



Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 80 m i 40 m „Dosia”

Mikroprocesorowy moduł kontrolno-sterujący (1)

Przedostatnia część publikacji o odbiorniku nasłuchowym na pasma KF 40m i 80m „Dosia” opisuje projekt mikroprocesorowego modułu kontrolno-sterującego, przeznaczonego do pomiaru częstotliwości pracy VFO, a także nastawiania i zapamiętywania kluczowych parametrów pracy urządzenia. Tak, jak większość innych modułów w projekcie odbiornika „Dosia”, może być on z powodzeniem zastosowany w innych urządzeniach homodynowych na podane pasma, a po wprowadzeniu drobnych modyfikacji w oprogramowaniu sterującym, także w wybranych urządzeniach heterodynowych. Publikację zamknijemy, obiecany czytelnikom, szczegółowy opis montażu całości urządzenia w dedykowanej obudowie, wraz z projektem estetycznego, dopasowanego panelu czołowego.

Na **rysunku 1** zaprezentowano schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia”, uzupełniony o mikroprocesorowy moduł kontrolno-sterujący (AVT3198) wraz z dedykowanymi połączeniami z pozostałymi modułami całego projektu. Z kolei **rysunek 2** prezentuje schemat elektryczny urządzenia. W dalszej części artykułu opisano techniczne podstawy działania tego modułu,

a w kolejnej części artykułu zostaną pokazane szczegóły jego montażu i uruchomienia oraz możliwości zastosowania w innych projektach.

Zasada działania i właściwości modułu kontrolno-sterującego

Do podstawowych funkcji modułu kontrolno-sterującego należą: pomiar częstotliwości

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-3198

Podstawowe parametry:

- pomiar częstotliwości pracy VFO (na obu pasmach: 40 m oraz 80 m),
- zapamiętywanie kluczowych trybów pracy,
- możliwość zaadaptowania do innych konstrukcji,
- zasilanie 5 V DC.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-3199, 3197 Modułowy odbiornik
(EP 9-10-11/2017_2-4/2018)

* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

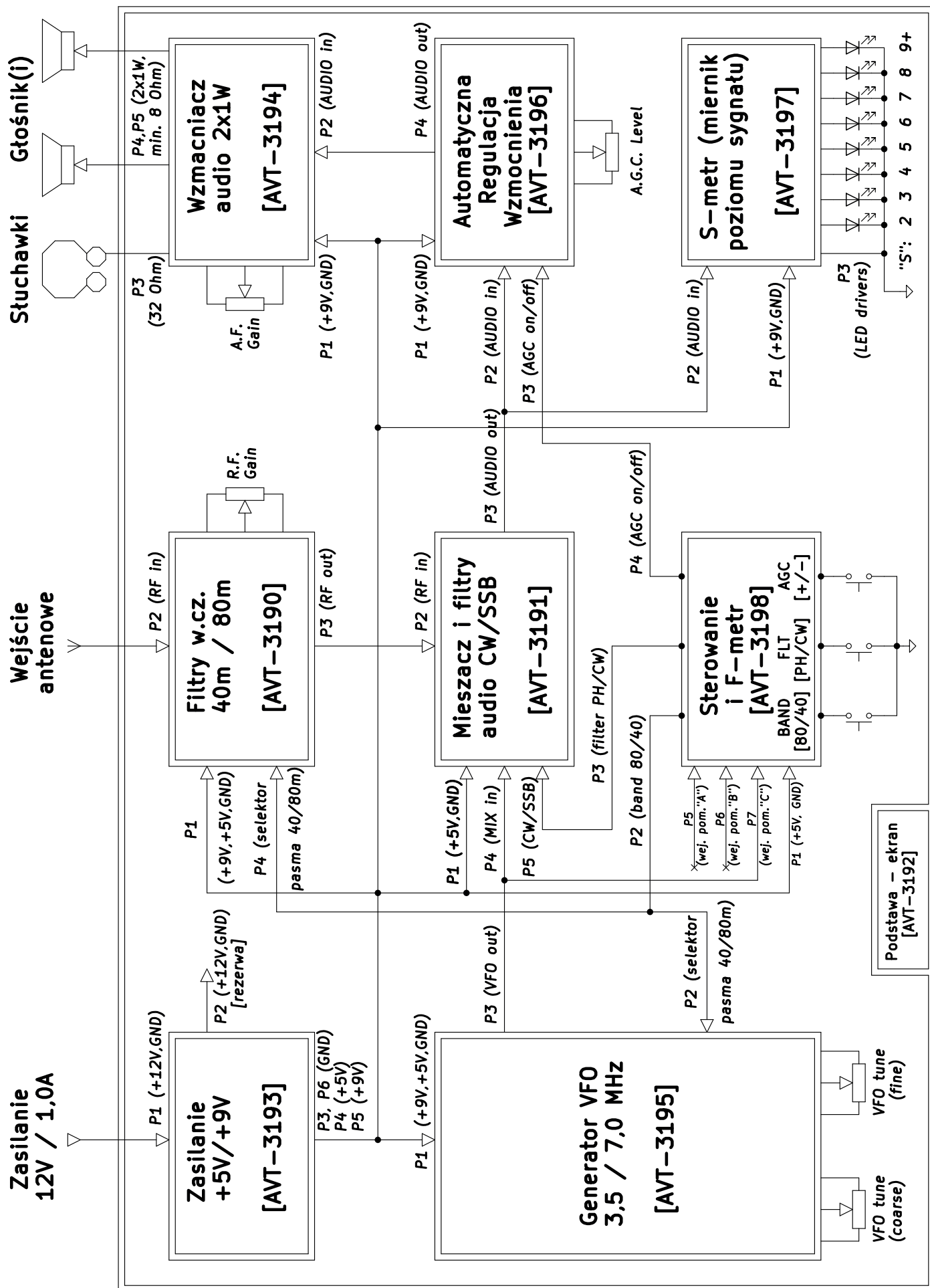
- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw
- [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:

- wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!

<http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

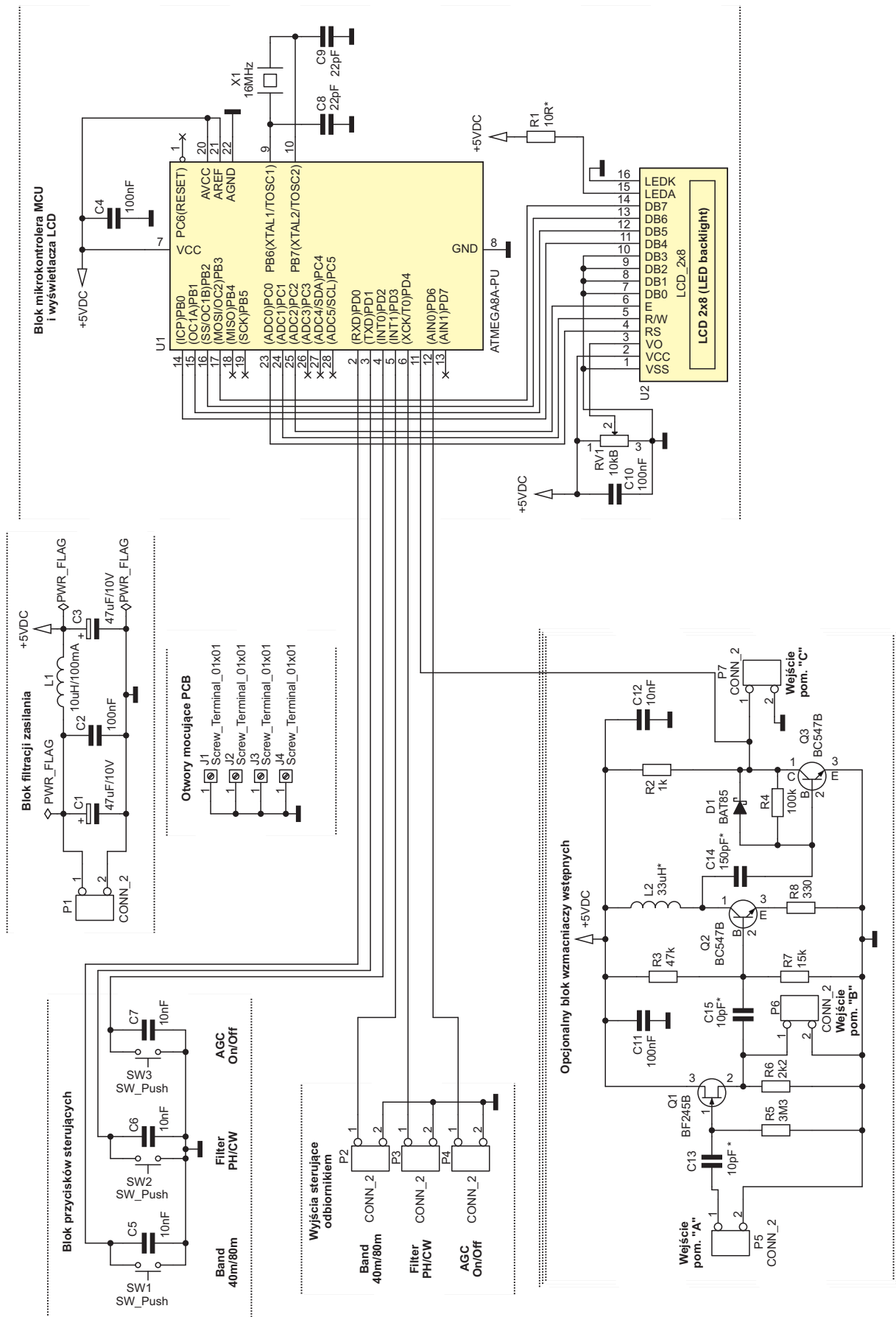


Rysunek 1. Schemat blokowo-montażowy odbiornika „Dosia” 40/80 m

pracy VFO (na obu pasmach: 40 m oraz 80 m) oraz nastawianie i zapamiętywanie kluczowych trybów pracy: wybranego pasma, typu filtru audio (dla emisji fonicznej

SSB lub telegraficznej CW) oraz stanu pracy układu Automagicznej Regulacji Wzmocnienia (AGC: On lub Off). Pomiar częstotliwości pracy VFO, ze względu na ograniczenia

techniczne zastosowanego prostego mikrokontrolera AVR ATmega8A, taktowanego zegarem o częstotliwości $F_c=16$ MHz, jest możliwy dla częstotliwości poniżej wartości



Rysunek 2. Schemat elektryczny modułu kontrolno-sterującego

Fc/2 (czyli mniej niż 8 MHz). Dlatego też poniżej tej częstotliwości układ może być opcjonalnie zastosowany (po drobnych modyfikacjach w oprogramowaniu sterującym mikrokontrolerem) również w innych urządzeniach radiokomunikacyjnych, w których zastosowano przemianę częstotliwości (heterodynach).

W przypadku współpracy modułu AVT3198 z układami VFO, które generują sygnały o niższych amplitudach i/lub nie posiadają dedykowanego wzmacniacza buforowego, chroniącego stabilność pracy generatora VFO przed konsekwencjami obciążenia go wejściem pomiarowym omawianego modułu, możliwe jest zastosowanie opcjonalnego, maksymalnie trzystopniowego bloku wzmacniaczy wstępnych. Ich ostatni stopień jest w stanie uformować stabilny sygnał cyfrowy, nadający się do bezpośredniego pomiaru częstotliwości przez mikrokontroler.

Na rysunku 2 pokazano schemat elektryczny omawianego modułu z wydzielonymi poszczególnymi blokami funkcjonalnymi. Zasilanie stabilizowane +5 V DC jest podawane na port P1, za którym umieszczono czwórnik filtrujący z elementami C1, C2, L1 i C3, pracujący w topologii tzw. PI-filtru. Jego zadaniem jest dwukierunkowa separacja źródła głównego napięcia zasilającego +5 V od potencjalnych zakłóceń impulsowych, pochodzących od mikrokontrolera (U1) oraz wyświetlacza LCD (U2). Zakłócenia mogłyby przenikać do obwodów modułów: filtrów wejściowych w.c., mieszacza i amplifiltrów oraz generatora VFO i być wyraźnie słyszalne podczas pracy odbiornika. Od strony wejścia zasilania modułu (port P1) zastosowano parę kondensatorów: elektrolityczny C1 (47 μ F) oraz ceramiczny C2 (100 nF), które zapewniają skuteczne blokowanie do masy zakłóceń impulsowych w bardzo szerokim zakresie częstotliwości. Natomiast po stronie odbiorników zasilania zastosowano tylko jeden kondensator elektrolityczny C3 (47 μ F), jednak ze świadomością, że każdy z zasilanych bloków w tym module ma zasilanie blokowane dla zakłóceń impulsowych dedykowanym kondensatorem lub kondensatorami ceramicznymi – tuż przy miejscu wprowadzenia zasilania do danego bloku. Oba filtracyjne dwójniki pojemnościowe są od siebie dodatkowo odseparowane dławikiem L1 (10 μ H), który poprawia skuteczność tej separacji dla zakłóceń wyższych częstotliwości.

Sercem omawianego modułu jest blok mikrokontrolera U1 z wyświetlaczem LCD U2. Zasilanie mikrokontrolera, podawane na pin nr 7 (wejście VCC), jest blokowane do masy (dla zakłóceń impulsowych) pojemnością C4 (100 nF), a sam mikrokontroler jest taktowany z wykorzystaniem rezonatora kwarcowego X1 (16 MHz) i pomocniczych pojemności C8 i C9 (22 pF), podłączonych

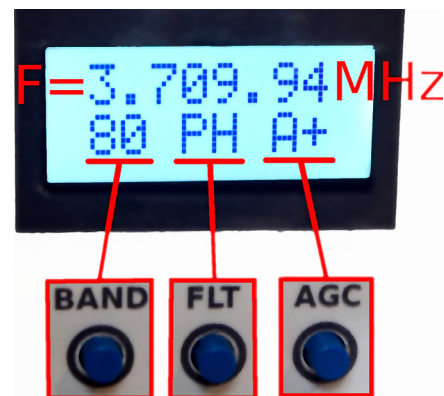
do pinów 9 i 10 (porty XTAL1/XTAL2). Piny 2...4 mikrokontrolera (porty PD0...PD2) zostały skonfigurowane i wykorzystane jako wejścia dla mikroprzełączników (przycisków) monostabilnych (SW1...SW3), które są odpowiedzialne za przełączanie pasma pracy odbiornika, wybór odpowiedniego amplifiltru oraz załączanie układu automatycznej regulacji wzmacnienia (rysunek 3). Kondensatory C5...C7 (10 nF) zapobiegają powstawianiu stanów nieustalonych na stykach przycisków.

Nastawienia wybrane wymienionymi przyciskami są zapamiętywane w pamięci EEPROM mikrokontrolera U1 (dostępne po wyłączeniu i ponownym włączeniu zasilania odbiornika). Ich wartości są niemal natychmiast odzwierciedlane w postaci odpowiednich sterujących poziomów logicznych (0/+5 V), wystawianych na pinach 5, 6 i 12 (porty PD3, PD4 i PD6). Są one podłączone do wyjść P2...P4 modułu AVT3198, dedykowanych sterowaniu zewnętrznym modułom: filtrów w.c., mieszacza z amplifiltrami, generatora VFO i automatycznej regulacji wzmacnienia.

Wyświetlacz alfanumeryczny LCD (U2, 2×8 znaków) wyposażony jest w 16 wyprowadzeń. Piny 1...3 (Vss, Vcc i V0) podłączone są kolejno do: masy (GND), zasilania (+5 Vdc) oraz suwaka potencjometru montażowego RV1 (10 k Ω), którego zadaniem jest ustawienie poprawnego kontrastu wyświetlacza. Kondensator C10 (100 nF) blokuje lokalnie zasilanie wyświetlacza dla zakłóceń impulsowych. Piny 23...25 mikrokontrolera U1 (porty PC0...PC2) sterują wejściami RS, R/W i E wyświetlacza LCD (piny 4, 5 i 6 U2). Dane do wyświetlenia przesyłane są do wyświetlacza LCD z portów PB0...PB3 mikrokontrolera U1 (piny 14...17) na porty DB4...DB7 modułu U2 (piny 11...14). Natomiast porty DB0...DB3 wyświetlacza LCD (piny 7...10) nie są wykorzystywane i dla zachowania stabilności sterowania (w przypadku różnych wykonń tego rodzaju wyświetlaczy) zostały trwale podłączone do masy zasilania.

Piny 15 i 16 wyświetlacza (LEDA oraz LEDK) są wyprowadzeniami anody i katody podświetlenia LCD. Katodę podłączono do masy modułu, natomiast anodę, przez rezystor R1 (10 Ω), do szyny zasilania +5 V DC. Niektóre moduły LCD są fabrycznie wyposażone w ograniczenie (źródło) prądowe podświetlenia LED i wówczas rezystor R1 może okazać się zbędny (w jego miejsce należy zastosować zworę). Ewentualnie, jeśli chcemy jednak zmniejszyć intensywność podświetlenia, można w jego miejsce zastosować opornik o innej, niż zaproponowana tutaj, wartości.

Piny mikrokontrolera U1: 1, 13, 18, 19, 26, 27 i 28 (porty: PC6, RESET, PD7, PB4, PB5, PC3, PC4 i PC5) pozostawiono niewykorzystane i niepodłączone, natomiast piny 20...22



Rysunek 3. Funkcje przycisków i prezentacja informacji na wyświetlaczu

(porty: AVCC, AREF i AGND), dedykowane do współpracy z wewnętrznym przetwornikiem analogowo-cyfrowym ADC, zgodnie z zaleceniem producenta zostały podłączone do zasilania +5 V DC lub masy układu GND (główną masę cyfrową mikrokontrolera podano na pin nr 8).

Wejściem do pomiaru częstotliwości pracy generatora VFO jest pin 11 mikrokontrolera (port PD5/T1), który został skonfigurowany programowo jako wejście wewnętrznego timer'a T1 w układzie U1. Zostało ono na stałe połączone elektrycznie z portem P7 omawianego tutaj modułu kontrolno-sterującego, opisanym na schemacie elektrycznym jako *wejście pomiarowe „C”*. Wejście to służy do bezpośredniego podłączenia wyjścia sygnału cyfrowego z modułu generatora VFO. Jest ono także na stałe elektrycznie podłączone do wyjścia opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych, którego przeznaczeniem jest zapewnienie odpowiedniego wzmacnienia, separacji i znacznej impedancji wejściowej w przypadku podłączenia omawianego modułu do wyjścia innego układu generatora VFO.

Blok ten został podzielony na dwa stopnie. Pierwszy z nich stanowi prosty wtórnik napięciowy o bardzo wysokiej impedancji wejściowej. Na jego *wejście pomiarowe „A”* (port P5 omawianego modułu) mierzony sygnał częstotliwościowy podawany jest dalej poprzez niewielką pojemność sprzęgającą

REKLAMA

C13 (10 pF lub inną, dobraną do konkretnego zastosowania) i trafia na bramkę tranzystora polowego N-JFET Q1 (BF245B). Jest ona spolaryzowana potencjałem masy układu przez znaczną rezystancję R5 (3,3 MΩ). Dren tranzystora Q1 jest podłączony do zasilania modułu +5 V DC, natomiast jego źródło łączy się z masą układu poprzez rezystor R6 (2,2 kΩ), gdzie dostępny jest buforowany sygnał mierzonego. Dalej, poprzez niewielki kondensator sprzęgający C15 (10 pF lub inny, dobrany do danego zastosowania) mierzony sygnał trafia na wejście kolejnego stopnia wzmacniającego z tranzystorem bipolarnym Q2 (BC547B). Rezystory R3 (47 kΩ) i R7 (15 kΩ) stanowią dzielnik oporowy, polaryzujący bazę tranzystora Q2. Prąd roboczy kolektora Q1 ogranicza oporność emiterowa R8 (330 Ω), która wraz z indukcyjnością L2 (33 μH lub dobraną do partykularnych potrzeb) ustala także wzmocnienie napięciowe tego stopnia wzmacniającego.

Wzmocniony napięciowo sygnał mierzonego, poprzez pojemność sprzęgającą C14 (150 pF lub dobraną do potrzeb), trafia na ostatni stopień wzmacniający. Pracuje on w klasycznym układzie wspólnego emitera z tranzystorem bipolarnym Q3 (BC547B) i rezystorem kolektorowym R2 (1 kΩ). Zadaniem tego stopnia jest nie tylko dalsze wzmocnienie sygnału mierzonego i zapewnienie dla niego stosunkowo niskiej impedancji wyjściowej, ale także uformowanie go do postaci sygnału prostokątnego (cyfrowego) o poziomach zbliżonych do 0/+5 V. Dlatego właśnie do rezystora R4 (100 kΩ), polaryzującego bazę tranzystora Q3 z kolektora tego tranzystora, równolegle dołączona została dioda Schottky D1 (BAT85), której zadaniem jest zapobieganie wchodzeniu Q3 w stan głębokiego nasycenia, którego wystąpienie znacznie spowalnia proces przełączania (a dokładnie: wyłączania) tranzystora. Działa to tak, że w momencie wchodzenia tranzystora w stan nasycenia potencjał jego kolektora zbliża się do wartości 0 V i wówczas dioda D1 zaczyna przewodzić (z napięciem około 0,2...0,3 V). Powoduje to obniżanie potencjału bazy Q3 i lekkie przytykanie tego tranzystora. Ostatecznie, przy potencjale bazy Q3 równym około 0,6 V i napięciu przewodzenia D1 równym około 0,2 V, potencjał kolektora Q3 nie spadnie znacznie poniżej 0,6–0,2=0,4 V, co oznacza, że tranzystor Q3 nie wchodzi w stan głębokiego nasycenia. Zasilanie opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych skutecznie blokuje do masy dla zakłóceń impulsowych i w.c.z. para kondensatorów C11 (100 nF) i C12 (10 nF).

Należy jeszcze wyjaśnić jedną kwestię – jeśli chcemy mierzyć częstotliwość zewnętrznego sygnału cyfrowego (o poziomach logicznych), to wystarczy podać go na *wejście pomiarowe „C”* (port P7) omawianego modułu i wówczas nie należy montować

Listing 1. Główny blok programu

```
int main(void) {
    /** Konfiguracja portów */
    // PORTB: linie DB.4..DB.7 wyświetlacza LCD 2x8 -> PB.0..PB.3 (OUT)
    DDRB = 0b00001111; // DDRB = 0x0F;
    PORTB = 0b00000000; // PORTB = 0x00; // początkowy stan L0
    // PORTC: linie RS, R/W i E wyświetlacza LCD 2x8 -> PC.0..PC.2 (OUT)
    DDRC = 0b00000111; // DDRC = 0x07;
    PORTC = 0b00000000; // PORTC = 0x00; // początkowy stan L0
    // PORTD: IN: obsługa przycisków SW1..SW3 (PD.0..2); wej. pom. Fvfo (PD.5);
    // OUT: sterowanie f-cjami RX-a (PD.3, PD.4, PD.6)
    // DDRD = 0b01011000; // DDRD=0x27;
    DDRD |= 0b01110000; // PD.5 b/z
    DDRD |= 0b01011000; // PD.5 b/z
    // PORTD = 0b00000111; // PORTD=0x0B; // 1 - pull-up'y dla przycisków
    PORTD |= 0b00100111; // PD.5 b/z
    PORTD |= 0b00000111; // PD.5 b/z

    /** Odczyt parametrów z EEPROM */
    state_flags = eeprom_read_byte( (unsigned char *) 0x01); // Flagi stanu

    /** Inicjalizacja LCD i autoprezentacja */
    InitLcd();
    InstLcd(LCDLINE1); PutsLcd_P(PSTR(„RX Dosia"));
    InstLcd(LCDLINE2); PutsLcd_P(PSTR(„AVT-319x"));
    _delay_ms(1500);
    show_state(); // Prezentacja odczytanych wcześniej z EEPROM ustawień

    /** Inicjalizacja procesu pomiaru F */
    fmeas_init(); // Fmeasure initial initialization
    fmeas_start(); // Start the frequency measure

    /** Główna pętla programu */
    while(1) {

        /** Blok sterowania pracą odbiornika */
        // Flagi stanu na najmłodszych bitach zmiennej „state_flags”:
        // 2:AGC:0->Off/1->On; 1:Filter:0->PH/1->CW; 0:Band:0->80m/1->40m
        // Test stanu przycisku SW1/PD.0 (Band 40m/80m) i ew. zmiana stanu wyjścia P2/PD.3
        if( (PIND & _BV(PD0)) == 0 ) {
            state_flags ^= _BV(0); // Zmiana flagi pasma względem aktualnego ustawienia
            // Jeżeli flaga == 1, to PD.3=1
            if( (state_flags & _BV(0))>0 ) PORTD |= _BV(3);
            else PORTD &= ~_BV(3); // Jeżeli flaga == 0, to PD.3=0
            show_state(); // Prezentacja zmienionych ustawień
            // Zapamiętanie flag w pamięci EEPROM
            eeprom_update_byte( (unsigned char *) 0x01, state_flags);
            _delay_ms(250); // Opóźnienie dla ustalenia stanu przycisku
        }

        // Test stanu przycisku SW2/PD.1 (Filter PH/CW) i ew. zmiana stanu wyjścia P3/PD.4
        if( (PIND & _BV(PD1)) == 0 ) {
            state_flags ^= _BV(1); // Zmiana flagi filtru względem aktualnego ustawienia
            // Jeżeli flaga == 1, to PD.4=1
            if( (state_flags & _BV(1))>0 ) PORTD |= _BV(4);
            else PORTD &= ~_BV(4); // Jeżeli flaga == 0, to PD.4=0
            show_state(); // Prezentacja zmienionych ustawień
            // Zapamiętanie flag w pamięci EEPROM
            eeprom_update_byte( (unsigned char *) 0x01, state_flags);
            _delay_ms(250); // Opóźnienie dla ustalenia stanu przycisku
        }

        // Test stanu przycisku SW3/PD.2 (AGC On/Off) i ew. zmiana stanu wyjścia P4/PD.6
        if( (PIND & _BV(PD2)) == 0 ) {
            state_flags ^= _BV(2); // Zmiana flagi filtru względem aktualnego ustawienia
            // Jeżeli flaga == 1, to PD.5=1
            if( (state_flags & _BV(2))>0 ) PORTD |= _BV(5);
            else PORTD &= ~_BV(5); // Jeżeli flaga == 0, to PD.5=0
            show_state(); // Prezentacja zmienionych ustawień
            // Zapamiętanie flag w pamięci EEPROM
            eeprom_update_byte( (unsigned char *) 0x01, state_flags);
            _delay_ms(250); // Opóźnienie dla ustalenia stanu przycisku
        }

        /** Blok pomiaru i prezentacji F na LCD */
        Freq = fmeas_get_value(); // Get current counted frequency
        snprintf(linebuf, sizeof(linebuf), „%ld „, Freq);
        InstLcd(LCDLINE1);
        PutsLcd(linebuf); // Wyprowadzenie znaków na LCD
    }
    fmeas_stop(); // Stop the frequency measure
    return 0;
}
```

opcjonalnych wzmacniaczy z tranzystorami Q1...Q3. Jeśli jednak istnieje potrzeba separacji, wzmocnienia i uformowania do poziomów cyfrowych zewnętrznego sygnału w.c.z., to należy zrealizować część układu z tranzystorami Q2...Q3 (i elementami towarzyszącymi), a zewnętrzny sygnał mierzonego wprowadzić na *wejście pomiarowe „B”* (port P6). Ostatecznie, jeśli okazałoby się, że ten blok nazbyt obciąża i destabilizuje zewnętrzny generator VFO, to dopiero wtedy należy zrealizować dodatkowy wzmacniacz bufor-separator z tranzystorem polowym Q1, a sygnał mierzonego wprowadzić na *wejście pomiarowe „A”* (port P5). Oczywiście, nie ma

potrzeby montażu niewykorzystywanych dwóch spośród trzech złączy P5...P6.

Na schemacie elektrycznym modułu AVT3198 ujęto także otwory mocujące (montażowe) J1...J4, zlokalizowane w narożnikach PCB tego modułu. Warto pamiętać o tym, że ich skuteczne połączenie nie tylko mechaniczne, ale także elektryczne (galwaniczne) z dedykowaną płytką podstawy całego odbiornika (a więc i jego rozproszoną masą oraz ekranem) jest istotnym elementem ochrony pozostałych bloków odbiornika (a w szczególności tych, w których przetwarzane są słabe sygnały) przed zakłóceniami cyfrowymi i impulsowymi.

Listing 2. Funkcje bloku do pomiaru częstotliwości

```

/* ----- */
#define FIN_DDR DDRD // Frequency input ddr
#define FIN_PIN _BV(PD5) // Frequency input pin
/* ----- */
#define GTIMER_HZ 100UL
#define GTIMER_PRELOAD (((F_CPU)/1024UL)/GTIMER_HZ)
#define GTIMER_COUNT 10
// Define result multiply for receive HZ
#define FMEAS_HZ_SCALE 10UL

/* --- Hi timer software cnt --- */
static volatile uint16_t hi_timer;
static volatile fmeas_t g_freq;
/* --- Start or stop gate counting --- */
static inline void gate_ctl( bool en ) {
    if( en ) {
        TCNT1 = 0; hi_timer = 0;
        TCCR1B = _BV(CS12) | _BV(CS11) | _BV(CS10);
    } else {
        TCCR1B = 0;
    }
}

/* --- Fmeasure initial initialization --- */
void fmeas_init( void ) {
    sei();
    FIN_DDR &= ~FIN_PIN;
    // Configure timer 1 for measure
    TCCR1A = 0;
    //Enable interrupt from timer 0 and over flow 1
    TIMSK |= _BV(TOIE1) | _BV(OCF2);
}

/* --- Start the frequency measure --- */
void fmeas_start( void ) {
    OCR2 = GTIMER_PRELOAD - 1UL;
    gate_ctl( true );
    TCCR2 = _BV(WGM21) | _BV(CS22) | _BV(CS21) | _BV(CS20);
}

/* --- Stop the frequency measure --- */
void fmeas_stop( void ) {
    gate_ctl( false );
    TCCR2 = 0;
}

/* --- Get current counted frequency --- */
fmeas_t fmeas_get_value(void) {
    fmeas_t f1, f2;
    do {
        f1 = g_freq;
        f2 = g_freq;
    } while( f1 != f2 );
    return f1 * FMEAS_HZ_SCALE;
}

/* --- Time 0 overflow vector gate frequency CNT --- */
ISR( TIMER2_COMP_vect ) {
    static uint8_t psc;
    if( ++psc == GTIMER_COUNT ) {
        gate_ctl( false );
        g_freq = ((uint32_t)hi_timer << 16) | TCNT1;
        gate_ctl(true);
        psc = 0;
    }
}

/* --- HIGH part time value --- */
ISR( TIMER1_OVF_vect ) {
    ++hi_timer;
}

```

Oprogramowanie kontrolno-sterujące

Oprogramowanie kontrolno-sterujące ma za zadanie monitorować, zapamiętywać oraz odwzorowywać stan przycisków tryby pracy odbiornika (wybranego pasma, typu filtru audio oraz włączenia układu Automatycznej Regulacji Wzmocnienia), a także dokonywać pomiaru częstotliwości pracy generatora VFO i sukcesywnie wyświetlać jej wartość na ekranie LCD. Jego kod źródłowy składa się z trzech modułów: głównego programu sterującego, bloku pomiaru częstotliwości oraz bloku obsługi wyświetlacza LCD.

Główny program sterujący rozpoczyna się od informacji na temat sposobu konfiguracji tzw. fusebit'ów mikrokontrolera. Potem następują definicje plików nagłówkowych bibliotek, pochodzących ze standardowych zasobów darmowego kompilatora AVR-GCC, a także bibliotek podprogramów obsługujących wyświetlacz LCD (*lcd.h/lcd.c*) oraz pomiar częstotliwości generatora VFO (*fmeas.h/fmeas.c*).

Dalej następują deklaracje zmiennych globalnych: *linebuf* (buforu znakowego dla wyświetlacza LCD), *Freq* (zmierzonej wartości częstotliwość F) oraz *state_flags* (flagi ustawień, przechowywanych w pamięci EEPROM). Po nich umieszczony został prototyp funkcji pomocniczej *show_state(void)*, odpowiedzialnej za prezentację na ekranie LCD ustawień wykonywanych za pomocą przycisków: Band, Filter oraz AGC.

Następnie rozpoczyna się główny blok programu (**listing 1**), na początku którego następuje konfiguracja portów sterujących i danych wyświetlacza LCD, portów wejść przycisków i pomiaru częstotliwości oraz wyjściowych portów sterujących innymi modułami odbiornika. Kolejno następuje odczyt ustawień konfiguracyjnych, zapisanych w pamięci EEPROM, a następnie inicjalizacja wyświetlacza LCD, wyświetlenie ekranu powitalnego oraz rozpoczęcie procesu pomiaru częstotliwości, realizowane za pomocą sekwencji wywołań zewnętrznych funkcji: *fmeas_init()* oraz *fmeas_start()*.

Wykaz elementów:

Rezystory: (0,25 W/5%)

R1: 10 Ω
R2*: 1 kΩ
R3*: 47 kΩ
R4*: 100 kΩ
R5*: 3,3 MΩ
R6*: 2,2 kΩ
R7*: 15 kΩ
R8*: 330 Ω
RV1: 10 kΩ „B” (liniowy, montażowy, leżący)

Kondensatory:

C1, C3: 47 μF/10 V
C2, C4, C10, C11: 100 nF
C8, C9: 22 pF
C5, C6, C7, C12*: 10 nF
C13*, C15*: 10 pF*
C14*: 150 pF*

Półprzewodniki:

D1*: BAT85 (obud. DO-35)
Q1*: BF245B (obud. TO-92)
Q2, Q3*: BC547B (obud. TO-92)
U1: Mikrokontroler ATMEGA8A-PU (obud. DIP-28)
U2: Alfanumeryczny wyświetlacz LCD 2x8 znaków

Inne:

L1: 10 μH/100 mA
L2*: 33 μH*
SW1, SW2, SW3: kątowy przycisk typu „micro-switch” (6 mm)
X1: rezonator kwarcowy 16 MHz (niski)
P1...P4, P5...P7*: złącza goldpin męskie (2 piny)
Podstawka precyzyjna pod układ U1 (DIP-28)

(*) – wartość podana lub wg opisu w tekście

(**) – element opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych

We wnętrzu głównej (teoretycznie nieskończonej) pętli programu cyklicznie realizowane są: analiza i aktualizacja stanu przycisków na odpowiednich wyjściach sterujących, prezentacja wartości zmienionych ustawień (funkcja *show_state()*) oraz zapamiętanie wartości zmienionych flag w pamięci EEPROM (funkcja *eprom_update_byte()*). Na końcu nieskończonej głównej pętli programu następuje realizacja bloku pomiaru i prezentacji częstotliwości generatora VFO na ekranie LCD (funkcja *fmeas_get_value()* oraz sekwencja funkcji: *snprintf(linebuf, sizeof(linebuf), „%ld ”, Freq); InstLcd(LCDLINE1; PutsLcd(linebuf))*).

Gdyby z jakiegoś powodu wystąpiło jednak opuszczenie nieskończonej pętli *while(1) {}*,

REKLAMA

wówczas zatrzymany zostanie ciągły pomiar częstotliwości (funkcja *fmeas_stop()*) i nastąpi zatrzymanie wykonywania programu (polecenie *return 0*).

Funkcja *show_state()* jest odpowiedzialna za prezentację na wyświetlaczu LCD ustawień robionych za pomocą przycisków: **Band**, **Filter** oraz **AGC**. Jest ona realizowana za pomocą polecenia *switch(state_flags & 0x07)* i następujących po nim ośmiu klauzul *case*, których zadaniem jest wykrycie jednej z możliwych ośmiu kombinacji ustawień oraz wyprowadzenia do bufora znakowego ekranu LCD odpowiednio sformatowanej sekwencji znaków. Definicję funkcji *show_state()* kończy wyprowadzenie odpowiedniego ciągu znaków na dolny wiersz wyświetlacza LCD za pomocą poleceń: *InstLcd(LCDLINE2)* oraz *PutsLcd(linebuf)*.

Blok pomiaru częstotliwości opisuje plik *fmeas.c*, zaczerpnięty z projektu AVT5470 (*Cyfrowa skala częstotliwości i sterownik do tranceivera Taurus*). Najistotniejsze fragmenty pokazuje **listing 2**. Funkcje w nim ujęte zostały zaimplementowane w tym projekcie dzięki uprzejmości i wsparciu kolegi mgr. inż. Lucjana Bryndzy SQ5FGB, a ich opisy są dostępne w treści wspomnianego artykułu.

Natomiast blok obsługi wyświetlacza LCD opisuje plik *lcd.c*, zawierający typowe definicje procedur obsługi wyświetlacza LCD z popularnym sterownikiem HD44780, dostosowane do obsługi wyświetlacza alfanumerycznego, podłączonego do mikrokontrolera w sposób zastosowany w tym projekcie. Opisy ujęte w kodzie źródłowym, oraz wyczerpująca dokumentacja techniczna zastosowanego w tym projekcie ekranu LCD

wydają się być w zupełności wystarczające do zrozumienia i ewentualnej adaptacji tej części oprogramowania do własnych potrzeb czytelników-konstruktorów.

Na koniec opisu oprogramowania modułu kontrolno-sterującego warto jest wspomnieć o tym, że w przypadku chęci jego zastosowania w innym urządzeniu radiokomunikacyjnym, a w szczególności w heterodynie (z przemianą częstotliwości), w kodzie źródłowym (przed kompilacją i wgraniem do mikrokontrolera) wystarczy odpowiednio uwzględnić zależność pomiędzy częstotliwościami: generatora VFO, pośrednią IF oraz odbieraną nośną, której to wartość powinna ostatecznie być prawidłowo wyświetlana na ekranie LCD urządzenia.

Adam Sobczyk SQ5RWQ
sq5rwq@gmail.com

Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 80 m i 40 m „Dosia”

Mikroprocesorowy moduł kontrolno-sterujący (2)

W poprzedniej publikacji o odbiorniku nasłuchowym na pasma KF 40 m i 80 m „Dosia” został opisany projekt mikroprocesorowego modułu kontrolno-sterującego, przeznaczonego do pomiaru częstotliwości pracy VFO, a także nastawiania i zapamiętywania kluczowych parametrów pracy urządzenia. Ostatnia część publikacji to obiecany czytelnikom, szczegółowy opis montażu całości urządzenia w dedykowanej obudowie, wraz z projektem estetycznego, dopasowanego panelu czołowego.



Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-3198

Podstawowe parametry:

- pomiar częstotliwości pracy VFO (na obu pasmach: 40 m oraz 80 m),
- zapamiętywanie kluczowych trybów pracy,
- możliwość zaadaptowania do innych konstrukcji,
- zasilanie 5 V DC.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- AVT-3199, 3197 Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 80 m i 40 m „Dosia” – mikroprocesorowy moduł kontrolno-sterujący (EP 02-2020)
- AVT-2970 Modułowy odbiornik nasłuchowy na pasma 40 i 80 m „Dosia” (EP 9-10-11/2017 2-4/2018)
- AVT-2970 Odbiornik nasłuchowy na pasmo 80 m (EP 6/2015)
- AVT-2970 Odbiornik SDR na pasmo 2 m (Edw 2/2011)
- AVT-2960 Minitransceiver SP5AHT (80 m/SSB) (Edw 11/2010)
- AVT-2934 Odbiornik na pasmo 80 m (Edw 2/2010)
- AVT-2925 Odbiornik nasłuchowy „Cypisek” (Edw 12/2009)

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawowa wersja zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

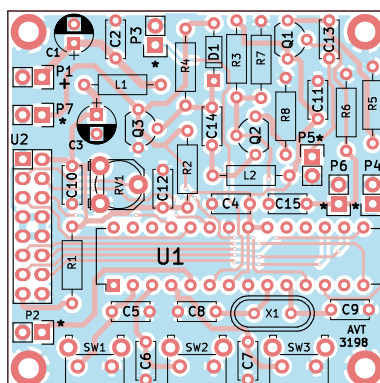
- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
 - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji. Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [Av] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ
- Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
- <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Montaż i uruchomienie modułu kontrolno-sterującego

Montaż modułu kontrolno-sterującego należy wykonać zgodnie ze schematem z rysunku 4 pokazującym schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów. Montaż należy rozpocząć od elementów najniższych (rezystory, diody) aż do coraz wyższych (podstawka pod mikrokontroler, kondensatory, złącza portów zewnętrznych itd.).

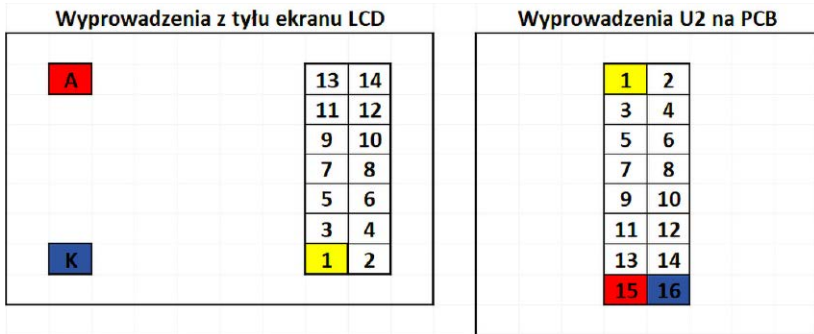
Jeżeli moduł będzie standardowo montowany i wykorzystywany w odbiorniku „Dosia”, to nie ma potrzeby montażu elementów opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych, a jedynie należy zamontować

złącza „goldpin” dla portów: P1 (wejście zasilania modułu), P2...P4 (wyjścia sterujące innymi modułami odbiornika) oraz P7 (wejście pomiarowe „C”, przeznaczone do pomiaru częstotliwości cyfrowego sygnału z generatora VFO). Informacje dotyczące zakresu montażu elementów opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych wynikają wprost z opisu zasady działania i właściwości prezentowanego modułu, a także sposobu jego wykorzystania. W zależności od potrzeb montujemy dodatkowo: rezystory R2...R8, kondensatory C11...C15, dławik L2, diodę D1, tranzystory Q1...Q3 oraz (alternatywnie) wyprowadzenia



Rysunek 4. Widok płytki drukowanej modułu kontrolno-sterującego

REKLAMA



Na **fotografii 1** pokazano zmontowany i zamocowany do płyty podstawy moduł kontrolno-sterujący – w wersji przeznaczonej do pracy w odbiorniku „Dosia”, tzn. bez elementów opcjonalnego bloku wzmacniaczy wstępnych. Widać na niej m.in. przyciski sterujące SW1...SW3, potencjometr regulacji kontrastu LCD RV1 oraz elementy łączenia z wyświetlaczem LCD. Dokładny schemat powiązań kablowych modułu AVT-3198 z wyświetlaczem LCD U2, pokazano na **rysunku 5** (dla zwiększenia czytelności zrezygnowano z naniesienia na rysunku połączeń elektrycznych, jednak pełna informacja wynika z podanej numeracji wyprowadzeń lub kolorów poszczególnych pól). Fizyczna realizacja ostatniego z wymienionych tutaj połączeń: LCD-MCU została szczegółowo opisana w kolejnym ustępie – przy okazji omawiania szczegółów montażu całości urządzenia w dedykowanej obudowie „KRADEX Z-1”. Prawdłowo zmontowany i uruchomiony moduł przeznaczony do zastosowania w odbiorniku „Dosia”, wymaga jedynie regulacji kontrastu wyświetlacza LCD za pomocą potencjometru montażowego RV1.

Połączenia z pozostałymi modułami należy wykonać zgodnie ze schematem blokowo-montażowym odbiornika (rysunek 1 z pierwszej części artykułu). Pomocne będą także schematy elektryczne powiązanych modułów:

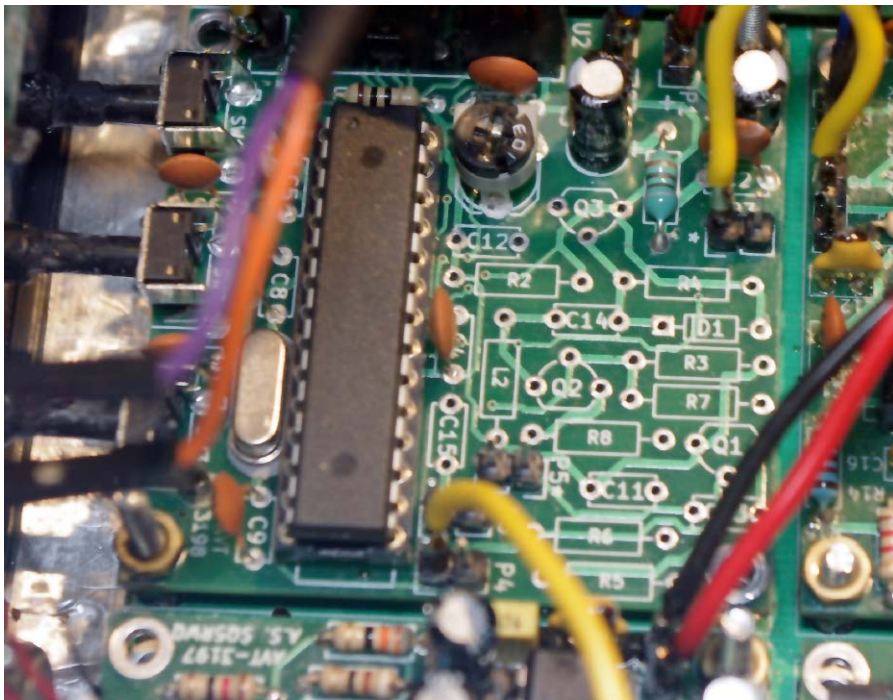
- filtrów w.cz. **AVT-3190**,
- mieszacza i amplifiltrów **AVT-3191**,
- generatora VFO **AVT-3195**,
- bloku ARW/AGC **AVT-3196**,

przedstawionych we wcześniejszych częściach publikacji.

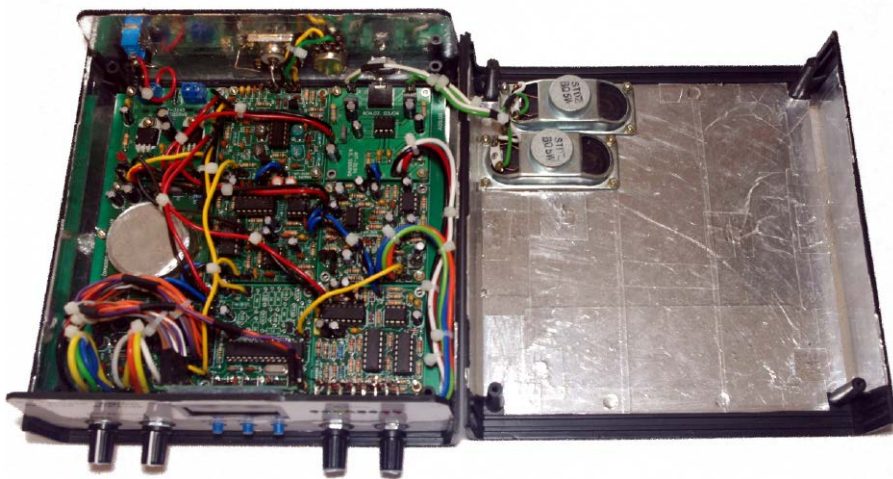
Montaż paneli i całości urządzenia w dedykowanej obudowie

Poprawny i skuteczny montaż kompletnego odbiornika „*Dosia*” w dedykowanej obudowie „*KRADEX Z-1*” nie wymaga szczególnych umiejętności praktycznych, jednak wskazane jest zachowanie reguł pracy oraz kolejności działań, przedstawionych w dalszej części tego ustępu. Na **fotografii 2** zaprezentowano ogólny widok całości wnętrza

zmontowanego egzemplarza modelowego odbiornika. Pokazuje w jaki sposób uporządkowane zostały poszczególne grupy połączeń kablowych oraz jak zaaranżowano rozmieszczenie zewnętrznych podzespołów, których montaż wprost na płytkach drukowanych poszczególnych modułów nie był możliwy. Jako swego rodzaju „przewodnik montażu” całego urządzenia powinna służyć



Fotografia 1. Zmontowany moduł kontrolno-sterujący

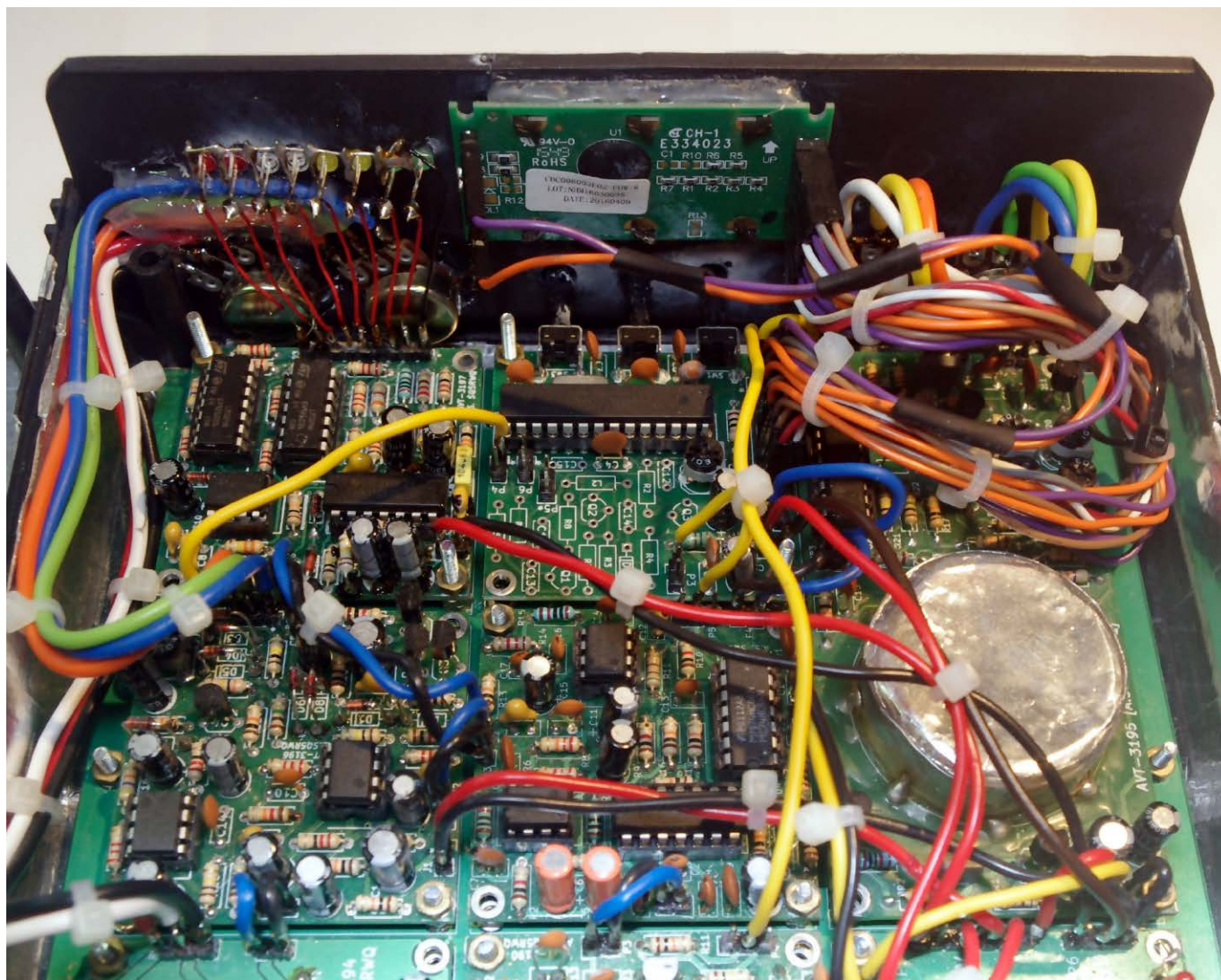


Fotografia 2. Widok całego wnętrza zmontowanego odbiornika

ostateczna wersja schematu blokowo-montażowego odbiornika (rysunek 1 z pierwszej części artykułu).

Montaż finalnej wersji odbiornika warto rozpocząć od uporządkowania i pogrupowania połączeń kablowych pomiędzy poszczególnymi modułami oraz elementami znajdującymi się na tylnym panelu obudowy. **Fotografia 3** przybliża szczegóły montażu poszczególnych części modelowego egzemplarza odbiornika widziane z dogodnej perspektywy. Na **fotografii 4** widać dokładnie sposób zagospodarowania tylnego panelu obudowy, natomiast **fotografia 5** ukazuje jego zewnętrzną stronę – z naklejonymi opisami gniazda antenowego i słuchawek, wejścia i włącznika zasilania odbiornika oraz pokrętła tłumika sygnału w.c. (potencjometru „*RF GAIN*”).

Potencjometr tłumika „*RF GAIN*” został ostatecznie zlokalizowany z tyłu obudowy z trzech zasadniczych powodów. Po pierwsze, prowadzenie długich ekranowanych przewodów



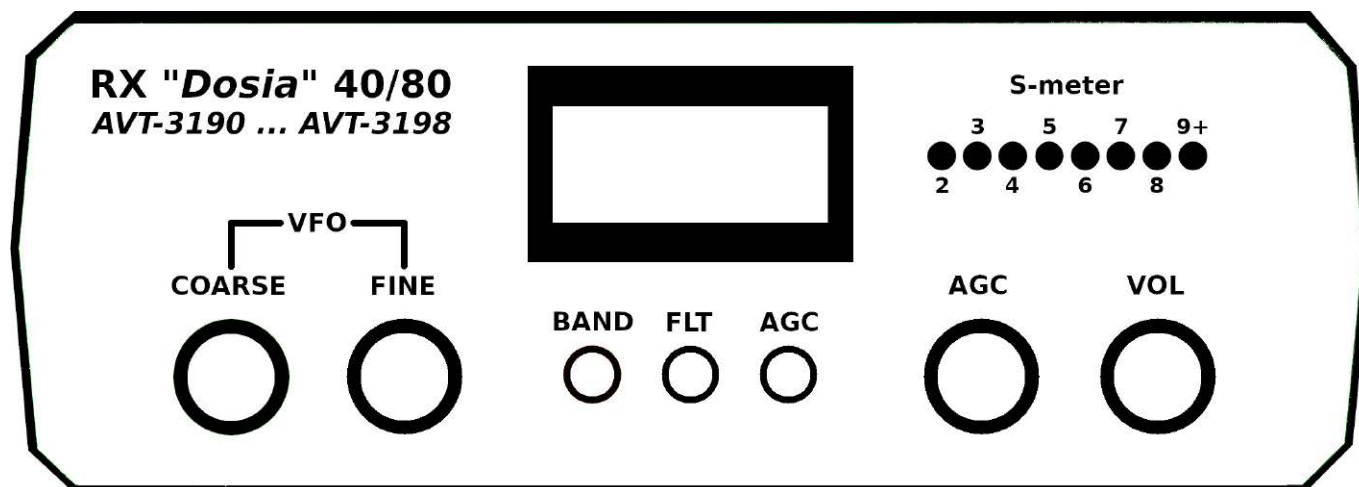
Fotografia 3. Wnętrze zmontowanego odbiornika – widok przedniej części

koncentrycznych na przedni panel obudowy mogłoby okazać się uciążliwym rozwiązaniem dla mniej doświadczonych konstruktorów. Po drugie, na przednim panelu obudowy jest stosunkowo niewiele miejsca i dlatego skupiono na nim tylko najważniejsze, absolutnie niezbędne elementy manipulacyjne. Po trzecie, z racji na bardzo wysoką odporność na przesterowania i ich intermodulacyjne

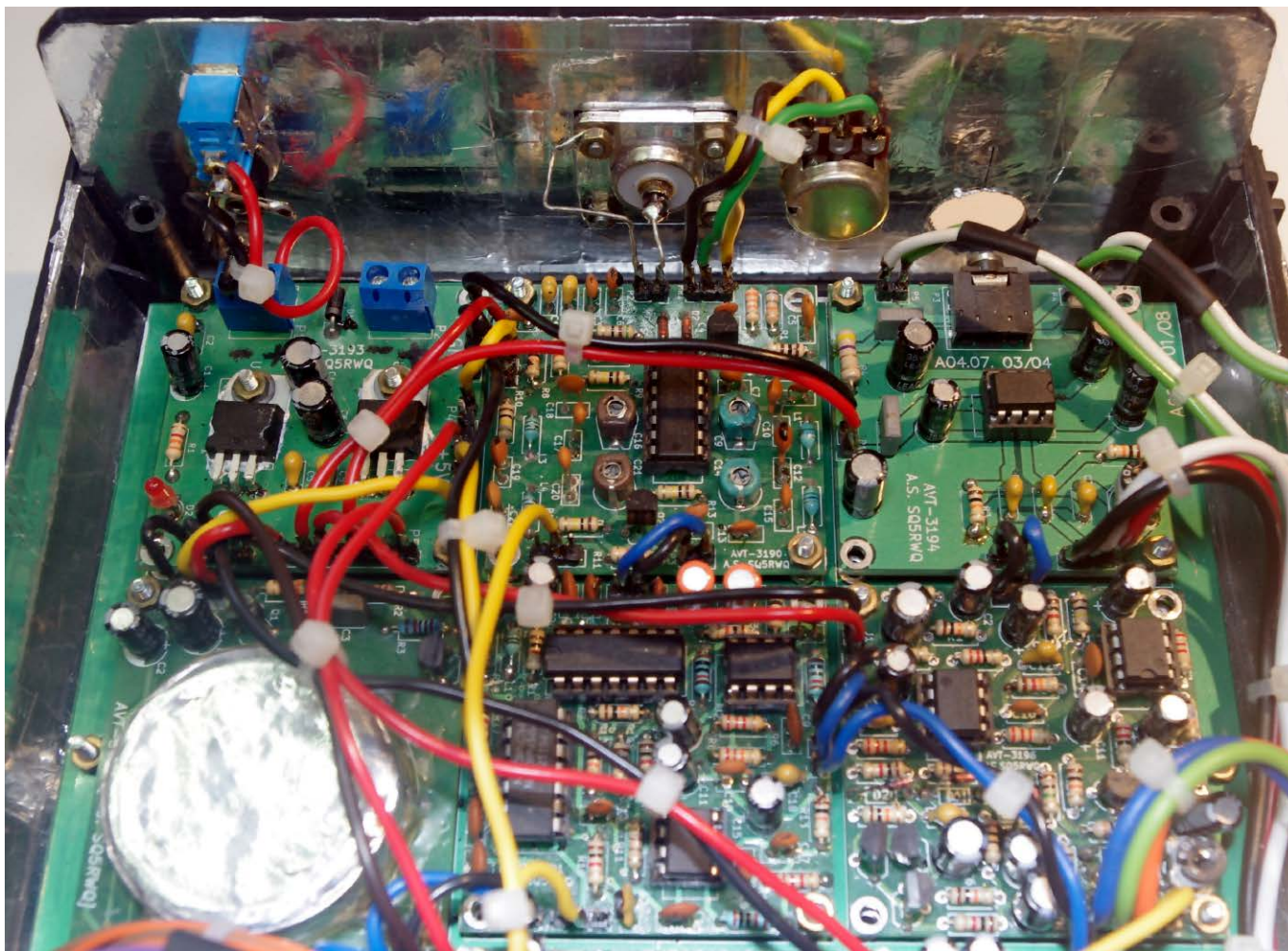
skutki w odbiorniku homodynowym, jakim jest „Dosia”, regulowany tłumik w.cz. można potraktować jako element fakultatywny i w zasadzie może zostać pominięty (konieczne będzie jednak wtedy umieszczenie zwory pomiędzy „gorącymi” wyprowadzeniami tego potencjometru na PCB filtrów w.cz.).

Formatki naklejek opisowych na tylny panel obudowy są dostępne w materiałach

dodatkowych do tego projektu (do wydrukowania w rozdzielczości 300 DPI – najlepiej na drukarce laserowej i papierze fotograficznym). W egzemplarzu modelowym elementy opisujące tylny panel obudowy zostały naklejone za pomocą odpowiednio przyciętych fragmentów przezroczystej taśmy samoprzylepnej dwustronnej. Następnie, dla zwiększenia ich trwałości i estetyki, naklejono na nie



Rysunek 6. Rysunek dedykowanej maskownicy przedniego panelu



Fotografia 4. Wnętrze zmontowanego odbiornika - widok tylnej części

odcinki przezroczystej folii jednostronnie samoprzylepnej, oryginalnie przeznaczonej do wykonywania nadruków opisujących.

Po uporządkowaniu wszystkich możliwych połączeń wewnątrz układu odbiornika (przewody połączeniowe powinny być skrócone do niezbędnego minimum i, w miarę możliwości, skręcone w powiązane ze sobą pary lub trójki a następnie spięte odcinkami jak najcieńszych opasek samozaciskowych) można przystąpić do montażu elementów, które powinny trafić na przedni panel obudowy. **Rysunek 6** ukazuje dedykowany projekt maskownicy przedniego panelu odbiornika „Dosia” (dostępny w materiałach dodatkowych do tego projektu – do wydrukowania w rozdzielczości 300 DPI – najlepiej na drukarce laserowej). Maskownicę przedniego panelu należy wydrukować w dwóch egzemplarzach, przy czym pierwszy egzemplarz, to swego rodzaju „brudnopis”, który po wycięciu i tymczasowym naklejeniu na przedni panel (np. za pomocą wodnego kleju roślinnego – do papieru) powinien posłużyć do wykonania odpowiednich otworów montażowych. Średnice otworów okrągłych (dla czterech potencjometrów i trzech przycisków) powinny zostać dostosowane do wymiarów (średnic) zastosowanych podzespołów, natomiast prostokątny otwór

dla alfanumerycznego wyświetlacza LCD 2×8 znaków powinien odpowiadać wymiarom zewnętrznym czarnego, maskującego prostokąta (do sprawdzenia i ewentualnej korekty z konkretnym egzemplarzem ekranu). Otwory okrągłe (pod potencjometry i przyciski) dogodnie jest wykonywać specjalnym wiertłem wielostopniowym na odpowiednio grubej podkładce ze średnio twardego drewna – uważając bardzo przy tym, by nie przesadzić ze średnicą wykonywanych otworów. Natomiast prostokątny otwór pod ekran LCD można wykonać przez nawiercenie odpowiednio dużej ilości niewielkich otworów ($\varnothing = 2...3$ mm) wzdłuż wnętrza jego obwodu i wypilowania pilnikiem-iglakiem pozostałości po usunięciu wnętrza prostokąta. Dogodne może okazać się także wykorzystanie miniaturowej modelarskiej tarczy ścierniej – w roli małej piły obrotowej.

Po wstępnym dopasowaniu wszystkich elementów montażowych do otworów w przednim panelu obudowy należy delikatnie przeszlifować jej wszystkie krawędzie oraz płaskie powierzchnie za pomocą drobnego papieru ściernego a następnie obmyć i odłuszczyć. Na tak przygotowany przedni panel obudowy należy nakleić odpowiednio dociętą, finalną wersję maskownicy. Podobnie, jak to zaproponowano w odniesieniu

do elementów opisujących tylny panel, maskownicę przedniego panelu warto jest okleić od przodu przezroczystą folią jednostronnie samoprzylepną i – tak przygotowaną – nakleić na płytę panelu za pomocą odcinków przezroczystej, cienkiej taśmy dwustronnie samoprzylepnej. **Fotografia tytułowa** przybliża to, jak powinien zostać ostatecznie zagospodarowany przedni panel obudowy. Otwory dla indykacyjnych diod LED S-metra (o średnicy 3 mm) należy wyciąć w maskownicy najlepiej specjalnym przyrządem do wykonywania otworów w galanterii skórzanej a w panelu nawiercić wiertłem o średnicy 3 lub 3,2 mm.

Po przygotowaniu panelu frontowego można przystąpić do wstępnego umiejscowienia na nim wszystkich podzespołów. Jeśli taka próba zakończy się pomyślnie, to można przystąpić do docelowego montażu poszczególnych podzespołów na panelu czołowym – oczywiście, od jego wewnętrznej strony.

W pierwszej kolejności należy zamontować potencjometry regulacji głośności „VOL” oraz progu zadziałania układu automatycznej regulacji wzmacnienia „AGC” a nad nimi umiejscowić diody LED indykatora S-metra. Potencjometry należy umieścić osią wyprowadzeń pod kątem około

45-u stopni do poziomu tak, by nie wystąpiła kolizja mechaniczna z wyprowadzeniami diod LED. Wiązki przewodów, prowadzących do końcówek potencjometrów po zalutowaniu warto uformować na ciepło (np. za pomocą suszarki do włosów) i przymocować do przedniego panelu za pomocą kleju „na gorąco” – tak, by po zamknięciu obudowy ułożyły się w uporządkowany sposób, uniemożliwiający przenikanie zakłóceń z innych części układu i pozostałych kabli połączeniowych. Długość przewodów łączących potencjometry głośności i regulacji A.R.W. powinna być jak najmniejsza, jednak umożliwiająca dogodną realizację prac montażowych (w tym lutowanie i klejenie) na przednim panelu wyjętym z dedykowanych ramek w obudowie.

Diody LED wskaźnika siły sygnału odbieranego (S-metra) powinny zostać wciśnięte w otwory montażowe krótszymi elektrodami (katodami) powyżej dłuższych elektrod (anod), przy czym wyprowadzenia katod należy odgiąć ku górze w odległości około 0,5...1 cm od przezroczystych cokołów diod LED. Jeśli diody nie trzymają się ciasno w otworach montażowych, to ich pozycje można delikatnie utrwalić niewielką ilością kleju cyjanoakrylowego typu „Kropek” w żelu, przy czym należy uważać na to, by nadmierna ilość kleju nie doprowadziła do deformacji maskownicy przedniego panelu lub zmatowienia soczewek diod LED.

W kolejnym kroku należy zamontować potencjometry strojenia generatora VFO: zgrubnego „COARSE” i dokładnego „FINE”. Należy je zamontować wyprowadzeniami do góry, a długość kabli połączeniowych dobrać tak, by możliwa była praca z panelem czołowym wyjętym z obudowy. W przypadku tego sposobu montażu łączenie przewodów do płytki modułu generatora VFO należy wykonać „na krzyż”, ponieważ w innym wypadku strojenie generatora, realizowane przez kręcenie potencjometrami w prawo (zgodnie z kierunkiem obrotu wskazówek zegara), będzie powodowało zmniejszanie odbieranej częstotliwości. Należy wyjaśnić tutaj, że typowe potencjometry regulacyjne o średnicy obudowy równej 16 mm posiadają bolce, które po wprowadzeniu w dodatkowe otwory technologiczne, wykonane w panelu obudowy, pomagają utrzymać potencjometry we właściwych pozycjach w trakcie normalnej eksploatacji. W egzemplarzu modelowym zostały one wyłamane miniaturowymi szczypcami, a dodatkowych otworów ustalających nie wykonano. Natomiast pozycje potencjometrów regulacyjnych utrwalono dodatkowo za pomocą dobrej jakości pistoletu i kleju „na gorąco”.

W kolejnym kroku należy trwale zamocować i podłączyć wyświetlacz LCD. Został on wstępnie ustabilizowany we wcześniej wykonanym otworze za pomocą niewielkiej

ilości kleju cyjanoakrylowego typu „Kropek” w żelu, a następnie pozycję wyświetlacza utrwalono od góry i od spodu za pomocą odpowiedniej (nie przesadzonej) ilości kleju „na gorąco”. Połączenia elektryczne ekranu LCD z modulem kontrolno-sterującym wykonano zgodnie ze schematem powiązań kablowych, pokazanym na **rysunku 4**, za pomocą gotowych przewodów połączeniowych, zakończonych wsuwkami żeńskimi typu „goldpin”. To rozwiązanie zastosowano z uwagi na potencjalne trudności w ręcznym wykonaniu tak dużej ilości połączeń lutowanych i związanych z nim znacznym ryzykiem błędów montażowych. Należy zastosować najkrótsze dostępne przewody, by zminimalizować ryzyko powstawania zakłóceń w innych modułach odbiornika oraz w połączeniach między nimi. Trzeba bowiem pamiętać o tym, że częstotliwości przebiegów cyfrowych, występujących w połączeniach między mikrokontrolerem MCU a wyświetlaczem LCD są na tyle niskie, że w przypadku zbyt długich połączeń pochodzące z nich zakłócenia harmoniczne niewątpliwie będą przenikały do innych czułych obwodów całego układu. Na fotografii 3 widać rozwiązanie z modelowego egzemplarza odbiornika. Zbyt długą wiązkę kabli MCU-LCD pospinano dość ściśle kilkoma cienkimi poliesterowymi opaskami samozaklepowymi i zamocowano do słupka montażowego obudowy. Wiązka przebiega ponad modulem generatora VFO, który przy poprawnym wykonaniu powinien być bardzo odporny na wspomniane zakłócenia.

Po prawidłowym zamocowaniu mechanicznym i podłączeniu elektrycznym wyświetlacza LCD można przystąpić do podłączenia diod LED indykatora S-metra do jego modułu wykonawczego. To, jak to zrealizowano w egzemplarzu modelowym, pokazuje fotografia 3. W tym konkretnym przypadku autor projektu poszedł nieco „na łatwiznę” po to, by uprościć i przyspieszyć prace instalacyjne. Końcówki

trwale zamocowanych w przednim panelu obudowy diod LED skrócono do dogodnych montażowo wymiarów. Ich anody podłączono wprost do odpowiednich wyprowadzeń „goldpin” w module S-metra za pomocą odcinków tzw. „kynaru” (połączenia w czerwonej izolacji). Natomiast katody diod LED połączono elektrycznie razem za pomocą krótkiego odcinka srebrzanki, a następnie dołączono także z zastosowaniem „kynaru” do odpowiedniego wyprowadzenia (masy) w module S-metra (połączenie w czarnej izolacji). Takie rozwiązanie jest co prawda niezbyt estetyczne, jednak pozwala na szybki i łatwy montaż i demontaż z użyciem krótkich połączeń lutowanych. Przy okazji widać, jak istotny okazał się zwarty montaż potencjometrów regulacji głośności i dołączonych do nich kabli przyłączeniowych.

Na fotografii 2 widać szczegóły podłączenia pary niewielkich głośników (w odbiorniku zastosowano scalony wzmacniacz stereofoniczny), którą to pracę warto jest wykonać jako ostatni element montażu, ponieważ głośniki są zamocowane do górnej części obudowy. Głośniki zamocowano do obudowy za pomocą trwałych połączeń śrubowych, a przewody łączące je z wyjściami wzmacniacza audio spięto w wiązki za pomocą cienkich opasek. Wiązki przewodów do głośników mają najmniejsze możliwe długości, które umożliwiają jednak ich swobodny montaż w rozłożonej na dwie części obudowie odbiornika. Ponieważ w przewodach głośnikowych mogą płynąć stosunkowo duże prądy robocze, a pracujące głośniki generują stosunkowo silne pole elektromagnetyczne o częstotliwościach akustycznych, stwarzające ryzyko powstawania zakłóceń, a nawet pasożytniczych sprzężeń elektroakustycznych, to głośniki zlokalizowano właśnie bezpośrednio nad modulem wzmacniacza audio, minimalizując tym samym wpływ tych elementów układu na jego małosygnałowe, wrażliwe na zakłócenia bloki.

Na koniec opisu montażu odbiornika w dedykowanej obudowie warto podkreślić



Fotografia 5. Aranżacja i opis tylnego panelu odbiornika

fakt, że w egzemplarzu modelowym zastosowano nieco uproszczone ekranowanie, polegające na wstępnym wyklejeniu wnętrza obudowy samoprzylepną folią metalową (tu zastosowano dobrej jakości grubą folię produkcji renomowanej firmy „Scotch-3M”), która miejscowo była łączona galwanicznie z elementami masy całego układu. Zastosowanie takiego rozwiązania daje nie tylko ekranowanie czułych na zakłócenia zewnętrzne urządzeń odbiornika, ale dodatkowo zapewnia także pewną izolację termiczną całości urządzenia, poprawiającą znacznie średnioterminową stabilność częstotliwości pracy generatora VFO.

Obsługa i eksploatacja odbiornika

Obsługa i eksploatacja poprawnie zmontowanego, uruchomionego i zestrojonego odbiornika nasłuchowego „Dosia” nie powinny nastręczać jego Konstruktorowi żadnych trudności. Do odbiornika należy podłączyć zewnętrzne zasilanie +12 VDC o odpowiedniej wydajności prądowej oraz antenę odbiorczą, zakończoną zakręcaną wtyczką typu UC-1 (w tym przypadku możliwe jest też zastosowanie połączenia opartego o parę łączy BNC).

Początkującym radioamatorom, zwłaszcza tym, którzy mają niewielkie doświadczenie w konstruowaniu własnych anten i/lub niezbyt komfortowe tzw. „warunki antenowe”, polecam zastosowanie bardzo uproszczonej anteny typu „Mini-Whip”, skonstruowanej wg projektu krótkofalowca PA0RDT (jest to niewielka antena z wbudowanym własnym wzmacniaczem elektrycznym) – jednak zdecydowanie wystawionej jak najbardziej na zewnątrz poza bryłę budynku, w którym ma być eksploatowany odbiornik nasłuchowy. Zewnętrzne zasilanie stałoprądowe odbiornika można zrealizować co najmniej na dwa sposoby: za pomocą akumulatora (czy akumulatorów) lub ogniw elektrochemicznych albo z użyciem taniego, wygodnego w użyciu „wtyczkowego” zasilacza impulsowego. Pierwsze z tych rozwiązań ma te nieocenione zalety, że niewątpliwie nie generuje zakłóceń w pasmie radiowym i może być wykorzystywane „w terenie”, gdzie nie ma dostępu do sieci zasilania 230 VAC. Natomiast drugie z nich jest po prostu wygodne tam, gdzie można skorzystać z sieci energetycznej 230 VAC. Tu należy pośpieszyć z wyjaśnieniem, że nie wszystkie miniaturowe „wtyczkowe” przetwornice impulsowe 230 VAC/12 VDC generują uciążliwe zakłócenia w radiowym pasmie KF (autor tego projektu sam jest w posiadaniu takiego urządzenia zasilającego, zakupionego akurat w sieci sprzedaży AVT), jednak nie jest to obowiązującą regułą. Zatem eksploatując odbiornik nasłuchowy „Dosia” w warunkach domowych,

korzystne może okazać się zastosowanie odpowiedniego zasilacza transformatorowego, w którym napięcie zmienne 230 VAC o częstotliwości 50 Hz jest zamieniane na napięcie stałe stabilizowane +12 VDC bez generowania zakłóceń elektromagnetycznych o częstotliwościach przenikających do czułych obwodów odbiornika.

Po podłączeniu odbiornika do anteny i włączeniu zasilania należy wybrać pasmo i dostroić urządzenie do pożądanego częstotliwości pracy. Na rysunku 3 (z pierwszej części artykułu) pokazano i opisano panel LCD wraz z przyciskami, które zmieniają stan pracy urządzenia i równocześnie informację, które są wyświetlane na ekranie ciekłokrystalicznym. W górnej linijce wyświetlacza pokazywana jest zmierzona częstotliwość pracy odbiornika, równa częstotliwości roboczej generatora VFO. Pomiar i wyświetlanie tej częstotliwości jest realizowane z dokładnością do 0,01 kHz, czyli 10 Hz, co należy uznać za zupełnie satysfakcjonującą precyzję jak na stosunkowo prosty odbiornik nasłuchowy.

W dolnej linijce wyświetlacza monitorowane są trzy parametry – kolejno od lewej: aktualnie odbierane pasmo KF („**BAND**”, wartość „**80**” – pasmo 80 metrów lub „**40**” – pasmo 40 metrów), aktualnie załączony filtr akustyczny („**FLT**”, wartość „**PH**” – filtr foniczny SSB lub „**CW**” – filtr telegraficzny) oraz stan załączenia układu automatycznej regulacji wzmacnienia („**AGC**”, „**A-**”, – układ wyłączony lub „**A+**” – układ załączony). Po ustawieniu pożądanego parametrów roboczych należy dostroić odbiornik do wybranej częstotliwości. W tym celu należy użyć umieszczonych po lewej stronie czołowego panelu obudowy (**fotografia tytułowa**) potencjometrów strojenia generatora VFO. Potencjometr „**COARSE**” służy do zgrubnego dostrojenia odbieranej częstotliwości, natomiast potencjometr „**FINE**” jest przeznaczony do dokładnego ustawienia częstotliwości nasłuchu.

Po prawej stronie przedniego panelu obudowy dostępne są potencjometry regulacji progu czułości automatycznej regulacji wzmacnienia „**AGC**” oraz głośności odbioru „**VOL**”. Układ automatycznej regulacji wzmacnienia w zasadzie może być załączony na stałe, a jego próg czułości zadziałania ustawiony na minimalny poziom – tak, aby uzyskać komfortowy odsłuch w bardzo szerokim zakresie dynamiki odbieranych sygnałów radiowych. Głośność odbioru należy ustawić wg indywidualnych upodobań i dysponowanych warunków technicznych (w odniesieniu do zastosowanych typów głośników i/lub słuchawek), a w przypadku implementacji potencjometru tłumika sygnału antenowego w.cz. „**RF GAIN**” można go użyć wtedy, gdy odbierana stacja jest zbyt silna lub sąsiednie stacje

powodują intermodulacyjne zniekształcenia odbioru (jakkolwiek, w przypadku tego odbiornika homodynowego jest to dość mało prawdopodobne).

Siłę odbieranego sygnału, niezależnie od ustawień potencjometrów: głośności oraz progu czułości automatycznej regulacji wzmacnienia, można obserwować na diodach LED wyświetlacza S-metru, którego wskazania mogą okazać się przydatne, także w przypadku eksperymentów konstruktorских z wykorzystywaną anteną odbiorczą.

Na koniec tego ustępu warto przypomnieć Czytelnikom i Konstruktorom fakt, że odbiornik nasłuchowy „Dosia”, po włączeniu zasilania będzie potrzebował od kilku do kilkunastu minut (w zależności od panujących warunków otoczenia oraz sposobu i jakości konstrukcji) na ustabilizowanie się odbieranej częstotliwości roboczej (po włączeniu zasilania urządzenia) – głównie z powodu zmian temperatury elementów generatora VFO mających wpływ na generowaną częstotliwość.

Podsumowanie projektu

Drogi Czytelniku i Konstruktorze urządzeń radiokomunikacyjnych! Jeśli czytasz ten tekst, to prawdopodobnie szczęśliwie przeszedłeś przez pełny cykl publikacji o modułowym odbiorniku nasłuchowym „Dosia”, którego jest to właśnie ostatni odcinek. Został on poświęcony opisowi modułu kontrolno-sterującego oraz temu, jak skutecznie i estetycznie zabudować całe urządzenie w dedykowanej obudowie z tworzywa sztucznego.

Warto w tym miejscu podkreślić fakt, że modułowa konstrukcja oraz podział projektu na wiele mniejszych bloków funkcjonalnych miały na celu umożliwienie mniej doświadczonym konstruktorom skupienie się na osobnym uruchamianiu mniejszych, a więc i prostszych bloków funkcjonalnych oraz na stopniowym zdobywaniu mniejszych porcji wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych. Autor tego projektu żywi głęboką nadzieję, że to podejście się sprawdziło w praktyce. Dodatkową zaletą konstrukcji modułowej jest możliwość wykorzystania poszczególnych modułów w innych, własnych konstrukcjach oraz zastępowanie poszczególnych modułów w odbiorniku „Dosia” blokami wg innych koncepcji technicznych.

Na koniec chciałbym podkreślić, że chociaż ten cykl publikacyjny o odbiorniku nasłuchowym „Dosia” należy uznać za definitywnie zakończony, to w niedalekiej przyszłości planowana jest kontynuacja tego projektu, w ramach której poszczególne bloki funkcjonalne będą zastępowane ich nowocześniejszymi wersjami o atrakcyjniejszych parametrach technicznych i użytkowych.

Adam Sobczyk SQ5RWQ
sq5rwq@gmail.com