

# Miernik poziomu sygnału antenowego ver. 2, część 1

## AVT-5130

Miernik PSA, jak ochrzcziliśmy w redakcji urządzenie opisywane w EP4/2006, nie ma oczywiście nic wspólnego z pomiarami naszych czworonożnych pupili, a służy do pomiaru poziomu sygnału antenowego. Projekt wzbudził spore zainteresowanie Czytelników, co skłoniło autora do opracowania kolejnej, ulepszonej wersji tego przyrządu

### Rekomendacje:

przyrząd może stanowić w miarę tanią alternatywę dla podobnych mierników firmowych. Będzie pomocny monterom instalacji antenowych.



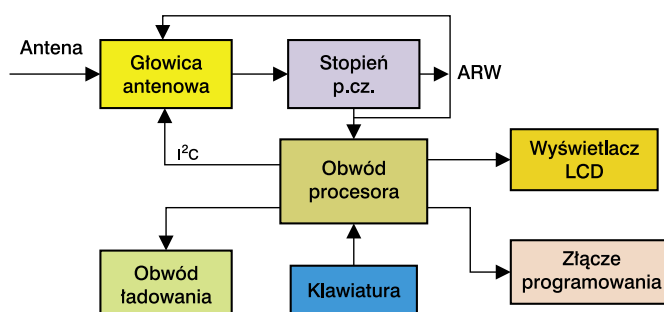
Wadą pierwszej wersji miernika poziomu sygnału antenowego był zbyt duży rozrzut wyników pomiarowych, a więc i mała powtarzalność pomiarów. Powodem tego była zbyt duża liczba potencjometrów regulacyjnych. Głównym założeniem przyjętym przy opracowywaniu drugiej wersji było więc wyeliminowanie powyższej niedoskonałości. Przy okazji został unowocześniony blok zasilania i udoskonalono oprogramowanie przyrządu. Zakres pomiarowy został rozszerzony do 30 dBuV, zachowano tylko jeden potencjometr regulacyjny. Cały przyrząd jest teraz zasilany jednym napięciem zewnętrznym +12 V. Pozostał tylko jeden element mający wpływ na temperaturę wewnątrz obudowy, ale nieznaczna ilość ciepła wydziela się tylko w procesie ładowania akumulatorów. Nowe oprogramowanie pozwala zadawać i mierzyć konkretną częstotliwość TV, mierzyć nośne w.cz. audio. Zastosowano większy wyświetlacz LCD 2x20.

Schemat blokowy zasadniczo

nie uległ zmianie. Odpadła potrzeba stosowania obwodu dopasowania napięcia. Napięcie ARW zmienia się w zakresie 0...5 V i takie napięcie można mierzyć bezpośrednio. Do obsługi miernika służy klawiatura 6-przyciskowa. Niemal cała elektronika miernika jest zasilana jednym napięciem +5 V. Jedynie do głowicy antenowej konieczne jest doprowadzenie napięcia +33 V.

Mikrokontroler sterujący pracą przyrządu może być programowany w układzie za pośrednictwem odpowiedniego złącza, które jest wyprowadzone na płytce. Do programowania może być wykorzystany np. programator STK200.

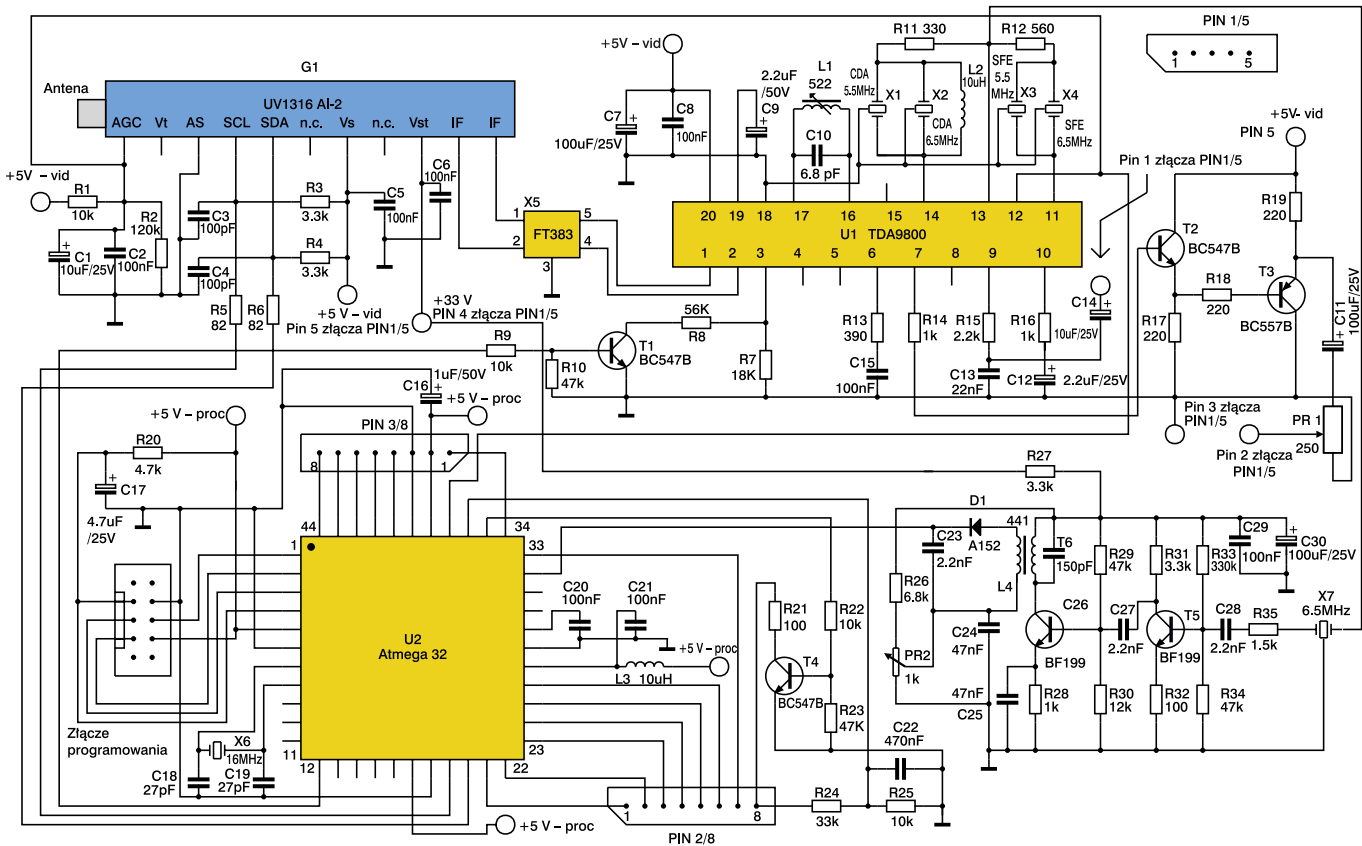
Mikrokontroler czuwa nad załączaniem i wyłączeniem ładowania 8 sztuk akumulatorów rozmiaru AA i pojemności 2200 mAh. Obwód ładowania akumulatorów jest częścią modułu zasilacza.



Rys. 1. Schemat blokowy miernika

### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytkę o wymiarach 172x155 mm (CPU), 108x43 mm (zasilacz)
- Zakres pomiarowy: 30...120 dBuV
- Pasma odbiorcze TV: UHF, VHF, SVHF
- Krok strojenia: kanałowy, częstotliwościowy co 1 MHz, 500 kHz, 250 kHz, 125 kHz, 62,5 kHz
- Zasilanie: zewnętrzne +12 V/1000 mA lub wewnętrzne akumulatory 8x1,2V/2200 mAh
- Wyświetlacz LCD 2x20 z podświetlaniem
- Zadawanie kanału TV i odczyt poziomu sygnału na komputerze za pośrednictwem interfejsu RS232
- Funkcja ładowania akumulatorów
- Liczba zapamiętywanych kanałów: 40



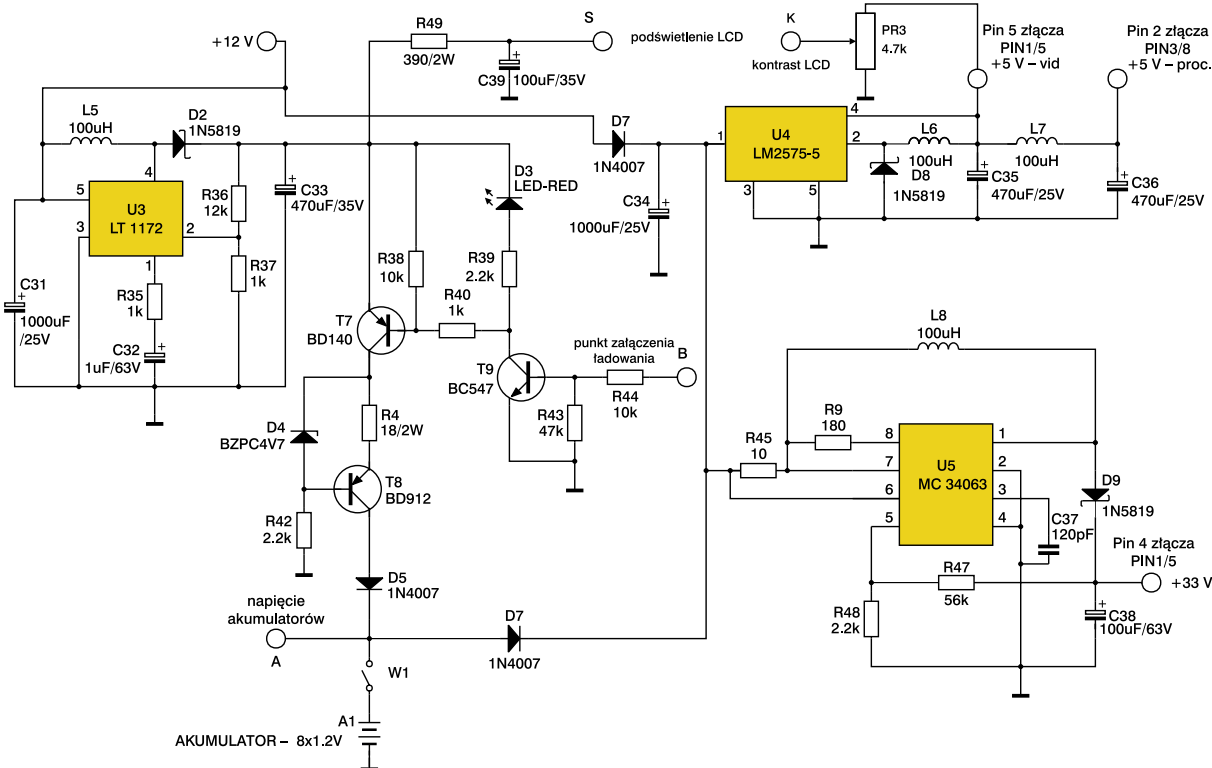
Rys. 2. Schemat ideowy miernika PSA – CPU

### Moduł tunera

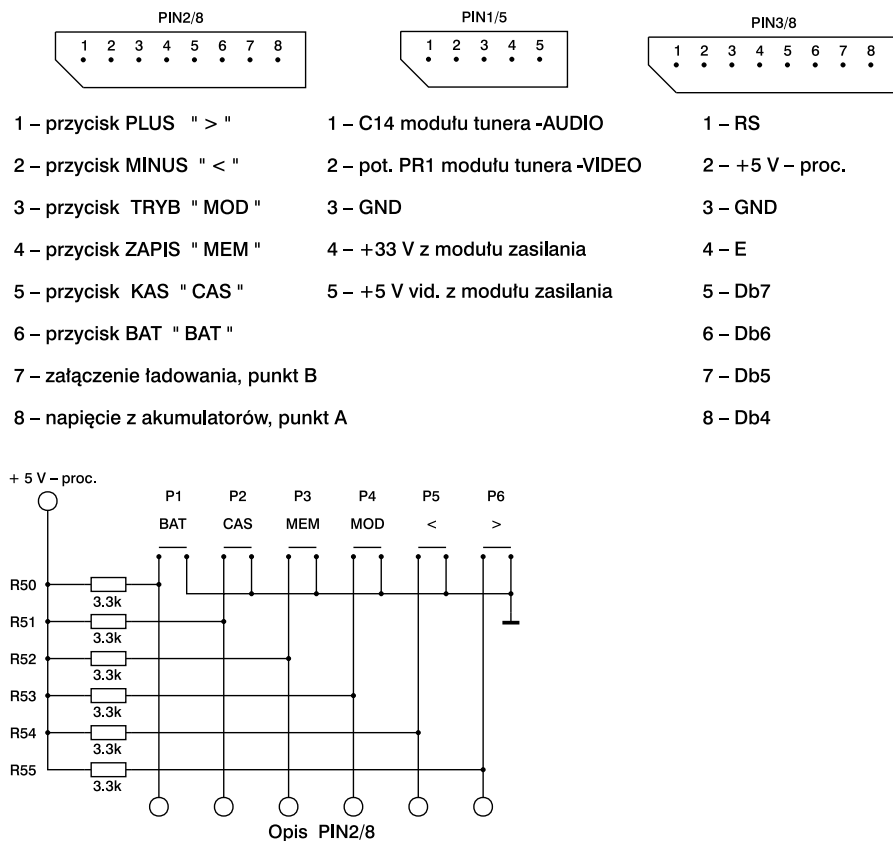
W skład toru w.cz./p.cz. wchodzi zaledwie trzy elementy (obwody): głowica antenowa G1, filtr fali powierzchniowej X5 oraz wzmac-

niacz-detektor – układ U1. Układ ten wymaga tylko jednego zasilania +5 V. Upraszcza to sterowanie procesorem, nie trzeba stosować układów redukcji i odwracania fazy

napięcia ARW. Cała idea pomiaru napięcia w.cz. sprowadza się do pośredniego pomiaru napięcia ARW (pin 12 układu U1). ARW odzwierciedla poziom napięcia w.cz.



Rys. 3. Schemat ideowy miernika PSA – zasilacz



Rys. 4. Schemat ideowy miernika PSA – klawiatura

na wejściu antenowym. By pomiar taki był możliwy trzeba uporać się z dwoma zagadnieniami. Po pierwsze, zakres zmian ARW to max. 40...90 dBuV. Powyżej 90 dBuV następuje przesterowanie stopnia p.c., zerwanie synchronizacji i utrata obrazu na wyprowadzeniu 7 układu U1. Zakres pomiarowy można przesunąć np. do 50...100 dBuV lub 80...120 dBuV, jednak wtedy tracimy dolny zakres pomiarowy. Za to przesunięcie odpowiedzialny jest punkt pracy ARW, a inaczej wartość rezystancji R7. Dla wartości R7=18 kΩ aktywny jest zakres 40...90 dBuV. Zmniejszając R7 przesuwamy zakres w górę. Dla wartości R7=13 kΩ aktywny jest zakres 80...120 dBuV. Rozwiązanie nasuwa się samo. Gdy napięcie w.cz. osiągnie 90 dBuV, wysoki stan na wyprowadzeniu 12 układu U2 wprowadza w stan nasycenia tranzystor T1, zwierając do masy rezystancję R8. Wypadkowa rezystancja połączenia równoległego R8 i R7 wynosi 13 kΩ. Takim sposobem rozwiązujemy pierwsze zagadnienie. Drugi problem to fakt, że wykres zależności ARW od napięcia antenowego w.cz. nie jest liniowy. Gdyby tak było, wystarczyłby wzór przelicze-

niowy (w programie procesora). Rozwiązanie jest niestety tylko jedno. Trzeba posłużyć się wzorcem. Należy wykonać serię pomiarów napięciowych ARW naszego miernika i dla odpowiedniego napięcia ARW odczytać wartość poziomu napięcia w dBuV z wzorca. Na papierze milimetrym robimy wykres zależności wskazania wzorca od ARW naszego miernika. Uzyskamy dwa wykresy. Jeden w zakresie 40...80 dBuV i drugi (po zadziałaniu tranzystora T1) w zakresie 80...120 dBuV. Na podstawie tego wykresu tworzymy tablicę danych wartości dBuV dla wartości napięciowej naszego ARW. Do takiej kalibracji niezbędne jest dysponowanie sygnałem antenowym regulowanym w zakresie 40...120 dBuV. Wykonanie wykresów jest konieczne, jeżeli sami tworzymy oprogramowanie. Ten opis jest wskazówką do odpowiedniego toku postępowania.

Jeżeli Czytelnicy skorzystają z gotowego programu, muszą się liczyć z możliwością powstawania pewnego błędu pomiarowego. Błąd ów zależy od egzemplarza naszego miernika, a ściślej od wzmocnienia głowicy antenowej oraz od samego układu p.c. (U1). Nie pozostaje nic

innego jak tylko dobierać elementy. Wartość błędu rzędu ±5 dBuV jest do przyjęcia, wskazuje na to praktyka. Może się zdarzyć, że mierząc sygnał z anteny naziemnej TV lub ze wzmacniacza kanałowego jednego dnia uzyskamy wskazanie np. 80 dBuV, a innego dnia 76 dBuV. Jest to spowodowane warunkami propagacji fali, a nie błędami miernika i na to nie mamy już wpływu.

Sygnał wizji i fonii dostajemy na wyjściu 13 układu U1, skąd w kierunku R11 jest wyodrębniana wizja, a w kierunku R12 fonia. Wydzielony sygnał wizji otrzymujemy na nóżce 7 układu U1 i przez obwód T2, T3 sygnał wizji jest gotowy do odbioru. Analogicznie sygnał audio uzyskujemy na nóżce 9 układu U1.

Na szczególną uwagę zasługuje obwód złożony z tranzystorów T5 i T6, które stanowią wzmacniacz w.cz. 6,5 MHz. Dioda D1 i kondensator C23 stanowią detektor szczytowy. Ten obwód jest układem pomiarowym dla bardzo niskich sygnałów antenowych, dla których nie ma reakcji ARW układu p.c. (U1). Dzięki temu obwodowi możemy ocenić – zmierzyć sygnały o poziomach mniejszych niż 40 dBuV. Nie pracuje on poprawnie dla sygnałów większych od 40 dBuV, ale nas interesuje tylko zakres 30...40 dBuV. Powyżej tego zakresu rolę pomiarową przejmuje układ p.c. U1 i jego tor ARW.

Tranzystor T4 pełni rolę klucza załączającego rezystor R21 do masy. Dzieje się to wtedy, gdy dokonujemy pomiaru napięcia akumulatora. Rezystor R21 jest wtedy obciążeniem prądowym dla akumulatora. Po co taki obwód? Otóż pomiar napięcia akumulatora robimy przy włączonym zewnętrznym napięciu zasilania przyrządu +12 V i przełączniku A/S ustawionym w pozycji A. Miernik pobiera prąd z głównego zasilania, a akumulator jest dołączony, ale nie obciążony. Napięcie na nieobciążonym akumulatorze jest większe niż pod obciążeniem. Jeżeli akumulator jest rozładowany i uniemożliwia nam pracę, to bez tranzystora T4 możemy mieć trudności z załączeniem ładowania. Podłączenie zewnętrznego zasilania powoduje elektryczne odłączenie akumulatora i skok napięciowy na nim. W skrócie: nieobciążony, a rozładowany, może mieć napięcie np. 9 V, a obciążony i rozładowany wskaże

np. 5 V i tym samym załączy się ładowanie. Pomiar napięcia akumulatora robimy z dzielnika R24, R25.

### Moduł zasilacza

Zasilacz naszego miernika jest wykonany w oparciu o trzy przetwornice napięcia. Gdyby do zasilania przyrządu był wykorzystany odpowiedni transformator sieciowy, np. TS15/45, to dostarczałby on napięć 14 V i 25 V. Napięcie 25 V posłużyłoby do obwodu ładowania, a napięcie 14 V do obsługi tunera i procesora. Wadą takiego rozwiązania jest dodatkowy ciężar i konieczność starannego odizolowania obudowy od potencjału sieci 230 V. Niestaranne wykonanie połączeń linii 230 V lub przebiecie izolacji w transformatorze może spowodować pojawienie się potencjału sieci energetycznej na obudowie przyrządu i niebezpieczeństwo porażenia elektrycznego.

Gdy przyrząd zasilimy zewnętrznym zasilaczem 12 V, powyższe problemy znikają, jednak nie ma nic za darmo. Mając do dyspozycji tylko 12 V musimy rozwiązać problem ładowania akumulatorów i uzyskania napięcia warikapowego. Do tego właśnie celu służą trzy przetwornice.

Pierwsza przetwornica (U4) pracująca w trybie *step down*, wytwarza napięcie +5 V do zasilania modułu tunera, wyświetlacza LCD oraz klawiatury. Dławik L7 jest tutaj separatorem zasilania części tunera od procesora generującego zakłócenia. Zaletą stosowania przetwornicy obniżającej napięcie jest brak grzania się układu U4. Przy zastosowaniu układu typu 7805 bilans mocy to:  $(U_{we}-U_{wy}) \cdot I$ . Jest to moc tracona w postaci ciepła. W naszym przypadku:  $7 \cdot 0,25 = 1,75$  W. To dużo, bez radiatora by się nie obyło.

Druga przetwornica to układ U5 – typu *step up*. Podnosimy napięcie z 12 V do 33 V do zasilania obwodów strojenia głowicy antenowej. To napięcie posłuży nam również do ponownego przywrócenia napięcia 12 V dla obwodu T5, T6 modułu tunera. Dlaczego zasilanie +12 V dla T5, T6 pobieramy z 33 V? Z dwóch powodów, mianowicie: napięcie +33 V nie zmienia się w trakcie pracy (jest stabilizowane) i tym samym +12 V dla T5, T6 też będzie stabilizowane. Drugi powód to fakt że, napięcie +12 V na U5 raz jest z zewnętrznego zasilacza, a raz z akumulatorów. Akumulatory w stanie naładowania mają

12 V, ale w trakcie pracy napięcie na nich spada do 10 V, a nawet 8 V. Takie wahania są niedopuszczalne dla układu T5, T6 z modułu tunera.

Trzecia przetwornica to układ U3 – typu *step up*. Podnosimy napięcie z 12 V do 25 V dla poprawnej pracy obwodu ładowania T7, T8, T9. Wartość 25 V nie jest krytyczna, może się wahać w przedziale 22...26 V. Ustala to dzielnik R36, R37.

Pozostaje jeszcze opis układu tranzystorów T7, T8, T9. Tranzystory T7, T8 pracują jako kluczujące. Po podaniu stanu wysokiego na R44, T9 przechodzi w stan nasycenia, zapala się dioda LED (D3) i jednocześnie T7 przechodzi w stan nasycenia, podając napięcie na źródło prądowe zbudowane na tranzystorze T8. Prąd źródła prądowego jest stabilizowany przez diodę Zennera (D4), a jego wartość ustala rezystancja R42. Dioda D5 blokuje rozładowywanie się akumulatorów poprzez złącze C-B tranzystora T8 w stanie wyłączenia ładowania. Dioda D6 blokuje natomiast akumulatory od strony zasilania przed niekontrolowanym ładowaniem/rozładowaniem.

**Krzysztof Karlikowski**  
**karl@pnet.pl**

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R45: 10 Ω  
R41: 18 Ω/2 W  
R5, R6: 82 Ω  
R21, R32: 100 Ω  
R46: 180 Ω  
R17...R19: 220 Ω  
R11: 330 Ω  
R13: 390 Ω  
R49: 390 Ω/2 W  
R12: 560 Ω  
R14, R16, R28, R35, R37, R40: 1 kΩ  
R15, R39, R42, R48: 2,2 kΩ  
R3, R4, R27, R31, R50...R55: 3,3 kΩ  
R20: 4,7 kΩ  
R26: 6,8 kΩ  
R1, R9, R22, R25, R38, R44: 10 kΩ  
R30, R36: 12 kΩ  
R7: 18 kΩ  
R24: 33 kΩ  
R10, R23, R29, R34, R43: 47 kΩ  
R8, R47: 56 kΩ  
R2: 120 kΩ  
R33: 330 kΩ  
PR1: 250 Ω potencjometr montażowy

PR2: 1 kΩ potencjometr montażowy  
PR3: 4,7 kΩ potencjometr montażowy

#### Kondensatory

C10: 6,8 pF  
C18, C19: 27 pF  
C3, C4: 100 pF  
C37: 120 pF  
C26: 150 pF  
C23, C27, C28: 2,2 nF  
C13: 22 nF  
C24, C25: 47 nF  
C2, C5, C6, C8, C15, C20, C21, C29: 100 nF  
C22: 470 nF  
C16, C32: 1 μF/50 V  
C9, C12: 2,2 μF/50 V  
C17: 4,7 μF/25 V  
C1, C14: 10 μF/25 V  
C7, C11, C30, C38: 100 μF/50 V  
C33, C35, C36: 470 μF/35 V  
C31, C34: 1000 μF/25 V

#### Półprzewodniki

U1: TDA9800  
U2: ATmega32-16AU  
U3: LT1172  
U4: LM2575-5

U5: MC34063  
T1, T2, T4, T9: BC547B  
T3: BC557B  
T5, T6: BF199  
T8: BD912  
T7: BD140  
D1: A152 (germanowa)  
D2, D8, D9: 1N5819  
D5...D7: 1N4007  
D4: BZPC4V7  
D3: LED czerwony

#### Inne

L2, L3: 10 μH  
L5...L8: 100 μH  
L1: 522  
L4: 441  
X5: FT383  
X1: CDA 5,5 MHz  
X2: CDA 6,5 MHz  
X4, X7: SFE 5,5 MHz  
X3: SFE 6,5 MHz  
X6: 16 MHz  
G1: UV1316AI-2  
P1, P2, P3, P4, P5, P6: TACT69N  
Wyświetlacz LCD 2X20  
Akumulatory 8xR6 rozmiar AA 2200 mAh