

Wydawało nam się, że konwerter satelitarne jest modulem nienaprawialnym ze względu na finezyjną technologię jego wytwarzania.

Jesteśmy pod silnym wrażeniem ogromnej pracy wykonanej przez Autora tego artykułu. To znakomity przykład, że ambitny elektronik z odpowiednią wiedzą potrafi zrobić wszystko. Lekturę tego artykułu polecamy z czystym sumieniem wszystkim Czytelnikom, nie tylko tym, których interesuje naprawa konwerterów Marconi, bowiem można tu znaleźć szereg wskazówek metodycznych bardziej ogólnego charakteru.

**Redakcja**

Kilka lat temu, w okresie gwałtownego rozwoju telewizji satelitarnej, najbardziej popularny był zestaw odbiorczy TV-SAT firmy AMSTRAD, który zaprojektowano do odbioru programów z satelitów ASTRA. Zestaw ten składa się z tunera AMSTRAD SRX 200, anteny podświetlonej 60 lub 80cm i konwertera MARCONI.

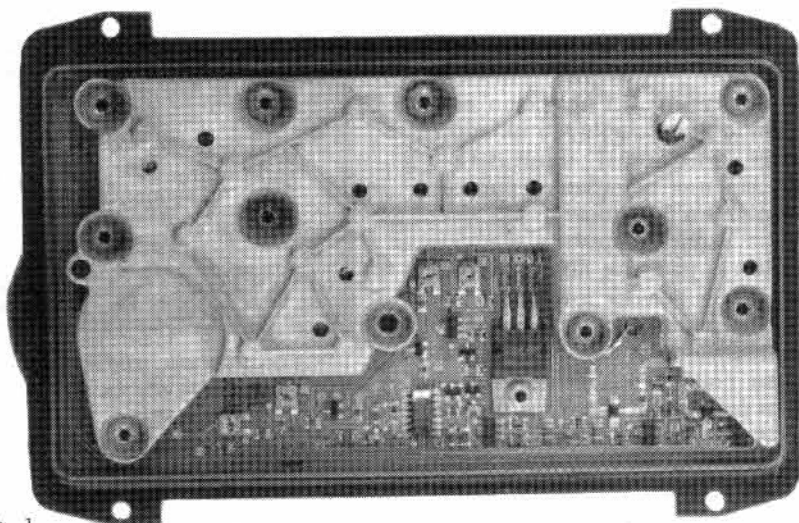
Właśnie ten konwerter, dla odróżnienia od jego następnych wersji zwany również „blue cap“ (niebieski kapturek), jest najbardziej popularnym konwerterem w Polsce. Sprzedawany był w zestawach z różnymi typami tunerów. Obecnie nadal jest spotykany w ofercie firm, które sprzedają najtańsze zestawy satelitarne, niestety - bardzo często jako „regenerowany“ z masowych dostaw złomu elektronicznego z zachodniej Europy, gdzie okazał się najbardziej awaryjnym konwerterem satelitarne.

Wielu elektroników - amatorów chętnie podjęłoby się naprawy konwertera, lecz sądzą, że bez schematu i drogiej aparatury pomiarowej jest to zbyt trudne zadanie. Okazuje się, że znając zasady działania konwertera satelitarne można go naprawić bez schematu i niedostępnej aparatury, a jedynie z pomocą miernika uniwersalnego.

#### **Konstrukcja i zasada działania konwertera**

Konwerter satelitarne MARCONI jest przystosowany do współpracy ze stacjonarną anteną podświetloną i odbioru fal spolaryzowanych liniowo o częstotliwości w zakresie 10,95...11,7GHz, które są przetwarzane na sygnał pośredniej częstotliwości

# Naprawa konwertera satelitarne "Marconi"



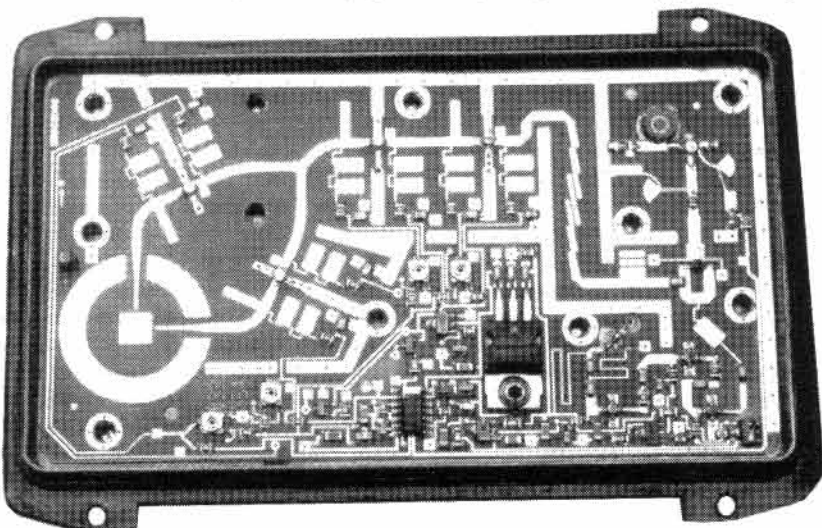
Fot. 1.

ci w zakresie 950...1700GHz. Wejście mikrofal do konwertera odbywa się poprzez stożkowy promiennik tubowy, a wyjście sygnału p.cz. następuje poprzez standardowe w TV-SAT złącze typu F i dalej, przez małostratny kabel koncentryczny, do tunera. Współczynnik szumów własnych konwertera wynosi typowo 1,8dB, zaś wzmocnienie - około 53dB. Zasilany jest poprzez kabel koncentryczny napięciem stałym o wartości 13 lub 17V, które służy jednocześnie do wyboru polaryzacji odbieranej fali: przy zasilaniu napięciem 13V odbierana jest fala spolaryzowana pionowo (V), a przy napięciu zasilania 17V - spolaryzowana poziomo (H). Tego typu konwerter nie wymaga więc stosowania zewnętrznego polaryzatora, co w zasadzie ogranicza jego

zastosowanie do anten stacjonarnych - nieobrotowych, ponieważ nie ma możliwości płynnego dostrajania do zmiennej płaszczyzny polaryzacji w ruchu anteny po łuku orbity.

Konstrukcja konwertera jest zwarta - wszystkie obwody mikrofalowe, sterujące i zasilające, znajdują się na jednej płycie drukowanej. Obwody mikrofalowe znajdują się pod dość masywnym, metalowym ekranem podzielonym wewnątrz na sektory separujące poszczególne stopnie mikrofalowego układu scalonego (fot. 1).

Po zdjęciu ekranu (sposób demontażu konwertera przedstawiono w dalszej części artykułu) ukazują się obwody mikrofalowe wykonane w technice linii mikropaskowych (fot. 2). Linie mikropaskowe są wytrawione na jednej stronie płytki, druga zaś



Fot. 2.

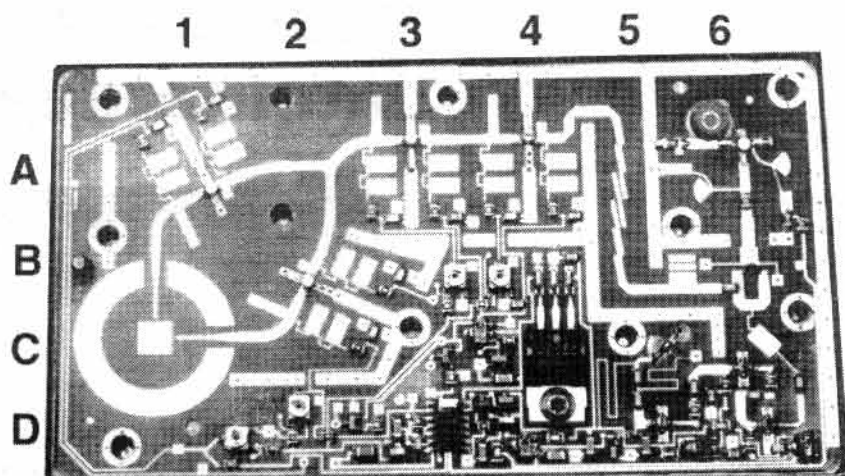
strona stanowi dużą płaszczyznę przewodzącą. Szerokość linii i wymiary innych elementów mikropaskowych są ściśle dobrane do długości wodzonych fal. Podłoże wykonane jest ze specjalnego małowstrzaskanego laminatu. Wszystkie elementy elektroniczne wykonane są w technice montażu powierzchniowego (SMD). Na **rysunku 1** pokazano rozmieszczenie poszczególnych układów na płycie drukowanej konwertera.

Fala elektromagnetyczna, poprzez tubę wejściową i laminat płytki drukowanej z usuniętą spodnią warstwą przewodzącą, pada na mikropaskowy promiennik w postaci kwadratu otoczonego pierścieniem ekranującym. W kwadratowej łacie indukującej się jednocześnie pola dwóch ortogonalnych fal, tj. o polaryzacji H i V. Z dwoma przyległymi bokami kwadratu są sprzężone pojemnościowo dwie sondy (poprawnie - linie zasilające), dzięki którym można odseparować fale spolaryzowane pionowo i poziomo.

Rozdzielone fale docierają do tranzystorów mikrofalowych T1H i T1V, które są zarówno pierwszym stopniem wzmacniacza mikrofalowego, jak również elektrycznymi przełącznikami polaryzacji. Są to niskosumowne n-kanałowe MESFET-y wykonane z arsenku galu. Pozostałe tranzystory II i III stopnia wzmacniacza są tego samego typu, lecz różnią się współczynnikiem szumów własnych. Oczywiście, najmniejsze szumy własne mają tranzystory T1H i T1V (rzędu 1,6 dB), zaś największe - tranzystor heterodyny T4 (rzędu kilku dB). Tranzystory pierwszego stopnia wzmacniacza decydują o szumach własnych całego konwertera.

Tranzystory T1H i T1V są na przemian w aktywnym stanie pracy lub w stanie zablokowanym, w zależności od wartości napięcia zasilającego konwerter, czyli gdy  $U_{zas} = 13V$ , to T1H jest zablokowany, a T1V jest aktywny, natomiast gdy  $U_{zas} = 17V$ , to T1H jest aktywny, a T1V jest zablokowany. Umożliwia to wybór odpowiedniej polaryzacji i jednocześnie wzmacnianie sygnału.

Stan aktywny tranzystora jest wywołany przez podanie dodatniego napięcia zasilającego dren oraz ujemnego napięcia polaryzującego bramkę, które jest regulowane potencjometrem w celu ustalenia punktu pracy tranzystora, natomiast stan zablokowania uzyskuje się przez wyłączenie napięcia zasilającego dren i podanie na bramkę napięcia dodatniego o wartości kilkuset mV, co powoduje przejście złącza bramka-źródło w stan przewodzenia i zwarcie wejścia wzmacniacza do masy.



- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| C - 1 ..... promiennik mikropaskowy                        | A, B - 5 ..... filtr pasmowy       |
| A - 1 ..... I stopień wzmacniacza<br>- polaryzacja H (T1H) | A, B - 6 ..... heterodyna (T4)     |
| B - 2 ..... I stopień wzmacniacza<br>- polaryzacja V (T1V) | B, C - 6 ..... mieszacz            |
| A - 3 ..... II stopień wzmacniacza (T2)                    | D - 5, 6 ..... wzmacniacz p.cz.    |
| A - 4 ..... III stopień wzmacniacza (T3)                   | C - 4 ..... stabilizator napięcia  |
|  | D - 2, 3, 4 ..... układ sterowania |

Rys. 1. Rozmieszczenie poszczególnych układów na płycie drukowanej konwertera

Wybrana i wzmocniona fala przepływa dalej poprzez mikropaskowy kondensator palczasty do dwóch następnych stopni wzmacniacza z tranzystorami T2 i T3. Oczywiście, tranzystory T2 i T3 pracują tylko w stanie aktywnym. Oba te stopnie są identycznie zbudowane, a jedynie współczynniki szumów kolejnych tranzystorów są większe, gdyż wraz ze wzrostem ogólnego wzmocnienia następuje zmniejszenie wpływu tych tranzystorów na właściwości szumowe konwertera. Schemat elektryczny pierwszego stopnia (jednego z dwóch - H i V) wzmacniacza mikrofalowego przedstawia **rysunek 2**. Za ostatnim stopniem wzmacniacza mikrofalowego znajduje się filtr pasmowoprzepustowy (w postaci ułożonych schodkowo pasków), który eliminuje pasmo częstotliwości lustrzanych od 8,30 do 9,05GHz. Dzięki niemu do mieszacza nie docierają niepożądane sygnały i dodatkowy szum.

Następnie sygnał mikrofalowy trafia do mieszacza, do którego jest doprowadzony także sygnał heterodyny o częstotliwości 10GHz. W mieszaczu pracują dwie diody Schottky'ego w jednej trójkońcówkowej obudowie. Schemat mieszacza i heterodyny przedstawiono na **rysunku 3**.

Heterodyna jest generatorem tranzystorowym stabilizowanym rezonatorem dielektrycznym. Rezonator, w postaci pastylki z ceramiki o dużej przenikalności elektrycznej, stanowi przy częstotliwościach mikrofalowych bardzo dobry obwód rezonansowy o du-

żej dobroci i małym wpływem temperatury na częstotliwość rezonansową. Przyklejony jest on do płytki w pobliżu obwodu bramki tranzystora.

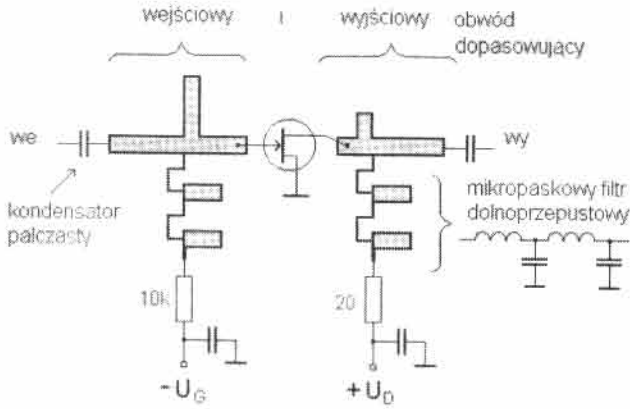
Częstotliwość pracy heterodyny można zmieniać w granicach kilkudziesięciu MHz wokół częstotliwości 10GHz poprzez obrót śruby nad rezonatorem.

Z wyjścia mieszacza, po odfiltrowaniu, uzyskuje się sygnał pośredniej częstotliwości w zakresie 950.-..1700MHz, wynikający z różnicy częstotliwości sygnału użytecznego i sygnału heterodyny.

Następnie sygnał p.cz. jest wzmacniany w trzystopniowym (czasami w dwustopniowym) wzmacniaczu. Stopnie wzmacniacza p.cz. są zbudowane w oparciu o scalone wzmacniacze b.w.cz. w obudowach tranzystorowych. Każdy stopień wzmacniacza jest zasilany oddzielnym źródłem prądowym.

Wzmocniony sygnał p.cz. trafia do wyjścia konwertera poprzez górnoprzepustowy filtr LC w układzie T, który jednocześnie jest zapora dla prądu stałego zasilającego konwerter.

Schemat elektryczny ostatniego stopnia wzmacniacza p.cz. wraz z obwodem wyjściowym przedstawiono na **rysunku 4**. Prąd zasilający konwerter przepływa przez dławik w.cz. i zasilająca źródła prądowe stopni wzmacniacza p.cz. oraz pozostałe obwody po przejściu przez scalony stabilizator napięcia typu 78M05 o napięciu stabilizacji równym 5V. Tym napięciem jest zasilany układ sterujący, natomiast układy mikrofa-



Rys. 2. Schemat pierwszego stopnia wzmacniacza mikrofalowego

lowe zasilane są napięciem 3.3V.

Układ sterowania i zasilania konwertera jest przedstawiony na **rysunku 5**. Pełni on następujące funkcje:

1) identyfikuje wartości napięcia zasilającego konwerter w celu odpowiedniego przełączenia polaryzacji odbieranej fali;

2) w zależności od napięcia zasilającego przełącza polaryzację poprzez uaktywnianie jednego i jednocześnie blokowanie drugiego tranzystora w stopniach wejściowych;

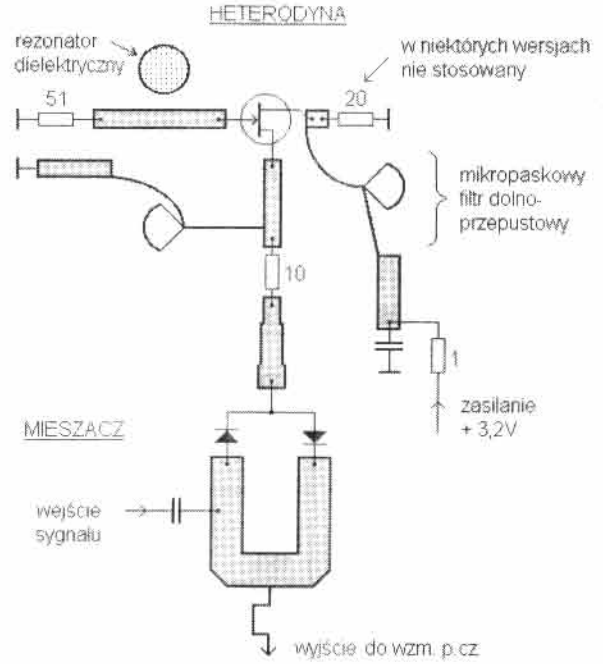
3) wytwarza ujemne napięcia do polaryzacji bramek mikrofalowych tranzystorów polowych.

Układ sterujący jest zbudowany na bazie układu scalonego typu 74HCT14 (**rysunek 6**) oraz dodatkowych elementów dyskretnych. Układ scalony zawiera sześć inwerterów, z których dwa są wykorzystane do przełączania polaryzacji, zaś dwa pracują w układzie generatora.

Generator o częstotliwości pracy około 200kHz, wraz z prostownikiem w układzie podwajacza napięcia, stanowi układ przetwornicy napięcia ujemnego służącego do polaryzacji bramek tranzystorów polowych. Identyfikacja napięcia zasilającego konwerter następuje za pomocą dwóch szeregowo połączonych diod Zenera o łącznym napięciu około 14V. Dzięki temu jest możliwe wychwycenie różnicy pomiędzy napięciami 13V i 17V, czytelnej dla inwertera z układu 74HCT14 jako poziom logiczny H lub L.

Sygnal ten i jego zanegowana wartość w drugim inwerterze, służy do naprzemiennego uaktywniania jednego i blokowania drugiego tranzystora wejściowego.

Zrozumienie zasady działania wszystkich obwodów konwertera umożliwia szybką lokalizację uszkodzenia. W dalszej części opisane zostaną przykładowe objawy uszkodzeń, ich lokalizacja i sposób usunięcia.



Rys. 3. Schemat elektryczny mieszacza i heterodyny

### Naprawa konwertera

Przed przystąpieniem do naprawy konwertera należy upewnić się, czy jest on rzeczywiście uszkodzony. To nie jest banalne stwierdzenie, gdyż zdarza się wiele awarii w zestawie satelitarnym o objawach sugerujących uszkodzenie konwertera, lecz o innych faktycznych przyczynach. Na przykład, brak odbioru programów jednej polaryzacji może sugerować uszkodzenie jednego z tranzystorów w stopniu wejściowym konwertera, a w rzeczywistości spowodowane będzie zasilaniem konwertera jednym poziomem napięcia, niezależnie od prób zmiany polaryzacji w tunerze.

W pierwszej kolejności należy sprawdzić linię zasilającą, czyli kabel koncentryczny ze złączami typu F.

Możliwe uszkodzenia kabla to:

1. zwarcie - zdarza się głównie

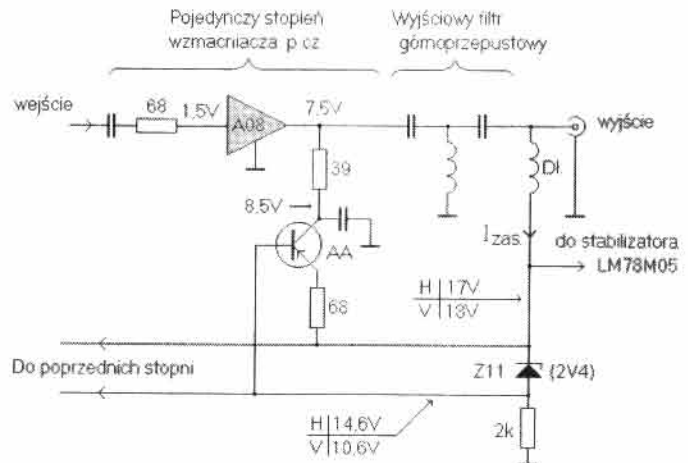
w miejscach źle założonych i niezabezpieczonych wtyków F na końcach kabla;

2. przerwa - pęknięta żyła kabla, brak pewnego połączenia ekranu w miejscach montażu wtyków F lub zaśniedziały żyła w niezabezpieczonym przed korozją złączu kabla z konwerterem;

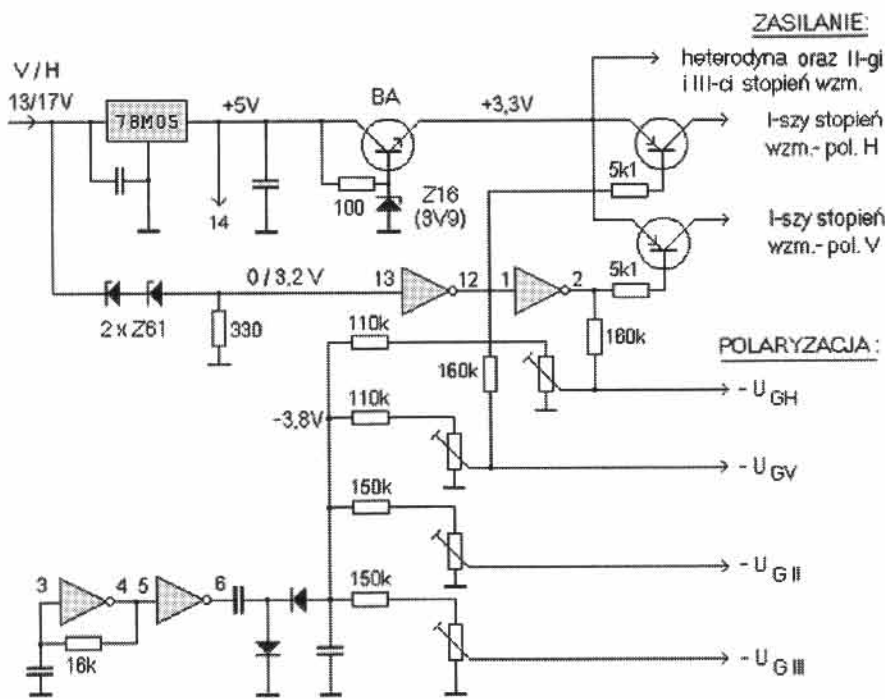
3. zbyt duża tłumienność - wzrost tłumienności kabla powstaje w wyniku zgnieceń, załamań oraz - w przypadku długich kabli niskiej jakości - z powodu starzenia pod wpływem czynników atmosferycznych.

W praktyce należy się również liczyć z wieloma często mało prawdopodobnymi przyczynami uszkodzeń linii zasilającej, takimi jak przegryzienie kabla przez psa, gwóźdź przypadkowo wbity w kabel itp..

Dopiero po wykluczeniu usterek w kablu, tunerze oraz zmian w usta-



Rys. 4. Schemat elektryczny ostatniego stopnia wzmacniacza p. cz.



Rys. 5. Schemat elektryczny układu zasilania i sterowania

wieniu anteny, możemy skupić uwagę na konwerterze. Przed otwarciem konwertera dobrze jest ustalić objawy jego niesprawności:

1. Czy programy są odbierane na obu polaryzacjach? Jeżeli tylko na jednej, to na której - H czy V?
2. W przypadku braku odbioru programów - czy jest widoczny charakterystyczny szum pracującej heterodyny lub w trakcie przestrajania tunera są widoczne pewne zafalowania lub fluktuacje szumu?
3. Czy programy po konwersji są odbierane na właściwych częstotliwościach?
4. Jaka jest jakość odbieranych programów, tzn. czy są widoczne szumy na obrazie w postaci jedno-

częściej białych i czarnych krescelek albo tylko białych lub tylko czarnych krescelek?

5. Czy uszkodzenie powstało nagle, czy postępowo w czasie?

Odpowiedzi na powyższe pytania w miarę dokładnie określają stan techniczny konwertera przed naprawą oraz ułatwiają lokalizację uszkodzeń.

Aby zdjąć pokrywę konwertera trzeba przewiercić cztery nitami do metalu o średnicy 3,2mm. Po zdjęciu pokrywy można stwierdzić, czy we wnętrzu jest wilgoć. Jest ona największym wrogiem konwertera. Będzie ona widoczna w postaci kropli na pokrywie, ekranie, płytce drukowanej i zazwyczaj towarzyszy jej widoczna korozja ścieżek. Konwerter

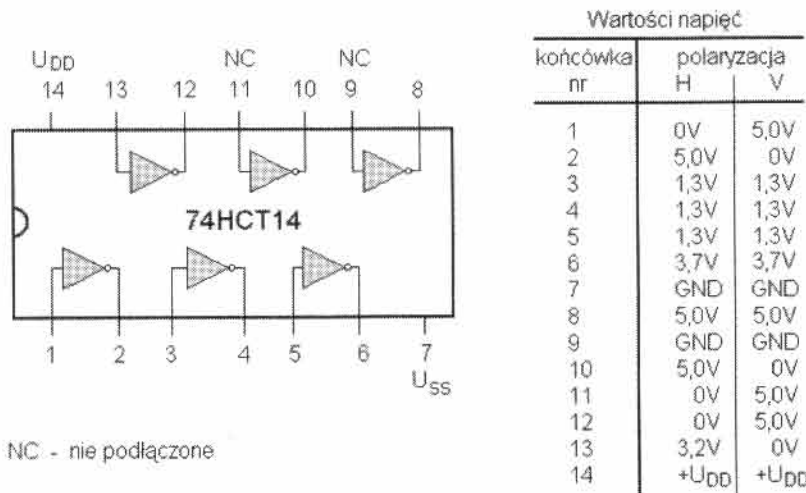
satelitarny jest z założenia urządzeniem hermetycznym, jednak nieszczelność konwerterów MARCONI jest najczęstszą przyczyną ich awarii. Żle zaprojektowane uszczelnienie pokrywy powoduje powstawanie mikroszczelin, przez które pod wpływem różnicy ciśnień zostaje zassane wilgotne powietrze i następuje skraplanie się pary wodnej wewnątrz konwertera. Zawilgocenie zazwyczaj objawia się postępującym w czasie pogorszeniem jakości obrazu (wzrost szumów), niekiedy aż do jego całkowitego zaniku. Często następuje poprawa odbioru podczas słonecznej pogody.

Niestety, zawarte w wodzie związki chemiczne powodują przyspieszoną korozję ścieżek. Najbardziej narażona na korozję jest ścieżka zasilająca heterodynę. Ścieżka ta bierze początek pod układem scalonym 74HCT14 i biegnie skrajem płytki do heterodyny. Można trafić na egzemplarz konwerterów ze złoconymi ścieżkami odpornymi na korozję, ale jest to raczej zapobieganie skutkom a nie przyczynom.

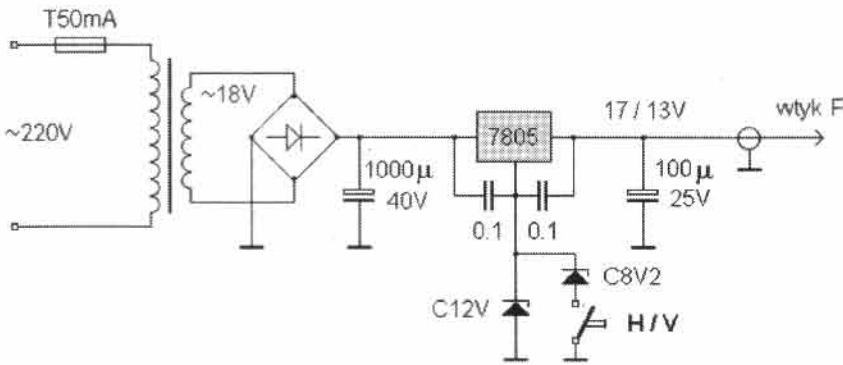
Po stwierdzeniu zawilgocenia konwertera należy odkręcić ekran obwodów mikrofalowych. Jedenaście śrubek, wyglądających jak nity, można odkręcić przy pomocy sześciokątnego kluczyka (imbusowego) o grubości 2mm. Następnie osuszyć wstępnie płytkę drukowaną, pokrywę i ekran przy pomocy bibułki. Pokrywę i ekran odłożyć do całkowitego wyschnięcia przyklejonych do nich gabek. Można w tym celu posłużyć się suszarką do włosów. Jeżeli istnieją podejrzenia, że woda dostała się pod płytkę drukowaną, to należy ją wymontować.

W tym celu należy odkręcić śrubę mocującą stabilizator scalony do podłoża i odlutować od ścieżki wyjściowej drut łączący ją z gniazdem typu F. Niestety, płytka nie da się jeszcze wyjąć, gdyż jest przyklejona do podłoża w miejscu pod heterodyną. Odklejanie należy przeprowadzić ostrożnie, tak aby nie odkleiła się pastylka rezonatora heterodyny, co może zdarzyć się przy nadmiernym wygięciu płytki. Pomocny będzie płaski, sprężysty nóż, którym można podważyć i podciąć płytkę w miejscu przyklejenia.

Tak rozłożony konwerter można osuszyć łącznie z tubą wejściową bez potrzeby odklejania plastikowego kapturka zakrywającego jego wlot. Nieszczelność tego kapturka zdarza się bardzo rzadko. Należy uważać aby nie zgubić gumowej uszczelki znajdującej się pod płytką drukowaną wokół otworu promiennika. Płytkę



Rys. 6. Schemat funkcjonalny układu scalonego 74HCT14 i rozkład napięć na jego końcówkach



Rys. 7. Schemat elektryczny zasilacza przydatnego w naprawach konwerterów

oczyścić spirytusem przy pomocy dość sztywnej szczoteczki (bardzo dobra jest szczoteczka do mycia zębów), szczególnie w miejscach skorodowanych, które odznaczają się zielonkawym nalotem. Miejsca te należy dokładnie obejrzeć pod szkłem powiększającym, zwracając uwagę na stopień skorodowania ścieżek.

Całkowicie skorodowane odcinki ścieżek należy naprawić wlutowując cienki drut lub pasek folii miedzianej. Z powodu miniaturyzacji i montażu powierzchniowego elementów na płytce, operacja ta nie jest wcale prosta. Wymaga bardzo dużej precyzji i doświadczenia w lutowaniu. Do tego celu należy stosować lutownice małej mocy (kilkanaście W) o precyzyjnym grocie.

Często zdarza się, że zawilgocenie konwertera i ewentualnie korozja ścieżki to jedyne przyczyny jego awarii. Można więc złożyć konwerter i sprawdzić jego działanie po zamontowaniu na antenie. Jednak zalecałbym przed wykonaniem tej czynności sprawdzenie poprawności działania poszczególnych obwodów „na stole” aby oszczędzić sobie dodatkowej pracy przy jego powtórny demontażu.

Aby sprawdzić poprawność funkcjonowania poszczególnych obwodów powinniśmy posiadać miernik uniwersalny (wystarczy nawet najprostszy miernik wskaźkowy z pomiarem napięcia i rezystancji) oraz zasilacz z przełączanym napięciem 13V i 17V lub tuner satelitalny. Schemat nie jest nam potrzebny, ponieważ znamy już doskonale zasadę działania konwertera, a połączenia pomiędzy elementami są widoczne jak na dłoni. Standardowy oscyloskop jest całkowicie nieprzydatny, a o aparaturze mikrofalowej nie ma nawet co marzyć.

Jako zasilacz konwertera w zupełności wystarcza sprawny tuner. Należy połączyć go z konwerterem od-

cinikiem kabla koncentrycznego z założonymi na obu końcach wtykami typu F. Przy częstych naprawach konwerterów można zbudować prosty zasilacz, na przykład taki jak na **rysunku 7**. Standardowo pobór prądu przez konwerter typu MARCONI wynosi około 250mA dla polaryzacji H i około 235mA dla polaryzacji V. Pomiary najwygodniej jest wykonywać po zdjęciu ekranu obwodów mikrofalowych, choć można również wykonać je bez zdejmowania ekranu, wprowadzając cienką sondę pomiarową w otworki usytuowane w istotnych punktach obwodów. Wszystkie pomiary napięć wykonuje się względem masy.

Podstawowe pomiary obejmują:

1. pomiar napięć zasilających,
2. sprawdzenie układu przełączania polaryzacji,
3. sprawdzenie tranzystorów mikrofalowych w stopniach wzmacniacza wstępnego,
4. sprawdzenie działania heterodyny,
5. sprawdzenie wzmacniacza pośredniej częstotliwości.

Ad 1. Rutynowo sprawdzamy, czy do konwertera dochodzi przełączane napięcie 13/17V. Następnie sprawdzamy napięcie 5V na wyjściu stabilizatora scalonego 78M05 oraz napięcie na wyjściu układu stabilizatora 3.3V.

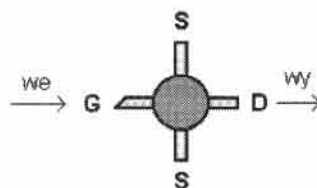
Ad 2. Najprostszym sposobem jest pomiar napięcia na drenach tranzys-

torów wejściowych stopni przełączająco-wzmacniających (T1H i T1V) przy wyborze polaryzacji raz V, a raz H. Napięcia powinny występować na przemian, to znaczy gdy na jednym tranzystorze jest napięcie, to na drugim go brak i na odwrót.

Ad 3. Tranzystory mikrofalowe można sprawdzić dwoma sposobami: przez pomiar omomierzem lub pomiar napięć przy zmianach punktów pracy tranzystora. Najlepiej dla pewności dokonać obu pomiarów. Pomiar rezystancji pomiędzy elektrodami tranzystora wykonujemy omomierzem wskazówkowym w zakresie 1 kiloma lub miernikiem cyfrowym w zakresie przystosowanym do badania złącz półprzewodnikowych (symbol diody). Wartości rezystancji mierzonej w układzie dla sprawnego tranzystora są podane w tabelce na **rysunku 8**. Tranzystor uszkodzony wykazuje najczęściej skończoną rezystancję pomiędzy drenem a bramką (D-G). Aby upewnić się co do poprawności działania tranzystora w stopniu wzmacniacza, mierzymy napięcie na jego drenie. Napięcie to powinno wynosić około 2,5V i dla niektórych egzemplarzy tranzystorów przy optymalnym ustawieniu punktu pracy, wynosi 2...3V. Następnie należy zmieniać punkt pracy tranzystora obracając powoli potencjometr montażowy i obserwować zmiany napięcia drenu. Zmiany napięcia powinny wynosić co najmniej 1V przy pełnym obrocie potencjometru. Zmiany w granicach 1V świadczą o niezbyt dobrych parametrach tranzystora. Minimalne zmiany napięcia drenu lub ich brak oznacza uszkodzenie tranzystora. Ostatecznie należy ustawić pierwotne napięcie drenu.

Ad 4. Sprawdzenie heterodyny polega na stwierdzeniu generacji drgań b.w.cz.. Można to wykonać metodą pośrednią przez pomiar napięcia stałego bramki tranzystora. W przypadku generacji drgań, na bramce powstaje niewielkie ujemne napięcie stałe rzędu kilkuset mV. Jednak pomiar należy wykonać

Układ końcówek tranzystora mikrofalowego



| Pomiar pomiędzy końcówkami | Wartość rezystancji |
|----------------------------|---------------------|
| G - D                      | 500 + 600 Ω         |
| D - G                      | ∞                   |
| D - S (S - D)              | 6 + 15 Ω            |
| G - S                      | 500 + 600 Ω         |
| S - G                      | ∞                   |

Rys. 8. Wartości rezystancji między końcówkami sprawnego tranzystora mikrofalowego w układzie

w sposób dający pewność generacji drgań. W tym celu sondę pomiarową przyłączamy do bramki tranzystora (jest to elektroda połączona do masy poprzez rezystor 51Ω). Jeżeli napięcie jest bardzo małe, to należy odszukać inny punkt na ścieżce pomiędzy tranzystorem a rezystorem, odchylając sondę od rezonatora. Następnie, zbliżając do pastylki rezonatora metalowy wkretek lub palec, powinniśmy zaobserwować wyraźne zmiany napięcia.

Ad 5. Wzmacniacz p.cz. sprawdzamy mierząc kolejno napięcia na wejściu i wyjściu scalonych wzmacniaczy poszczególnych stopni. Wzmacniacze w okrągłych, tranzystorowych obudowach mają oznaczenie kodowe - A08. Napięcie stałe na wejściu scalonego wzmacniacza powinno wynosić około 1,5V, a na jego wyjściu od około 7,5V do 8,0V. Można również sprawdzić działanie wzmacniacza w inny sposób: mierząc napięcie na wyjściu ostatniego stopnia wzmacniacza, a wejście wzmacniacza (za mieszaczem) dotykając wkretnikiem trzymany palcami za metalową część. Powinniśmy w ten sposób zaobserwować zmiany napięcia 0,5...1V.

Jeżeli pomiary poszczególnych układów konwertera wypadły pomyślnie, można go złożyć i sprawdzić jego działanie na antenie. Przykręcając ekran obwodów mikrofalowych należy mocno dokręcić śruby, szczególnie w okolicach heterodyny. Konwerter zamknąć trwale dopiero po pomyślnym sprawdzeniu go na antenie, pamiętając o wyjątkowo starannym uszczelnieniu pokrywy. W tym celu kołnierz, na którym leży uszczelka, należy posmarować obficie silikonem, nałożyć pokrywę, docisnąć i zanitować. Nadmiar silikonu wytrzeć.

Jednak naprawa konwertera nie zawsze przebiega tak pomyślnie. Podczas sprawdzania układów można stwierdzić dalsze usterki. Statystycznie najczęstszymi uszkodzeniami ulegają następujące elementy:

1. tranzystory w torze wzmacniaczy mikrofalowych, przy czym najczęściej tranzystory I-go i II-go stopnia - ok. 50%,
2. tranzystor heterodyny - ok. 25%,
3. wzmacniacze scalone i tranzystory w torze wzmacniacza p.cz. - ok. 20%,
4. układ scalony 74HCT14 - ok. 2%,
- 5) rezonator dielektryczny - ok. 2%,
6. inne, np.: stabilizator scalony, dioda mieszacza - ok. 1%.

Podane szacunkowo procenty obrazują częstość występowania uszkodzeń poszczególnych elementów kon-

wertera. Uszkodzenia rezystorów zdarzają się bardzo rzadko i to głównie z powodu korozji. Uszkodzeń kondensatorów nie należy się spodziewać.

Źródłem części zamiennych są w praktyce inne uszkodzone konwertery. Najpoważniejszymi usterkami są uszkodzenia tranzystorów mikrofalowych. Wylutowanie ich jest nader kłopotliwe, szczególnie sprawnych tranzystorów na wymianę, gdyż ulegają łatwo uszkodzeniom w wyniku przegrzania ich lutownicą. Można wylutowywać tranzystor lutownicą jednocześnie podcinając poszczególne elektrody żyłką lub wylutować tranzystor przy pomocy nagrzewnicy powietrznej. Użycie odsysacza do cyny jest nieskuteczne. Podczas wylutowywania tranzystora, należy zwrócić uwagę na wyróżnienie bramki przez ukośne ścieżki elektrody. Można zamieniać tranzystory pochodzące z tego samego stopnia lub wcześniejszego, np. uszkodzony tranzystor II-go stopnia wzmacniacza wstępnego można zastąpić innym sprawnym, pochodzącym z II-go lub I-go stopnia (w tym przypadku poprawimy nieco współczynnik szumów własnych konwertera).

Nie należy zamieniać uszkodzonego tranzystora heterodyny tranzystorem ze wzmacniacza, gdyż wystąpią trudności z uruchomieniem i zestrojeniem heterodyny. Tranzystory mikrofalowe oznaczone są kolorami (pasek lub kropka). I tak: I stopień wzmacniacza - kolor biały, II stopień - czerwony, III stopień - czarny, heterodyna - niebieski. Są to prawdopodobnie tranzystory firmy SIEMENS serii CFY...

Wymiana uszkodzonego układu 74HCT14 nie jest trudna. Należy szybkimi ruchami lutownicy podgrzewać nóżki jednego rzędu, podważając jednocześnie tę stronę układu i następnie to samo uczynić z drugim rzędem nóżek. W trakcie tej operacji trzeba użyć w nadmiarze kalafonii, która nie dopuści do zlutowania sąsiadujących ze sobą ścieżek.

Uszkodzenie rezonatora dielektrycznego objawia się okresowym odstrajaniem się programów od zaprogramowanych w tunerze częstotliwości poza zakres działania ARCZ. Może również nastąpić zaprzestanie pracy heterodyny. Wymiana rezonatora polega na odklejeniu go od płytki i przyklejeniu sprawnego w tym samym miejscu. Trzeba sprawdzić, czy nie odkleił się od płytki drukowanej krążek spod pastylki rezonatora.

Rzadko zdarzające się uszkodzenie diody mieszacza objawia się pojawieniem napięcia stałego na jego wyjściu.

Lokalizację uszkodzeń innych elementów ułatwiają podane napięcia na schematach poszczególnych układów.

Przykładowe uszkodzenia konwertera

1. Brak odbioru - możliwe uszkodzenia:

- a) nie działa heterodyna - na ekranie TV widoczny jest „ciemny” szum, niezmienny podczas przestrajania tunera;
- b) uszkodzony tranzystor II-go lub III-go stopnia wzmacniacza mikrofalowego - szum na ekranie TV jest „jasny” i czasami są widoczne fluktuacje szumu podczas zmiany programów w tunerze;
- c) uszkodzenie wzmacniacza pośredniej częstotliwości;
- d) inne - np.: uszkodzenie stabilizatora napięcia, diody mieszacza - rzadko spotykane.

2. Odbiór programów tylko na falach jednej polaryzacji:

- a) uszkodzenie jednego z tranzystorów (T1H lub T1V) I-go stopnia;
- b) uszkodzenie układu sterowania - raczej rzadko.

3. Odbiór mocno zaszumiony - szum w postaci białych i czarnych kreszek jednocześnie widocznych na ekranie:

- a) uszkodzenie (wzrost współczynnika szumów) któregoś z tranzystorów wzmacniacza mikrofalowego;
- b) przesunięty punkt pracy tranzystora we wzmacniaczu mikrofalowym - w tym przypadku należy zmienić ustawienie potencjometru danego stopnia metodą prób; można wyszukać tranzystor, którego napięcie drenu znacznie odbiega od 2,5V (np. 2V lub 3V) i ustawić to napięcie na około 2,5 V, jednak najpewniej stroić konwerter zamocowany na antenie, obserwując ekran telewizyjny.

4. Odbiór programów na niewłaściwych częstotliwościach pośrednich. W tym przypadku mamy do czynienia z rozstrojonym obwodem rezonansowym heterodyny, przez co częstotliwość jej pracy jest różna od 10 GHz. Strojenie należy przeprowadzić „na antenie” i przy pomocy tunera wyposażonego w precyzyjny wskaźnik częstotliwości pośredniej. Po wybraniu w tunerze częstotliwości odbiorczej łatwego do identyfikacji programu, przekręcić śrubę strojeniową heterodyny aż do momentu odbioru żadanego programu. Pozycję śruby należy ustalić przy pomocy lakieru.

Należy pamiętać, że powyższe uszkodzenia, z wyjątkiem pkt.4, mogą być także spowodowane zawilgoceniem wnętrza konwertera.

**mgr inż. Marek Sitko**