



Dystrybucja czasu urzędowego na falach długich, przy wykorzystaniu fali nośnej 225 kHz Programu Pierwszego Polskiego Radia

opis projektu przykładowego modułu odbiorczego kodowanych sygnałów czasu urzędowego

v. 1.0

1 Spis treści

2	Wymagania techniczne odbiornika, parametry sygnału czasu.	3
3	Koncepcja wykonania odbiornika	4
4	Opis bloku DSP	6
5	Opis ramki danych	6
5.1	Format ramki	6
5.2	Kody korekcyjne	7
5.3	Scrambling	7
5.4	Format ramki NMEA RMC	7
5.5	Oprogramowanie wbudowane DSP	8
6	Uproszczony Odbiornik sygnału e-CzasPL	9
6.1	Złącze diagnostyczne SV1	9
6.2	Złącze NMEA	9
6.3	Złącze Antenowe	9
6.4	Sygnalizacja stanu pracy Uprozczonego Odbiornika	9
7	Dokumentacja Wykonawcza Uprozczonego Odbiornika	10
7.1	Schemat ideowy Uprozczonego Odbiornika	11
7.2	Płytki PCB Uprozczonego Odbiornika – strona elementów	12
7.3	Płytki PCB Uprozczonego Odbiornika – strona druku	13
7.4	Zestawienie elementów Uprozczonego Odbiornika (BOM)	14
7.5	Oprogramowanie układowe Uprozczonego Odbiornika	15

Główny Urząd Miar (GUM) uruchomił serwis emitowania kodowanych cyfrowych sygnałów czasu na falach długich, przy wykorzystaniu fali nośnej 225 kHz Programu Pierwszego Polskiego Radia, z nadajnika znajdującego się na terytorium Polski. Jest to technika podobna do systemu DCF77, ale oparta na modulacji fazy sygnału. W efekcie powstała ogólnodostępna możliwość zsynchronizowania z czasem urzędowym dowolnego urządzenia odmierzającego czas na obszarze Polski i dużej części Europy przy wykorzystaniu tanich, energooszczędnych i nieskomplikowanych urządzeń odbiorczych. Wykorzystanie tej techniki pozwala na zsynchronizowanie do czasu urzędowego na obszarze RP wielu urządzeń odmierzających czas z dokładnością kilku lub kilkunastu milisekund. System będzie dodatkowym (redundantnym) źródłem informacji o czasie dla użytkowników znajdujących się na terytorium Polski.

Technika wykorzystująca cyfrowe kodowane sygnały czasu polega na dodaniu odpowiedniego Urządzenia (modulatora) do infrastruktury emitowania fal radiowych w RCN Solec Kujawski oraz implementacji odbiorników. Odbiornik realizuje swoje zadania automatycznie (tj. wyznacza czas urzędowy na podstawie emitowanych sygnałów czasu) po poprawnym odbiorze odebranego sygnału.

2 Wymagania techniczne odbiornika, parametry sygnału czasu.

Odbiornik będzie przystosowany do odbioru sygnału o następującej charakterystyce:

- 1) częstotliwość o wartości nominalnej 225 kHz, transmitowana z nadajnika długofalowego Radiowego Centrum Nadawczego w Solcu Kujawskim, z zastosowaną modulacją amplitudy akustycznego sygnału radiowego oraz systemem dynamicznego sterowania poziomem fali nośnej;
- 2) zmienny dynamicznie poziom fali nośnej (w zakresie od 0 dB do ok. -6,4 dB względem maksymalnego poziomu fali nośnej) w zależności od głębokości modulacji sygnałem akustycznym (modulacja AM) i ustawionego trybu pracy;
- 3) możliwe okresowe wyłączenia nadajnika długofalowego 225 kHz na czas przeglądów (średnio raz na rok przez ok. 20 h) i konserwacji (średnio raz na 5 lat przez ok. 2 tygodnie) oraz krótkotrwałe przerwy w emisji sygnału (typowo poniżej 2 h) z innych przyczyn;
- 4) zaimplementowana modulacja PSK (Phase Shift Keying – kluczowanie fazy) typu NRZ (Non-Return-To-Zero – bez powrotu do zera), sygnał binarny z płynnymi liniowymi zmianami fazy fali nośnej – z możliwością zmiany (w ustalonym ograniczonym zakresie) wybranych parametrów kodowania: wartości głębokości (dodatkowego) przesunięcia fazy fali nośnej przy przejściu do nowego stanu (01 lub 10), czasu realizacji przejścia do nowego stanu (01 lub 10), prędkości transmisji;
- 5) możliwość okresowego współlistnienia dodatkowych ramek o dynamicznie zmienionych parametrach transmisji, długości i zawartości depeszy – modulacja PSK typu NRZ – możliwość zmienionej prędkości transmisji, głębokości (dodatkowego)

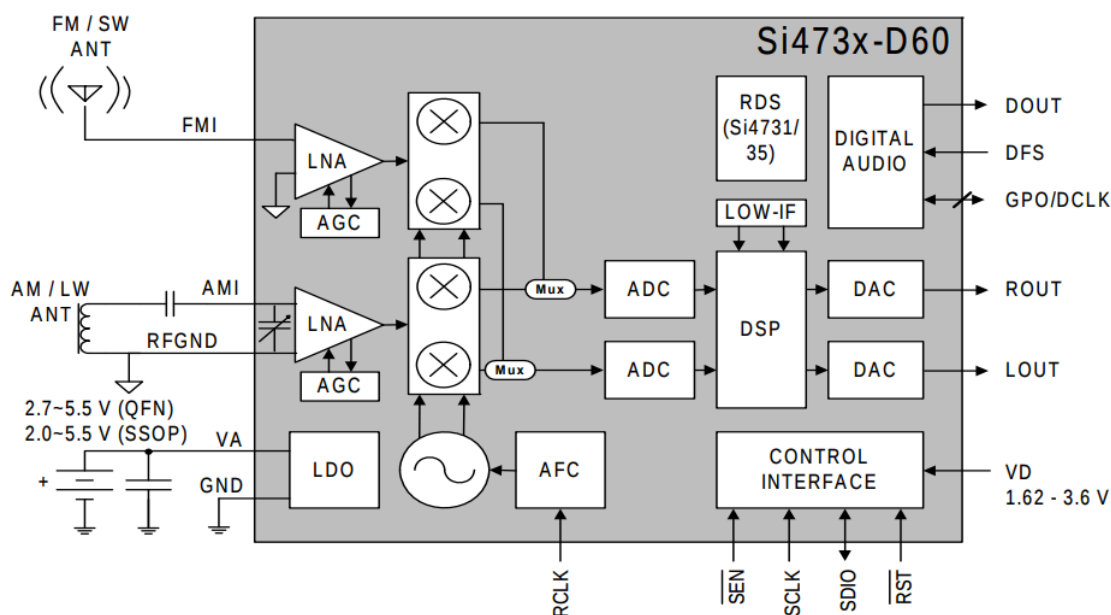
- przesunięcia fazy fali nośnej, czasu realizacji przejścia do nowego stanu, zmiany kodu korekcji błędów, długości ramki;
- 6) początek nadawania grupy ramek: o każdej pełnej minucie i kolejne ramki (początek wysyłania) w odstępach co 3 s, możliwe celowe krótkotrwałe przerwy w transmisji ramek stanowiące wielokrotność odstępu 3 s;
 - 7) brak kolizji ramek nadawanych dla potrzeb różnych systemów (harmonogramy nadawania mogą przeplatać się w czasie, ale nie pokrywają się);
 - 8) transmisja każdej pojedynczej ramki trwa krócej niż 3 s;
 - 9) podczas przejścia do nowego stanu maksymalne odchylenie częstotliwości fali nośnej nie przekracza ± 100 Hz;
 - 10) przyjęty podstawowy format modulacji kodowanych sygnałów czasu urzędowego: modulacja PSK typu NRZ, prędkość transmisji 50 bit/s, głębokość (dodatkowego) przesunięcia fazy fali nośnej - $36^\circ \pm 3,6^\circ$ (10 % okresu fali nośnej), długość ramki – 14 bajtów, bajty synchronizujące, niektóre parametry transmisji z czasem mogą ulec niewielkiej modyfikacji, np. głębokość (dodatkowego) przesunięcia fazy fali nośnej, czy czas realizacji przejścia do nowego stanu (01 lub 10);
 - 11) poziom (natężenie pola fali powierzchniowej) odbieranego sygnału 225 kHz z nadajnika długofalowego w RCN w Solcu Kujawskim na większości obszaru Polski szacunkowo wynosi powyżej 78 dB ($\mu\text{V/m}$) – są obszary, gdzie poziom sygnału maleje lokalnie do poziomu ok 70 dB ($\mu\text{V/m}$).

3 Koncepcja wykonania odbiornika

W odbiorniku można wyróżnić 2 bloki funkcjonalne;

- Frontendu RF - odbiornika częstotliwości radiowej
- demodulatora DSP

Frontend RF oparty jest o układ scalony SI4735, którego schemat blokowy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Frontend RF przykładowego modułu odbiorczego.

Układ umożliwia odbiór fal długich w zakresie 153-279 kHz, dzięki zastosowaniu procesora DSP możliwe jest niestandardowe wykorzystanie układu i użycie go jako odbiornika SSB (w tym przypadku USB) pracującego z BFO na częstotliwości 224 kHz, co w rezultacie skutkuje odwzorowaniem na wyjściu układu fali nośnej nadajnika przeniesionej do pasma akustycznego - w tym przypadku 1 kHz. Ponadto układ zapewnia automatyczną regulację wzmacnienia. Układ frontendu sterowany jest częstotliwością 32.768 kHz uzyskiwaną z generatora kwarcowego.

Tak odebrany sygnał kierowany jest do dalszej obróbki w procesorze sygnałowym dsPIC33. Po wstępnym przefiltrowaniu przez filtr pasmowo-przepustowy o szerokości 200 Hz. Koncepcja wykonania demodulatora

Podczas obróbki w procesorze DSP odzyskiwana jest informacja z sygnału modulacji PSK, następnie po przejściu przez paketyzer następuje klasyfikacja ramek. Po wykryciu słowa kluczowego 0x60 kolejne bajty zapisywane są w buforze i przeprowadzona jest korekcja R-S. Następnie przeprowadzana jest weryfikacja poprawności odebranych danych (tzw "sanity checks") - czy nie wystąpiło "cofnięcie się czasu" ewentualnie "skok w przyszłość" większy niż wynikałoby to z przewidywań na podstawie obserwacji lokalnego RTC.

Pomiar odcinków czasowych pomiędzy kolejnymi odebranymi ramkami, pozwoli na wyznaczenie różnicy częstotliwości i prowadzenie systematycznej korekcji tworzonej w odbiorniku skali czasu.

Po weryfikacji odebranych danych, procesor wysterowuje generator 1PPS.

4 Opis bloku DSP

Blok DSP oparty jest na procesorze dsPIC33FJ128GP804. Procesor został wybrany ze względu na wymogi projektowe (zgodnie z zamówieniem, platforma powinna zapewnić możliwość rozbudowy w przyszłości). Proces demodulacji sygnału zajmuje około 10% czasu procesora pozostawiając spory zapas mocy obliczeniowej do przyszłych zastosowań

Na wejście przetwornika analogowo-cyfrowego procesora podany jest sygnał audio z wyjścia tunera. Tego typu rozwiązanie pozwala na rozdzielenie części radiowej od cyfrowej. W bardzo trudnych warunkach odbioru (na przykład na statkach dalekomorskich) można również zastosować profesjonalny odbiornik radiokomunikacyjny i dostarczyć sygnał audio wprost do procesora DSP.

Proces demodulacji ramek czasu przebiega w kilku krokach. Po przefiltrowaniu sygnału przez filtr pasmowo-przepustowy o częstotliwości środkowej 1 kHz i szerokości pasma 200 Hz - sygnał podawany jest na programowo realizowaną pętlę Costasa, która pozwala na wykrycie zmian fazy sygnału. Strumień danych jest następnie przekazany do bit-slicera i tak otrzymany strumień bitów zasila pakietizer, który analizuje bity synchronizacji i słowo kluczowe.

Po odebraniu ramki danych wyliczane są kody korekcyjne i przeprowadzane testy spójności ramek.

Dodatkowo procesor DSP będzie pełnił rolę zegara RTC.

5 Opis ramki danych

W systemie obowiązuje następująca ramka.

5.1 Format ramki

Ramka ma następujący format:

0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	S0	S1	S2	S3	S4
S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	TZ0	TZ1	LS	LSS	TZC	SK0	SK1
Reed-Solomon ECC byte 0								Reed-Solomon ECC byte 1							
Reed-Solomon ECC byte 2								CRC8							
0															

Tab. 1. Format ramki czasu urzędowego.

Składa się ona z 12 bajtów czyli 96 bitów wysyłanych z przepływnością 50bit/s. Oznacza to,

że wysłanie pełnej ramki czasowej zajmuje 1.92 s. Ramki wysyłane są przez nadajnik w Solcu Kujawskim w slotach czasowych co 3 sekundy. Dzięki temu odbiornik będzie miał sporo czasu na zdemodulowanie i zdekodowanie wysyłanej ramki. Po dwóch bajtach synchronizacyjnych (55H) wysyłany jest znacznik początku 60H, który różni się 7 bitami od znacznika wykorzystywanego przez system Enei do sterowania oświetleniem. W ten sposób oba systemy nie będą kolidowały ze sobą (odbiorniki Enei po wykryciu innego znacznika ignorują całą ramkę). Następnie wysyłane są trzy bity „1-0-1” (5H) z których bit 0 określa ‘umowny’ moment wprowadzenia wysyłanego czasu do rejestrów odbiornika – opóźniony o 0.5 s ($25 \text{ bitów} \times 0.02 \text{ s} = 0.50 \text{ s}$) względem momentu rozpoczęcia nadawania ramki. $S0 \div S29$ Bity (30 bitów) określające ilość trzysekundówek liczonych od 1 stycznia 2000r., tzn. $3 \times (S0 \div S29) =$ liczba sekund liczonych od 1 stycznia 2000 r.

TZ0 TZ1 Bity określające czas lokalny zgodnie z poniższą tabelką:

TZ0	TZ1	Czas lokalny
0	0	0
1	0	+1 godzina
0	1	+2 godziny
1	1	+3 godziny

Tab. 2. Bity określające czas.

5.2 Kody korekcyjne

Na końcu ramki czasowej wysyłane są 3 bajty korekcyjne Reeda-Solomona umożliwiające korekcję maksymalnie 24 bitów ramki.

W ramce zaimplementowano kodowanie R-S w wersji:

4b - rozmiar słowa kodowego,

3b - siła korekcji.

Co daje:

Blok danych: 9 słów => 36 bitów,

Blok korekcji: 6 słów => 24 bity.

Korekcji podlegają bity ($S0 \div SK0$) ≤ 36 bitów - zaznaczone w tabeli.

Korekcja nie obejmuje ostatniego bitu danych użytkowych SK1.

Ostatni wolny bajt przewidziany został na sumę kontrolną CRC-8.

5.3 Scrambling

Dane użytkowe są XOR z binarnym ciągiem 0A 47 55 4D 2B co odpowiada: „NGUM+”

5.4 Format ramki NMEA RMC

Odbiornik systemu e-CzasPL ma za zadanie dostarczać informację o czasie urzędowym.



Fundusze Europejskie
Polska Cyfrowa



Rzeczpospolita
Polska



e-CzasPL

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Aby ułatwić przejście z systemu GNSS do e-CzasPL zastosowano protokół NMEA który symuluje zachowanie odbiornika GNSS. Do synchronizacji czasu zastosowano sentencję RMC (*Recommended Minimum Specific GNSS Data*). Z oczywistych względów odbiornik nie zna swojego położenia geograficznego, dlatego dla zachowania kompatybilności z odbiornikami GNSS w ramce przesyłane są statyczne współrzędne Laboratorium Czasu i Częstotliwości Głównego Urzędu Miar (52.24183 N, 21.00084 E).

Przykładowa sentencja GPRMC została przedstawiona poniżej:

`$GPRMC,120000,A,5214.5098,N,02100.0504,E,0.00,000.0,021123,,E,A*CCCC`

NAZWA	PRZYKŁAD	OPIS
ID Sentencji	\$GPRMC	Nagłówek NMEA sentencji RMC
czas UTC	120000	hhmmss
status	A	A – dane ważne, V – dane nieważne
szerokość geograficzna	5214.5098	ddmm.mmmm – pozycja laboratorium GUM
N/S	N	N – szerokość północna, S – szerokość południowa
długość geograficzna	02100.0504	dddmm.mmmm - pozycja laboratorium GUM
E/W	E	E – długość wschodnia, W – długość zachodnia
prędkość	0.00	Prędkość w węzłach – w tym przypadku pozycja statyczna
kurs	000.0	Kurs w stopniach - w tym przypadku pozycja statyczna
data	021123	ddmmyy
odchylenie magnetyczna		w tym przypadku pozycja statyczna
E/W	E	Kierunek odchylenia mag. - pozycja statyczna
Tryb	A	A = Autonomiczny
suma kontrolna	*cccc	
<CR><LF>		Znacznik końca sentencji

Tab. 3. Przykładowa sentencja GPRMC.

Początek sentencji NMEA (znak \$) jest wysyłany w momencie początku sekundy umieszczonej w sentencji.

W przypadku zapotrzebowania, możliwa jest modyfikacja oprogramowania układowego odbiornika w taki sposób, aby można było wpisać dowolną pozycję geograficzną podczas konfiguracji odbiornika.

5.5 Oprogramowanie wbudowane DSP

Oprogramowanie odbiornika zostało napisane w języku C (główna część) oraz Assembler (część demodulatora) i skompilowane zostało kompilatorem MPLAB XC16 PRO w wersji 2.10 na platformie linux.

Do niniejszej dokumentacji dołączony jest plik HEX gotowy do wgrania do procesora DSP. Do wgrania oprogramowania do procesora konieczny jest jeden z programatorów: PICKIT3, PICKIT4, ICD-3 lub ICD-4. Oprogramowanie można wgrać do mikrokontrolera wlutowanego

w płytce drukowaną przy pomocy złącza PICKIT.

6 Uproszczony Odbiornik sygnału e-CzasPL

Uproszczony odbiornik systemu e-CzasPL zaprojektowany został w taki sposób, aby można go zbudować przy minimalnym zestawie narzędzi. Możliwy jest montaż ręczny, a wymagana jest jedynie podstawowa umiejętność pracy z elementami SMD. Prawidłowo zbudowany układ nie wymaga strojenia ani konfiguracji, urządzenie działa natychmiast po podłączeniu zasilania i jest gotowe do odbioru sygnału czasu.

Odbiornik sygnału e-CzasPL zaprojektowany został jako niezależny moduł, który można zastosować we własnych urządzeniach jako wzorzec czasu urzędowego. Przykładowy projekt odbiornika można zastosować na własne potrzeby w projektach, w których zastosowanie znajduje informacja o czasie odniesionym do czasu urzędowego obowiązującego na obszarze RP.

Odbiornik dostarcza dane o czasie w postaci sentencji NMEA RMC, sygnał 1 PPS oraz surową, nie przetworzoną ramkę danych do obróbki w zewnętrznym systemie.

Odbiornik ma wbudowany zegar RTC który ma za zadanie przetrzymywać czas przez 24h od ostatniej poprawnie odebranej ramki. Po upływie 24h gaszony jest sygnał „FIX” informujący o synchronizacji czasu. Układ nadal będzie podawał zarówno informację o czasie (sentencja NMEA RMC) oraz sygnał 1PPS, jednak nie ma gwarancji co do utrzymania wymaganej zgodności z czasem urzędowym.

6.1 Złącze diagnostyczne SV1

Analogicznie do podstawowej wersji odbiornika - na złączu SV1 dostępny jest port UART mikrokontrolera pracujący na poziomach CMOS 3.3V Parametry transmisji 115200 bps 8N1. Na złącze wysyłane są informacje diagnostyczne, w tym surowe ramki w postaci szesnastkowej

6.2 Złącze NMEA

Analogicznie do podstawowej wersji odbiornika na złącze SV2 wystawione są dane kompatybilne z formatem NMEA niosące ze sobą informację o czasie. Format NMEA został wybrany ze względu na kompatybilność z urządzeniami kompatybilnymi z odbiornikami GNSS. Opis ramki NMEA znajduje się w rozdziale 5.4. Złącze pracuje na poziomach CMOS 3.3V

6.3 Złącze Antenowe

Na złącze antenowe uproszczonego odbiornika należy podać sygnał RF z anteny ferrytowej, bądź z zewnętrznej anteny. Obwód wejściowy frontendu RF jest bardzo tolerancyjny i odporny na niedopasowanie impedancji.

6.4 Sygnalizacja stanu pracy Uprozczonego Odbiornika

Na PCB Uprozczonego Odbiornika znajduje się 5 diod LED SMD sygnalizujących stan pracy odbiornika.

- LED1 – zapalana po poprawnym odebraniu ramki danych, przeliczeniu kodów korekcyjnych oraz potwierdzeniu poprawności danych. Narastające zbocze informuje o początku sekundy (przesłanej w ramce danych),
- LED2 – DCD – sygnalizacja rozpoznania początku ramki danych (po wykryciu słowa kluczowego) – pozostaje zapalona do końca transmisji ramki,
- LED3 – Informuje o odebraniu poprawnego czasu i wpisaniu go do RTC, w przypadku braku możliwości aktualizacji RTC z transmisji radiowej dioda jest gaszona po 24 godzinach,
- LED4 – 1PPS Sygnał 1PPS zsynchronizowany z odebrany sygnałem czasu,
- LED5 – sygnalizacja obecności zasilania układu.

Uwaga! Sygnał 1PPS jest ważny (zgodny z czasem urzędowym) tylko kiedy zapalona jest dioda LED3.

7 Dokumentacja Wykonawcza Uprozczonego Odbiornika

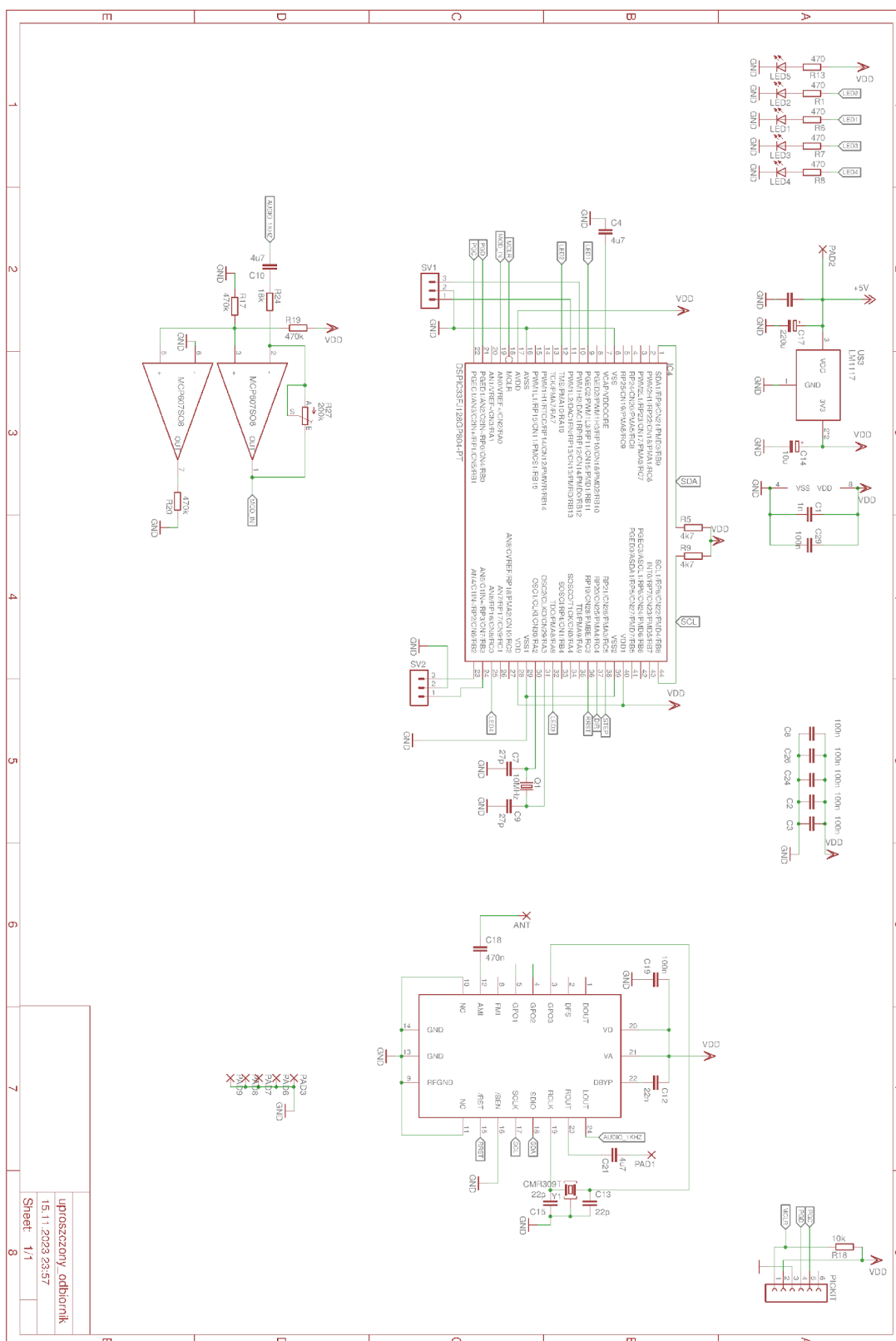
Układ został zaprojektowany przy pomocy oprogramowania Autodesk Eagle. Pliki schematu, mozaiki ścieżek oraz GERBER do wykonania obwodów PCB są załączone do niniejszej dokumentacji. Układ należy zmontować zwracając uwagę na ułożenie elementów elektronicznych, orientację układów scalonych oraz polaryzację diod LED. Płytkę PCB została zaprojektowana w taki sposób, aby ułatwić ręczny montaż elementów.

Nie jest konieczny stencil do nakładania pasty lutowniczej. Montaż przy odrobinie wprawy można przeprowadzić przy pomocy pęsety i klasycznej lutownicy. Bardzo pomocny może okazać się mikroskop albo lupa.

Uproszczony odbiornik został zaprojektowany w ten sposób, aby osoby bez znajomości programowania procesorów DSP, czy technik cyfrowej obróbki sygnałów mogły go zmontować i uruchomić.

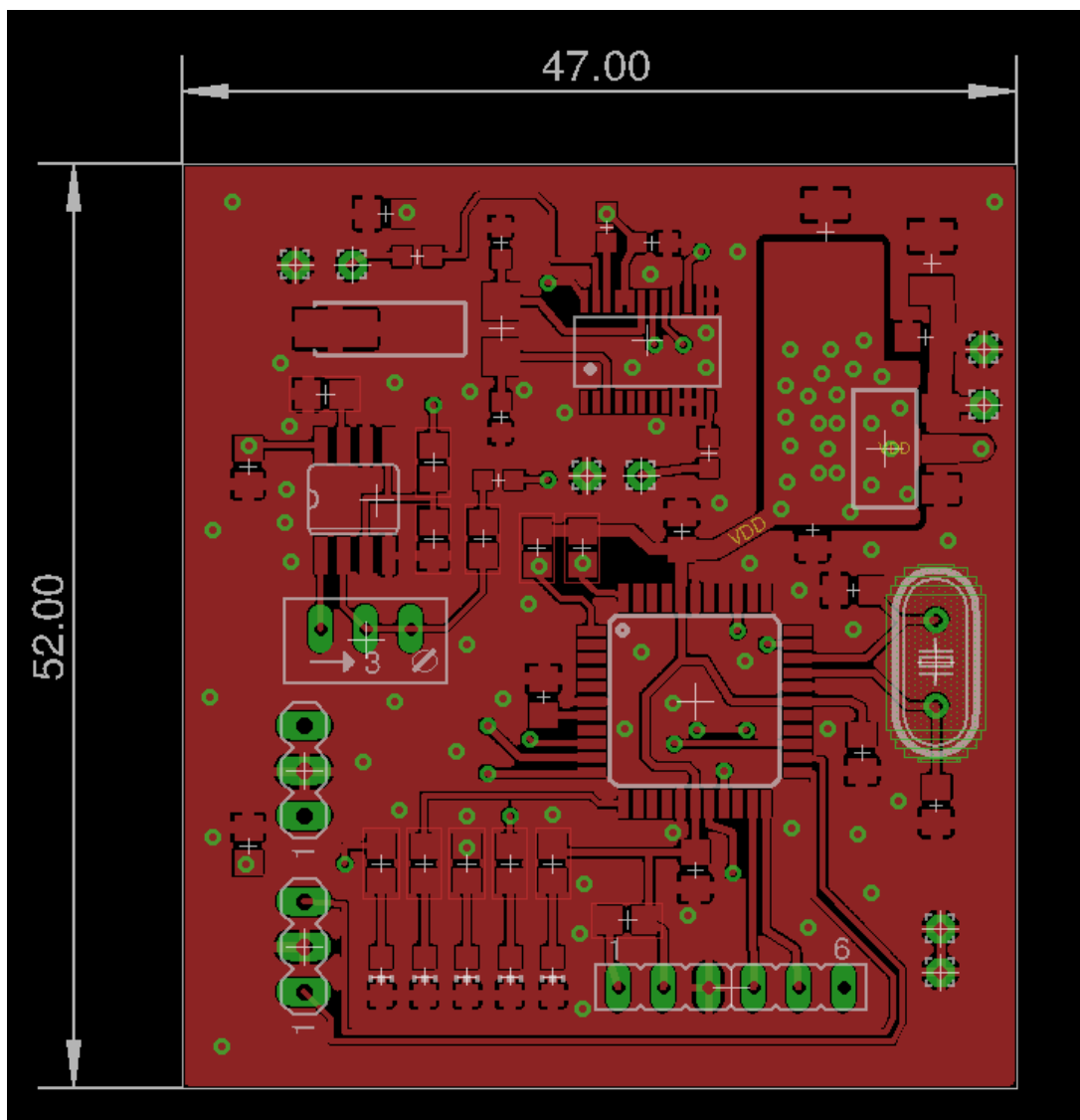
Na Rysunku 11 przedstawiono schemat ideowy uproszczonego odbiornika.

7.1 Schemat ideowy Uproszczonego Odbiornika



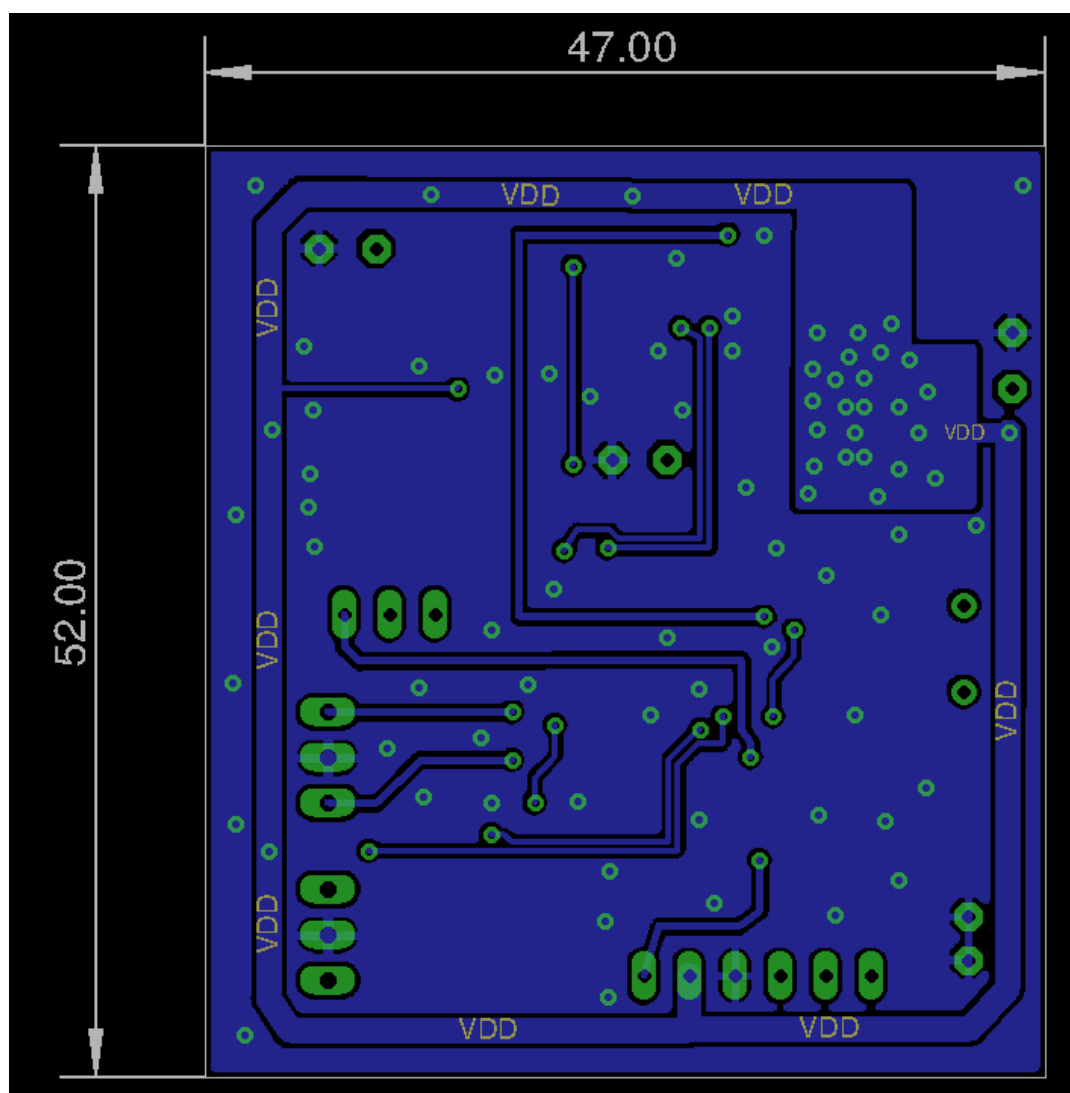
Rys. 2. Schemat ideowy uproszczonego odbiornika.

7.2 Płytki PCB Uprozczonego Odbiornika – strona elementów



Rys. 3. Płytki PCB uproszczonego odbiornika – strona elementów.

7.3 Płytki PCB Uproszczonego Odbiornika – strona druku



Rys. 4. Płytki PCB uproszczonego odbiornika – strona druku.

7.4 Zestawienie elementów Uproszczonego Odbiornika (BOM)

Element	wartość	Device	Obudowa
C1	1n	C-EUC0805K	C0805K
C2	100n	C-EUC0805K	C0805K
C3	100n	C-EUC0805K	C0805K
C4	4u7	C-EUC0805K	C0805K
C5	100n	C-EUC0805K	C0805K
C7	27p	C-EUC0805K	C0805K
C8	100n	C-EUC0805K	C0805K
C9	27p	C-EUC0805K	C0805K
C10	4u7	C-EUC0603K	C0603K
C12	22n	C-EUC0603K	C0603K
C13	22p	C-EUC0603K	C0603K
C14	10u	CPOL-EUSMCB	SMC_B
C15	22p	C-EUC0603K	C0603K
C17	220u	CPOL-EUSMCB	SMC_B
C18	470n	C-EUC0603K	C0603K
C19	100n	C-EUC0603K	C0603K
C21	4u7	C-EUC0603K	C0603K
C24	100n	C-EUC0805K	C0805K
C26	100n	C-EUC0805K	C0805K
C29	100n	C-EUC0805K	C0805K
IC4	DSPIC33FJ128GP804-PT	DSPIC33FJ128M	C804-PT TQFP44
LED1	LED	LEDCHIP-LED0	805 CHIP-LED0805
LED2	LED	LEDCHIP-LED0	805 CHIP-LED0805
LED3	LED	LEDCHIP-LED0	805 CHIP-LED0805
LED4	LED	LEDCHIP-LED0	805 CHIP-LED0805
LED5	LED	LEDCHIP-LED0	805 CHIP-LED0805
PICKIT	złącze pinowe 2.54x6	FE06-1	FE06
Q1	kwarc 10MHz	CRYSTALHC49U	HC49U-V
R1	470	R-EU_R0805	R0805
R5	4k7	R-EU_R0805	R0805
R6	470	R-EU_R0805	R0805
R7	470	R-EU_R0805	R0805
R8	470	R-EU_R0805	R0805
R9	4k7	R-EU_R0805	R0805

R13	470	R-EU_R0805	R0805
R17	470k	R-EU_M0805	M0805
R18	10k	R-EU_R0805	R0805
R19	470k	R-EU_M0805	M0805
R20	470k	R-EU_M0805	M0805
R24	18k	R-EU_M0805	M0805
R27	200k	TRIM_EU-RJ9W	RJ9W
SV1	złącze pinowe 2.54 mmx3	MA03-1	MA03-1
SV2	złącze pinowe 2.54 mmx3	MA03-1	MA03-1
U\$1	MCP607SO8	MCP607SO8	SOIC8
U\$3	LM1117	LM1117	SOT223-3
U\$5	SI4735-D60	SI4735-D60	SSOP24
Y1	kwarc 32.768 kHz	CMR309T	CMR309T

Tabela 2

7.5 Oprogramowanie układowe Uproszczonego Odbiornika

Uproszczony Odbiornik pracuje w oparciu o to samo oprogramowanie układowe co podstawowa wersja odbiornika. Analogicznie do podstawowej wersji odbiornika oprogramowanie należy wgrać do procesora DSP przy pomocy jednego z programatorów: PICKIT3, PICKIT4, ICD-3 lub ICD-4. Oprogramowanie należy wgrać do procesora po jego umieszczeniu na płycie PCB podłączając programator do złącza PICKIT.

Oprogramowanie podczas startu urządzenia automatycznie rozpozna czy pracuje w podstawowej, czy uproszczonej wersji odbiornika i podejmie odpowiednie akcje.