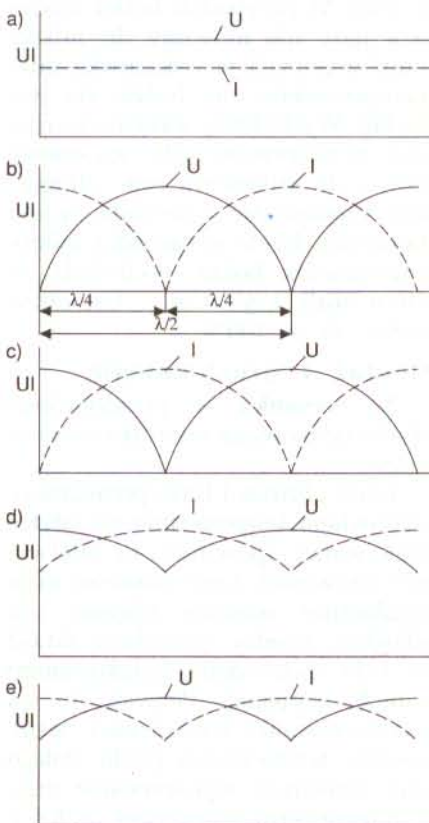


Opisany miernik umożliwia określenie współczynnika fali stojącej (WFS), mocy wyjściowej nadajnika (P) oraz współczynnika głębokości modulacji (m). Zastępuje on trzy mierniki: reflektometr, miernik mocy i miernik modulacji. Przyrząd ten włącza się między wyjście nadajnika (transceivera) a linię zasilającą.

Za pomocą reflektometru można sprawdzić czy moc wytworzona przez stopień końcowy jest rzeczywiście doprowadzona do anteny i wypromieniowana w przestrzeń. Przyrząd umożliwia również skontrolowanie dostrojenia nadajnika do linii zasilającej.

Miernik antenowy CB

kit AVT-106



Rys. 1. Przebiegi prądów i napięć w.cz. w linii zasilającej antenę

Oprócz współczynnika fali stojącej określimy również dwa podstawowe parametry nadajnika AM, tzn. moc wyjściową i współczynnik głębokości modulacji. Wprowadzicie wytwórca sprzętu podaje te wartości w instrukcji obok innych parametrów technicznych, ale w czasie eksploatacji urządzenia możemy czasami napotkać uszkodzenia czy problemy związane z tymi parametrami. Często nasz korespondent sygnalizuje nam nieprawidłową modulację naszego sygnału, a sąsiedzi - zakłócenia RTV. Zanim oddamy radiotelefon do naprawy do specjalistycznego zakładu warto wcześniej samemu sprawdzić podstawowe parametry i spróbować usunąć przyczynę. Warto wiedzieć, że częstą przyczyną złej jakości modulacji może być na przykład uszkodzony mikrofon, a zakłócenia mogą być spowodowane przez urwany oplot przewodu koncentrycznego.

Zanim jednak przejdziemy do omówienia konkretnego układu przypomnijmy kilka praktycznych przypadków występujących przy korzystaniu z urządzenia nadawczo-odbiorczego. Być może przyczyni się to choć w niewielkim stopniu do zmniejszenia zakłóceń RTV powodowanych tak często w ostatnim czasie przez nieświadomych użytkowników CB-radio. Jak wiemy, aby energia

z wyjścia nadajnika mogła być w całości wypromieniowana przez antenę, musi istnieć dopasowanie impedancji wyjściowych. Ponieważ impedancja wyjściowa radiotelefonu CB wynosi 50Ω (Z) to również kabel zasilający (linia zasilająca, fider) i antena powinny mieć impedancję charakterystyczną 50Ω (Z_0).

Na **rysunku 1** przedstawiono przebiegi napięć i prądów w.cz. występujących w linii we wszystkich możliwych przypadkach obciążenia. Na **rysunku 1a** zamieszczono przypadek idealnego dopasowania, do osiągnięcia którego powinniśmy dążyć ($WFS=1$). Zapewnia on odbiór słabych sygnałów oraz umożliwia innym dalekim stacjom odbiór naszych sygnałów, nie powodując przy tym niepożądanych zakłóceń. Na pozostałych rysunkach (1b-1e) przedstawiono niepożądane przypadki, w których energia wychodząca z nadajnika nie jest wypromieniowana w przestrzeń w całości, ale w mniejszym lub większym stopniu zostaje odbita w kierunku nadajnika, tworząc falę stojącą. Powoduje ona nagrzewanie kabla, może doprowadzić do uszkodzenia tranzystora oraz wywołuje promieniowanie ekranu (oplotu) kabla zasilającego. W takim przypadku wystąpić mogą zakłócenia u sąsiadów w funkcjo-

nowaniu różnych urządzeń elektronicznych (odbiorników radiowych, telewizyjnych, gramofonów, magnetowidów...).

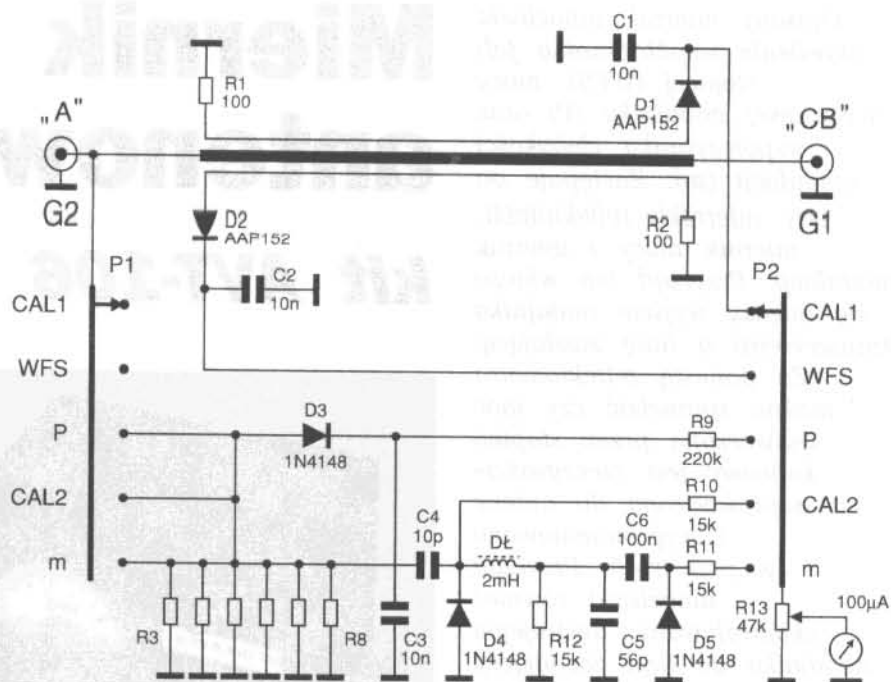
Na rysunkach 1b i 1c zamieszczono dwa skrajne przypadki, z którymi można zetknąć się w praktyce. Pierwszy z nich powstaje przy zwarciu anteny (końca kabla zasilającego), a drugi przy przerwaniu kabla. W przypadku zwarcia na końcu kabla płynie maksymalny prąd przy zerowym napięciu, zaś przy rozwarciu (przerwaniu) występuje maksymalne napięcie przy zerowym prądzie. Na kolejnych rysunkach (1d i 1e) pokazano przypadki niedopasowania spowodowane większą lub mniejszą od wymaganej wartością impedancji obciążenia (Z_o). Współczynnik fali stojącej jest zawsze większy od 1 i jest równy stosunkowi impedancji wyjściowej nadajnika (Z) i obciążenia (Z_o).

$$WFS = Z/Z_o \text{ lub } Z_o/Z$$

Opis układu

Schemat ideowy przyrządu przedstawiono na **rysunku 2**. Przy wykorzystaniu przyrządu jako reflektometru sygnał z gniazda G1 (wejście) jest podany do gniazda G2 (wyjście) poprzez linię główną. Równoległe do linii głównej biegną dwie pomocnicze linie pomiarowe. Układ jest tak skonstruowany, że na skutek sprzężenia pojemnościowego linii pomiarowej z linią główną prąd diody D2 jest proporcjonalny do mocy fali padającej, a prąd diody D1 do mocy fali odbitej. W celu określenia wartości tych prądów włączono mikroamperomierz (poprzez potencjometr R13 oraz przełącznik). W pozycji CAL 1 za pomocą potencjometru doprowadza się do pełnego wychylenia wskazówki mikroamperomierza (100 działek). Po przełączeniu przełącznika w pozycję WFS wychylenie wskazówki będzie uzależnione od impedancji obciążenia. Im wartość obciążenia będzie bliższa wartości impedancji wyjściowej nadajnika tym wychylenie będzie mniejsze. Przy idealnym dopasowaniu wskazówka powinna wskazywać 0 (WFS=1).

W pozycji przełącznika P do wyjścia nadajnika zostaje załączone sztuczne obciążenie 50Ω/12W składające się z sześciu rezystorów 300Ω/2W połączonych równoległe (R3...R8). Dioda D3 stanowi prostownik sygnału w.c.z. i steruje poprzez rezystor



Rys. 2. Schemat elektryczny miernika antenowego

R9 mikroamperomierz. Jednak w tym przypadku należy pamiętać o ustawieniu suwaka potencjometru R13 na maksymalną wartość (w prawo do oporu) - w przeciwnym razie wskazania mikroamperomierza nie będą odpowiadały faktycznej mocy wyjściowej.

W skład miernika modulacji wchodzi sztuczne obciążenie 50Ω oraz dwa prostowniki z diodami D4, D5 i mikroamperomierz. Przy pomiarze głębokości modulacji wykorzystano metodę podwójnej detekcji, która polega na pomiarze średniej wartości napięcia fali nośnej i amplitudy napięcia obwiedni za pomocą prostowników D3 i D4 o różnych stałych czasowych. Przy ustawieniu przełącznika w pozycji CAL 2 mikroamperomierz wskazuje składową stałą, której wartość jest proporcjonalna do amplitudy sygnału wielkiej częstotliwości bez modulacji - U_s (lub średniej wartości przy modulacji - U_{sm}). W pozycji m mikroamperomierz wskazuje napięcie częstotliwości modulującej - U_m . Stała czasowa została tutaj tak dobrana, że dla małych częstotliwości układ pracuje jako woltomierz wartości szczytowych. Współczynnik głębokości modulacji jest określony z zależności:

$$m = \frac{U_m}{U_s} \cdot 100\%$$

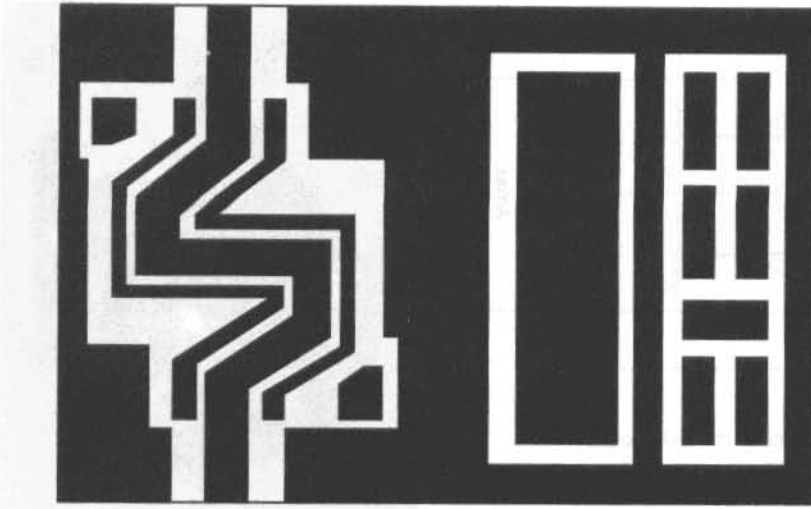
Potencjometr R13 w tym przy-

padku służy do doprowadzenia (w pozycji CAL 2) wskazówki mikroamperomierza do końca skali. Dzięki temu w pozycji m będziemy mogli odczytywać wartość współczynnika głębokości modulacji (na skali 0...100). W przypadku braku modulacji (gdy nie mówimy do mikrofonu) w pozycji m wskazówka mikroamperomierza nie będzie się wychylać. Wychylenie wskazówki nastąpi w momencie, gdy zaczniemy mówić do mikrofonu (np. „długie“ aaa) i będzie się zmieniało w takt mówienia. Jeżeli wskazówka mikroamperomierza będzie dochodziła do końca skali, czyli $U_m = U_s$, otrzymamy $m = 100\%$.

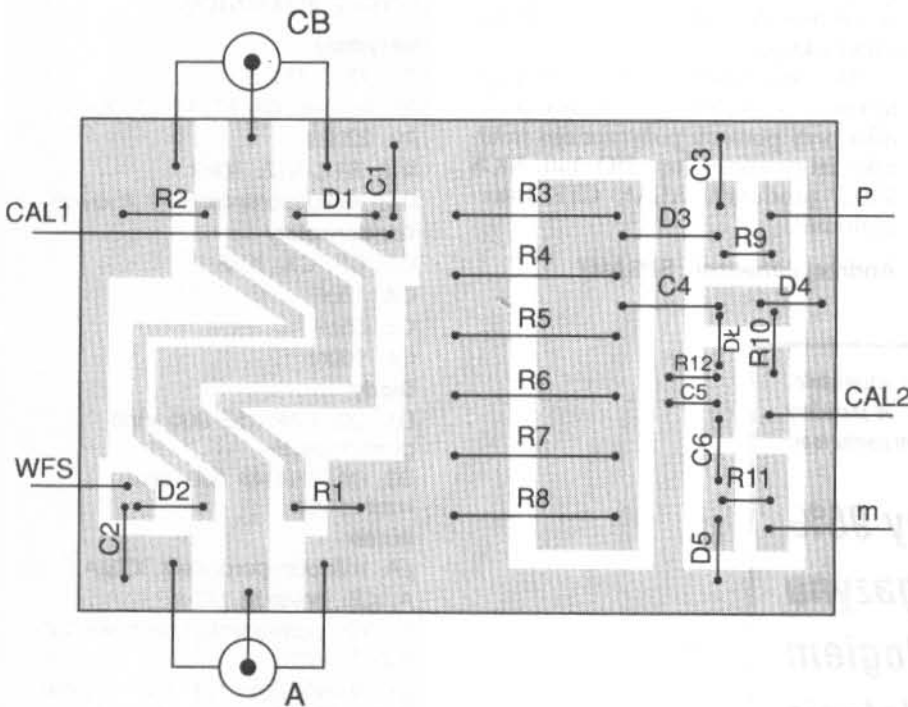
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 3** przedstawiono płytke drukowaną miernika antenowego.

Linie główną i linie pomocnicze wytrawiono bezpośrednio na płytce drukowanej (powinno to ułatwić odwzorowanie). Linie paskowe mają dwukrotnie większą długość niż odległość między gniazdami G1, G2 (w celu zwiększenia indukowanego w nich napięcia). Pozwala to na wyeliminowanie konieczności zastosowania wzmacniacza prądu stałego oraz umożliwia wykorzystanie mikroamperomierza o mniejszej czułości. Kształt tych linii nie jest bardzo istotny, ważna jest natomiast symetria ich wykonania (jednakowe



Rys. 3. Widok ścieżek płytki drukowanej miernika antenowego



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

odległości i grubości ścieżek).

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazuje **rysunek 4**.

Przyrząd należy zamknąć w metalowej obudowie. Można w tym celu wykorzystać dwa paski blachy wygięte w kształcie litery U. Wielkość obudowy zależy głównie od posiadanego mikroamperomierza. Doprowadzenia przewodów między gniazdami G1 i G2 powinny być jak najkrótsze.

Przed przystąpieniem do skalowania reflektometru należy dołączyć obciążenie do gniazda G2. W tym celu należy przygotować sześć rezystorów o mocy 4W (mogą być

metalizowane, łączone szeregowo lub równolegle, drutowe nie nadają się) o następujących wartościach rezystancji: 50, 75, 100, 150, 200, 250Ω. Gniazdo G1 reflektometru podłączamy za pomocą krótkiego odcinka kabla antenowego 50Ω do gniazda antenowego radiotelefonu o mocy 4W.

Na początek do gniazda G2 podłączamy rezystor 50Ω. Można tutaj za pomocą krótkiego przewodu dołączyć R3...R8. Po włączeniu nadajnika ustawiamy potencjometr R6 tak, by wskazówka przyrządu wskazującego wartość fali padającej (PAD) była maksymalnie wychylona. Po przełą-

czeniu w pozycję „fala odbita” (ODB) wskazówka przyrządu nie powinna wychylać się (niewielkie wychylenie może sygnalizować niesymetryczny montaż). Położenie wskazówki miernika w tej pozycji oznaczamy cyfrą 1. Następnie podłączamy rezystor 75Ω i nanosimy oznaczenie 1.5. Kolejne wartości 2, 3, 4 i 5 nanosimy na skalę po podłączeniu do gniazd rezystorów odpowiednio: 100, 150, 200 i 250Ω. Takie wyskalowanie wystarcza, ponieważ WFS większy od 5 występuje rzadko (przy uszkodzonej antenie). Wyskalowany przyrząd, po podłączeniu anteny zamiast rezystorów, pozwala na dokonywanie pomiarów WFS.

Aby nanieść na skali podziałkę do pomiaru mocy (przełącznik w pozycji MOC) musimy znać napięcie występujące na obciążeniu. W tym celu posługujemy się woltomierzem w.c.z. i korygujemy ustawienie potencjometru montażowego R5. Dla przykładu, przy mocy 4W napięcie w.c.z. na rezystorze 50Ω powinno wynosić około 14V. Przy nanoszeniu poszczególnych działek należy posłużyć się wzorem:

$$P = U^2/R$$

(U to napięcie [V] mierzone na obciążeniu R = 50Ω).

Do wyskalowania miernika mocy wystarczy również ustawić potencjometr montażowy R9 na końcu skali przy doprowadzeniu do wejścia miernika napięcia, np. z regulowanego zasilacza stabilizowanego o prądzie do 0,5A. Chcąc uzyskać maksymalny zakres pomiarowy 10W należy doprowadzić do wejścia napięcie 22,5V i tak skorygować ustawienie suwaka potencjometru, aby wskazówka ustawiła się na końcu skali (w pozycji 100 oczywiście przy ustawionym R13 na max.). Przy skalowaniu możemy posłużyć się wzorem:

$$U = \sqrt{P \cdot 50}$$

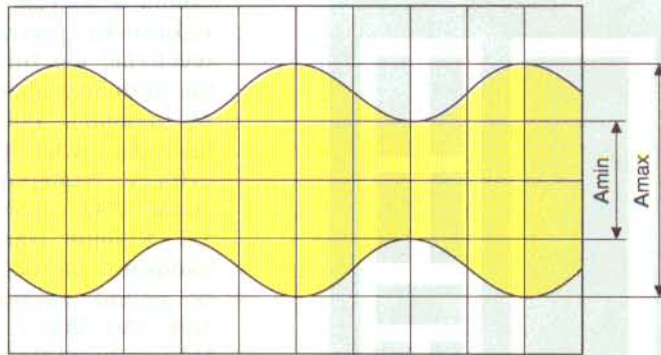
gdzie U - napięcie [V], P - moc [W]

W **tabeli 1** zamieszczono wartości mocy i odpowiadające im wartości napięcia przy rezystancji obciążenia 50Ω.

Dysponując oscyloskopem możemy sprawdzić prawidłowość wyskalowania miernika głębokości modulacji, a także mocy. W tym celu należy dokonać pomiaru wartości amplitud sygnału na gnieździe antenowym z załączonym miernikiem i podstawić określone wartości (zgodnie z rysunkiem 5) do wzoru:

Tab. 1.

P moc [W]	U napięcie [V]
0,2	3,3
0,5	5
1	7
2	10
3	12,3
4	14,1
5	15,8
6	17,3
7	18,7
8	20
9	21,2
10	22,4



Rys. 5. Sygnał w.cz. zmodulowany amplitudowo na ekranie oscyloskopu



$$m = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}} \cdot 100\%$$

Chcąc określić moc radiotelefonu można również przy pomocy oscyloskopu dokonać pomiaru wartości amplitudy sygnału w.cz. (bez modulacji) na gnieździe antenowym z załączonym miernikiem i korzystać ze wzoru:

$$P = \frac{A^2}{400}$$

gdzie P - moc [W], A - napięcie szczytowe [V] odczytane na ekranie oscyloskopu.

Możemy również sprawdzić poprawność wyskalowania naszego miernika przy pomocy pożyczonego miernika fabrycznego (np. HQ 330, MCS 500... produkcji ALAN CTE International).

Andrzej Janeczek, SP5AHT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 100Ω
- R3, R4, R5, R6, R7, R8: 300Ω/2W
- R9: 220kΩ
- R10, R11, R12: 15kΩ
- R13: 47kΩ (potencjometr liniowy)

Kondensatory

- C1, C2, C3: 10nF
- C4: 10pF
- C5: 56pF
- C6: 100nF

Diody

- D1, D2: AAP 152 (lub inne germanowe)
- D3, D4: 1N4148 (lub inne krzemowe)

Różne

- μA: mikroamperomierz 100μA
- A, CB: gniazda UC-1
- P1, P2: przetłącznik obrotowy 2x5 (lub Isostat)
- Dt: dławik 2mH (ok. 500 zwojów DNE 0.05 na pręciku ferrytowym)

Artykuły dla krótkofalowców, publikowane w *Elektronice Praktycznej*, powstają we współpracy z redakcją miesięcznika **"Krótkofalowiec Polski"**. Czytelnikom zainteresowanych problematyką łączności radiowej szczególnie polecamy to pismo. Można w nim znaleźć:

- Bogaty dział techniczny (min. 25% objętości): transceivery, odbiorniki, anteny, aparatura pomiarowa, usprawnienia...
- Informacje klubów specjalistycznych PZK:
- SP DX C - wyprawy, współzawodnictwa...
- PK UKF - zawody, Top Lista, przemienniki, łączność satelitarna...
- PK RVG - cyfrowe techniki łączności
- SP-QRP-C, SP-IOTA-C...
- Regulaminy zawodów i dyplomów
- Przepisy krajowe i międzynarodowe
- Wiadomości z różnych stron Polski (i nie tylko)
- Także CBI

Informacje dotyczące prenumeraty:
 PPU ZMAG Wydawnictwa C-J
 ul. Storczykowa 62, 04-535 Warszawa
 tel. 12-06-93 (w godz. 9 - 15)