

W listopadzie ubiegłego roku odbyła się w Warszawie IV Ogólnopolska Giełda Producentów Artykułów Politechnicznych, zorganizowana przez CSH, ZG LOK i Aeroklub PRL. Na giełdzie oferowano ogromną liczbę różnorodnych artykułów bardzo przydatnych majsterkowiczom i modelarzom. Przykładem ciekawej oferty może być przedstawiona na fotografii zabawka zdalnie sterowana. Producent – inż. Edward Kroński z Zakładu Elektromechaniki w Józefowie proponuje ten ciekawy samochodzik za cenę 3000 zł. W skład kompletu wchodzi oczywiście dwukanałowy nadajnik i model

# NA WARSZTACIE NA WARSZTACIE

## TELEWIZYJNY OSCYLOSKOP

### Część I

W elektronicznej technice pomiarowej krzykiem mody są obecnie przyrządy zintegrowane, łączące w sobie cechy, np. oscyloskopu i uniwersalnego miernika cyfrowego (fot. 1). Tymczasem w warunkach amatorskich chęć budowy najprostszego nawet oscyloskopu rozbija się często o trudności w zakupie lampy elektronopromieniowej, jej wysoki koszt lub brak doświadczenia w pracy z wysokimi napięciami. O konstruowaniu jakichkolwiek mierników cyfrowych trudno zaś nawet marzyć w sytuacji, gdy koszt samego wyświetlacza LED złożonego z elementów nabytych w „Unitrze” wyniósłby kilka tysięcy złotych...

Wymienione trudności da się jednak przezwyciężyć, przełamując konserwatywizm w stosunku do problemu przedstawiania informacji. Będzie wtedy można wzbogacić laboratorium o przydatne urządzenia bez nadwężania budżetu, dotrzymując zarazem kroku współczesnym tendencjom w metrologii (nie tylko) elektronicznej.

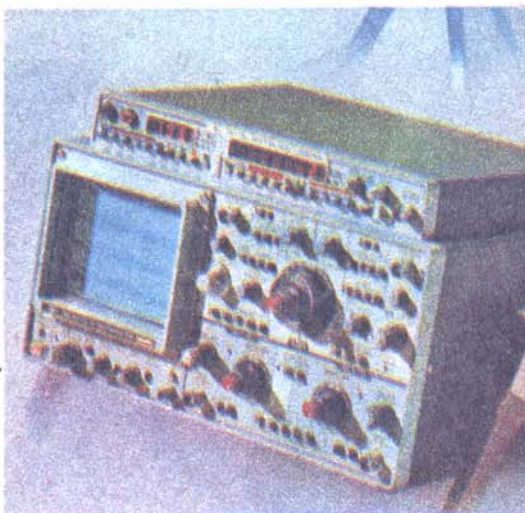
Do zobrazowania danych pomiarowych doskonale nadaje się domowy odbiornik TV. Duży ekran pozwoli na równoczesne wyświetlenie kilku przebiegów z wielokanałowego oscyloskopu oraz informacji cyfrowej, pochodzącej np. z woltomierza lub częstotliciomierza (fot. 2). Obrócenie o 90° wykresu badanych przebiegów nie sprawia w praktyce trudności interpretacyjnych (jest to tylko kwestia przyzwyczajenia).

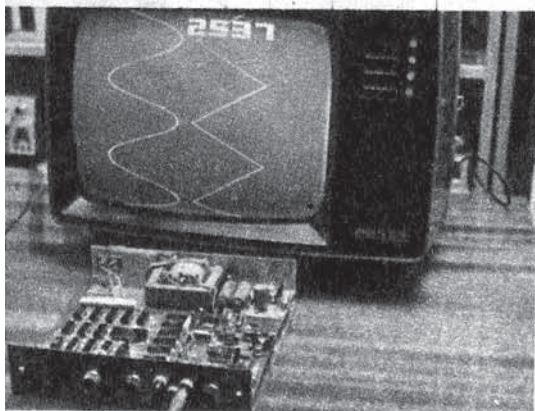
Nasz telewizyjny oscyloskop nie jest niestety tak uniwersalny, jak konwencjonalny. Wynika to z niewielkiego zakresu przestrajania podstawy czasu, pracującej z częstotliwością zbliżoną do 50 Hz. W większości

zastosowań amatorskich spowodowane tym ograniczenie zakresu częstotliwości badanych przebiegów do około 2 kHz nie stanowi istotnego utrudnienia.

Urządzenie wykonane zostało z wykorzystaniem elementów wyłącznie krajowej produkcji, łatwo osiągalnych. Opracowano kilka wersji – od najprostszej, jedynokanałowej, którą można stopniowo rozbudowywać, dodając dalsze kanały i (lub) syntetyzer znaków. Ten ostatni, służący do wyświetlania m. in. cyfr, stanowi funkcjonalną całość – można z niego zrezygnować, dobudować w późniejszym okresie, lub zaadaptować do innej roli, np. wyświetlania wskazań zegara

Fot. 1. Nowoczesny wielokanałowy oscyloskop z miernikiem cyfrowym firmy Iwatsu Electric odzwierciedla współczesne tendencje na rynku przyrządów pomiarowych



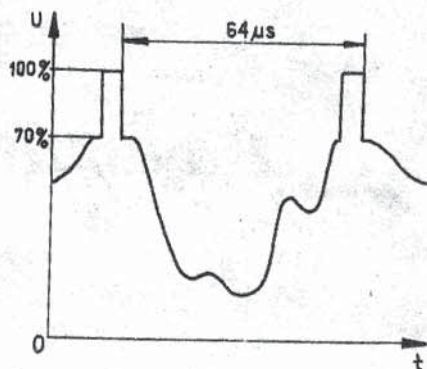
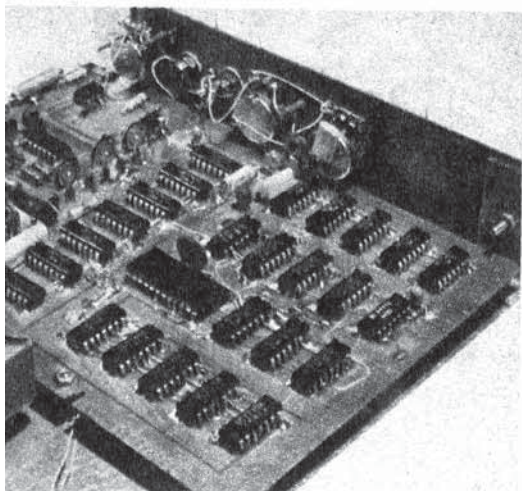


Fot. 2. Uniwersalny oscyloskop TV z syntezatorem znaków – wyświetla również informację cyfrową

wmikowanych w zwyczajny obraz TV. Wyświetlacz znaków może służyć nie tylko do przedstawiania 3- lub czterocyfrowych liczb (fot. 2) – istnieje możliwość jego rozbudowy do wersji 8-znakowej. Wykorzystując podstawowy blok generacji sygnału TV można też konstruować np. gry telewizyjne.

Po naklejeniu na ekran podziałki, nasz oscyloskop może zastąpić miernik uniwersalny. Dla rozszerzenia jego możliwości funkcjonalnych zaprojektowano szereg przyrządów, jak wobulator do strojenia sprzętu RTV, charakteroskop do badania elementów półprzewodnikowych i uniwersalny miernik cyfrowy.

Fot. 3. Kompletna płytka montażowa oscyloskopu TV z syntezatorem znaków. W lewym dolnym rogu widoczny jest generator w.cz.



Rys. 1

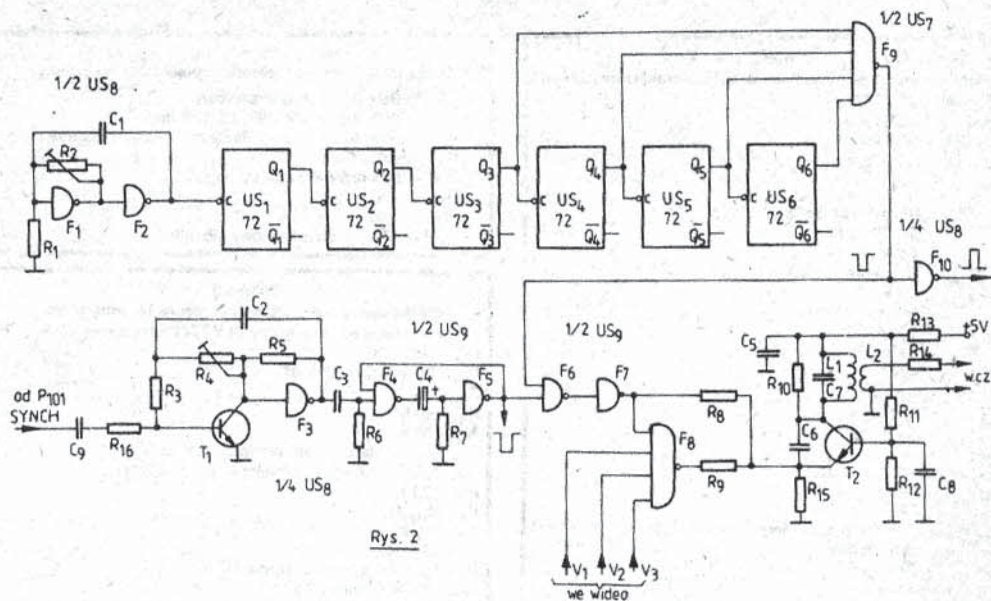
### Przypomnijmy podstawy

Zasada powstawania obrazu na ekranie odbiornika telewizyjnego (OTV) jest ogólnie znana – wiązka elektronów „przemiatą” ekran z lewa na prawo ruchem jednostajnym wzdłuż równoległych linii, ułożonych jedna pod drugą. Natężenie wiązki, a więc i luminancja poszczególnych punktów na jej trasie, określana jest przez chwilową wartość sygnału wizji. Zazwyczaj sygnał ten powstaje w kamerze TV i w postaci zmodulowanej fali nośnej wędruje w „eter”. Nasz oscyloskop musi sam zsyntetyzować kompletny sygnał wizji, przez własny mikronadajnik przesyłając go do wejścia antenowego OTV. Nadajnik ten nastrojony musi być oczywiście na kanał niewykorzystywany przez okoliczne ośrodki TV.

Sygnał TV oprócz informacji o jasności poszczególnych punktów obrazu zawierać też musi tzw. impulsy synchronizacji poziomej (rys. 1) i pionowej, służące do skoordynowania ruchu plamki w kineskopie z przebiegami po stronie nadawczej. Impulsy synchronizacji cechują się największą amplitudą – maksymalna amplituda sygnału wizji (poziom czerni) wynosi około 70% amplitudy impulsów synchronizacji. Poziomowi bieli odpowiada sygnał wizji bliski 0.

### Generator obrazu telewizyjnego...

...opracowano w dwóch wariantach. Wariant podstawowy jest bardziej złożony (rys. 2), ale za to pozwala na dołączenie syntezatora znaków. Multiwibrator astabilny z bramkami  $F_1$ ,  $F_2$  wytwarza przebieg prostokątny 1 MHz. Łańcuch dzielników przez 2,

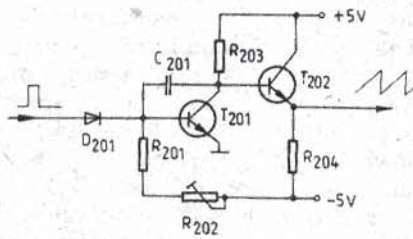


Rys. 2

złożony z przerzutników  $Q_1 \dots Q_6$  dzieli tę częstotliwość przez  $2^6 = 64$ , na wyjściu  $Q_6$  otrzymujemy zatem przebieg o okresie  $64 \mu s$ . Na wyjściu bramki  $F_9$  pojawia się co  $64 \mu s$  impuls ujemny (logiczne 0) o szerokości  $4 \mu s$ , który wykorzystany jako impuls synchronizacji poziomej. Tranzystor  $T_1$  z bramką  $F_3$  tworzą astabilny generator przebiegu o częstotliwości około  $50 \text{ Hz}$ . Ujemne zbocze tego przebiegu, zróżniczkowane przez elementy  $C_3$ ,  $R_6$  wyzwala monowibrator na bramkach  $F_4$ ,  $F_5$ , dostarczający w odpowiedzi pojedynczy impuls o czasie trwania około  $300 \mu s$ . Użyjemy go w charakterze impulsu synchronizacji pionowej. Bramka  $F_6$  sumuje impulsy synchronizacji, zaś  $F_7$  przywraca sumie impulsów polaryzację ujemną, tzn. wystąpieniu impulsu odpowiada logiczne 0. Impulsy synchronizacji podawane są przez rezystor  $R$  na generator w.cz. z tranzystorem  $T_2$  modulując amplitudę jego drgań. Poziom 0 na wyjściu  $F_7$  przesuwają punkt pracy  $T_2$  w stronę większych prądów, zwiększając tym samym poziom generowanych drgań w chwili wystąpienia impulsu synchronizacji. Cewka  $L_2$ , sprzężona magnetycznie z cewką obwodu rezonansowego generatora  $L_1 C_7$ , pobiera część energii drgań i doprowadza – przez przewód antenowy – do gniazda antenowego OTV. Rezystor  $R_{14}$  służy dopasowaniu wyjścia generatora do impedancji typowego,

koncentrycznego przewodu antenowego. Rezystor  $R_{10}$ , bocznikując obwód LC, obniża jego dobroć, ułatwiając modulację generatora wąskimi impulsami. Rezystory  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  ustalają punkt pracy generatora, filtr  $C_5$ ,  $R_{13}$  ogranicza przenikanie zakłóceń od generatora do reszty układu i odwrotnie.

Sygnaly wizji – w naszym wypadku impulsy rozjaśniające ekran w wybranych momentach – doprowadzane są do wejść bramki  $F_8$ . Można tu dołączyć kilka niezależnych źródeł sygnału wizji – np. dwa kanały oscyloskopu i wyświetlacz znaków. W trakcie trwania któregoś z impulsów synchronizacji stan wyjścia  $F_8$  powinien być niezależny od stanu jej wejść, dla zapewnienia stałej amplitudy impulsów synchronizacji. Dzieje się



Rys. 3

Tabela 1

Wykaz elementów bloku synchronizacji i generacji obrazu z rys. 2

US <sub>1</sub> - US <sub>6</sub>	UCY 7472
US <sub>7</sub> -	UCY 7420
US <sub>8</sub> , US <sub>9</sub>	UCY 7400
T <sub>1</sub>	BC 108, BC 148 lub podobny
T <sub>2</sub>	BF 194-197, BF 200, BF 214-215
R <sub>1</sub> , R <sub>15</sub>	- 2,7 k,
R <sub>2</sub>	- pot. mont. 1 k,
R <sub>3</sub>	- 5,6 k,
R <sub>4</sub>	- pot. mont. 100 k,
R <sub>5</sub>	- 1 k,
R <sub>6</sub> , R <sub>16</sub>	- 39 k,
R <sub>7</sub>	- 470,
R <sub>8</sub>	- 8,2 k,
R <sub>9</sub>	- 18 k,
R <sub>10</sub>	- 3,3 k,
R <sub>11</sub>	- 6,2 k,
R <sub>12</sub>	- 5,6 k,
R <sub>13</sub>	- 100,
R <sub>14</sub>	- 75,
C <sub>1</sub>	- 1 nF styrofleksowy lub mikowy,
C <sub>2</sub>	- 220 nF styrofleksowy,
C <sub>3</sub>	- 1 + 4,7 nF,
C <sub>4</sub>	- 1 μF styrofleksowy lub elektrolit. (najlepiej tantalowy),
C <sub>5</sub> , C <sub>8</sub>	- 1 nF ceramiczny,
C <sub>6</sub>	- 3,6 - 4,7 pF,
C <sub>7</sub>	- 33 pF,
C <sub>9</sub>	- około 0,1 μF,
L <sub>1</sub>	- 4 zwoje DNE Ø 0,5 (lub zbliżony) nawinięte na korpusie o średnicy zewnętrznej 8 mm - po nawinięciu korpus wyjąć. - 3/4 zwoje DNE Ø 0,3 (lub zbliżony), ułożone między zwojami L <sub>1</sub>

Uwaga! Wszystkie rezystory o mocy 0,125 W, wartość bez miana jest wyrażona w omach, k oznacza kiloomy, M - megaomy. Dotyczy to wszystkich tabel.

tak za sprawą podłączenia jednego z wejść F<sub>8</sub> do F<sub>7</sub>. W przerwie między impulsami synchronizacji na wyjściu F<sub>8</sub> zazwyczaj jest 0 - odpowiada to czerni na ekranie. Jeśli jednak na którymś z jej wejść pojawi się 0, wyjście F<sub>8</sub> przyjmie stan 1/zmniejszając - za pośrednictwem R<sub>9</sub> - prąd emitera T<sub>2</sub> i amplitudę drgań, co objawi się rozjaśnieniem fragmentu obrazu. Nowoczesne OTV tolerują niewielkie odchylenia częstotliwości odchylania pionowego od znamionowych 50 Hz - w granicach ±5%, a nawet więcej. Pozwala to w pewnym zakresie przestrajając generator synchronizacji pionowej w celu „zgrania” z badanym przebiegiem. Podstrajanie może odbywać się ręcznie - potencjo-

Tabela 2

Wykaz elementów generatora napięcia płókształtnego

T <sub>201</sub>	- BSY 94 lub inny impulsowy,
T <sub>202</sub>	- BSY 94, BF 194-197, BC 108, itp.
D <sub>201</sub>	- dowolna krzemowa dioda impulsowa, np. BAVP17,
R <sub>201</sub>	- 5,6 k,
R <sub>202</sub>	- potencjometr montażowy 22 k,
R <sub>203</sub>	- 1 k,
R <sub>204</sub>	- 1,8 k,
C <sub>201</sub>	- 4700 pF styrofleksowy lub mikowy.

Tabela 3

Wykaz elementów toru wzmacniacza i komparatora

W <sub>101</sub>	- wzmacniacz operacyjny ULY 7741 lub odpowiednik,
US <sub>10</sub>	- UCY 7400,
T <sub>101</sub>	- BF 194-197, BSY 94,
R <sub>101</sub>	- 200 k,
R <sub>102</sub>	- 10 M,
R <sub>103</sub>	- 30 k,
R <sub>104</sub> , R <sub>105</sub>	- potencjometr montażowy 10 k,
R <sub>106</sub>	- potencjometr 47 k (najlepiej wykładniczy),
R <sub>107</sub>	- 2,7 k,
R <sub>108</sub> , R <sub>110</sub> , R <sub>111</sub>	- 6,2 k,
R <sub>109</sub>	- 10 k,
R <sub>112</sub>	- 20 k,
R <sub>113</sub>	- potencjometr montażowy 10 k,
R <sub>114</sub>	- potencjometr 47 k,
C <sub>101</sub>	- 330 nF/400 V,
C <sub>102</sub>	- 0 - 500 pF - dobrać dla wyeliminowania ewentualnego „zaszumienia” linii wykresu,
C <sub>103</sub>	- 56-120 pF - dobrać przy ustalaniu grubości linii wykresu. (Wszystkie rezystory 0,125 W)

Tabela 4

Wykaz elementów zasilacza sieciowego

T <sub>301</sub> , T <sub>302</sub>	- BC 108, BC 148 lub podobny,
T <sub>303</sub>	- BD 354, BD 281 (w wersji bez syntetyzera - BC 211, BD 135),
D <sub>301</sub> , D <sub>302</sub>	- BZP 401-50 lub podobne,
D <sub>303</sub>	- BZP 611 na 4,7 - 5,6 V lub podobna,
R <sub>301</sub>	- 360/0,25 W,
R <sub>302</sub> , R <sub>303</sub>	- 3,3 k,
R <sub>304</sub>	- 4,4 k,
R <sub>305</sub>	- 5,6 k,
C <sub>301</sub> , C <sub>302</sub>	- 2200 μF/16 V,
C <sub>303</sub> , C <sub>305</sub>	- 220 μF/6,3 V,
C <sub>304</sub>	- 220 μF/10 V,
C <sub>306</sub>	- około 10 nF ceramiczny,
Tr <sub>301</sub>	- dowolny transformator o mocy nie mniejszej niż 4 W i napięciu wyjściowym 7,5 - 11,5 V (wartość skuteczna). Można użyć transformatora dzwonkowego na napięciu 8V

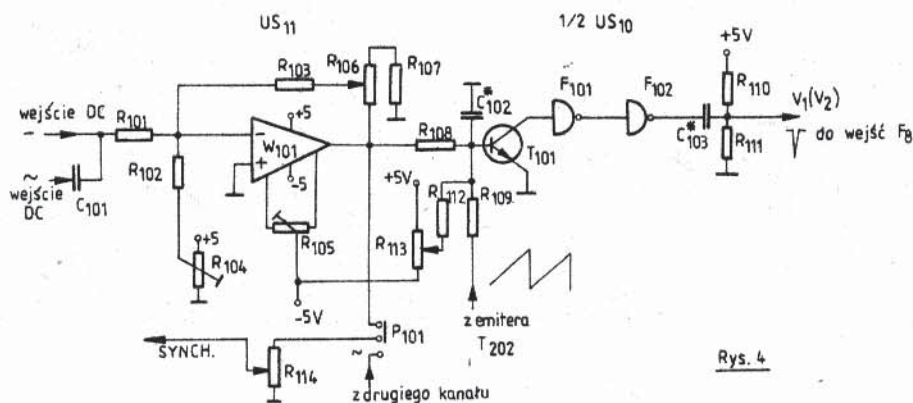
(Wszystkie rezystory na 0,125 W, jeśli nie podano inaczej)

Tabela 5

Wykaz elementów uproszczonego wariantu oscyloskopu TV, zmienionych w stosunku do wariantu rozwojowego

US <sub>1</sub>	- UCY 7404,
US <sub>2</sub>	- UCY 7400,
R <sub>50</sub>	- 33 k,
R <sub>51</sub>	- 470,
R <sub>52</sub> , R <sub>53</sub>	- 2,2 k,
R <sub>54</sub>	- potencjometr 50 k (najlepiej wykładniczy),
R <sub>108</sub> , R <sub>109</sub>	- 33 k,
R <sub>112</sub>	- 82 k,
R <sub>114</sub>	- 1,5 k,
C <sub>1</sub>	- 68 nF styrofleksowy,
C <sub>50</sub>	- 100 pF,
C <sub>51</sub>	- 4,7 nF styrofleksowy lub mikowy,
C <sub>52</sub>	- 470 nF styrofleksowy,
C <sub>101</sub>	- 1 μF/400 V,
C <sub>102</sub>	- 0 - 200 pF (dobrac).

(Wszystkie rezystory 0,125 W)



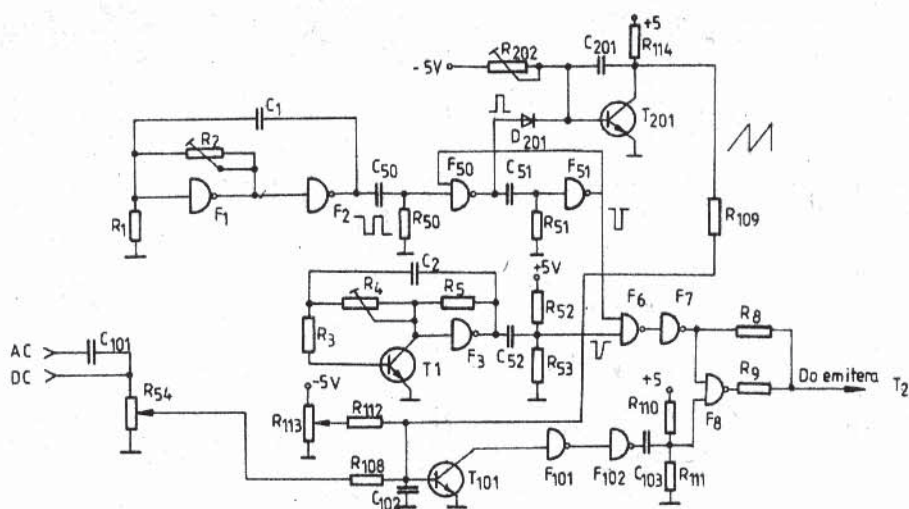
Rys. 4

metrem  $R_4$ . Takie dostrojenie będzie jednak zwykle nietrwałe – po chwili wykres zacznie znów „płynąć” w górę lub w dół ekranu. Zapobiec można temu doprowadzając część badanego przebiegu do obwodu generatora, co spowoduje jego automatyczną synchronizację z przebiegiem badanym – oczywiście w pewnych granicach. Sygnał synchronizacji doprowadzany jest do generatora przez dwójnik  $C_9R_{15}$ .

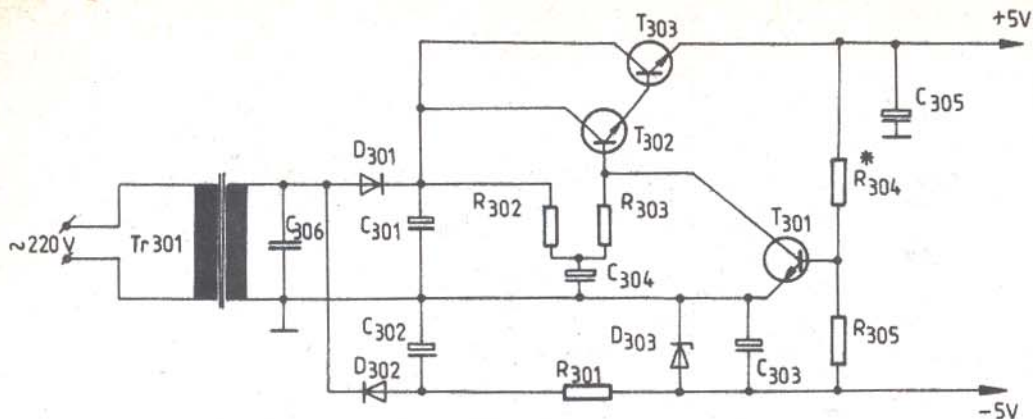
### Kreślenie wykresu przebiegu...

...realizowane jest następująco. W chwili zakończenia impulsu synchronizacji pozio-

mej płynący przez diodę  $D_{201}$  oraz rezystorami  $R_{201} + R_{202}$  tworzy on generator napięcia liniowo narastającego (piłokształtnego) w układzie tzw. integratora Millera. Wtórnik emiterowy  $T_{202}$  zapewnia układowi małą impedancję wyjściową. Napięcie na kolektorze  $T_{201}$  (i emiterze  $T_{202}$ ) narasta jednostajnie aż do następnego impulsu synchronizacji poziomej. Z emitera  $T_{202}$  przez  $R_{109}$  (rys. 4) przebieg piłokształtny podawany jest na bazę  $T_{101}$  spełniającego rolę komparatora. Oprócz napięcia piłokształtnego na bazę  $T_{101}$  dociera poprzez  $R_{108}$  wzmacniony sygnał badany z wyjścia wzmacniacza operacyjnego  $W_{101}$ . Wzmacniacz ten pracuje w tzw. układzie odwracającym – dodatniemu sygnałowi



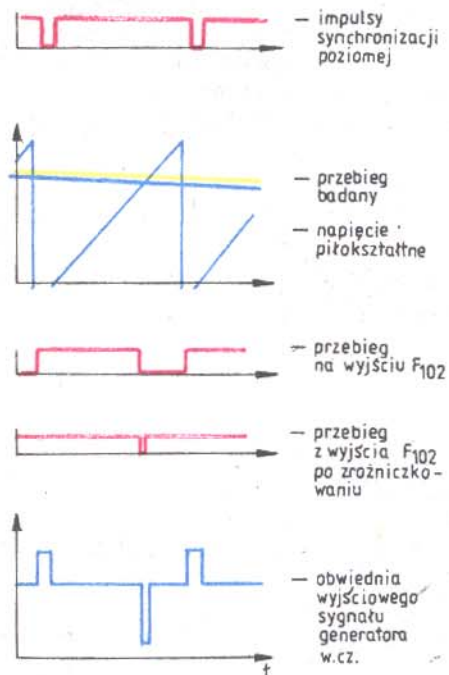
Rys. 6



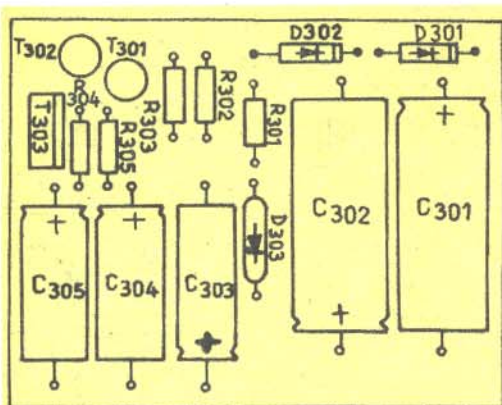
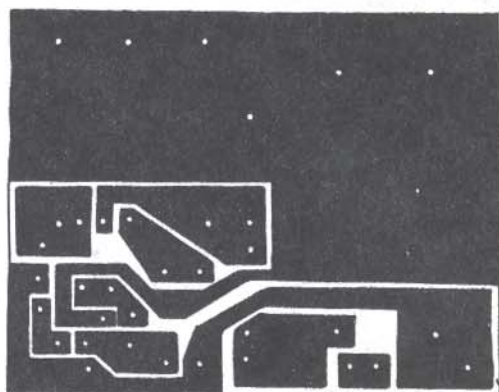
Rys. 7

na wejściu odpowiada ujemny na wyjściu i odwrotnie. W chwili, gdy poziom napięcia na bazie  $T_{101}$  osiągnie około 0,6 V, tranzystor zacznie przewodzić, wymuszając 0 na wejściu bramki  $F_{101}$ . Bramka  $F_{102}$  zwiększa nachylenie zboczy i odwraca fazę, tak by w chwili wejścia  $T_{101}$  w stan przewodzenia

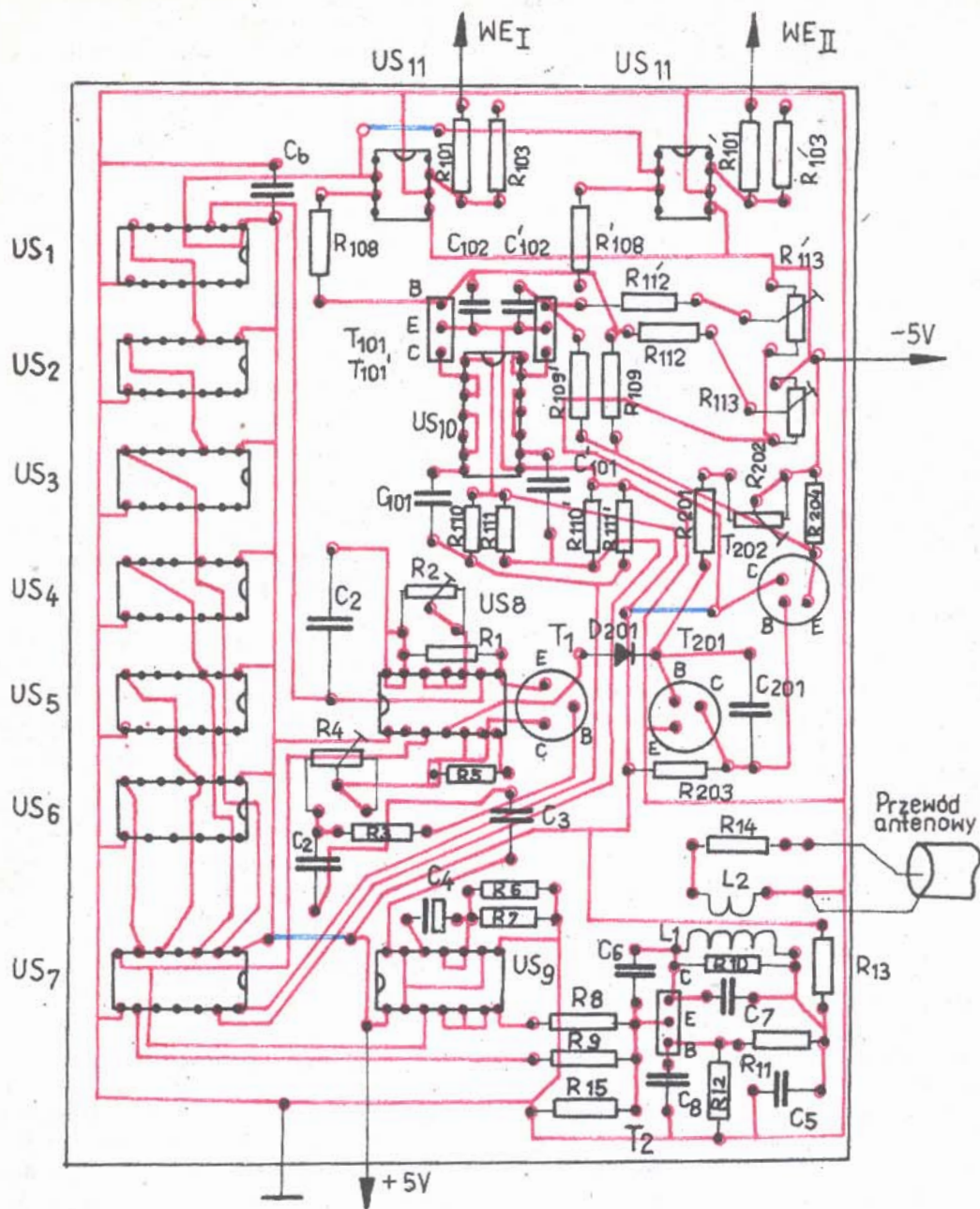
na jej wyjściu pojawił się sygnał ujemny. Opadające zbocze tego impulsu, różniczkowane w układzie  $R_{110}$ ,  $R_{111}$ ,  $C_{103}$ , dostarcza wąskiej „szpilki” podawanej na jedno z wejść bramki  $F_8$ , powodując pojawienie się na ekranie OTV jasnego punktu (rys. 5). Im większa wartość napięcia na wejściu  $W_{101}$ ,



Rys. 5



Rys. 8



Rys. 9. Płytkę montażową oscylaskopu TV od strony połączeń drukowanych

$C_b$  - kondensator blokujący +5V

tym bardziej ujemne napięcie podawane z jego wyjścia przez  $R_{108}$  na bazę  $T_{101}$ , a tym samym – większe opóźnienie między początkiem narastania „piły” a osiągnięciem na bazie  $T_{101}$  poziomu 0,6 V. Położenie jasnej

plamki w poziomie związane jest więc bezpośrednio z chwilową wartością napięcia na wejściu wzmacniacza – im jest ona większa, tym bardziej w prawo powędruje jasny punkt.



Wzmocnienie wzmacniacza wejściowego można regulować w szerokich granicach, zmieniając głębokość sprzężenia zwrotnego potencjometrem  $R_{106}$ . Elementy  $R_{102}$ ,  $R_{104}$ ,  $R_{105}$  służą do kompensacji prądu polaryzacji i napięcia niezrównoważenia wzmacniacza  $W_{101}$  i można je opuścić. Ich zastosowanie jest jednak konieczne, gdybyśmy chcieli się pokusić o zwiększenie oporności wejściowej i czułości układu.

Potencjometr  $R_{113}$  pozwala przesuwając wykręślnik przebiegu w poziomie. Z jego suwaka przez  $R_{112}$  podawany jest na bazę  $T_{101}$  dodatkowy prąd, wpływając na przyspieszenie lub opóźnienie rozpoczęcia przewodzenia. Napięcie z wyjścia  $W_{101}$  podawane jest równocześnie na potencjometr  $R_{114}$ , za pomocą którego dobiera się optymalną amplitudę sygnału synchronizacji generatora sterującego podstawą czasu ( $T_1$ ,  $F_3$ ). Jeśli przewidujemy więcej niż jeden kanał (bardzo przydatne w pracy z układami cyfrowymi!), przydaje się przełącznik  $P_{101}$ , umożliwiający wybór kanału, z którego aktualnie pobieramy sygnał synchronizacji podstawy czasu. Rysunek 4 przedstawia schemat jednego tylko kanału – chcąc dodać drugi lub trzeci, wystarczy powielić układ z rys. 4, zaś wyjścia szpilkowych impulsów rozjaśniających dołączyć do kolejnych, wolnych wejść bramki  $F_8$ .

### Wariant uproszczony...

...układu oscyloskopu TV przedstawia rys. 6. Większość elementów spełnia analogiczne funkcje jak w wersji rozwojowej, dlatego oznaczenia tych elementów zostały zachowane na rys. 6. Generator  $F_1$ ,  $F_2$  generuje teraz bezpośrednio sygnał o częstotliwości 15 625 Hz (okres 64  $\mu$ s). Wyzwalany jego opadającym zboczem multiwibrator  $F_{50}$ ,  $F_{51}$  generuje impulsy szerokości około 4  $\mu$ s stosowane do synchronizacji poziomej. Impuls synchronizacji pionowej uzyskiwany jest bezpośrednio w układzie różniczkowym  $C_{52}$ ,  $R_{52}$ ,  $R_{53}$ . Wartości tych elementów tak dobrano, by poziom 0 utrzymywał się na wejściu  $F_6$  przez około 300  $\mu$ s. Generator w.cz. jest analogiczny jak w wersji rozwojowej, dlatego został na schemacie pominięty. Zrezygnowano ze wzmacniacza wejściowego, doprowadzając sygnał wejściowy bezpośrednio na bazę  $T_{101}$ . Regulację wzmocnienia zapewniamy

potencjometrem  $R_{54}$ . Takie rozwiązanie odznacza się niestety, mniejszą czułością i opornością wejściową. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, aby i w tym układzie zastosować wzmacniacz z rys. 4. W stosunku do układów z rys. 2 i 4 zmieniono niektóre wartości elementów (patrz tabela 5) mimo spełniania przez nie podobnych funkcji. W skład urządzenia wchodzi zaledwie 4 tranzystory i dwa układy scalone.

### Zasilanie

Istnieje możliwość zasilania oscyloskopu TV z dwóch baterii płaskich 4,5 V – obniżenie napięcia zasilania do 4,5 V nie wpływa ujemnie na pracę układu. Zasilanie baterijne polecić można zwłaszcza w wersji uproszczonej z rys. 6, w której pobór prądu ze źródła +5 V wynosi około 30 mA. W wersji rozwojowej dogodniejszy jest zasilacz sieciowy, którego przykładową realizację przedstawia rys. 7. Jednopołówkowe prostowanie zupełnie wystarcza z uwagi na niewielki pobór prądu, rzędu 270 mA (+5 V) w wersji dwukanałowej z syntetyzerem znaków. Pobór prądu ze źródła -5 V jest niewielki, dlatego do jego stabilizacji zupełnie wystarcza pojedyncza dioda Zenera  $D_{303}$ . Napięcie -5 V jest równocześnie napięciem odniesienia dla stabilizatora +5 V, wykonanego w konwencjonalnym układzie szeregowym ze wzmacniaczem błędów  $T_{301}$ . Zasilacz +5 V warto zaprojektować z zapasem, będzie on mógł wtedy być wykorzystany do zasilania przystawek do współpracy z oscyloskopem.

### Konstrukcja i uruchomienie

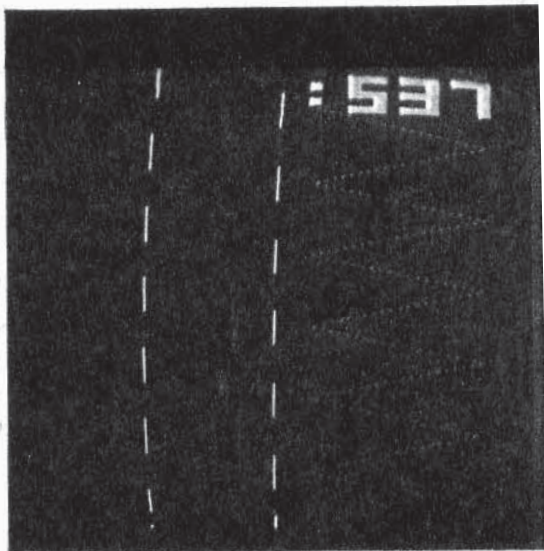
Zasilacz zamontowano na płycie drukowanej – rys. 8. Po wlutowaniu elementów (powinny być sprawdzone) i dołączeniu transformatora mierzymy napięcie na wyjściu -5 V. Powinno ono zawierać się w przedziale -4,4-6 V. Jeśli tak nie jest, należy wymienić diodę  $D_{303}$ . Następnie mierzymy napięcie na wyjściu +5 V – powinno wynosić 5 V  $\pm$  0,25 V. Jeśli napięcie jest za duże, należy  $R_{304}$  zmniejszyć, i na odwrót. Wygodnie jest zastąpić  $R_{304}$  potencjometrem montażowym.

Rys. 9 przedstawia płytkę drukowaną oscyloskopu w wersji rozwojowej, z dwoma kanałami, lecz bez kompensacji napięcia

niezrównoważenia i prądu polaryzacji wzmacniaczy operacyjnych. Można użyć laminatu jedno- lub dwustronnego. Używając druku jednostronnego, połączenia oznaczone kolorem niebieskim wykonujemy przewodem po stronie elementów. Dla lepszej czytelności druk przedstawiono schematycznie. Wykonując rysunek połączeń, należy ścieżki zasilania i masy poprowadzić jak najszersze, wszystkie pozostałe zaś – możliwie wąsko. Wszystkie wolne powierzchnie na płycie należy wypełnić płaszczyznami miedzi połączonymi z masą układu. Między masą a +5 V należy włączyć kilka kondensatorów blokujących o pojemności około 22 nF lub większej, koniecznie bezindukcyjnych (najlepiej ceramicznych). Na schemacie nie zostały one uwzględnione – ich rozmieszczenie powinno być możliwie równomierne, nie jest jednak krytyczne.

W pierwszej kolejności uruchamiamy generator w.c.z. Wylutowujemy końcówki rezystorów  $R_8$ ,  $R_9$  od strony wyjść bramek, do wolnego końca rezystora  $R_9$  dołączamy woltomierz. Włączamy zasilanie i dotykamy palcami cewki  $L_1$ . Wyraźna zmiana wskazań miernika jest dowodem istnienia drgań w obwodzie. Odłączamy woltomierz i wylutowujemy  $R_8$ , po czym wyjście generatora koncentrycznym przewodem antenowym łączymy z gniazdem antenowym OTV. Przy podanych parametrach  $C_7$  i  $L_1$  generator pracuje na częstotliwości zbliżonej do 4 kanału TV. Staramy się dostroić OTV do częstotliwości generatora, co objawi się przydzźwiękiem w głośniku i ściemnieniem ekranu, czemu powinno towarzyszyć pojawienie się pasów lub siatki. Zwieramy do masy bazę  $T_1$ , po czym potencjometrem  $R_2$  ustalamy właściwą częstotliwość generatora synchronizacji poziomej. Stan synchronizacji charakteryzuje się zanikiem pasów i jednolitą, ciemną treścią obrazu. Usuwamy zwarcie bazy  $T_1$  do masy – na ekranie powinien pojawić się ciemny poziomy pas, przemieszczający się w pionie. Potencjometrem  $R_4$  doprowadzamy do zwolnienia jego ruchu, a następnie do zaniku – w wyniku zadziałania w OTV układów synchronizacji pionowej.

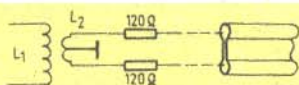
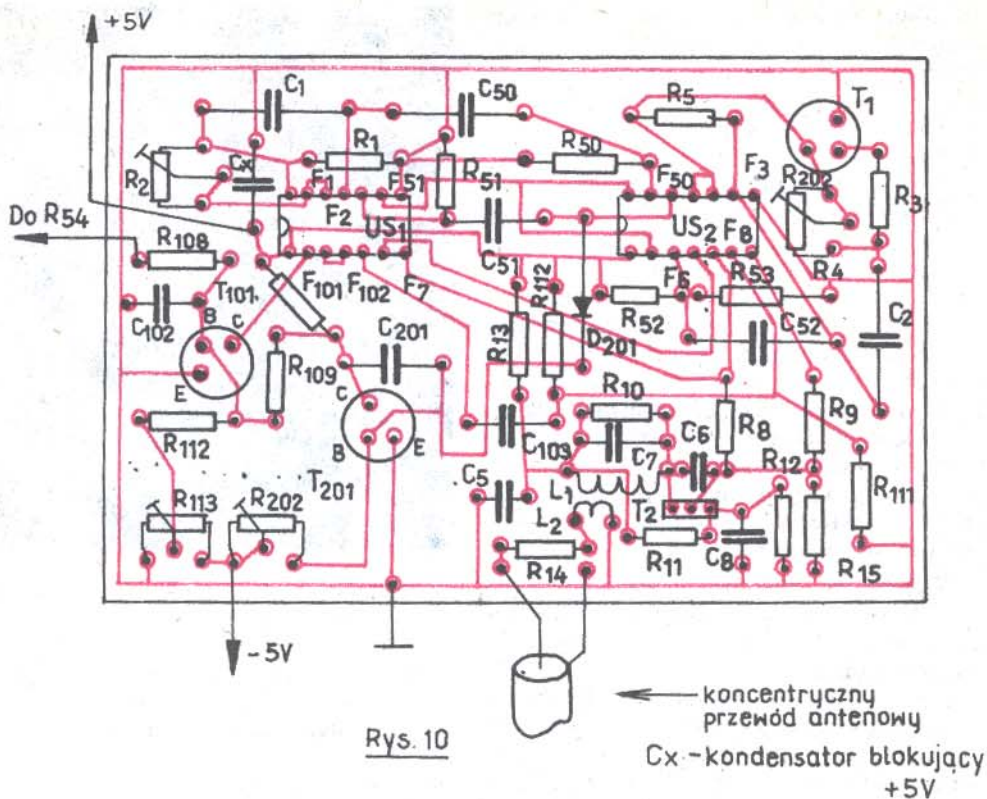
Po uruchomieniu toru synchronizacji wylutowujemy  $R_9$ , i zwieramy kolejno nie podłączone na razie wejścia  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  do masy. Zwarcie powinno wywoływać rozjaśnienie ekranu.



Fot. 4. Szczegóły syntezy znaków z jednakowych, prostokątnych elementów

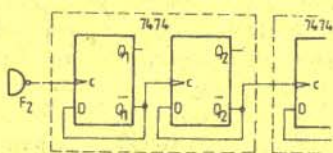
W następnej kolejności uruchomiamy generator napięcia piłokształtnego. Do kolektora  $T_{201}$  dołączamy woltomierz i odłączamy diodę  $D_{201}$ . Woltomierz winien wskazać napięcie zbliżone do napięcia zasilania. Po dołączeniu  $D_{201}$  napięcie powinno zmniejszyć się – świadczy to o poprawnej pracy integratora. Potencjometrem  $R_{202}$  ustawiamy średnią wartość napięcia na kolektorze  $T_{201}$  na około 1,4 V.

Teraz można uruchamiać kanały  $R_{105}$  i  $R_{104}$  (jeśli są) w położeniu środkowym, suwak  $R_{106}$  skręcamy w kierunku wyjścia wzmacniacza  $W_{101}$ , wejście zostawiamy nie podłączone. Napięcie na wyjściu  $W_{101}$  powinno być bliskie 0. Dołączamy wyjście układu różniczkującego do wejścia  $F_8$  – na ekranie powinien pojawić się jasny, pionowy pas. Szerokość tego pasa można ustalić, dobierając wartość  $C_{103}$  – im większa pojemność, tym pas szerszy. Dotykamy palcem wejścia wzmacniacza (wolna końcówka  $R_{101}$ ) – pas powinien zafalować, przybierając kształt nieco zniekształconej sinusoidy. Amplituda sinusoidy powinna zwiększać się w miarę przemieszczania suwaka potencjometru regulacji wzmocnienia  $R_{106}$  w stronę  $R_{107}$ . Manipulacje potencjometrem  $R_{103}$  powinny powodować przemieszczanie się wykresu w poziomie. Jeśli zrezygnowaliśmy z kompensacji prądu polaryzacji i napięcia nie-

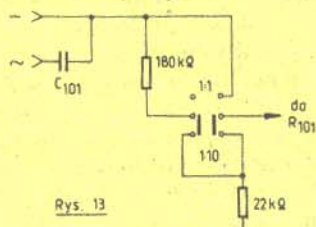


L<sub>2</sub> - 2 x 05 zwoju DNE 02-04, ułożone między zwojami L<sub>1</sub>

Rys. 11

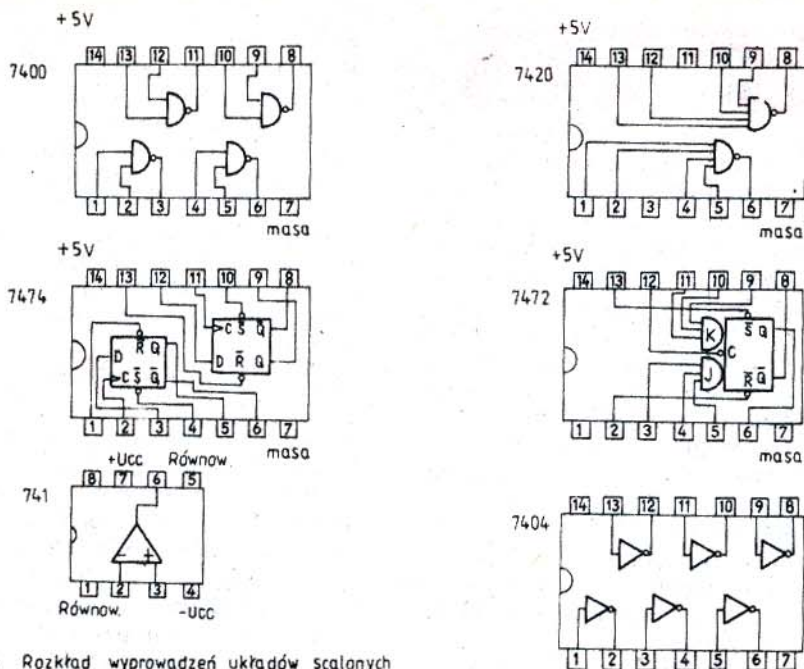


Rys. 12



Rys. 13

zrównoważenia  $W_{101}$ , możemy oscyloskop uznać za uruchomiony. W przeciwnym razie zwieramy wejścia „+” i „-” wzmacniacza operacyjnego, do wyjścia  $W_{101}$  dołączamy woltomierz, po czym potencjometrem  $R_{105}$  poszukujemy punktu, w którym napięcie na wyjściu znacznie oscylowało w okolicy 0 V. Nie należy niepokoić się dużą amplitudą szumu – wzmacniacz pracuje w tym momencie bez sprzężenia zwrotnego! Rozwieramy wejścia, potencjometr  $R_{106}$  ustawiamy na maksymalne wzmocnienie (suwak skreślony do  $R_{107}$ ), po czym potencjometrem  $R_{104}$  kompensujemy prąd polaryzacji wejścia, sprowadzając do 0 napięcie na wyjściu. W układzie z kompensacją można znacznie zwiększyć oporność wejściową – przykładowo 10 razy. Wartość  $R_{101}$  trzeba zmienić wtedy na 2 megaohmy,  $R_{103}$  – na 300 kiloomów. Jeśli zastosowany potencjometr  $R_{106}$  ma charakterystykę wykładniczą, można pokusić się o kilkukrotne zmniejszenie  $R_{107}$ , rozszerzając tym samym zakres płynnej regulacji wzmocnienia i zwiększając czułość.



Rys. 14 Rozkład wyprowadzeń układów scalonych zastosowanych w oscyloskopie TV

## Modyfikacje i ulepszenia

Dla uzyskania optymalnej jakości obrazu, można dobrać dokładnie punkt pracy generatora w.cz. W tym celu po wstępnym uruchomieniu układu zastępujemy  $R_{12}$  potencjometrem montażowym 10 kiloomów, i ustalamy takie położenie jego suwaka, w którym obraz jest najbardziej kontrastowy, a synchronizacja pewna. Uwaga! możliwe, że w trakcie tej czynności trzeba będzie korygować dostrojenie OTV! Gdyby okazało się, że częstotliwość generatora nie mieści się w założonym pasmie, można przestroić go, ściskając bądź oddalając od siebie zwoje cewki  $L_1$ . W przypadku, gdy posiadany OTV ma wejście antenowe 240 omów, należy zastosować zmodyfikowany, symetryczny układ sprzężenia generatora z przewodem (rys. 11). Oczywiście zastosujemy w takim przypadku płaski przewód antenowy o impedancji zbliżonej do 240 omów.

W dzielniku częstotliwości z rys. 2 można w miejsce przerzutników 7472 zastosować wygodniejsze przerzutniki 7474 (w prototypie użycie 7472 podyktowane było dostępnością tanich elementów zdeprecjonowa-

nych). Wystarczą wtedy 3 układy 7474 – rys. 12.

Zamierzając wykorzystywać oscyloskop do względnie dokładnych pomiarów napięć itp. warto potencjometr  $R_{106}$  zastąpić układem przełączanych dzielników, z których każdy kalibrujemy oddzielnie, porównując odchylenie linii na ekranie od położenia odniesienia ze wskazaniem przyrządu wzorcowego, dołączonego równolegle do wejścia oscyloskopu. Dzielnik można zastosować też na wejściu, rozszerzając zakres pomiarowy w stronę dużych napięć (rys. 13).

W rozwiązaniu modelowym zrezygnowano z przełącznika  $P_{101}$ , dołączając  $R_{114}$  na stałe do wyjścia jednego z kanałów. Potencjometry: synchronizacji ( $R_{114}$ ) i regulacji wzmocnienia ( $2 \times R_{106}$ ) umieszczono na płycie czołowej (fot. 3). Elementy  $R_{107}$ ,  $R_{16}$ ,  $C_9$  umieszczono w sąsiedztwie potencjometrów, lutując je do wyprowadzeń.

W następnym odcinku omówiony zostanie syntetyzer znaków, współpracujący z rozwojowym wariantem oscyloskopu TV.

**Roland Waclawek**