

# Mikroprocesorowy modulator PPM

Do nadajników zdalnego sterowania,  
wraz z układem syntezy częstotliwości  
na pasma 27 oraz 35 MHz

Autor: Zbigniew Bigaj

Wydanie: 2

Data: 26.02.2006

## Spis treści:

<b>PRZEZNACZENIE .....</b>	<b>3</b>
<b>DANE TECHNICZNE.....</b>	<b>3</b>
<b>WARUNKI UŻYTKOWANIA .....</b>	<b>4</b>
<b>GWARANCJE I ODPOWIEDZIALNOŚĆ.....</b>	<b>5</b>
<b>PRAWA AUTORSKIE ORAZ ZASTRZEŻENIA .....</b>	<b>5</b>
<b>SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU.....</b>	<b>6</b>
<b>PODŁĄCZENIE UKŁADU DO NADAJNIKA .....</b>	<b>9</b>
<b>PODŁĄCZENIE UKŁADU SYNTEZY .....</b>	<b>10</b>
<b>KLAWIATURA, WYŚWIETLACZ ORAZ OBSŁUGA MENU .....</b>	<b>10</b>
<b>OSTRZEŻENIE O WYCHYLONYM DRAŻKU GAZU .....</b>	<b>11</b>
<b>EKRAN GŁÓWNY.....</b>	<b>12</b>
<b>MENU GŁÓWNE .....</b>	<b>12</b>
<b>SERWIS .....</b>	<b>12</b>
<b>KALIBRACJA DRAŻKÓW .....</b>	<b>13</b>
<b>MONITOROWANIE KANAŁÓW .....</b>	<b>15</b>
<b>ALARM BATERII .....</b>	<b>16</b>
<b>PASMO .....</b>	<b>17</b>
<b>REFCLK MHZ.....</b>	<b>17</b>
<b>WERSJA OPROGRAMOWANIA.....</b>	<b>17</b>
<b>WYBÓR MODELU .....</b>	<b>18</b>
<b>ZMIANA NAZWY MODELU.....</b>	<b>18</b>
<b>WYBÓR CZĘSTOTLIWOŚCI PRACY NADAJNIKA.....</b>	<b>19</b>
<b>KANAŁY PROPORCJONALNE.....</b>	<b>20</b>
<b>ODWRÓCENIE.....</b>	<b>21</b>
<b>ZERO.....</b>	<b>22</b>
<b>MINIMUM.....</b>	<b>23</b>
<b>MAKSIMUM.....</b>	<b>23</b>
<b>NIELINIOWOŚĆ .....</b>	<b>24</b>
<b>ZAKRES 2 .....</b>	<b>24</b>
<b>KANAŁY TRÓJSTANOWE .....</b>	<b>25</b>
<b>USTERZENIE.....</b>	<b>25</b>
<b>MIKSERY .....</b>	<b>25</b>
<b>KLAPOLOTKI.....</b>	<b>26</b>
<b>WYSOKOŚĆ→KLAPY .....</b>	<b>26</b>
<b>KLAPY→WYSOKOŚĆ .....</b>	<b>26</b>
<b>GAZ→WYSOKOŚĆ .....</b>	<b>26</b>
<b>WSPÓŁPRACA Z KOMPUTEREM PC.....</b>	<b>26</b>
<b>ZNANE BŁĘDY I OGRANICZENIA.....</b>	<b>27</b>
<b>DOKŁADNOŚĆ ODMIERZANIA CZASU .....</b>	<b>27</b>
<b>TRWAŁOŚĆ UKŁADU .....</b>	<b>27</b>
<b>UWAGI KOŃCOWE .....</b>	<b>28</b>

## Przeznaczenie

Układ modulatora ma zastosowanie w modelarskich urządzeniach zdalnego sterowania. Wytwarza zunifikowany sygnał sterujący PPM, na podstawie położenia drążków sterowych nadajnika, oraz parametrów wprowadzonych przez użytkownika.

Układ może być podłączony do dowolnego nadajnika zdalnego sterowania posiadającego czujniki położenia drążków w postaci potencjometrów. Zastępuje oryginalny modulator nadajnika, rozszerzając jego funkcje bądź eliminując nienaprawialne uszkodzenia.

Zastosowanie mikroprocesora oraz wyświetlacza alfanumerycznego pozwala na wygodne konfigurowanie i zapamiętywanie wielu parametrów, dostępnych tylko dla nadajników komputerowych.

Wyjście sygnału modulatora może być też użyte do współpracy z komputerowymi symulatorami, np. FMS

Układ menu oraz zastosowana rozwiązania preferują zastosowanie tego układu do sterowania modeli latających.

Wykorzystanie jednolitej filozofii obsługi menu, oraz 4 przycisków o dobrze zdefiniowanych funkcjach pozwala na radykalne skrócenie czasu poznawania wszystkich opcji oraz nauki obsługi układu. Do sprawnej i jednoznacznej obsługi urządzenia wystarczy dosłownie kilka minut.

Zastosowanie wyświetlacza prezentującego długie, czytelne napisy stawia to urządzenie na równi lub nierzadko powyżej wielu drogich, markowych nadajników komputerowych.

## Dane techniczne

Forma	Mikroprocesorowy układ elektroniczny (podłączany wewnątrz nadajnika zdalnego sterowania), wraz z klawiaturą oraz wyświetlaczem LCD
Sygnał wyjściowy	PPM 7 kanałów, polaryzacja ujemna lub dodatnia
Długość impulsów	1,5 mSek +/- 0,5 mSek
Przerwa pomiędzy impulsami	0,4 mSek
Długość impulsu synchronizacji	6 mSek
Ilość kanałów proporcjonalnych	5 (gaz, kierunek, wysokość, lotki, klapy/podwozie)
Ilość kanałów nieproporcjonalnych	2 trójstanowe
Przypisanie kanałów	Stałe, zgodne ze standardem MPX: Kanał 1 – lotki Kanał 2 – kierunek Kanał 3 – wysokość Kanał 4 – Gaz Kanał 5 – Drugie serwo lotek lub klapy/podwozie Kanał 6,7 – dowolne wykorzystanie
Obsługiwane rodzaje modeli	Samoloty w układzie: Delta (latające skrzydło) V-tail (usterzenie motylkowe) T-tail (Klasyczny)
Miksery	Klapolotki Wysokość z gazem Wysokość z Klapami Klapy z wysokością

Ilość modeli	8
Długość nazw modeli	8 znaków
Parametry każdego kanału	Rewers (TAK/NIE) pozycja neutralna (-100...0...100%) ograniczenie wychylenia min (-100...0...100%) ograniczenie wychylenia max (-100...0...100%) sterowanie wykładnicze (EXPO) (0...100%)
Drugi zakres wychyleń	Dla lotek i steru wysokości
Odciecie gazu	Tak
Dokładność kalibracji	0,3 stopnia
Rozdzielczość położenia drążków	0,3 stopnia, maksymalnie 200 kroków
Monitorowanie sygnału wyjściowego	W postaci słupków (semigrafika) lub procentowo
Obsługa menu	4 przyciski
Pomiar czasu	Odmierzanie czasu od włączenia układu gg:mm:ss z funkcją zerowania
Alarm czasu	Stały 10 minut od wyzerowania stopera, powtarzany co 1 minutę
Wyświetlacz	Alfanumeryczny LCD, 2 wiersze po 16 znaków
Język menu	Polski (możliwe przygotowanie innych wersji językowych)
Napięcie zasilania	Min. 6,5V max 16V, minus na masie
Pobór prądu	< 15 mA (bez układu syntezy)
Kontrola stanu baterii	Napięcie baterii (dokładność 0,1V, tylko dla wyświetlacza 16 znakowego) Akustyczny alarm baterii ustawialny w zakresie 0-20,0V co 0,1V
Napięcie sygnału wyjściowego modulatora	+5V
Napięcie zasilania potencjometrów drążków	+5V
Rezystancja potencjometrów drążków	> 2 kOhm
Przełączniki	2 trójstanowe (kanał 6 i 7) 3 dwustanowe 1 astabilny (odcięcie gazu)
Ostrzeżenie o wychylonym drążku gazu	Tak (komunikat i brak sygnału wyjściowego modulatora). Kasowany przez cofnięcie drążka lub naciśnięcie przycisku menu.
Współpraca z syntezą częstotliwości	Osobny moduł, obsługa pasm: 27MHz AM oraz 27 MHz FM kanały 1..32 35 MHz FM kanały 60-80

## Warunki użytkowania

Układ elektroniczny oraz zawarte w nim oprogramowanie może być używane wyłącznie do własnych celów modelarskich, nie związanych z działalnością zarobkową.

Nie jest dozwolone używanie układu w urządzeniach służących do celów militarnych, przemysłowych, oraz związanych ze służbą zdrowia lub innych, od których zależy zdrowie lub życie ludzi.

## **Gwarancje i odpowiedzialność**

Autor tego urządzenia nie ponosi żadnej odpowiedzialności za szkody oraz konsekwencje finansowe, prawne ani żadne inne powstałe w wyniku użytkowania lub braku możliwości użytkowania tego urządzenia.

Układ nie posiada homologacji do używania w sprzęcie radiokomunikacyjnym i jego instalacja oraz eksploatacja odbywa się na wyłączną odpowiedzialność użytkownika.

Autor oświadcza, że nie jest mu znany status prawny instalowania oraz użytkowania takiego urządzenia i w żadnym stopniu nie namawia ani nie zachęca do jego instalowania ani użytkowania.

Urządzenie oraz zawarte w nim oprogramowanie powstało jako niekomercyjny projekt badawczy zastosowania procesorów serii Atmega w urządzeniach zdalnego sterowania modeli.

## **Prawa autorskie oraz zastrzeżenia**

Rozwiązanie, a w szczególności kod wykonywalny procesora oraz wszelkie kody źródłowe są chronione polskim oraz międzynarodowym prawem autorskim.

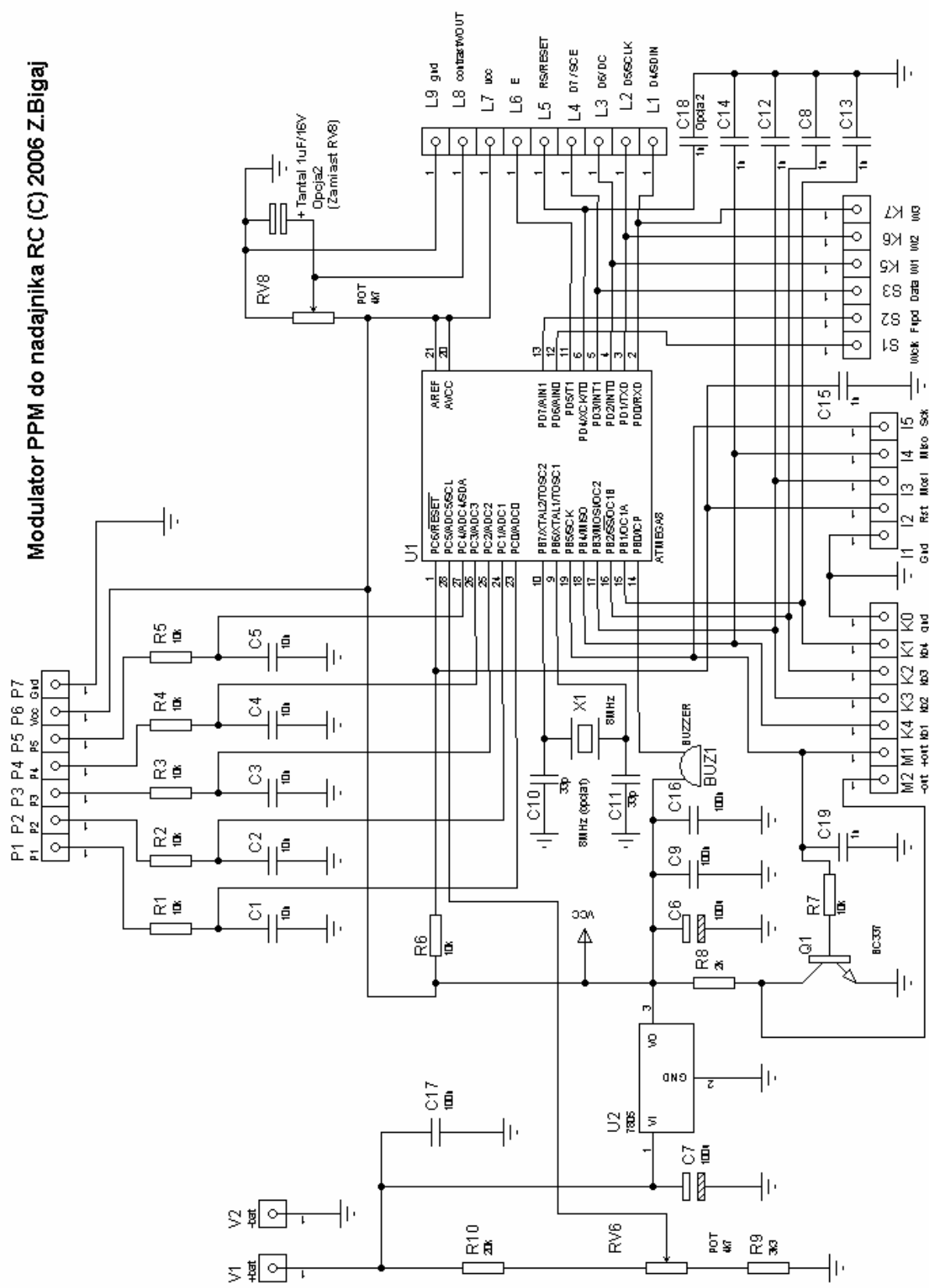
Kopiowanie, powielanie, cytowanie, modyfikowanie oraz rozpowszechnianie tego dokumentu w całości lub w części bez zgody autora jest zabronione.

Kopiowanie, powielanie oraz rozpowszechnianie kodu wykonywalnego procesora w całości lub jego części, zarówno w formie plików jak też zaprogramowanych procesorów lub całych układów (zarówno uruchomionych jak też w postaci zestawów do samodzielnego montażu) ani też nadajników lub gotowych urządzeń zawierających ten układ jest zabronione.

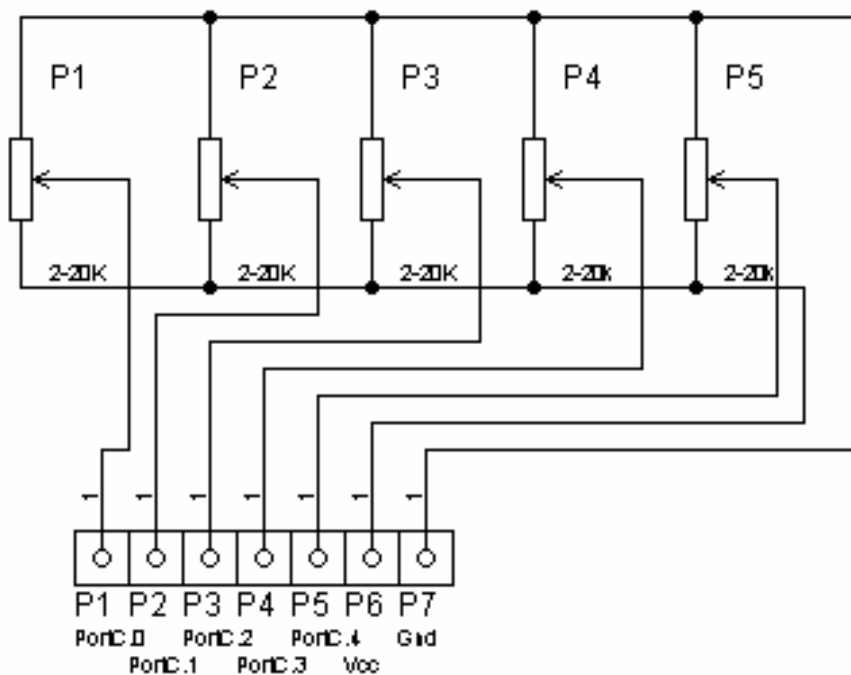
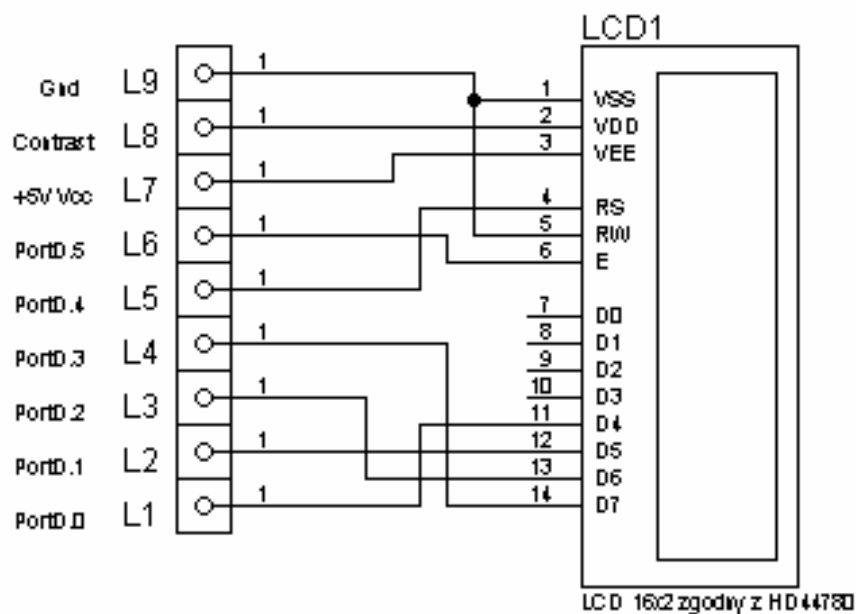
Disasemblowanie, debugowanie oraz wykorzystywanie kodu wykonywalnego procesora w innym oprogramowaniu w całości lub jego części jest zabronione.

# Schemat elektryczny układu

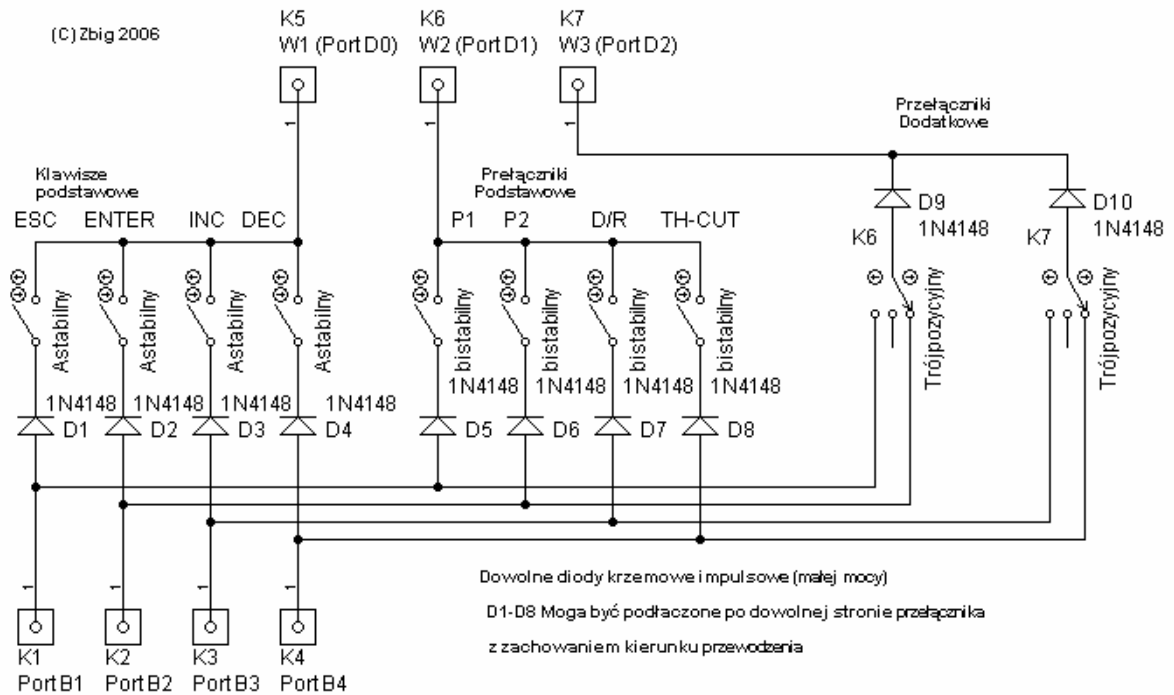
Schemat elektryczny modulatora przedstawiony jest na rysunku:



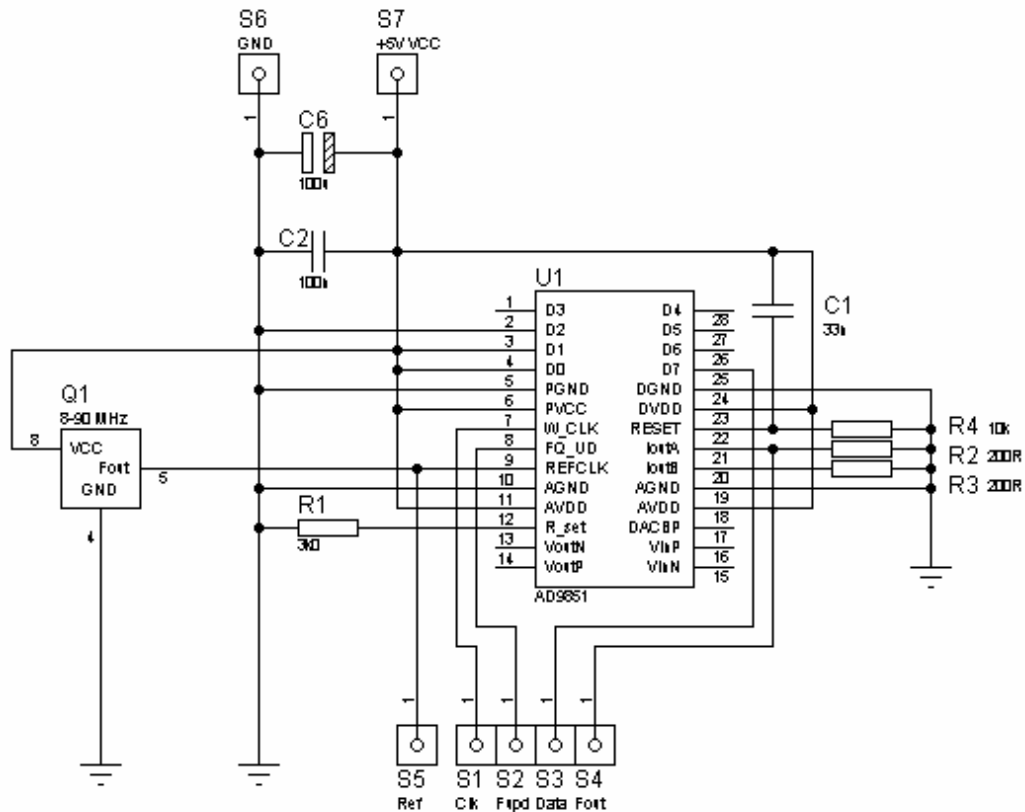
Schemat podłączenia wyświetlacza oraz potencjometrów drążków przedstawiony jest na rysunku:



Schemat klawiatury przedstawiony jest na rysunku



Schemat elektryczny układu syntezy pokazany jest na rysunku:



synteza DDS 27/35 MHz (C) 2006 Zbig



## Podłączenie układu do nadajnika

Masę układu podłączamy do masy (ujemnego bieguna zasilania) nadajnika. Zasilanie układu (oznaczone jako +Bat, złącze V1 ) podłączamy do dodatniego bieguna zasilania (po włączniku zasilania). Układ pracuje poprawnie w zakresie napięć zasilających od 6,5V do 16V.

### Uwaga:

*układ jest przeznaczony do użytku w nadajnikach które mają ujemny biegun zasilania na masie. Praktycznie wszystkie obecnie produkowane urządzenia spełniają ten warunek, niemniej przed podłączeniem układu należy upewnić się co do właściwej polaryzacji zasilania.*

Potencjometry P1..P5 są to potencjometry sprzężone z drążkami nadajnika:

P1 – kierunek

P2 – Gaz

P3 – lotki

P4 – wysokość

P5 – Klapy/podwozie

Środkowe wyjścia potencjometrów (S) należy podłączyć do odpowiednich wejść układu.

Skrajne wyprowadzenia potencjometrów należy podłączyć odpowiednio do masy układu oraz do wyjścia +5V układu. Jeśli chcemy zachować możliwość powrotu do oryginalnego układu, można potencjometry podłączyć przy użyciu miniaturowych złączy.

### Uwaga:

*Bezwzględnie należy odłączyć wszystkie przewody łączące potencjometry z oryginalnym układem w nadajniku. Pozostawienie tych połączeń może spowodować uszkodzenie obydwu układów!*

*Zmiana miejscami podłączenia masy i +5V do skrajnych wyprowadzeń potencjometrów daje efekt odwrócenia kierunku wychYLENIA drążków. Jest on identyczny ze zmianą opcji odwrócenia (rewers) odpowiedniego kanału.*

Wyjście układu oznaczone na schemacie jako **w.cz.** należy podłączyć do nadajnika w miejscu podłączenia oryginalnego modulatora PPM. Konkretnie miejsce podłączenia jest różne dla każdego typu nadajnika. Można podać tylko ogólne wskazówki i sposoby identyfikowania tego miejsca. Przydatne będą:

- schemat ideowy nadajnika
- oscyloskop
- Analiza miejsca podłączenia wyjścia nauczyciel - uczeń
- opis sposobu podłączenia nadajnika do komputera (np. symulatora FMS)
- Analiza płytki drukowanej nadajnika w okolicach miejsca podłączenia rezonatora kwarcowego (dla modulacji FM)

Musimy zidentyfikować wyjście sygnału oryginalnego modulatora, upewnić się, że sygnał wyjściowy modulatora posiada analogiczną polaryzację oraz zakres napięć wyjściowych (+5V) jak instalowany układ, lub że sygnał wyjściowy instalowanego układu będzie prawidłowo sterował wejściem modulacji toru w.cz.

### Uwaga:

*Dla modulacji FM elementem zmieniającym częstotliwość wyjściową nadajnika są zwykle diody pojemnościowe sterowane bezpośrednio lub pośrednio napięciem z modulatora(kodera) sygnału PPM. Ważne jest zapewnienie takiego samego zakresu napięć sterujących diodami, w innym wypadku dojdzie do przesunięcia częstotliwości pracy*

*nadajnika w stosunku do wartości nominalnych. Może to skutkować zmniejszeniem zasięgu lub zakłócaniem sąsiednich kanałów.*

Jeśli nadajnik jest wyposażony w gniazdo nauczyciel – uczeń, to do tego gniazda (i przełącznika trybu pracy) podłączone jest wyjście oryginalnego modulatora oraz wejście modulacji toru w.cz.

Można też posłużyć się opisami podłączenia interfejsów symulatora FMS w danym typie nadajnika. Wyjście sygnału do symulatora jest właśnie wyjściem oryginalnego modulatora nadajnika.

Odlączenie oryginalnego modulatora zwykle polega na odlutowaniu opornika lub przecięciu ścieżki.

## **Podłączenie układu syntezy**

Układ syntezy podłącza się do płytki modulatora zgodnie z numeracją złączy S1..S3, oraz dodatkowo zasilania i masy. Wyjście układu (S4) należy podłączyć przewodem ekranowanym, poprzez pojemność 1-10nF do jednego z wejść gniazda rezonatora kwarcowego (do bazy tranzystora tworzącego układ generatora).

*UWAGA: Podłączenie wyjścia układu syntezy do drugiego wejścia gniazda rezonatora nie jest niebezpieczne dla układu syntezy ani stopnia w.cz. nadajnika, jedyną konsekwencją jest brak sygnału wyjściowego z nadajnika. Właściwe wejście można więc bez obaw określić eksperymentalnie.*

Przy korzystaniu z układu syntezy nie jest konieczne odłączanie oryginalnego układu modulatora, ani podłączania gdziekolwiek wyjścia PPM z układu modulatora komputerowego. Całkowity sygnał (nośny oraz modulujący) jest przekazywany z wyjścia układu syntezy poprzez właściwe wejście na gnieździe rezonatora kwarcowego.

*UWAGA: nie należy podłączać równocześnie układu syntezy oraz rezonatora kwarcowego, może to powodować powstawanie niepożądanych zakłóceń emitowanych przez antenę urządzenia.*

## **Klawiatura, wyświetlacz oraz obsługa menu**

- Układ wykorzystuje wyświetlacz alfanumeryczny prezentujący 2 linie po 16 znaków (nazywany w tym dokumencie w skrócie wyświetlaczem 2x16)

*Uwaga:*

*Do obsługi każdego rodzaju wyświetlacza (oraz do obsługi różnych wersji językowych menu) przeznaczone jest oddzielne oprogramowanie procesora*

Wyświetlacz prezentuje informacje alfanumeryczną oraz semigrafikę, stosownie do wybranej opcji oraz stanu pracy urządzenia. W przypadku wyświetlacza o organizacji 2x8 znaków ilość informacji prezentowanej na ekranie może być ograniczona lub skrótowa.

Układ wyposażony jest w klawiaturę o 4 przyciskach:

- + (up)** służy do zmiany pozycji menu lub podmenu na następną, albo do zwiększenia wartości parametru
- (down)** służy do zmiany pozycji menu lub podmenu na poprzednią, albo do zmniejszenia wartości parametru
- Wykonaj (Enter)** służy do wybrania pozycji, wykonania określonej akcji albo do zatwierdzenia zmiany

**Powrót (Escape)** służy do wycofania się z pozycji menu, opcji albo ze zmiany wartości parametru z odwołaniem (porzuceniem) zmian.

Menu systemu jest zorganizowane w ten sposób, że menu główne wyświetlane jest w górnej linii wyświetlacza, menu pomocnicze (podmenu, wybór opcji) jest wyświetlane w lewej części dolnej linii, a wartość opcji w prawej części dolnej linii. W każdym momencie wyświetlana jest tylko jedna pozycja menu, podmenu lub wartości.

Menu główne
Opcje wartości

**Uwaga:**

*W dolnej linii wyświetlacza mogą pojawiać się również informacje dodatkowe związane z wybraną opcją.*

*Niektóre opcje i ustawienia programu mogą prezentować informacje w innym układzie, np. kalibracja drążków lub monitor osi prezentuje informację w postaci semigrafiki na całym obszarze wyświetlacza.*

Znacznik zmiany ⇅ przy wybranym elemencie menu sygnalizuje, który element (znajdujący się po jego prawej stronie) będzie zmieniany po naciśnięciu klawiszy zmiany opcji + (**up**) lub - (**down**).

Zmiana elementu menu głównego:

⇅Serwis
---------

Zmiana elementu podmenu (wybór opcji/parametru):

Lotki
⇅Minimum -100

Zmiana wartości opcji/parametru:

Lotki
Minimum⇅-100

Znacznik zmiany określa również, który element zostanie wybrany po naciśnięciu przycisku **Wykonaj (Enter)**.

**Uwaga:**

*Wyjątkiem od tej reguły jest zmiana nazwy modelu, gdzie aktualnie zmieniany znak jest wskazywany podkreśleniem, a nie znacznikiem zmiany.*

## Ostrzeżenie o wychylonym drążku gazu

Po włączeniu zasilania układ sprawdza położenie drążka gazu i wyświetla komunikat jeśli drążek nie jest w pozycji minimum. Informacja jest następująca:

Gaz na Zero!
--------------

Podczas wyświetlania tego komunikatu nie jest generowany sygnał PPM na wyjściu układu. Jest to zabezpieczenie przed przypadkowym uruchomieniem silnika w modelu.

Komunikat usuwa się przesuając drążek gazu w pozycję minimum (należy sprawdzić czy trymer drążka gazu nie jest przesunięty do góry). Jeśli to nie powoduje usunięcia komunikatu, należy nacisnąć dowolny przycisk sterujący menu i wykonać procedurę kalibracji drążków (dostępna w menu *Serwis - Kalibracja*)

## Ekran główny

Ekran główny wyświetlany jest po włączeniu zasilania układu, oraz po wyjściu z każdego menu.

⬆9,2V 0:03:12 1:Trenerek
-----------------------------

W górnej linii wyświetlane jest aktualne napięcie baterii nadajnika (tylko dla wyświetlacza 16 znakowego) oraz odmierzony jest czas (g:mm:ss) pracy urządzenia od momentu włączenia zasilania lub wyzerowania zegara.

Zerowanie zegara dokonuje się przyciskiem *Wybierz (Enter)*. Dzięki tej opcji możliwe jest kontrolowanie czasu lotu modelu lub czasu pracy nadajnika.

### UWAGA:

*W aktualnej wersji programu nie ma możliwości ustawiania alarmu na określony czas lotu modelu, ani zatrzymania odliczania czasu.*

*Odliczanie czasu nie jest precyzyjne, wskazania mogą być obciążone kilkuprocentowym błędem.*

W drugiej linii wyświetlany jest numer oraz nazwa modelu.

Powrót do ekranu powitalnego z dowolnej opcji menu jest możliwy po (kilkukrotnym) naciśnięciu przycisku *Powrót (Escape)*

## Menu główne

Menu główne jest dostępne z poziomu ekranu głównego. Wywołanie poszczególnych pozycji menu (opcji) następuje po naciśnięciu przycisków + (*up*) lub - (*down*).

Naciskając kilkakrotnie te przyciski wyświetlamy kolejne pozycje menu:

- Wybór modelu
- Lotki
- Kierunek
- Wysokość
- Gaz
- Nazwa modelu
- Serwis

Wejście do wyświetlanego właśnie menu (i wybór dalszych opcji związanych z tym menu) następuje przez naciśnięcie przycisku *Wybierz (Enter)*. Wyjście do ekranu powitalnego zawsze po naciśnięciu przycisku *Powrót (Escape)*.

*Uwaga: Wszystkie pozycje menu są dostępne zarówno przy użyciu klawisza +(Up) jak też -(down). Zmienia się tylko kolejność wyświetlanych pozycji menu. Z ostatniej pozycji menu przechodzimy zawsze do ekranu powitalnego.*

## Serwis

Menu serwis zawiera opcje oraz ustawienia odnoszące się ogólnie do konfiguracji lub pracy układu, niezależnie od wybranego modelu i jego ustawień. Poszczególne funkcje tego menu

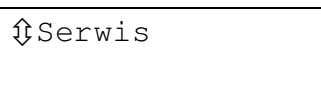
służą do konfiguracji (prawidłowego dostosowania) układu do nadajnika w którym układ został zamontowany, oraz do kontroli pracy układu.

Zawiera trzy opcje:

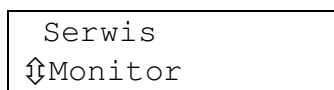
- Kalibracja drążków
- Ustawienie napięcia alarmu baterii
- Monitor stanu kanałów wyjściowych modulatora

Wejście do podmenu wyboru opcji odbywa się w następujący sposób:

Przy wyświetlanym menu głównym systemu wybieramy pozycję menu głównego **Serwis** przez naciskanie przycisków **+(up)** lub **-(down)**:



Następnie naciskamy przycisk **Wykonaj (Enter)** co spowoduje przejście do wyboru opcji



Wyboru opcji znów dokonujemy przy pomocy przycisków **+(up)** lub **-(down)**

## **Kalibracja drążków**

Ta funkcja służy do określenia i zapamiętania przez układ pozycji odpowiadającej minimalnemu oraz maksymalnemu wychyleniu drążków sterowych, oraz maksymalnego zakresu wychylenia drążków.

*UWAGA: Kalibracja jest niezbędna do prawidłowej pracy układu i musi być wykonana jako pierwsza czynność po zainstalowaniu układu w nadajniku.*

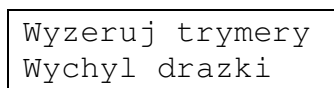
Wykonana kalibracja jest pamiętana przez układ również po odłączeniu zasilania.

Dokładność kalibracji drążków (dokładność określenia położenia drążka) jest lepsza niż 0,3 stopnia katowego.

**UWAGA:**

*Operacja kalibracji jest zasadniczo czynnością jednorazową. Powtórzenie czynności kalibracji może być wskazane w sytuacji gdy układ sygnalizuje wychylenie drążka gazu pomimo przesunięcia drążka na pozycję minimalną, lub w sytuacji gdy zakres lub kąt wychylenia serwomechanizmów nie odpowiada wychyleniom drążka w nadajniku. Konieczność powtórzenia kalibracji może wynikać z efektów starzenia się elementów elektronicznych lub przesunięć mechanicznych w układzie drążków lub mocowania potencjometrów (np. po naprawie i regulacji układu drążków lub wymianie potencjometrów)*

Po wybraniu opcji Kalibracja i zatwierdzeniu wyboru przyciskiem **Wybierz(Enter)** na ekranie pojawi się przez czas 2 sekund skrócona informacja o sposobie dalszego postępowania:



Należy wówczas ustawić mechaniczne trymery wszystkich drążków w pozycji środkowej, a po zniknięciu komunikatu wychylić kilkakrotnie wszystkie drążki maksymalnie we wszystkie strony (do góry, na dół, w lewo oraz w prawo). W czasie wychylania drążków na ekranie pokazywany jest w postaci semigrafiki zakres obrotu potencjometrów odpowiednich osi.



Pozycja drążków jest prezentowana orientacyjnie, w postaci słupków o 16 różnych wysokościach.

Kolejne słupki odpowiadają drążkom odpowiednich osi:

- Lotki
- Kierunek
- Wysokość
- Gaz
- Klapy/podwozie
- Kanał 6
- Kanał 7.

Do prawidłowego skalibrowania drążków należy wychylić drążki 4 podstawowych osi, oraz drążek (suwak) kanału 5 (klapy). Nie ma potrzeby przełączania przełączników kanałów 6 oraz 7.

Pozycje 5 podstawowych drążków mogą być również pokazywane w postaci liczbowej. W tym celu należy przycisnąć przycisk **+(inc)**.

672	615	825
388	357	

W pierwszym rzędzie wyświetlane są kolejno położenia: kierunku, lotek oraz klapy.

W drugim rzędzie wyświetlane są pozycje drążków gazu oraz wysokości.

Powrót do wyświetlania pozycji postaci graficznej następuje po ponownym naciśnięciu przycisku **+(inc)**.

#### *Uwaga:*

*Potencjometry podłączone do drążków nadajnika nie obracają się w swoim maksymalnym zakresie, tak więc prezentowane Słupki nie będą osiągać swoich wartości minimalnych oraz maksymalnych nawet dla maksymalnych wychyleń drążków i jest to zupełnie naturalne.*

*Również położenia poszczególnych słupków dla minimalnego i maksymalnego wychylenia odpowiednich drążków mogą się od siebie różnić i jest to sytuacja naturalna.*

*Zupełny brak reakcji słupka na wychylenia drążka może świadczyć o uszkodzeniu potencjometru lub kabla łączącego potencjometr z układem, albo nieprawidłowym podłączeniu kabli do potencjometru.*

*Jeśli położenie słupka nie odpowiada proporcjonalnie położeniu drążka lub występują gwałtowne skoki wskazań słupków przy niewielkim ruchu drążków może to wskazywać na zużycie lub uszkodzenie potencjometrów.*

Zakończenie kalibracji i zapamiętanie pozycji kalibracji drążków następuje

Po naciśnięciu przycisku **Wybierz (Enter)** następuje przejście do kalibracji położenia neutralnego drążków. Na ekranie pojawi się napis:

Wyzeruj drazki
----------------

Należy wówczas ustawić drążki w pozycji neutralnej i nacisnąć przycisk **Wybierz (Enter)**.

Wyjście z operacji kalibracji bez zapamiętania nowych ustawień kalibracji jest możliwe w dowolnym momencie po naciśnięciu przycisku **Powrót (Escape)**.

W obydwu przypadkach następuje powrót do podmenu wyboru opcji.



*UWAGA: w czasie wykonywania kalibracji nie jest generowany (wysyłany) sygnał PPM na wyjściu układu.*

*Zatwierdzenie kalibracji bez wychylenia drążków w pozycje maksymalne spowoduje nieproporcjonalne reakcje serwomechanizmów na wychylenia drążków. W takiej sytuacji proces kalibracji należy powtórzyć.*

Udostępnienie użytkownikowi menu serwisowego i mechanizmów kalibracji drążków pozwala na dostosowanie układu do praktycznie każdego nadajnika. W większości nadajników komputerowych operacje kalibracji są niedostępne dla użytkownika (wykonywane są na etapie produkcji sprzętu). W przypadku problemów z kalibracją nadajnik musi zostać odesłany do autoryzowanego serwisu, co wiąże się z kosztami oraz przerwą w eksploatacji sprzętu.

## **Monitorowanie kanałów**

Opcja służy do graficznej kontroli stanu wysterowania poszczególnych kanałów wyjściowych w funkcji położenia drążków sterowych. Monitorowane są sygnały odpowiadające bezpośrednio kanałom w odbiorniku, z uwzględnieniem wszystkich ustawień bieżącego modelu, takich jak:

- Rewersy
- Ograniczenia wychylenia min oraz max.
- Pozycja zerowa
- Nieliniowość (Expo)
- Miksery

Bezpośrednio po wybraniu opcji **monitor** wyświetlany jest ekran z semigrafiką w postaci słupków, prezentującą stan poszczególnych kanałów



Umożliwia to szybką kontrolę właściwego przypisania serwomechanizmów do kanałów odbiornika, zweryfikowania prawidłowości kalibracji drążków oraz zastosowanych ustawień. Wykresy słupkowe prezentują 16 różnych wartości, odpowiadających stopniu wysterowania odpowiedniego kanału.

Kolejne słupki odpowiadają odpowiednim kanałom odbiornika:

- 1 - Lotki
- 2 - Kierunek
- 3 - Wysokość
- 4 - Gaz
- 5 - Druga lotka lub kłapy albo podwozie
- 6 - kanał 6
- 7 - kanał 7

Pozycje 5 podstawowych drążków mogą być również pokazywane w postaci liczbowej. W tym celu należy przycisnąć przycisk **+(inc)**.

672	615	825
388	357	

W pierwszym rzędzie wyświetlane są kolejno kanały: kierunku, lotek oraz kłap.  
W drugim rzędzie wyświetlane są kanały gazu oraz wysokości.

Powrót do wyświetlania pozycji postaci graficznej następuje po ponownym naciśnięciu przycisku **+(inc)**.

**UWAGA:**

*W trakcie monitorowania kanałów wyjściowych wysyłany jest normalny sygnał PPM. Jeśli przy wyłączonych mikserach oraz ograniczeniach wychylenia ustawionych na minimum = -100% oraz maksimum = 100% słupki nie osiągają swoich wartości minimalnych i maksymalnych przy całkowitym wychyleniu drążków sterowych, albo zamiany wysokości słupków nie odpowiadają proporcjonalnie w całym zakresie wychyleniom drążków, wówczas konieczne jest przeprowadzenie ponownej kalibracji drążków.*

Wyjście z opcji monitorowania wyjść kanałów następuje po naciśnięciu przycisku **Powrót(Escape)**.

### **Alarm baterii**

Opcja umożliwia ustawienie wartości napięcia progowego, poniżej którego włącza się akustyczny alarm informujący o rozładowaniu baterii.

Po wyborze opcji **Alarm bat** należy nacisnąć przycisk **Wybierz (Enter)** w celu przejścia do zmiany wartości napięcia progowego.

Serwis Alarm bat ⬆️ 8,4V
-----------------------------

Wartość napięcia progowego alarmu można zmieniać za pomocą przycisków **+(up)** lub **-(down)** w zakresie od 0 do 20,0V co 0,1V.

Początkowa wartość napięcia alarmu jest ustawiona na 8,0V

*Uwaga: Wartość napięcia progowego należy ustawić doświadczalnie w taki sposób, żeby od momentu włączenia alarmu do momentu całkowitego rozładowania baterii zasilającej (bezpiecznego dla danego typu baterii oraz dla zachowania prawidłowej pracy nadajnika) pozostało wystarczająco dużo czasu do spokojnego sprowadzenia samolotu na ziemię. W praktyce powinien być to czas nie krótszy niż 15 minut. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w niskich temperaturach pojemność akumulatorów wyraźnie spada.*

Orientacyjnie można przyjąć, że dla zastosowanych w nadajniku akumulatorów Ni-Cd lub Ni-Mh nie należy ustawiać napięcia niższego niż 1.1V na każdą celę. Czyli dla pakietów z 6 ogniw napięcie progowe nie powinno być niższe niż 6,6V, a dla pakietu 8 celowego niższe niż 8,8V.

W przypadku akumulatorów litowych napięcie progowe nie powinno być niższe niż 3V na każdą celę.

*Uwaga: prawidłowość działania alarmu zależy od właściwej kalibracji wejścia pomiaru napięcia baterii.*

Po zamontowaniu układu w nadajniku należy dobrać właściwe położenie potencjometru wieloobrotowego na płycie urządzenia, aby wartość napięcia wskazywana na ekranie głównym odpowiadała rzeczywistemu napięciu baterii zasilającej.

*Uwaga:*

*Podczas kalibracji pomiaru napięcia nie należy doprowadzać do wskazań napięcia większych niż 24,0V*



## **Pasmo**

### **UWAGA:**

*Ustawienie dotyczy dodatkowego modułu syntezy częstotliwości.*

Opcja umożliwia określenie pasma (zakresu częstotliwości oraz sposobu modulacji), na którym pracuje synteza częstotliwości.

Po wybraniu polecenia **Pasmo** z menu **Serwis** prezentowany jest następujący ekran wyboru pasma:

Serwis
⇅ pasmo      35FM

W celu zmiany pasma należy wejść w opcję zmiany wartości przyciskiem **Wybierz (Enter)**, a następnie przyciskami **+(up)** lub **-(down)** wybrać pasmo i rodzaj modulacji zgodny ze stosowanym oryginalnie w nadajniku.

Do wyboru są następujące opcje:

- 27AM Pasma 27 MHz (kanały 1 do 32), modulacja amplitudy.  
To najczęściej stosowany sposób modulacji w paśmie 27MHz, stosowany do sterowania modeli kołowych oraz pływających
- 27FM Pasma 27 MHz (kanały 1 do 32), modulacja częstotliwości.  
Ten sposób modulacji stosowany jest do sterowania modeli latających
- 35FM Pasma 35 MHz (kanały 60 do 80), modulacja częstotliwości.  
To pasmo oraz modulacja przeznaczone jest wyłącznie do kierowania modeli latających.

### **UWAGA:**

*Wybrane pasmo oraz sposób modulacji musi dokładnie odpowiadać pasmu oraz modulacji oryginalnie stosowanym w nadajniku. Użycie innego zakresu może spowodować emisję niepożądanych sygnałów pasożytniczych, a także może być przyczyną uszkodzenia stopnia wyjściowego w nadajniku.*

Po zmianie pasma, układ syntezy jest wyłączany, numer aktywnego kanału jest zerowany i do czasu wyboru prawidłowego kanału układ syntezy nie generuje częstotliwości nośnej.

### **UWAGA:**

*Do poprawnej pracy układu syntezy konieczne jest również prawidłowe ustawienie częstotliwości referencyjnej układu syntezy*

## **Refclk MHz**

Ustawienie dotyczy dodatkowego modułu syntezy częstotliwości

## **Wersja oprogramowania**

Informacja o wersji oprogramowania oraz prawach autorskich do niego są prezentowane w następujący sposób:

(C) '06 Z.Bigaj V1.04.4
----------------------------

Uwaga: początkowe cyfry (przed i po pierwszej kropce) oznaczają wersję oprogramowania. Liczba po drugiej kropce oznacza wersję organizacji pamięci nielotnej, przechowującej dane o modelach.

W przypadku aktualizacji oprogramowania do nowej wersji, należy sprawdzić wersję pamięci. Jeśli nowe oprogramowanie posiada taki sam numer pamięci, wówczas możliwe jest zapisanie tylko nowej wersji programu (plik HEX lub bin, bez zapisywania pliku EEP), z zachowaniem istniejących informacji o modelach.

Jeśli wersje pamięci się różnią, wówczas konieczne jest zapisanie do procesora również nowej zawartości pliku EEP, co powoduje usunięcie wszystkich wprowadzonych informacji o modelach.

## Wybór modelu

Urządzenie umożliwia zapamiętanie niezależnych ustawień dla 8 różnych modeli.

Dla każdego modelu można niezależnie ustawić następujące parametry:

- Nazwa modelu
- Parametry wszystkich osi
- Miksery

Do ustawienia jednego z 8 zapamiętanych modeli służy pozycja menu głównego **wybór modelu**

```
⇅Wybor modelu
 1:Trenerek
```

Górna linia wyświetlacza prezentuje aktualną pozycję menu, a dolna linia numer i nazwę aktualnie wybranego modelu.

Po zatwierdzeniu tej pozycji menu przyciskiem **Wykonaj (Enter)** znacznik selekcji przechodzi do drugiej linii i można wybrać inny model za pomocą przycisków **+(up)** lub **-(down)**

```
Wybor modelu
⇅3:Pylon CD
```

Zatwierdzamy wybór przyciskiem **Wykonaj (Enter)**, lub wycofujemy się z tej opcji bez zmiany modelu za pomocą przycisku **Powrót (Escape)**.

W obydwu wypadkach nastąpi powrót do menu głównego.

*Uwaga:*

*Wszystkie zmiany parametrów modelu dotyczą tylko aktualnie wybranego modelu. W celu zmiany parametrów innego modelu, należy najpierw wybrać inny model.*

## Zmiana nazwy modelu

Nazwa modelu (oprócz numeru modelu) pozwala na szybką i jednoznaczną identyfikację aktualnie obowiązujących ustawień nadajnika. Zwykle stosuje się nazwy własne modeli, aby zidentyfikować ustawienia dotyczące konkretnego modelu. Nazwy mogą być maksymalnie 8-znakowe.

Dostępne są cyfry, małe i duże litery, oraz znaki specjalne (odstęp, nawiasy itd.)

*Uwaga:*

*W aktualnej wersji oprogramowania nie ma możliwości używania polskich znaków*

*akcentowanych, takich jak ąęśńóźź. Zamiast nich należy używać odpowiednich liter bez akcentów.*

Po zatwierdzeniu tej pozycji menu przyciskiem **Wykonaj (Enter)** znacznik selekcji przechodzi do drugiej linii oraz dodatkowo podkreślenie wskazuje znak nazwy, który można zmieniać za pomocą przycisków **+(up)** lub **-(down)**

```
Nazwa modelu
↑↓1:Model
```

Po zmianie podświetlonego znaku zatwierdzamy zmianę przyciskiem **Wykonaj (Enter)**, co powoduje zapamiętanie zmiany, oraz przejście do edycji kolejnego znaku nazwy i podkreślenie kolejnego znaku.

```
Nazwa modelu
↑↓1:Dodel
```

W dowolnym momencie można zakończyć proces zmiany nazwy naciskając przycisk **Powrót (Escape)**. Zakończenie operacji zmiany nazwy następuje również automatycznie po zatwierdzeniu zmiany ostatniej litery w nazwie.

*Uwaga:*

*Wycofanie się z procesu zmiany nazwy za pomocą przycisku **Powrót (Escape)** powoduje odrzucenie zmian tylko na bieżącej, zmienianej (podkreślonej) pozycji. Zmiany znaków zatwierdzone wcześniej przyciskiem **Wykonaj(Enter)** zostaną zachowane.*

## Wybór częstotliwości pracy nadajnika

W przypadku połączenia modulatora z dodatkowym układem syntezy częstotliwości możliwy jest wybór dowolnego kanału pracy urządzenia (czyli częstotliwości na której pracuje nadajnik), bez konieczności wymiany kwarców nadawczych.

```
Kanał
↑↓70, 35100
```

Po wybraniu pozycji menu **Kanał**, możliwa jest zmiana kanału na którym będzie pracowała nadajnik. Zmiany kanału dokonuje się przyciskami **+(up)** oraz **-(down)**. Zatwierdzenie wyboru i dokonywane jest przyciskiem **Wykonaj(Enter)**. W opcji zmiany kanału wyświetlany jest zarówno numer kanału, jak też częstotliwość (w kilohercach) odpowiadająca wybranemu kanałowi.

*UWAGA: fizyczna zmiana kanału (częstotliwości na której pracuje nadajnik) dokonywana jest dopiero po zatwierdzeniu wyboru.*

Ilość oraz numeracja kanałów zależna jest od wybranego pasma (zakresu częstotliwości) pracy układu syntezy i nadajnika.

Dla pasma 27MHz dostępne są następujące kanały:

Kanał	Częstotliwość Hz
1	26 965 000
2	26 975 000
3	26 985 000
4	<b>26 995 000</b>
5	27 005 000

6	27 015 000
7	27 025 000
8	27 035 000
9	<b>27 045 000</b>
10	27 055 000
11	27 065 000

12	27 075 000
13	27 085 000
<b>14</b>	<b>27 095 000</b>
15	27 105 000
16	27 115 000
Kanał	Częstotliwość Hz
17	27 125 000
18	27 135 000
<b>19</b>	<b>27 145 000</b>
20	27 155 000
21	27 165 000

22	27 175 000
23	27 185 000
<b>24</b>	<b>27 195 000</b>
25	27 205 000
26	27 215 000
27	27 225 000
28	27 235 000
29	27 245 000
30	27 255 000
31	27 265 000
32	27 275 000

*Uwaga: Dla pasma 27MHz tylko kanały wyróżnione pogrubieniem są obecnie dozwolone w Polsce do użytku w celach zdalnego sterowania modeli.*

Dla pasma 35MHz dostępne są następujące kanały

Kanał	Częstotliwość Hz
60	35 000 000
61	35 010 000
62	35 020 000
63	35 030 000
64	35 040 000
65	35 050 000
66	35 060 000
67	35 070 000
68	35 080 000
69	35 090 000
70	35 100 000
71	35 110 000
72	35 120 000
73	35 130 000
74	35 140 000
75	35 150 000
76	35 160 000
77	35 170 000
78	35 180 000
79	35 190 000
80	35 200 000

Przed zatwierdzeniem zmiany kanału należy upewnić się, że wybrany kanał jest wolny (nie jest używany przez żadną osobę w promieniu co najmniej jednego kilometra). Po zatwierdzeniu wyboru nadajnik natychmiast rozpocznie nadawanie na wybranej częstotliwości, co może zakłócić pracę innych nadajników pracujących na tej samej częstotliwości.

## Kanały proporcjonalne

Układ posiada 5 kanałów sterowania proporcjonalnego, powiązanych z odpowiednimi drążkami lub potencjometrami w nadajniku i oddziałujących na stery lub inne w urządzenia modelu. Są to następujące kanały:

- Wysokość
- Kierunek

- Lotki
- Gaz
- Klapy lub podwozie

Wybór parametrów każdego kanału proporcjonalnego jest dostępny bezpośrednio z poziomu menu głównego.

Dla każdego kanału możliwe jest niezależne ustawienie 5 parametrów:

- Odwrócenie sterowania (Rewers)
- Ograniczenie sterowania (wychylenia serwa) minimum
- Ograniczenie sterowania (wychylenia serwa) maksimum
- Pozycja neutralna (zero, neutrum)
- Nieliniowość sterowania (Expo)

Kanały lotek oraz steru wysokości posiadają ponadto możliwość ustawienia drugiego zakresu wychyleń, sterowanych osobnym przełącznikiem

Bezpośrednio po wybraniu pozycji menu głównego odpowiadającego każdemu kanałowi, w pierwszej linii wyświetlacza umieszczona jest jego nazwa, a w drugiej linii krótkie podsumowanie wszystkich parametrów tego kanału:

↕ Lotki -100, 0, 100, 0, 0
-------------------------------

Prezentowane liczby oznaczają kolejno:

Ograniczenie minimum, pozycję zero, ograniczenie maksimum, rewers, oraz nieliniowość.

Dzięki temu w szybki i wygodny sposób można skontrolować aktualne parametry kanału, bez konieczności wchodzenia w podmenu wszystkich opcji.

Dla większości parametrów możliwe jest przepisanie aktualnej pozycji drążka skojarzonego z daną opcją (z uwzględnieniem trymera), jako zmienianej wartości parametru (min, zero, max). Odbywa się przez równoczesne naciśnięcie i przytrzymanie przycisków **+(up)** oraz **-(down)**. Powoduje to przepisanie aktualnej pozycji drążka jako wartości parametru (podczas przytrzymywania wciśniętych przycisków można zmieniać wychylenia drążków).

Po zwolnieniu przycisków ostatnia zapamiętana wartość położenia drążka może być dowolnie zmodyfikowana oraz zatwierdzona przyciskiem **Wykonaj(Enter)**

## Odwrócenie

Odwrócenie sterowania (rewers) w najprostszym ujęciu powoduje odwrócenie kierunku ruchu serwomechanizmu w stosunku do wychylenia odpowiedniego drążka.

Odwróceniu (lustrzanemu odbiciu), oprócz kierunku ruchu podlegają również:

- Ograniczenie minimalne wychylenia
- Ograniczenie maksymalne wychylenia
- Pozycja zerowa

Menu wyboru opcji odwrócenia wygląda następująco

Lotki Odwroczone ↕ Tak
---------------------------

Do wyboru są dwie wartości:

- Tak: sterowanie odwrócone (rewers)
- Nie: sterowanie normalne (bez rewersu)

*Uwaga:*

*Zgodność kierunku ruchu serwa z kierunkiem wychylenia drążka zależy również od prawidłowego podłączenia przewodów urządzenia do potencjometrów przy drążkach sterowych.*

*Zamiana miejscami podłączenia dwóch skrajnych przewodów do potencjometru ma skutek analogiczny jak zmiana ustawienia odwrócenia sterowania w omawianej opcji.*

## **Zero**

Opcja ta umożliwi skorygowanie pozycji neutralnej wychylenia sterów, w celu zapewnienia ruchu modelu po linii prostej, przy wycentrowanych drążkach oraz wyzerowanych trymerach mechanicznych. W odróżnieniu od trymerów mechanicznych, których ustawienie oddziałuje na wszystkie modele, ustawienie pozycji neutralnej w tej opcji wpływa na każdy model niezależnie. Optymalna sytuacja jest wówczas, gdy wszystkie modele mają tak ustawione pozycje neutralne (zero), że nie ma potrzeby korygowania ich lotu trymerami mechanicznymi. Ponadto ustawianie pozycji neutralnej w tej opcji może odbywać się w szerszym zakresie niż przy użyciu trymerów mechanicznych.

Ekran zmiany położenia neutralnego (zera) wygląda następująco:

Lotki
Zero      ⇕ -10

*Uwaga:*

*Zmiana pozycji neutralnej nie ma wpływu na zakres maksymalnego wychylenia serwa w obydwu kierunkach.*

Zmiana pozycji neutralnej może odbywać się teoretycznie w całym zakresie wychylenia serwa, czyli w zakresie od -100% do + 100%. Ze względu na konieczność zapewnienia wychylenia steru w obydwu kierunkach, wartość pozycji neutralnej powinna zawierać się pomiędzy wartością ograniczenia minimalnego oraz maksymalnego (z odpowiednio dużym zapasem na wychylenie steru)

*Uwaga:*

*Duży zakres regulacji pozycji neutralnej może się okazać przydatny podczas oblatywania nowego modelu. W praktyce duże korekty pozycji neutralnej (powyżej 30%) powinny zostać docelowo skorygowane poprzez właściwe dobranie pozycji orczyka serwa lub długości popychaczy łączących serwo ze sterem. W przeciwnym wypadku dochodzi do istotnego ograniczenia wychylenia steru w jedną ze stron, w stosunku do pozycji neutralnej steru*

Zmiana pozycji neutralnej dokonywana w tej opcji jest uwzględniana w sygnale wyjściowym (i wpłynie na ustawienie steru w modelu) dopiero po jej zatwierdzeniu przyciskiem

**Wykonaj(Enter).**

*Uwaga:*

*Przepisanie aktualnej pozycji drążka (z uwzględnieniem trymera) jako obowiązującej wartości pozycji neutralnej odbywa się przez równoczesne naciśnięcie i przytrzymanie przycisków **+(up)** oraz **-(down)**.*

## Minimum

Polecenie umożliwia ograniczenie pozycji skrajnego wychylenia serwa odpowiadającego pełnemu wychyleniu drążka odpowiedniego kanału w lewo (lotki, kierunek) lub na dół (gaz, wysokość). Opcja jest przydatna w następujących przypadkach:

- gdy ze względów konstrukcyjnych w modelu nie jest możliwe zastosowanie odpowiedniej długości dźwigni popychaczy oraz sterów
- podczas nauki pilotażu, gdy chcemy ograniczyć „nerwowość” modelu
- Dla modeli spalinowych do ustalenia właściwych obrotów biegu jałowego

### Uwaga:

*Sprowadzenie kanału gazu do wartości -100% powodującej wyłączenie silnika spalinowego (Cut-off) jest możliwe tylko po wcześniejszym przesunięciu drążka gazu w pozycję minimum.*

Ekran dla opcji zmiany ograniczenia minimalnego wygląda następująco:

Lotki Minimum ↕ -95
------------------------

Ograniczenie wychylenia można ustawić w dowolnym punkcie w całym zakresie ruchu serwa, czyli w zakresie od -100% do +100%. Ze względu na konieczność zapewnienia wychylenia steru w obydwu kierunkach, wartość ograniczenia minimalnego powinna być mniejsza niż wartość pozycji zerowej (z odpowiednio dużym zapasem na wychylenie steru)

### Uwaga:

*Ze względu na precyzję sterowania modelu należy zawsze dążyć do wykorzystania maksymalnego zakresu wychylenia serwa. Korzystniej jest dobrać właściwie długości dźwigni serwa i steru, a nie korzystać z opcji ograniczenia wychylenia w nadajniku*

*Przepisanie aktualnej pozycji drążka (z uwzględnieniem trymera) jako obowiązującej wartości minimalnej odbywa się przez równoczesne naciśnięcie i przytrzymanie przycisków **+(up)** oraz **-(down)**.*

## Maksimum

Polecenie umożliwia ograniczenie pozycji skrajnego wychylenia serwa odpowiadającego pełnemu wychyleniu drążka odpowiedniego kanału w prawo (lotki, kierunek) lub w górę (gaz, wysokość). Opcja jest przydatna w następujących przypadkach:

- gdy ze względów konstrukcyjnych w modelu nie jest możliwe zastosowanie odpowiedniej długości dźwigni popychaczy oraz sterów
- podczas nauki pilotażu, gdy chcemy ograniczyć „nerwowość” modelu
- Dla ograniczenia maksymalnych obrotów silnika (podczas nauki, docierania silnika lub dla ograniczenia prądu maksymalnego silnika albo regulatora)

### Uwaga:

*Silne ograniczenie maksymalnego wysterowania kanału gazu może uniemożliwić programowanie regulatora silnika elektrycznego (np. ustawianie hamulca) poprzez odpowiednie wychylenie drążka gazu*

Ekran dla opcji zmiany ograniczenia minimalnego wygląda następująco:



Lotki  
Maksimum↕82

Ograniczenie wychylenia można ustawić w dowolnym punkcie w całym zakresie ruchu serwa, czyli w zakresie od -100% do +100%. Ze względu na konieczność zapewnienia wychylenia steru w obydwu kierunkach, wartość ograniczenia minimalnego powinna być mniejsza niż wartość pozycji zerowej (z odpowiednio dużym zapasem na wychylenie steru)

*Uwaga:*

*Ze względu na precyzję sterowania modelem należy zawsze dążyć do wykorzystania maksymalnego zakresu wychylenia serwa. Korzystniej jest dobrać właściwie długości dźwigni serwa i steru, a nie korzystać z opcji ograniczenia wychylenia w nadajniku*

*Przepisanie aktualnej pozycji drążka (z uwzględnieniem trymera) jako obowiązującej wartości minimalnej odbywa się przez równoczesne naciśnięcie i przytrzymanie przycisków **+(up)** oraz **-(down)**.*

## **Nieliniowość**

W przypadku modeli szybkich albo bardzo zwrotnych, a także podczas nauki latania liniowa zależność pomiędzy wychyleniem drążka w nadajniku a wychyleniem dźwigni serwa może być niekorzystna ze względu na stosunkowo dużą wrażliwość modelu na wychylenia drążków w pobliżu pozycji neutralnej. W celu ograniczenia tej wrażliwości modelu w okolicach pozycji neutralnej, stosuje się opcję sterowania nieliniowego (EXPO). Działanie tej funkcji polega na tym, że w okolicach pozycji neutralnej na stosunkowo duże wychylenia drążków układ generuje niewielkie wychylenia serw, natomiast w pobliżu wychyleń maksymalnych drążków niewielkie zmiany położenia drążków powodują duże zmiany położenia serw.

**UWAGA:**

*W odróżnieniu od ograniczenia wychylenia minimalnego i maksymalnego (która też skutkuje zmniejszeniem wrażliwości modelu na stery), opcja nieliniowości sterowania gwarantuje zachowanie pełnego zakresu maksymalnych wychyleń sterów*

Ekran dla opcji zmiany ograniczenia minimalnego wygląda następująco:

Lotki  
nieliniowo↕30

Wartość nieliniowości można zmieniać w zakresie od 0 (sterowanie liniowe) do 100% (silna nieliniowość).

*Uwaga:*

*Używanie tej opcji oraz stosowane wartości nieliniowości zależą głównie od upodobań użytkownika. Optymalne wartości najlepiej dobrać eksperymentalnie, dążąc do uzyskania najlepszego komfortu sterowania modelem.*

## **Zakres 2**

Układ umożliwia zdefiniowanie drugiego, ograniczonego zakresu maksymalnych wychyleń sterów (dual rate), dla sterowania wysokością oraz lotek.

Drugi zakres aktywowany jest przełącznikiem.



Lotki  
Zakres 2 ↕60

Wartość parametru może być zmieniana w zakresie od 0% (całkowity brak reakcji na stery) do 100% (reakcja identyczna jak dla zakresu podstawowego). Wybranie wartości np. 60 oznacza, że po aktywowaniu drugiego zakresu przełącznikiem, stery będą się wychylać tylko do 60% wartości ustalonych dla zakresu podstawowego.

UWAGA: włączenie drugiego zakresu sygnalizowane jest na wyświetlaczu literą **D** w prawym dolnym rogu.

## Kanały trójstanowe

Układ posiada dwa kanały (6 oraz 7) sterowane przełącznikami trójpozycyjnymi. Kanały te mogą przyjmować tylko trzy stany: pozycja neutralna (0), minimum (-100%) oraz maksimum (+100%). Pozwala to na sterowanie urządzeniami nieproporcjonalnymi, np. wyzwalaczem migawki aparatu, urządzeniem wytwarzającym dym, zaczepem holu lub silnikiem motoszybowca (gdy kanał gazu wykorzystywany jest do innych sterów, np. hamulców aerodynamicznych).

*UWAGA: Kanały sterowane przełącznikiem nie wymagają kalibracji. Trzem pozycjom przełącznika odpowiadają zawsze stałe długości impulsów wyjściowych w odbiorniku: 1mSek, 1,5mSek oraz 2mSek*

## Usterzenie

Polecenie umożliwi wybór właściwego rodzaju modelu i jego usterzenia. W obecnej wersji do wyboru są tylko samoloty, z następującymi rodzajami usterzenia:

- Delta (latające skrzydło, sterowane dwiema niezależnymi sterolotkami)
- Motylek (ster wysokości i kierunku w układzie **V**)
- Klasyczny (ster wysokości i kierunku w układzie **L**)

Wybór usterzenia włącza automatycznie odpowiednie miksery, pozwalające na prawidłowe sterowanie modelem.

Usterzenie  
↕Klasyczne

W przypadku wybrania usterzenia delta, serwo lewej klapolotki obsługiwane jest na kanale 1 (steru wysokości), a drugie serwo na kanale 3 (lotek).

*UWAGA: usterzenie modelu w większości nadajników ustawiane jest poprzez uaktywnienie odpowiedniego miksera. Wyodrębnienie tego wyboru do osobnej opcji czyni obsługę urządzenia prostszą i bardziej przejrzystą.*

## Miksery

Miksery pozwalają na przeniesienie części sygnału z jednego kanału na inny, w celu zmiany właściwości modelu (na przykład klapolotki, pozwalające na zmianę własności nośnych skrzydła), lub skompensowaniu wpływu działania jednego z kanałów (na przykład wyeliminowania wznoszenia modelu przy silnym dodaniu gazu).

Urządzenie posiada 4 niezależne miksery:

- Klapolotki
- Wysokość→klapy

- Klapy→Wysokość
- Gaz→Wysokość

Dla usterzenia klasycznego oraz motylkowego możliwe jest użycie wszystkich 4 mikserów równocześnie. Dla latającego skrzydła sens ma stosowanie tylko miksera wysokości z gazem. Przyjęte nazwy mikserów oddają podstawowe ich zachowanie, np. **Gaz→Wysokość** oznacza, że wraz ze zmianą położenia drążka gazu zmienia się położenie steru wysokości.

### **Klapolotki**

Mikser ⇄Klapolotki 30
--------------------------

### **Wysokość→Klapy**

Mikser ⇄Wys->Klapy 30
--------------------------

### **Klapy→Wysokość**

Mikser ⇄Klapy->Wys 30
--------------------------

### **Gaz→Wysokość**

Jest to mikser kompensacyjny, którego zadaniem jest skompensowanie niekorzystnego wpływu gazu na wznoszenie modelu. Uaktywnienie tego miksera powoduje, że wychylenie drążka gazu będzie powodować niewielkie wychylenie steru wysokości w dół (proporcjonalne do wychylenia drążka gazu), kompensujące niepożądane wznoszenie modelu.

Mikser ⇄Gaz->Wys 30
------------------------

Wartość współczynnika przeniesienia sterowania można zmieniać w zakresie od -100 do +100, przy czym znak tego współczynnika oznacza kierunek oddziaływania gazu na ster. Optymalne wartości należy dobrać eksperymentalnie, zwykle jednak będą to wartości od kilku do kilkunastu procent. Wartość 0 oznacza wyłączenie miksera i na wyświetlaczu pojawia się napis NIE.

*UWAGA: Jeżeli efekt większego wznoszenia modelu po dodaniu gazu jest związany ze zwiększeniem prędkości modelu (a nie zwiększeniem ciągu silnika), to po gwałtownym zmniejszeniu gazu model (wciąż posiadający dużą prędkość, ale pozbawiony kompensacji miksera) może gwałtownie zadzierać do góry. Aby uniknąć tego efektu należy łagodnie zmniejszać gaz.*

*Silny efekt wznoszenia modelu po dodaniu gazu może wynikać również ze zbyt małego skłonu silnika w dół, co należy skompensować odpowiednim pochyleniem silnika.*

## **Współpraca z komputerem PC**

Wyjście sygnału PPM może być wyprowadzone na gniazdo w obudowie nadajnika i może być podłączone do komputera PC, np. w celu współpracy z oprogramowaniem symulatora

lotów. Najpopularniejszym symulatorem z którym układ może współpracować jest darmowy symulator FMS.

*Uwaga:*

*Do współpracy z komputerem i z programem symulatora konieczny jest dodatkowy interfejs (kabel) podłączany do portu równoległego, szeregowego lub USB. Dostępnych jest wiele takich interfejsów do różnych aparatów. Układ ten był testowany z interfejsem portu szeregowego, zgodnego z aparaturą Sanwa. Szczegóły takiego podłączenia można znaleźć na stronach producenta symulatora lub producenta interfejsu.*

Wykorzystując złącze programatora ISP można odczytać i zachować na dysku komputera zawartość pamięci EEPROM, przechowującej wszystkie ustawienia modeli. W ten sposób można zarchiwizować ustawienia (zabezpieczając się w ten sposób na wypadek awarii urządzenia), lub przechowywać i przeładowywać ustawienia dla większej ilości modeli .

*UWAGA: sygnały do programatora oraz wyjście sygnału modulatora mogą być wyprowadzone na wspólne gniazdo, np. popularne złącze standardu DIN5 lub DIN7 (stosowane w sprzęcie audio oraz np. w nadajnikach Multiplex oraz Sanwa)*

## Znane błędy i ograniczenia

### **Dokładność odmierzenia czasu**

Ze względu na zastosowane rozwiązania, sposób wykorzystania zasobów procesora oraz priorytet dokładności i stabilności impulsów wyjściowych nad wszystkimi pozostałymi funkcjami układu, odmierzenie czasu jest obciążone błędem.

Ponadto w przypadku wykorzystywania wewnętrznego generatora procesora, dokładność odmierzenia czasu może zmieniać się wraz ze zmianą temperatury (błąd pomiaru może wynosić kilka procent). Tak więc wskazania timera należy traktować orientacyjnie i nie wykorzystywać go do pomiaru precyzyjnych odcinków czasu.

### **Trwałość układu**

Układ elektroniczny prawidłowo zmontowany i eksploatowany w warunkach normalnych (bez narażenia na działanie substancji powodujących korozję) nie wymaga okresowej konserwacji ani kontroli.

Informacja o ustawieniach modeli zapamiętywana jest w pamięci nieulotnej mikroprocesora. Konstrukcja mikroprocesora oraz rozwiązania programowe gwarantują prawidłowość pracy układu dla minimum 100.000 zmian dla każdego parametru oddzielnie. Jako zmianę traktuje się wyłącznie zmianę zatwierdzoną przyciskiem **Wybierz(Enter)**.

*Uwaga:*

*W przypadku stwierdzenia rozbieżności we wskazaniach napięcia baterii, poziomu napięcia alarmu baterii, albo problemów w pozycjonowaniu drążków należy powtórzyć stosowne kalibracje układu. Rozbieżności te mogą być wynikiem naturalnego starzenia się elementów lub mechanicznym, chemicznym albo termicznym oddziaływaniem czynników zewnętrznych na elementy układu. Zwykle najczęściej i najszybciej zużywającym się elementem nadajnika są potencjometry związane z drążkami.*

## Uwagi końcowe

Autorem układu oraz oprogramowania, a także wszystkich praw autorskich do tego rozwiązania jest Zbigniew Bigaj, [zbig@bigaj.com.pl](mailto:zbig@bigaj.com.pl).

Uwagi dotyczące zauważonych błędów w tej dokumentacji lub w działaniu oprogramowania mikroprocesora można zgłaszać bezpośrednio do autora.

Autor nie zajmuje się produkcją, rozpowszechnianiem ani montażem układów, nie prowadzi serwisu urządzeń, nie dokonuje napraw, nie diagnozuje ani nie rozwiązuje problemów we współpracy układu z nadajnikami różnych typów.

Autor prosi użytkowników o zgłaszanie do niego wszelkich przypadków naruszenia prawa autorskiego lub nielegalnego wytwarzania oraz rozpowszechniania tego rozwiązania.