 4.4.3.4. Wyznaczenie zasięgu na okręgu

Procedura realizowana identycznie jak opisana w rozdziale 4.4.3.3

## 4.5. Pomiar nadajnika DME

### 4.5.1. Wstęp

Procedura realizowana zawsze jako towarzysząca z procedurami pomiarowymi LOC i VOR.

#### 4.5.1.1. Podstawowe zależności

W trakcie realizacji procedur pomiarowych i generacji raportów na podstawie zarejestrowanych wartości sygnałów są wyznaczane między innymi wartości liczbowe i przebiegi czasowe następujących wielkości:

#### BŁĄD WSKAZAŃ DME

$$\Delta r_{dme} = r_{dme} - \sqrt{r_{gps}^2 + h^2} \quad (90)$$

gdzie:

$r_{dme}$  .....odległość z DME sygnał wejściowy;

$r_{gps}$  .....odległość samolotu obliczona na podstawie wskazań GPS ze wzoru 25;

$h$  .....wysokość samolotu.

**4.5.1.2. Szkic sytuacyjny**

W celu ułatwienia operatorowi orientacji w przestrzeni w prawym dolnym rogu większości ekranów pomiarowych i sterujących opisanych w tym rozdziale prezentowany jest szkic sytuacyjny, na którym pokazana jest pozycja samolotu względem stacji (czerwony punkt). Funkcja ta jest realizowana tak samo jak opisana w rozdziale 4.4.1.2.

**4.5.1.3. Lista wielkości rejestrowanych**

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są periodycznie następujące wielkości:

**%RPL**..... skalibrowana wartość sygnału DME.%REPLY;

**SQR** ..... skalibrowana wartość sygnału DME SQR;

**SS<sub>dme</sub>** ..... siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

**$\Delta r_{dme}$**  ..... błąd wskazań DME względem GPS;

**DME.AUD** ..... sygnał logiczny przyjmujący wartość 1, gdy w torze audio zostanie wykryty sygnał 1350 Hz;

**DME.SRC** ..... tryb szukania DME - sygnał logiczny odczytywany ze słowa kontrolnego odbiornika DME przyjmujący wartość 1 jeśli odbiornik jest w trybie szukania nadajnika;

**DME.MEM** ..... tryb pamięci DME - sygnał logiczny odczytywany ze słowa kontrolnego odbiornika przyjmujący wartość 1 jeśli odbiornik pokładowy utracił synchronizację z nadajnikiem;

**VOR.FLG** ..... flaga odbiornika VOR;

**4.5.2. Główny ekran sterujący****WYBÓR ODBIORNIKA**

W tym polu dokonywany jest wybór odbiornika głównego. Oba odbiorniki są strojone na tą samą częstotliwość zgodnie z danymi zawartymi w bazie danych.

**WYBÓR ODNIESIENIA DLA POMIARU ODLEGŁOŚCI**

Do realizacji procedur pomiarowych niezbędna jest bieżąca informacja pomiarowa o odległości samolotu od punktu odniesienia. Uzyskuje się ją na podstawie danych otrzymywanych z odbiornika GPS, DME lub na podstawie informacji o aktualnej średniej prędkości samolotu. W ostatnim przypadku odległość jest wyliczana jako iloczyn czasu i wprowadzonej prędkości samolotu. Ponieważ dane wyświetlane na ekranie sterującym procedur pomiarowych mogą być wyliczane na podstawie jednego źródła danych o odległości przed rozpoczęciem procedury istnieje konieczność jego deklaracji.

Jeśli odległość ma być wyznaczana na podstawie prędkości, to jej wartość trzeba zadeklarować.

**WYBÓR PROMIENIA**

Dla procedury realizowanej w locie po okręgu jest zdefiniowana domyślna wartość promienia. Jednak na ekranie tym w polu odległość można tą wartość zmienić.

**4.5.3. Procedury pomiarowe****4.5.3.1. Pomiar stacji DME na promieniu****4.5.3.1.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa przeznaczona do pomiaru podstawowych parametrów stacji DME z powietrza.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **na kursie** wybranego promienia.

4.5.3.1.b. Ekran sterujący**DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Restart</u></b> | funkcja uruchamia - wznowia rejestrację dla aktualnej procedury.  |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$SS_{dme}$  ..... siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

$\Delta r_{dme}$  ..... błąd wskazań DME względem GPS;

$\%RPL$  ..... skalibrowana wartość sygnału %REPLY;

$SQR$  ..... skalibrowana wartość sygnału SQR.

Wykresem głównym wyświetlanym w górnej części ekranu jest siła sygnału  $SS_{dme}$ .

**WYKRESY SŁUPKOWE**

Na ekranie są wykreślane na bieżąco wykresy słupkowe wartości chwilowych następujących wielkości:

$\Delta r_{dme}$  ..... błąd wskazań DME względem GPS – kolor zielony wykresu jeśli  $<0.1\text{NM}$ ;

$\%RPL$  ..... skalibrowana wartość sygnału %REPLY (skala 60-80100%);

$SQR$  ..... skalibrowana wartość sygnału SQUITER.

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$SS_{dme}^{\min}$  ..... minimalna wartość siły sygnału dla aktualnego odcinka;

$SS_{dme}$  ..... siła sygnału stacji - wartość wyznaczona z funkcji kalibracyjnej;

**DME.MEM** ..... tryb pamięci DME - wartość logiczna;

**DME.SRC** ..... tryb szukania DME - wartość logiczna.

4.5.3.1.c. Analiza po pomiarze

Po zakończeniu procedury pomiarowej klawiszem **Analiza** wyliczane są i następnie wyświetlane na ekranie w postaci liczbowej następujące wielkości:

$\Delta r_{dme}$  ..... wartość średnia błędów wskazań DME względem GPS<sup>18</sup> wyznaczona w trakcie całego pomiaru,

$SS_{dme}^{\min}, r_0^p, r_0^k$  ...zestawienie zawierające: minimalną siłę sygnału, początek i koniec odcinka, dla każdego odcinka osobno;

- ..... tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli i pilota z podaniem odległości i wysokości;
- ..... tabelaryczny zestaw odcinków - zakres odległości wyłączonych z analizy ze względu na pojawienie się flagi **DME.SRC** z odbiornika.

4.5.3.1.d. Raport na drukarce

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

<sup>18</sup> wielkość wyznaczana tylko dla pomiaru na okręgu

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 36: Pomiar stacji DME na promieniu - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                                   | Oznaczenie | Odb. | Zakres              |
|---|------------|------|---------------------|
| Siła sygnału stacji DME                 | $SS_{dme}$ | G    | -30..-85dBm         |
| Siła sygnału stacji DME                 | $SS_{dme}$ | A    | -30..-85dBm         |
| Tryb szukania DME - sygnał logiczny     | DME.SRC    | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Tryb szukania DME - sygnał logiczny     | DME.SRC    | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Tryb pamięci DME - sygnał logiczny      | DME.MEM    | G    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Tryb pamięci DME - sygnał logiczny      | DME.MEM    | A    | 1..0 <sub>bin</sub> |
| Skalibrowana wartość sygnału DME.%REPLY | %RPL       | G    | 0 - 100 %           |
| Skalibrowana wartość sygnału DME.%REPLY | %RPL       | A    | 0 - 100 %           |
| Wartość sygnału DME SQR                 | SQR        | G    | 0 - 3000            |
| Wartość sygnału DME SQR                 | SQR        | A    | 0 - 3000            |
| Znaczniki konsoli, pilotów              |            |      | 1..0 <sub>bin</sub> |

#### **4.5.3.2. Pomiar stacji DME na okręgu**

##### **4.5.3.2.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa przeznaczona do pomiaru podstawowych parametrów stacji DME z powietrza. realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.5.3.1.

### **4.6. Jednoczesny pomiar dwóch radilatarni VOR/DME**

#### **4.6.1. Wstęp**

#### **4.6.2. Główny ekran sterujący**

##### **4.6.2.1. Test torów pomiarowych**

Aby umożliwić szybką kontrolę poprawności pracy odbiorników nawigacyjnych na omawianym ekranie sterującym przewidziano procedurę testowania tego toru pomiarowego. Inicjacja tej procedury powoduje połączenie w miejsce anten generatora wzorcowego i po porównaniu danych dla wybranego punktu kalibracyjnego z danymi z tablicy kalibracyjnej wyświetla rezultat na ekranie. Wyświetlony rezultat umożliwia inspektorowi podjęcie decyzji o przydatności aktualnej tablicy kalibracyjnej i samego odbiornika do realizacji pomiarów.

#### **4.6.3. Pomiar nadajników VOR i DME po siecznej**

##### **4.6.3.1. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest określenie jakości i dokładności sygnałów stacji VOR i DME na trasie przelotu. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziałach 4.4.3.2 i 4.5.3.1 z opisanymi poniżej zmianami.

##### **4.6.3.1.a. Tor lotu**

Przyjmuje się, że lot odbywa się **po siecznej łączącej dwie stacje**.

## 4.7. Pomiar nadajnika NDB

### 4.7.1. Wstęp

#### 4.7.1.1. Podstawowe zależności

W trakcie realizacji procedur pomiarowych i generacji raportów na podstawie zarejestrowanych wartości sygnałów są wyznaczone między innymi wartości liczbowe i przebiegi czasowe następujących wielkości:

##### AZYMUT

$$\Psi = \begin{cases} \arctg \frac{ADF.SIN}{ADF.COS} & \text{gdy } ADF.SIN \leq ADF.COS \\ \arctg \frac{ADF.COS}{ADF.SIN} & \text{gdy } ADF.SIN > ADF.COS \end{cases} \quad (91)$$

gdzie:

*ADF.SIN* .....sygnał SIN z odbiornika ADF - sygnał wejściowy;

*ADF.COS* .....sygnał COS z odbiornika ADF - sygnał wejściowy.

##### BŁĄD AZYMUTU

$$\Delta\Psi = \Psi - \alpha_{dir} \quad (92)$$

gdzie:

$\alpha_{dir}$  .....Kierunek lotu względem północy.

#### 4.7.1.2. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii

Funkcja ta jest realizowana analogicznie jak opisana w 4.4.1.3. dla stacji VOR.

#### 4.7.1.3. Lista wielkości rejestrowanych

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są okresowo następujące wielkości:

*SS<sub>adf</sub>* .....siła sygnału stacji NDB - wielkość wyznaczana z funkcji kalibracyjnej;

*ADF.AUD* .....sygnał audio z odbiornika ADF - sygnał wejściowy;

*ADF.SIN* .....sygnał SIN z odbiornika ADF - sygnał wejściowy;

*ADF.COS* .....sygnał COS z odbiornika ADF - sygnał wejściowy;

*F<sub>S</sub>* .....długość geograficzna położenia samolotu;

*L<sub>S</sub>* .....szerokość geograficzna położenia samolotu;

$\Delta\Psi$  .....błąd azymutu

### 4.7.2. Główny ekran sterujący

#### POMIAR ODLEGŁOŚCI

Do realizacji procedur pomiarowych niezbędna jest bieżąca informacja pomiarowa o odległości samolotu od punktu odniesienia. Uzyskuje się ją na podstawie danych otrzymywanych z odbiornika GPS.

#### DEKLARACJA CIŚNIENIA ODNIESIENIA

Ta opcja umożliwia wprowadzenie ciśnienia odniesienia, które aktualnie występuje na lotnisku. Umożliwi to korektę wartości wysokości odczytywanych z wysokościomierz, który podaje wysokość dla ciśnienia wzorcowego 1013.25 hPa.

#### PROCEDURY POMIAROWE

Na tym ekranie sterującym znajduje się zestaw menu umożliwiający inicjację procedur pomiarowych przewidzianych do kontroli nadajnika NDB. Procedury te zostały opisane dalej..

**WYBÓR PROMIENIA**

Dla każdej procedury realizowanej w locie po okręgu jest zdefiniowana domyślna wartość jego promienia. Jednak na ekranie tym w polu odległość można tą wartość zmienić.

**4.7.3. Procedury pomiarowe****4.7.3.1. Pomiar zasięgu na promieniu****4.7.3.1.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie zasięgu stacji NDB w locie po okręgu o określonym promieniu.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się po okręgu o zadeklarowanym promieniu.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale **Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii** (str. 4-48).

**4.7.3.1.b. Ekran sterujący****DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje (rozdział Funkcje sterujące 4.1.4.2):

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Restart</u></b> | funkcja uruchamia - wznowia rejestrację dla aktualnej procedury.  |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$SS_{adf}$ .....siła sygnału odbiornika ADF - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $\Delta\Psi$ .....błąd azymutu.

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$SS_{adf}$ .....siła sygnału odbiornika - wielkość wyznaczana na podstawie funkcji kalibracyjnej;  
 $\Psi$ .....wartość azymutu stacji;  
 $\Delta\Psi$ .....wartość błędu azymutu stacji  
 $\Delta\Psi_{min}$ .....wartość minimalna błędu azymutu stacji  
 $\Delta\Psi_{max}$ .....wartość maksymalna błędu azymutu stacji  
 $\overline{\Delta\Psi}$ .....wartość średnia błędu azymutu stacji,

**4.7.3.1.c. Analiza po pomiarze**

$SS_{adf}^{min}$ .....wartość minimalna siły sygnału nadajnika, dla każdego odcinka pomiarowego osobno;



$SS_{adf}^{\min}, r_0^p, r_0^k$  ...zestawienie zawierające: minimalną siłę sygnału, początek i koniec odcinka, na którym wystąpiła, dla każdego odcinka osobno;

- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których błąd namiaru  $\Delta\Psi > 5^{\circ 19}$
- .....tabelaryczne zestawienie odcinków, na których błąd namiaru  $\Delta\Psi > 10^{\circ 20}$
- .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu.

#### 4.7.3.1.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 37: Pomiar zasięgu na promieniu - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                      | Oznaczenie   | Odb. | Zakres            |
|----------------------------|--------------|------|-------------------|
| Siła sygnału stacji        | $SS_{adf}$   | G    | $5000\mu V_{log}$ |
| Siła sygnału stacji        | $SS_{adf}$   | A    | $5000\mu V_{log}$ |
| Błąd azymutu <sup>21</sup> | $\Delta\Psi$ | G    | $\pm 20^{\circ}$  |
| Błąd azymutu <sup>22</sup> | $\Delta\Psi$ | A    | $\pm 20^{\circ}$  |
| Sygnał audio odbiornika    | ADF.AUD      | G    | $1..0_{bin}$      |
| Sygnał audio odbiornika    | ADF.AUD      | A    | $1..0_{bin}$      |
| Liczba satelitów           | GPS.NOS      | GPS  | 0..10             |
| Przybliżony błąd pozycji   | GPS.GDOP     | GPS  | 0..0.5            |
| Flaga odbiornika GPS       | GPS.FLG      | GPS  | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki konsoli, pilotów |              | GPS  | $1..0_{bin}$      |

Gdzie: literą G oznaczono odbiornik główny a literą A alternatywny.

#### 4.7.3.2. Pomiar zasięgu na okręgu

##### 4.7.3.2.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie zasięgu stacji NDB w locie po okręgu o określonym promieniu. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.7.3.1. z wyjątkami opisanymi niżej.

#### TOR LOTU

Przyjmuje się, że lot odbywa się po **okręgu** o zadeklarowanym promieniu.

#### PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale **Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii** (str 4-51 ).

## 4.8. Pomiar odbiornika VHF i zasięgu radaru

### 4.8.1. Wstęp

#### 4.8.1.1. Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii

Na podstawie danych odbieranych z odbiornika GPS, które pozwalają określić aktualne położenie samolotu względem wybranego toru lotu, system na bieżąco wyznacza informacje ułatwiające

<sup>19</sup> Wielkość wyznaczana tylko dla pomiaru na promieniu

<sup>20</sup> Wielkość wyznaczana tylko dla pomiaru na promieniu

<sup>21</sup> Wielkość rysowana tylko dla pomiaru na promieniu

<sup>22</sup> Wielkość rysowana tylko dla pomiaru na promieniu

ce nawigację w trakcie realizacji procedur pomiarowych i zobrazowuje je w postaci cyfrowej na ekranie specjalizowanego wyświetlacza umieszczonego w kokpicie w polu widzenia pilota samolotu inspekcyjnego. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w rozdziale 4.4.1.3. dla stacji VOR.

#### **4.8.1.2. Lista wielkości rejestrowanych**

W trakcie realizacji opisywanej procedury pomiarowej rejestrowane są periodycznie następujące wielkości:

$t, L_0, F_S$ ..... aktualny czas, długość i szerokość geograficzna położenia samolotu - dane numeryczna w formacie tekstowym - rekord rejestrowany co wybrany przez inspektora okres czasu;

$SS_{vhf}$ ..... siła sygnału stacji - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej;

**VHF.AUD** .....sygnał audio z odbiornika komunikacyjnego VHF;

### **4.8.2. Główny ekran sterujący**

#### **WYBÓR CZĘSTOŚCI REJESTRACJI POŁOŻENIA**

Niezależnie od rejestracji położenia samolotu dla pomiaru stacji VHF, który odbywa się z częstotliwością wykonywania pomiarów, tu wybiera się częstotliwość rejestracji położenia samolotu w celu pomiaru zasięgu radarów.

#### **PROCEDURY POMIAROWE**

Na tym ekranie sterującym znajduje się zestaw menu umożliwiający inicjację procedur pomiarowych przewidzianych do kontroli nadajnika VHF. Procedury te zostaną opisane w kolejnych rozdziałach.

### **4.8.3. Procedury pomiarowe**

#### **4.8.3.1. Pomiar zasięgu na promieniu**

##### **4.8.3.1.a. Wstęp**

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie zasięgu stacji VHF w locie po promieniu.

#### **TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się po promieniu do lub od stacji.

#### **PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale **Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii** (str. 4-48) dla stacji VOR.

##### **4.8.3.1.b. Ekran sterujący**

#### **DOSTĘPNE FUNKCJE**

Na ekranie tym są dostępne następujące funkcje

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b><u>Start</u></b>   | funkcja uruchamia rejestrację i analizę bieżącą wyników pomiarów. |
| <b><u>Restart</u></b> | funkcja uruchamia - wznowia rejestrację dla aktualnej procedury.  |
| <b><u>Stop</u></b>    | zakończenie lub wstrzymanie rejestracji.                          |
| <b><u>Analiza</u></b> | wyniki pomiaru są "ważne".  |
| <b><u>Wyjście</u></b> | powrót do poprzedniego ekranu.                                    |

Wymienione funkcje są realizowane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale **Funkcje sterujące** 4.1.4.2.

**WYKRESY LINIOWE**

Na ekranie możliwe jest wykreślanie na bieżąco wykresów liniowych przebiegów czasowych następujących wielkości:

$SS_{vhf}$  siła sygnału - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej

**ANALIZA BIEŻĄCA**

W trakcie realizacji rejestracji są wyliczane dla aktualnej próbki pomiarowej  $N$  i wyświetlane na bieżąco na ekranie w postaci tekstowej następujące wielkości:

$SS_{vhf}$  siła sygnału ścieżki - wielkość wyznaczona na podstawie funkcji kalibracyjnej.

4.8.3.1.c. Analiza po pomiarze

$SS_{vhf}^{\min}$  ..... wartość minimalna siły sygnału nadajnika, dla każdego odcinka osobno;

$SS_{vhf}^{\min}, r_0^p, r_0^k$  ...zestawienie zawierające: minimalną siłę sygnału, początek i koniec odcinka, na którym wystąpiła, dla każdego odcinka osobno;

- .....tabelaryczne zestawienie znaczników konsoli, pilota i teodolitu opisane namiarem i odległością od dwóch wybranych punktów.

4.8.3.1.d. Raport na drukarce

Procedura ta jest inicjowana poprzez funkcję **Drukuj** i umożliwia wydrukowanie zaraz po zakończeniu pomiaru raportu z jego przebiegu na drukarce.

Raport zasadniczo składa się z dwóch części. W pierwszej drukowane są w postaci tabelarycznej wyniki analizy opisane w poprzednim rozdziale.

Druga część raportu zawiera wykresy liniowe następujących wielkości:

Tabela 38: Pomiar zasięgu na promieniu - zestaw drukowanych wykresów liniowych

| Nazwa                                  | Oznaczenie | Zakres            |
|--|------------|-------------------|
| Siła sygnału stacji                    | $SS_{vhf}$ | $5000\mu V_{log}$ |
| Sygnał audio odbiornika                | VHF.AUD    | $1..0_{bin}$      |
| Znaczniki konsoli, pilotów i teledymii |            | $1..0_{bin}$      |

4.8.3.2. Pomiar zasięgu na okręgu4.8.3.2.a. Wstęp

Procedura pomiarowa, której celem jest wyznaczenie zasięgu stacji VHF w locie po okręgu o wybranym promieniu. Procedura realizowana analogicznie jak opisana w 4.8.3. z poniższymi zmianami.

**TOR LOTU**

Przyjmuje się, że lot odbywa się po okręgu promieniu.

**PROWADZENIE PILOTA PO ZADANEJ TRAJEKTORII**

Od momentu rozpoczęcia procedury pomiarowej pilot jest wspomagany przez dodatkowo wyświetlaną informację na specjalizowanym wyświetlaczu tak, aby ułatwić mu możliwie dokładne poruszanie się po zadanej trajektorii. Procedura realizowana zgodnie z algorytmem przedstawionym w rozdziale **Prowadzenie pilota po zadanej trajektorii** (str. 4-51 ) dla stacji VOR.

## **5. DANE ARCHIWALNE**

### **5.1. Wstęp**

Opisane tu procedury programu umożliwiają analizę danych zgromadzonych w trakcie poprzednich inspekcji urządzeń radionawigacyjnych. Dostęp do danych zasadniczo jest możliwy jedną z dwóch metod:

- odczytu statycznego,
- symulacji.

Odczyt pozwala oglądać statycznie dowolny fragment danych. Symulacja natomiast pokazuje przebieg danych w czasie.

### **5.2. Przegląd statyczny danych**

W trakcie tej analizy dostępne są wszystkie dane z wybranego pomiaru. Przeglądane są w ten sposób, że na ekranach są prezentowane dowolne cztery przebiegi wybranych wielkości ze wszystkich, które zostały zgromadzone do momentu zakończenia pomiaru. W celu ułatwienia szczegółowej analizy fragmentów wykresów jest dostępna lupa pomiarowa. Umożliwia ona praktycznie dowolne rozciągnięcie w poziomie i pionie wybranego fragmentu wykresu.

W trakcie tej analizy na ekranie prezentowane są dane pomiarowe w postaci wykresów liniowych analogicznie jak w trakcie procedur pomiarowych.

### **5.3. Przegląd dynamiczny danych**

Przegląd dynamiczny danych umożliwia dostęp do danych zebranych w trakcie poprzednich lotów inspekcyjnych w ten sposób, jak w trakcie odpowiedniej procedury pomiarowej. Innymi słowy rzeczywiste dane pomiarowe służą tu do symulacji procedury pomiarowej realizowanej w czasie rzeczywistym.

Celem tej analizy jest odtworzenie przebiegu pomiaru w czasie rzeczywistym. W jej trakcie dane są obrazowane na ekranach identycznych jak dla odpowiednich procedur pomiarowych. Praktycznie identyczne jest również działanie wszystkich klawiszy sterujących.