

INSTRUKCJA OBSŁUGI I SERWISU
IS-044
MULTIMETR CYFROWY
V560

ZAKŁAD ELEKTRONICZNEJ APARATURY POMIAROWEJ
Warszawa, ul. Białobrzaska 53

SPIS TREŚCI

	str.
1. Przeznaczenie przyrządu	3
2. Wyposażenie	3
3. Dane techniczne	4
4. Budowa i działanie przyrządu	7
5. Ogólne wytyczne eksploatacji i bezpieczeństwa obsługi	19
6. Konserwacja i naprawy	20
7. Składowanie i transport	29
8. Wykaz elementów	31
9. Wykaz części zamiennych	45
10. Multimetr cyfrowy V560 - rysunek części mechanicznych	47
11. Schematy ideowe	48
12. Arkusze wyprowadzeń elementów elektronicznych	49
13. Schematy montażowe płytek drukowanych	58
14. Układ elementów regulacyjnych	60

1. PRZEZNACZENIE PRZYRZĄDU

Multimetr cyfrowy V560 jest przenośnym wielofunkcyjnym przyrządem pomiarowym, przeznaczonym do dokonywania pomiarów elektrycznych w laboratoriach, warsztatach serwisowych oraz u użytkowników sprzętu elektronicznego i elektrotechnicznego powszechnego użytku.

Multimetr pozwala na realizację następujących pomiarów:

- napięcie stałe i przemienne 10 μ V ... 650 V; 30 Hz ... 100 kHz
- prądy stałe i przemienne 10 nA ... 1 A
- rezystancje 1 m Ω ... 10 M Ω

Pomiar małych wartości rezystancji realizowany jest poprzez wykorzystanie izolowanego źródła prądowego 10 mA, stosując metodę czteropunktową.

Pod względem warunków pracy przyrząd zaliczany jest do I-szej grupy wg PN-77/T-06500/02, tzn.

- temperatura pracy +5 ... +40°C
- wilgotność względna 20 ... 80%

Pod względem stopnia zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym przyrząd jest wykonany w I-szej klasie wg PN-76/T-06500/05, tzn. jest wyposażony w trzyprzewodowy kabel sieciowy z żyłą ochronną.

UWAGA

Przyrząd nie jest przeznaczony do pomiarów silnoprądowych sieci energetycznych.

2. WYPOSAŻENIE

2.1. Wyposażenie podstawowe

- | | | |
|--------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| - przewód pomiarowy zakończony banankami w kolorze czarnym | C-31-2024-3 | - 1 szt. |
| - przewód pomiarowy zakończony banankami w kolorze czerwonym | C-31-2024-4 | - 1 szt. |
| - kabel pomiarowy koncentryczny | C-31-2023 | - 1 szt. |
| - uchwyt krokodylek w kolorze czarnym | D-31-1357 | - 1 szt. |
| - uchwyt krokodylek w kolorze czerwonym | D-31-1357-2 | - 1 szt. |
| - końcówka pomiarowa w kolorze czarnym | C-31-1493 | - 1 szt. |

- końcówka pomiarowa w kolorze czerwonym	C-31-1493-2	- 1 szt.
- wkładki topikowe		
- WTAT-250/2 A		- 1 szt.
- WTAT-250/125 mA		- 2 szt.
- WTAT-250/63 mA		- 1 szt.
- WTAT-250/32 mA		- 1 szt.
- worek	D-17-531-2	- 1 szt.

2.2. Wyposażenie dodatkowe

- sonda temperaturowa	T102
- sonda wysokonapięciowa 30 kV	V103
- sonda w.cz.	V104
- trójnik pomiarowy	V40.31
- dzielnik pojemnościowy	V40.30
- sonda międzyszczytowa	V105

3. DANE TECHNICZNE

3.1. Pomiar napięć stałych

- podzakresy	100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V
- maks. napięcie mierzone	650 V
- uchyb pomiaru	
podzakresy 100 mV i 1 V	$\pm 0,1\%$ w.m. $\pm 0,05\%$ w.z.
podzakresy 10 V, 100 V, 1000 V	$\pm 0,2\%$ w.m. $\pm 0,05\%$ w.z.
- prąd wejściowy	500 pA
- rezystancja wejściowa	10 M Ω $\pm 1\%$
- tłumienie zakłóceń równoległych z rezystancją 1 k Ω w obwodzie zacisku "LO"	80 dB dla napięcia stałego i napięcia o częstotliwości sieci zasilającej /50 Hz $\pm 1\%$
- czas ustalania się wskazań	3 s

3.2. Pomiar napięć przemiennych

- podzakresy	100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V
- maks. napięcie mierzone	650 V / $U \times f \leq 2 \times 10^7$
- uchyb pomiaru w zakresie częstotliwości	
30 Hz ... 10 kHz	$\pm 0,5\%$ w.m. $\pm 0,2\%$ w.z.
10 kHz ... 100 kHz	$\pm 5\%$ w.m. $\pm 0,5\%$ w.z.

- rezystancja wejściowa $1\text{ M}\Omega_{\pm 2\%}$
- pojemność wejściowa $\leq 75\text{ pF}$
- tłumienie zakłóceń równoległych z rezystancją $1\text{ k}\Omega$ w obwodzie zacisku "LO" 60 dB
- czas ustalania się wskazań 5 s

3.3. Pomiar prądów stałych

- podzakresy 100 μA , 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1000 mA
- uchyb pomiaru $\pm 0,5\%$ w.m. $\pm 0,05\%$ w.z.
- zakresowy spadek napięcia 100 mV
- czas ustalania się wskazań 3 s

3.4. Pomiar prądów przemiennych

- podzakresy 100 μA , 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1000 mA
- uchyb pomiaru w zakresie częstotliwości 30 Hz ... 10 kHz $\pm 0,5\%$ w.m. $\pm 0,2\%$ w.z.
- zakresowy spadek napięcia 100 mV
- czas ustalania się wskazań 5 s

3.5. Pomiar rezystancji

- podzakresy
 - metoda czteropunktowa $10\Omega, 100\Omega$
 - metoda dwupunktowa $1\text{ k}\Omega, 10\text{ k}\Omega, 100\text{ k}\Omega, 1000\text{ k}\Omega, 10000\text{ k}\Omega$
- uchyb pomiaru $\pm 0,5\%$ w.m. $\pm 0,2\%$ w.z.
- czas ustalania się wskazań
 - podzakresy $10\Omega \dots 1000\text{ k}\Omega$ 5 s
 - podzakres $10\text{ 000 k}\Omega$ 30 s
- zakresowy spadek napięć na rezystancji mierzonej
 - podzakresy $10\Omega, 1\text{ k}\Omega$ 100 mV
 - podzakresy pozostałe 1 V

3.6. Dopuszczalne sygnały wejściowe

Na dowolnym podzakresie pomiaru napięć stałych i przemiennych oraz rezystancji, dopuszczalne jest przyłożenie pomiędzy zaciski HI i LO napięcia stałego lub przemiennego 220 V RMS, na okres 20 s

Na podzakresach prądowych - ww. napięcie spowoduje spalanie odpowiedniego bezpiecznika.

Poza tym - dopuszczalne jest przyłożenie, pomiędzy zaciski HI i LO bez ograniczeń czasowych, napięć stałych lub przemiennych sinusoidalnych 650 V RMS na podzakresach 10 V, 100 V, 1000 V pomiaru napięć stałych i przemiennych.

Składowa stała sygnału przy pomiarze napięć przemiennych nie powinna przekraczać 300 V.

Przebieżalność przy pomiarze prądów stałych i przemiennych wynosi min. 5X w stosunku do wartości nominalnej podzakresu, z wyjątkiem podzakresu 1000 mA, gdzie wynosi 1,5 X.

Wyższe przeciążenie - może spowodować przepalenie odpowiedniego bezpiecznika.

3.7. Stabilność termiczna

- temperaturowy dryft wskazanania zerowego	$\pm 0,005\% \text{ w.z./}^{\circ}\text{C}$
- temperaturowy dryft prądu wejściowego	nie powoduje przekroczenia wartości 1,5 nA prądu wejściowego w zakresie temperatur pracy
- temperaturowy dryft wskazanania	
pomiar napięć stałych	$\pm 0,005\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$
pomiar prądów stałych	$\pm 0,02\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$
pomiar prądów przemiennych	$\pm 0,05\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$
pomiar napięć przemiennych	
20 Hz - 10 kHz	$\pm 0,05\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$
10 kHz - 100 kHz	$\pm 0,1\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$
pomiar rezystancji	$\pm 0,02\% \text{ w.m./}^{\circ}\text{C}$

3.8. Dane ogólne

- przekroczenie zakresu pomiarowego	20% z wyjątkiem zakresu 1000 V
- maksymalne wskazanie	± 11999
- wskaźnik pomiaru	siedmiosegmentowy, diodowy ze wskaźnikiem polaryzacji
- sygnalizacja przekroczenia zakresu pomiarowego	+1. /znak zależnie od polaryzacji sygnału, pozostałe cyfry wygaszone, zapalony właściwy przecinek/
- czas całkowania sygnału mierzonego	40 ms
- częstotliwość powtarzania pomiarów	5 pomiarów/s

- warunki pracy
 - temperatura otoczenia I grupa wg PN-77/T-06500/02
+5 ... +40°C /dopuszczalne
zmiany temperatury w ciągu
8 h nie powinny przekraczać
20°C/
 - wilgotność względna 20 ... 80% /średnia wartość
wilgotności nie powinna
przekraczać 65%/
- wstępny czas wygrzewania 30 min
- maksymalne dopuszczalne napięcie /wartość skuteczna napięcia sinusoidalnie przemiennego lub napięcie stałe/ jakie może być przyłożone między obudową a
 - zaciskiem źródła prądowego 30 V
 - zaciskiem LO 250 V
 - stopień zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym I klasa wg PN-76/T-06500/05
- zasilanie 220 V \pm 10%, 50 Hz
- pobór mocy 20 VA
- masa 3,5 kg
- wymiary 220 mm - szerokość
95 mm - wysokość
290 mm - głębokość

4. BUDOWA I DZIAŁANIE PRZYRZĄDU

4.1. Wiadomości wstępne

Układ elektryczny multimetru cyfrowego V560 jest zbudowany z następujących bloków funkcjonalnych

- obwody wejściowe i przełączające,
- przetwornik analogowo-cyfrowy A/C,
- przetwornik napięcia przemiennego na napięcie stałe AC/DC,
- przetwornik rezystancji na napięcie stałe R/U,
- izolowane źródło prądowe,
- zasilacz.

Uproszczony schemat części analogowej multimetru przedstawiono na ark. 54.

4.2. Obwody wejściowe i przełączające

Obwody wejściowe i przełączające, sterowane dwiema grupami przełączników klawiszowych, mają za zadanie przyjąć wszystkie mierzone sygnały /napięcia, prądy, rezystancje/ na dwa wspólne zaciski wejściowe, skierować je do odpowiednich przetworników [AC/DC, R/U], a powstały sygnał

stałonapięciowy podać na wejście przetwornika A/C.
Obydwa gniazda wejściowe są odizolowane od obudowy.

Napięcie stałe - jest podawane z wejścia przyrządu bezpośrednio na wejście przetwornika A/C na zakresach 100 mV i 1 V lub poprzez precyzyjny dzielnik wejściowy na zakresach 10 V, 100 V i 1000 V.

Napięcie przemiennie - jest podawane z wejścia przyrządu przez szeregowy kondensator, bezpośrednio na wejście przetwornika AC/DC na podzakresach 100 mV i 1 V lub poprzez skompensowany dzielnik napięcia przemiennego na pozostałych podzakresach.

Prądy stałe i przemiennie - są podawane na bocznik, właściwy dla podzakresu pomiarowego. Rezystory bocznika są wspólne dla prądów stałych i przemiennych. Dla prądów stałych wyjście bocznika jest dołączane bezpośrednio do wejścia przetwornika A/C, dla prądów przemiennych - poprzez kondensator odcinający składową stałą - na wejście przetwornika AC/DC.

Mierzona jest wyłącznie część przemienna sygnału, choć przez bocznik płynie także część stałoprądowa.

Rezystancja - jest mierzona poprzez pomiar spadku napięcia na niej, w wyniku przepływu prądu wzorcowego. Wartość tego prądu zależna od podzakresu pomiarowego, jest określona poprzez przełączane rezystory wzorcowe, których rolę pełnią elementy dzielnika napięcia stałego - dla dwupunktowej metody pomiaru.

Dla metody czteropunktowej - prąd wzorcowy 10 mA jest dostarczany przez izolowane źródło prądowe, którego zaciski są dostępne na tylnej płycie przyrządu. Prąd ten należy doprowadzić do mierzonej rezystancji, a wywołany nim spadek napięcia doprowadzić odrębną parą przewodów do zacisków wejściowych multimetru. W ten sposób na podzakresie 100 mV pomiaru napięć stałych, dokonuje się pomiaru rezystancji od 1 m Ω do 10 Ω , a na podzakresie 1 V - pomiaru rezystancji od 10 m Ω do 100 Ω .

4.3. Przetwornik analogowo-cyfrowy

4.3.1. Zasada działania

Przetwornik pracuje z wykorzystaniem zasady podwójnego całkowania, jest wyposażony w automatyczną korekcję wskazania zerowego, tzw. auto-zero. Zarówno napięcie mierzone, jak również napięcie wzorcowe, są przenieszone przez wzmacniacz wejściowy - napięcie mierzone jest dołączone do wejścia nieodwracającego, a napięcie wzorcowe - do wejścia odwracającego. Gdy nie jest załączone napięcie mierzone, wejście nieodwracające

wzmacniacza wejściowego jest dołączone do potencjału zerowania. Poza okresem załączenia napięcia mierzonego i napięć wzorowych - jest zamknięta pętla sprzężenia zwrotnego "auto-zera". "Zapamiętane" napięcie błędu /niezrównoważenia/ kompensuje sumę napięć niezrównoważenia całego toru analogowego w obu pozostałych fazach przetwarzania.

4.3.2. Podstawowy cykl pracy

4.3.2.1. Część analogowa

Wyróżnia się trzy podstawowe fazy pracy przetwornika:

Faza I - jest załączony klucz wejściowy Q_X /T104/. Sygnał wejściowy jest dołączony do wejścia nieodwracającego wzmacniacza. Po okresie ok. 200 μ s niezbędnych dla ustalenia się napięcia na wyjściu wzmacniacza - jest załączony klucz Q_S /T109/. Napięcie z wyjścia wzmacniacza jest dołączone do wejścia integratora. Napięcie wyjściowe integratora narasta /opada/ liniowo z prędkością proporcjonalną do dołączonego napięcia. Klucze: zerowania Q_O /T105/, "auto-zera" Q_A /T112/ napięcia wzorcowego Q_N^\pm /T407/ są rozłączone. Pierwsza faza trwa przez okres ok. 40 ms, wyznaczony przez zaliczenie określonej ilości impulsów /9000 - 10 600/ przez licznik w części cyfrowej.

Faza II - jest rozłączony klucz Q_X , załączone klucze Q_O oraz Q_N , początkowo jest rozłączony również klucz Q_S . Do wejścia odwracającego wzmacniacza, poprzez rezystor R129 jest dołączone napięcie wzorcowe o polaryzacji ustalonej przez część cyfrową, tak aby uzyskać na wyjściu wzmacniacza napięcie o polaryzacji przeciwnej niż w fazie pierwszej. Analogicznie jak w pierwszej fazie, po okresie ok. 200 μ s jest załączony Q_S - rozpoczyna się wtedy rozładowywanie integratora stałym prądem. Czas tego rozładowywania jest proporcjonalny do wartości napięcia na wyjściu integratora w momencie rozpoczęcia rozładowania, czyli jest on proporcjonalny do napięcia wejściowego. Moment rozładowania do stanu początkowego jest sygnalizowany przez komparator, powodując zakończenie drugiej fazy. Stan licznika, obrazujący wynik pomiaru jest przepisywany do pamięci i prezentowany na wskaźniku.

Faza III - wyłączone są klucze Q_N^\pm i Q_X , załączony klucz Q_A , pozostają załączone klucze Q_S i Q_O .

Zamknięta pętla "auto-zera" powoduje doładowywanie kondensatorów C108 do wartości równej sumie napięć niezrównoważenia wzmacniacza, integratora i komparatora. Po zakończeniu fazy zerowania, trwającej zależnie od wielkości sygnału mierzonego 120-160 ms, napięcie to kompensuje występujące w układzie przesunięcie zera przetwornika.

4.3.2.2. C z ę ś ć c y f r o w a

UWAGA

Identyfikację, poszczególnych funkcyj w tekście dokonano poprzez oznaczenie dwuczłonowe: pierwszy człon - numer schematowy obwodu scalonego, drugi człon - numer wyjścia danego funkcyj. Jeśli obwód scalony składa się z pojedynczego funkcyj lub tekst dotyczy wszystkich funkcyj - jest pomijany drugi człon oznaczenia.

Wysterowanie poszczególnych kluczy analogowych, określających stan części analogowej przetwornika jest realizowane przez część cyfrową. Faza I - czas trwania pierwszej fazy przetwarzania jest określony przez licznik złożony z dekad IC516-520. Zdekodowanie odpowiednich stanów najwyższej dekady IC516 wyznacza wprost stany wyjść Q_x i Q_o . Faza pierwsza jest wyznaczona przez zliczenie przez licznik 9000 - 10 600 impulsów zegarowych. Ta ilość impulsów jest określona przez układ cyfrowej kalibracji, w skład którego wchodzi IC517-519, IC514/8, IC506/8, IC506/11, IC512/4, IC512/2, IC512/2, IC513/8, IC513/12 /dokładniej działanie układu opisano w p. 3.3.3.8/.

Faza II - układ stopu i polaryzacji, zbudowany z IC505, IC508/6, IC508/9 oraz IC503/11, zostaje wystartowany krótkim impulsem przez IC507/10, powodując zapisanie przez IC505 informacji z wejścia Q_c oraz wysterowanie wyjść Q_n^- , Q_n^+ oraz Q_n^+ . Jednocześnie poprzez wejście IC506/5 zostaje wyzwolony przerzutnik monostabilny IC515/4 generując na wyjściu Q_s impuls samplingowy o czasie trwania ok. 200 μs . Zmiana stanu wejścia Q_c na przeciwny, w momencie przejścia napięcia wyjściowego integratora przez poziom porównania, powoduje poprzez wyjścia IC508/6 lub IC508/9 układu stopu i polaryzacji wyzwolenia przerzutnika monostabilnego układu przepisywania IC516/5. Wygenerowany impuls jest dołączony do wejść przepisywujących pamięci IC510/5 oraz IC521-524.

W przypadku, gdy zmiana stanu Q_c nie nastąpi w okresie 12 000 impulsów drugiej fazy, wyzwolenie ww. przerzutnika przepisywania jest dokonywane w momencie zliczania 12-tysięcznego impulsu drugiej fazy poprzez IC506/3. Ma to miejsce w przypadku przekroczenia zakresu pomiarowego.

4.3.3. Bloki funkcjonalne przetwornika A/C

4.3.3.1. W z m a c n i a c z w e j ś c i o w y

Wejściowy wzmacniacz prądu stałego stanowi monolityczny wzmacniacz operacyjny ULY7741 /IC101/ poprzedzony symetrycznym stopniem zbudowanym z tranzystorów polowych BF245A, T106 i T107, dobieranych w pary w procesie montażu. Zabezpieczenie wejścia stanowią tranzystory T102 i T103;

w oparciu o tranzystor T101 zbudowano układ kompensacji prądu wejściowego - regulowanego potencjometrem R105, potencjometrem R106 jest regulowane zero napięciowe przyrządu. Rezystory R128, R129, R130, R131 umieszczone w układzie hybrydowym tworzą dzielnik sprzężenia zwrotnego wzmacniacza ustalający jego wzmocnienie w zależności od podzakresu i funkcji pomiarowej /tab. 1/.

4.3.3.2. I n t e g r a t o r

Integrator jest zbudowany na bazie wzmacniacza operacyjnego UL7741 /IC102/. Diody D102-D105 stanowią ograniczenie napięcia przełączonego przez klucz T109. Kondensator C108 jest elementem "pamiętającym" układu automatycznej korekcji zera układu przetwornika; powstające na nim napięcie dołączone jest do wejścia nieodwracającego wzmacniacza integratora.

4.3.3.3. K o m p a r a t o r

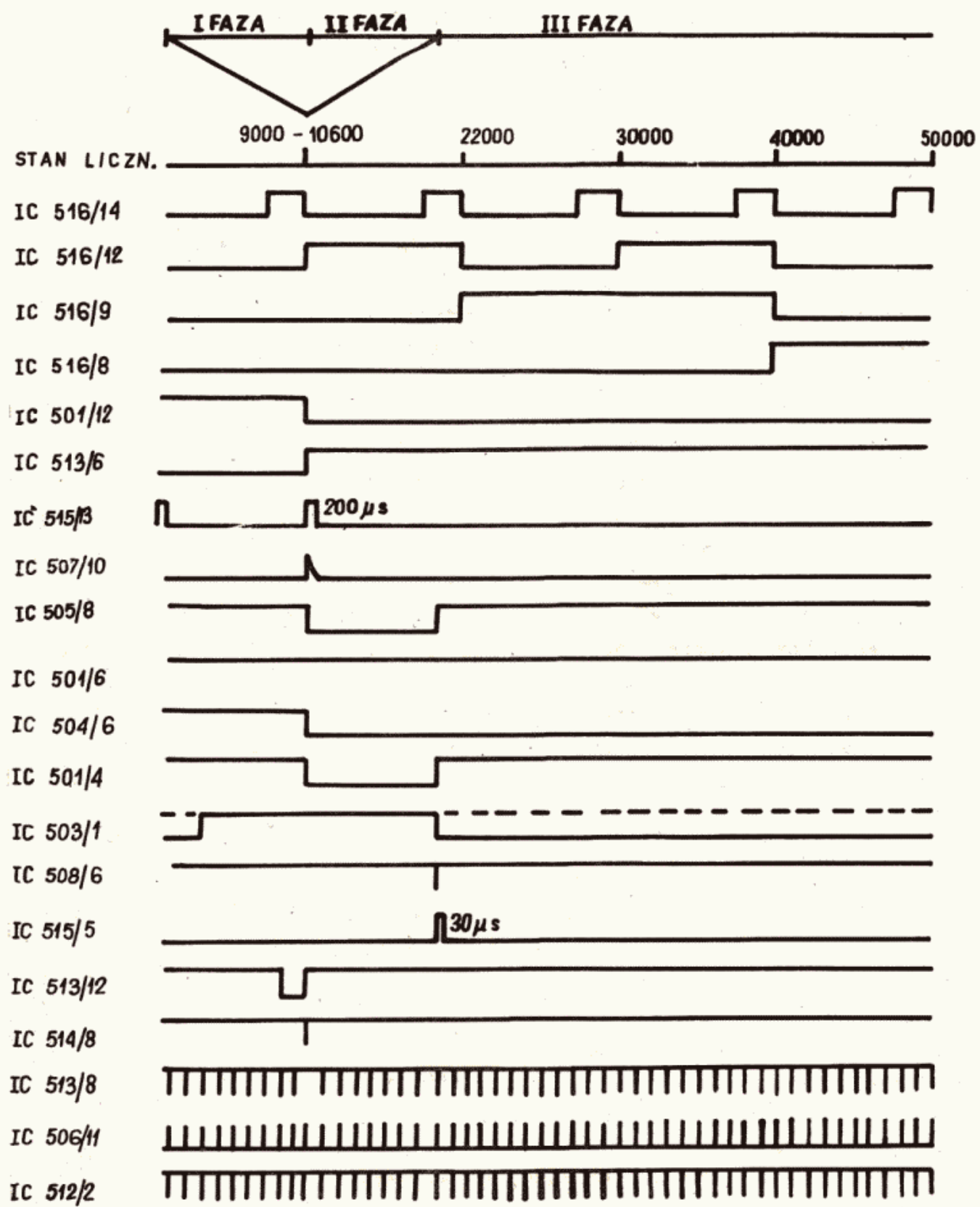
W układzie komparatora wykorzystano jako element aktywny scalony komparator ULY7710N /IC103/. Układ R142 i D109-110 stanowi progowy ogranicznik napięcia, umożliwiający wykorzystanie pełnej dynamiki wyjścia integratora wynoszący ± 10 V pomimo ograniczonej dynamiki wejścia komparatora ULY7710N, która wynosi ± 5 V. W celu optymalnego wykorzystania wzmocnienia komparatora i dopasowania się do poziomów TTL, do wyjścia komparatora dołączono układ złożony z rezystorów R1050 i R151. Wprowadzenie niewielkiego dodatniego sprzężenia zwrotnego /R147, R148/ zwiększa wzmocnienie komparatora, jak również wprowadza pożądaną wielkość histerezy komparatora.

4.3.3.4. K l u c z e a n a l o g o w e

Klucze analogowe realizują przełączenia sygnałów analogowych w układzie miernika. Każdy z nich składa się z elementu przełączającego, który stanowi tranzystor polowy złączowy BF2454 oraz elementu sterującego zbudowanego w oparciu o tranzystor bipolarny BC307A. Klucze te są sterowane z układów TTL z "otwartym" kolektorem.

Poszczególne klucze realizują następujące funkcje:

- Q_x /tranz. przeł. T104/ - załącza do wejścia nieodwracającego wzmacniacza wejściowego napięcie mierzone
- Q_o /tranz. przeł. T105/ - załącza do wejścia nieodwracającego wzmacniacza napięcie zerujące
- Q_N^{\pm} /tranz. przeł. T107/ - załącza do wejścia odwracającego wzmacniacza napięcia wyjściowe ze źródła odniesienia /niezależnie od polaryzacji napięcia/



Rys. 1. ARKUSZ PRZEBIEGÓW LOGICZNYCH I

Ujemne napięcia mierzone w zakresie pomiarowym

- Q_A /tranz. przeł. T112/ - zamyka pętlę sprzężenia układu automatycznej korekcji zera
- Q_S /tranz. przeł. T109/ - odłącza wejście integratora od wyjścia wzmacniacza wejściowego na okres ustalania się napięcia na tym wyjściu

W układzie istnieją także, sterowane bezpośrednio przez część cyfrową bipolarne elementy przełączające; realizują one następujące funkcje:

- Q_N^+ /T405/, Q_N^- /T406/ - przełączają polaryzację źródła napięcia odniesienia.

4.3.3.5. Źródło napięć wzorcowych i zasilających

Jako podstawowy element wzorcowy została wykorzystana skompensowana termicznie dioda D818E /D411/. Napięcie tej diody jest dołączone do wzmacniacza o przełączanym wzmocnieniu ± 1 ; wzmacniacz ten zbudowano w oparciu o wzmacniacz operacyjny ULY7741 /IC403/. Przełączenie wzmocnienia jest dokonywane przez bipolarny klucz tranzystorowy - T406, natomiast klucz T405 zapewnia stałe w przybliżeniu obciążenie diody wzorcowej D411 przy obu wzmocnieniach.

Stabilizatory napięć zasilających ± 15 V wykorzystują jako element wzorcowy tę samą co źródło napięć wzorcowych diodę D411. Rozwiązanie takie pozwala zmniejszyć rozrzut prądu polaryzacji tej diody w procesie produkcji /ma to istotny wpływ na stabilność napięcia/ jak również uzależnia dynamikę napięć wyjściowych wzmacniacza wejściowego i integratora /poprzez wartość napięć zasilających/ od wielkości napięcia źródła wzorcowego, a więc od poziomu przetwarzanych sygnałów.

4.3.3.6. Generator zegarowy

Jest zbudowany z elementów logicznych IC504/8, IC508/11 oraz IC507/4; stałą czasową stanowią kondensator C504 oraz rezystor R504 i potencjometr R505. Potencjometrem R505 jest ustalona częstotliwość generatora, tak aby niezależnie od ustalonej przez układ cyfrowej kalibracji wskazania ilości zliczanych w pierwszej fazie impulsów /9000-10 600/, uzyskać czas trwania tej fazy równy 40 ms.

Układ posiada następujące możliwości blokady:

- poprzez wejście 11 bramki IC504/8 /w stanie "0" na wyjściu/ - w okresie trwania impulsu samplingowego generowanego przez przerzutnik IC515/13
- poprzez wejście 13 bramki IC508/11 /w stanie "1" na wyjściu/ - w okresie trwania impulsu przepisywania generowanego przez przerzutnik IC515/5.

4.3.3.7. Układ stopu i polaryzacji

Podstawowymi elementami układu są przerzutnik "J-K" - IC505 oraz przerzutnik monostabilny IC515/5.

Układ rozpoczyna cykl pomiarowy kiedy przerzutnik IC505 jest skasowany do stanu "0" na wyjściach "0" w poprzednim cyklu pracy. Podanie krótkiego impulsu dodatniego na wejście zegarowe w momencie rozpoczęcia II fazy powoduje zapisanie do przerzutników "J-K" informacji o aktualnym stanie wejścia Q_0 , dołączonego wprost do jednego z wejść, natomiast do drugiego wejścia po inwersji. Następuje ustalenie właściwej polaryzacji źródła wzorcowego poprzez wyjścia Q_N^+ i Q_N^- - oraz załączenie wyjścia źródła do wejścia odwracającego wzmacniacza wejściowego poprzez klucz Q_N^+ .

Zmiana stanu wejścia Q_C /w momencie przekroczenia przez wyjście integratora poziomu porównania/ powoduje powstanie na jednym z wyjść IC508/6 lub IC508/9 stanu "0" - jest to sygnał startu dla monostabilnego przerzutnika przepisywania IC515/5 - podawany przez wejścia 1 lub 2 bramki IC504/12. Wyzwolenie przerzutnika monostabilnego powoduje skasowanie przerzutnika IC505, wyłączenie napięcia wzorcowego, ustalenie spoczynkowej polaryzacji źródła oraz zanik sygnału pobudzającego multiwibrator monostabilny, wytwarzanego przez IC509/6.

Sygnał wyjściowy przerzutnika monostabilnego opóźniony jest przez układ RC-C501/R506 dla zabezpieczenia przed zanikiem generacji tego przerzutnika w przypadku zbyt szybkiego zniknięcia sygnału pobudzającego.

Jeżeli w okresie II fazy nie nastąpi zmiana stanu Q_C i wyzwolenie IC515/5 w ww. sposób, zostaje on wyzwolony poprzez wejście 13 bramki IC504/12 w momencie zliczania w II fazie 12 000 impulsów. Jest to stan przekroczenia zakresu pomiarowego - do IC510/9 zostaje wpisana informacja o tym stanie powodująca świecenie "1" po znaku polaryzacji "+" lub "-" na wskaźniku przyrządu przy wygaszeniu pozostałych cyfr wskaźnika /przecinek pozostaje zapalony/.

4.3.3.8. Układ cyfrowy kalibracji wskazania

Układ ten jest zbudowany z następujących elementów logicznych: IC513/12, IC512/4, IC512/2, IC513/8, IC506/11, IC514/8, IC506/8 oraz układu zwoerek oznaczonych jako Z501-508.

Przebiegi w układzie przedstawiono na rys. 2. Bramka IC513/12 pełniąc rolę dekodera okresu kasowania, pomiędzy stanami "9" a "10" licznika IC517 wytwarza w I fazie impuls bramkujący, umożliwiający powstanie na wyjściu bramki IC514/8 impulsu kasującego, uzależnionego od sposobu

ustawienia zwerek Z501-508. Impuls ten podany przez IC506/11 na wejście kasujące liczników IC518 i IC519 powoduje ich skasowanie do stanu "0", zaś podany przez inwerter IC512/2 na wejście zegarowe IC517 powoduje zwiększenie stanu tego licznika o jednostkę. Cały licznik IC516-520 osiąga w ten sposób stan 10 000, kończąc I fazę pomiaru. Poza ww. okresem bramkującym, wyjście bramki IC513/12 pozostaje w stanie "1" powodując, że bramka IC512/8 po zliczeniu każdego kolejnego tysiąca impulsów przez licznik IC510-520 przyjmuje na wyjściu stan "0", powodujący analogicznie skasowanie do stanu "0" IC518 i IC519 oraz zwiększenie o jednostkę stanu licznika IC517. Tak więc poza okresem kasowania w I fazie, układ działa jako normalny licznik pięciodekadowy.

Zwory Z501-508 określają ilość impulsów zliczanych w I fazie, przez co zmieniana jest relacja czasowa między I a II fazą - zapewnia to możliwość cyfrowej /skokowej/ kalibracji przyrządu.

4.3.3.9. Układ wyświetlania wyniku pomiaru

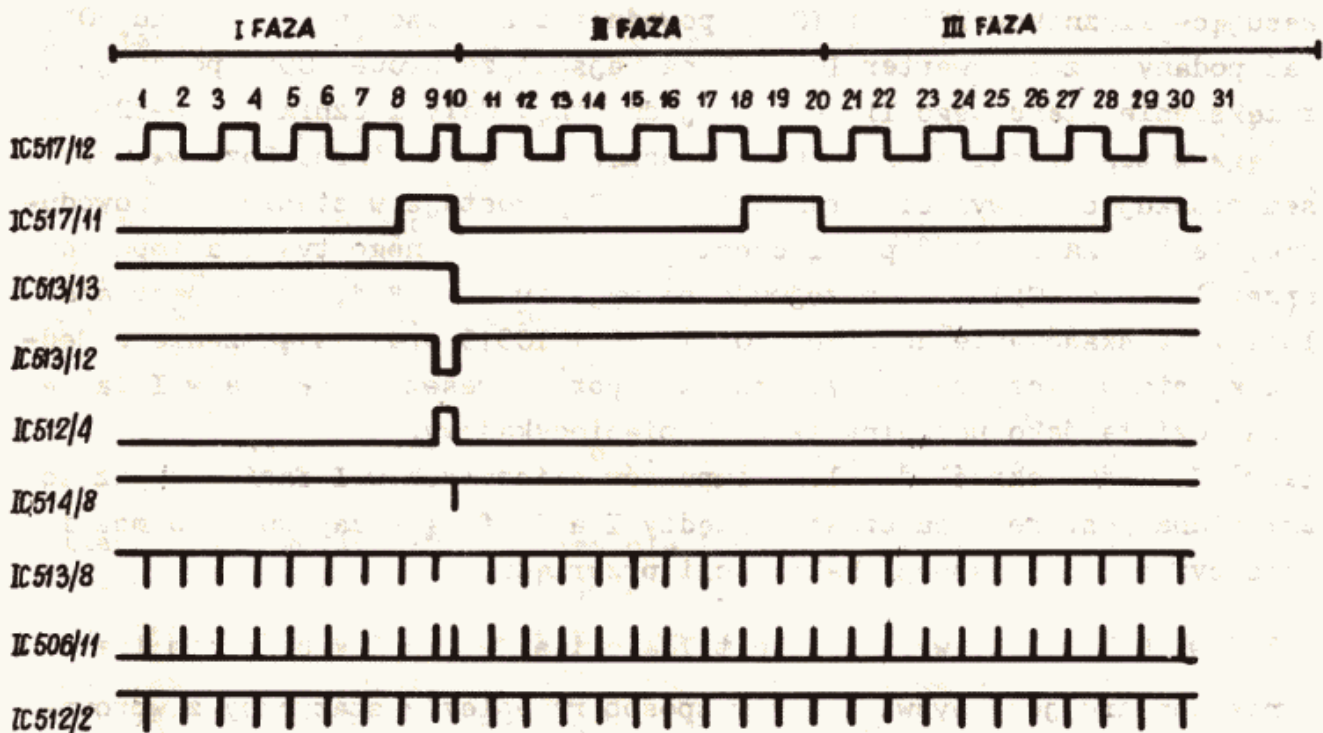
Wynik pomiaru jest wyświetlany w sposób równoległy statyczny z wprowadzeniem pewnych elementów wyświetlania dynamicznego.

Układ wyświetlania wyniku pomiaru składa się z: układu generatora komutującego /IC503/6, C507, R512/, układu sterującego dekodernami /IC507/8, IC511/3, IC511/11/, dekodernów IC525+528, rezystorów łączących wyjścia dekodernów z odpowiednimi segmentami wyświetlaczy /R601-614/, wyświetlaczy /W601-605/ oraz kluczy tranzystorowych załączających wyświetlacze /T602 i T603/.

Wyświetlacz polaryzacji \pm "1" jest sterowany bezpośrednio z wyjść elementów logicznych typu "otwarty kolektor", odpowiednio IC502/10 i IC502/8. Znak "+" jest wyłączany przy pomiarze AC przez klucz T601, sterowany przez przełączniki klawiszowe, które bezpośrednio sterują diodę świecą D601 "AC" przy pomiarze napięć i prądów przemiennych.

Układ sterowania dekodernami posiada dwa wyjścia - IC511/3 i IC511/8 /sygnały występujące na wyjściu 3 są zanegowane w stosunku do wyjścia 8/. Wyjście IC511/3 łączy się z wejściami blokującymi /4/ dekodernów IC525 i IC527 oraz steruje kluczem tranzystorowym T603, natomiast wyjście IC511/8 jest połączone z wejściami blokującymi dekodernów IC526 i IC528, sterując równocześnie kluczem T602.

Pełny cykl pracy układu jest następujący: do wejść dekodernów dołączone są odpowiadające im wyjścia pamięci, na których występują sygnały informujące o wyniku pomiaru; w pierwszej fazie cyklu pracy w stanie aktywnym znajdują się dekodery IC526, IC528, zwarty jest klucz T603 załączający napięcie zasilania do wyświetlaczy W603, W605, z wyjść dekodernów poprzez rezystory R601-614 są sterowane odpowiednie segmenty ww.



Rys. 2. ARKUSZ PRZEBIEGÓW LOGICZNYCH II

Przebiegi w układzie kalibracji cyfrowej

wskaźników, są zablokowane natomiast dekodery IC525 i IC527 /wyjścia w stanie logicznej "1"/, rozarty jest również klucz T602.

W drugim cyklu pracy w stanie aktywnym znajdują się dekodery IC525 i IC527, zwarty jest klucz T602, sterowane są wyświetlacze W602 i W604. W przypadku przekroczenia zakresu na wyjściu 9 funkora IC510/9 pojawia się stan "0" powodujący zablokowanie wszystkich czterech dekoderek, tzn. wygaszenie czterech ostatnich cyfr: sygnał "0" pojawiający się na wyjściu 8 w funkora IC502 powoduje zapalenie "1" na wskaźniku polaryzacji.

Częstotliwość pracy /przełączania w stan aktywny poszczególnych par wyświetlaczy/ ustala generator komutujący IC503/6.

4.4. Przetwornik napięcia przemiennego na napięcie stałe AC/DC

Przetwornik AC/DC składa się z dwu części:

- prostownik operacyjny,
- filtr dolnoprzepustowy operacyjny.

Prostownik operacyjny pracuje w układzie nieodwracającym, dzięki czemu uzyskuje się dużą rezystancję wejściową: pozwala na to także użycie

tranzystorów polowych w stopniu wejściowym. Podstawowe wzmocnienie jest realizowane w stopniu wejściowym, dzięki zastosowaniu kaskadowego połączenia tranzystorów BF245A i BF314, dla których obciążenie aktywne stanowi BC416C/T205. Z kolektora ww. T205 sygnał jest odbierany przez tranzystor polowy T207 i po przesunięciu poziomym przez D203 - jest sterowany tranzystor wyjściowy T208. Dzięki wzmocnieniu, realizowanemu głównie w jednym stopniu, uzyskuje się jeden dominujący biegun charakterystyki częstotliwościowej i korzystny kształt tej charakterystyki. Jest ona wstępnie kształtowana przez pojemność C202; dla mniejszego wzmocnienia układu, realizowanego dla zakresu 1 V i pochodnych, stabilną pracę uzyskuje się włączając korekcję dodatkową C201/R207. Dzięki kondensatorom separującym C207 i C208 parametry stałoprądowe wzmacniacza nie mają wpływu na stabilność wskazania /wyniku pomiaru/. Także zastosowana konfiguracja filtra aktywnego, opartego o wzmacniacz typu ULY7741 - IC201 powoduje uniezależnienie wyniku pomiaru od stałoprądowych parametrów tego wzmacniacza. Stałoprądową stabilność układu zapewniają dwie pętle: R227, R228 i C206 dla układu detektora; R234, T235 i C211 dla układu filtra.

4.5. Przetwornik rezystancji na napięcie stałe R/U

Przetwornik R/U składa się z dwu członów: podstawowego, zbudowanego na wzmacniaczu IC105 oraz kompensującego, na wzmacniaczu IC104. Zadaniem członu podstawowego jest wytworzenie na wyjściu napięcia wzorcowego omomierza, równego $1\text{ V} + U_x$, gdzie U_x - napięcie na zaciskach wejściowych, równe napięciu na rezystancji mierzonej. Dzięki temu - napięcie na rezystancji wzorcowej jest stałe i wynosi 1 V, gwarantując stałość prądu pomiarowego i liniowość wskazań.

Źródłem wyjściowym napięcia wzorcowego jest termicznie skompensowana dioda Zennera D411, z której napięcie przez rezystancje kalibracji R426...R433 oraz rezystancję główną R155, jest podawane na wejście odwracające IC105.

Na wejście nieodwracające tego wzmacniacza jest podawane napięcie z kondensatora C114, będące zapamiętanym w I fazie przetwarzania napięciem U_x , odtwarzanym na dzielniku pomocniczym R117...R126.

Ponieważ w przetworniku A/D, kondensator kompensacji auto-zera jest załączony na wejściu integratora, a więc za wzmacniaczem wejściowym - napięcie wyjściowe tego wzmacniacza jest obarczone błędem wynikającym ze znacznego dryftu termicznego zera tegoż wzmacniacza. Stanowiłoby to istotną przyczynę niestabilności napięcia wzorcowego omomierza. Dla minimalizacji zjawiska - wprowadzono człon kompensujący oparty o wzmacniacz IC104.

Tabela 1

Układ	Funkcja pomiarowa		Podzakresy					
			100.00	1.0000	10.000	100.00	1000.0	
Wzmacniacz wejściowy	DC	U	x100	x10	x10	x10	x10	-
		I	x100	x100	x100	x100	x100	-
	AC	U	x10	x10	x10	x10	x10	-
		I	x10	x10	x10	x10	x10	-
R		-	x100	x10	x10	x10	x10	
Przetwornik AC/DC V RMS/ V DC	AC	U	x10	x1	x10	x1	x1	-
	I	x10	x10	x10	x10	x10	-	
Przetwornik R/U ukł. komp.	R		-	x1	x10	x10	x10	x10
Dzielnik wejśc. DC	DC	U	+1	+1	+10	+100	+1000	-
	R		-	10 k Ω	10 k Ω	100 k Ω	1 M Ω	10 M Ω
Dzielnik wejśc. AC	AC	U	+1	+1	+100	+100	+1000	-

Pobiera on w II fazie /zerowania/ sygnał błędu z wyjścia wzmacniacza IC101, zapamiętuje go na kondensatorze C113 i podaje poprzez rezystor R156 na wejście odwracające IC105.

Faza i wzmocnienie są tak dobrane, aby kompensować dryft pojawiający się na IC105 w I fazie przetwarzania.

Wzmocnienie członu kompensacyjnego przełączane jest poprzez R153, w zależności od wzmocnienia wzmacniacza wejściowego.

4.6. Realizowane wzmocnienia w układzie

W poniższej tabeli - podano w sposób zbiorczy realizowane w przyrządzie wzmocnienia, w zależności od funkcji pomiarowej i podzakresu. Podano także podziały realizowane przez dzielniki wejściowe DC i AC.

4.7. Izolowane źródło prądowe

Jest zbudowane na bazie stabilizatora scalonego UL753N /IC404/, pracującego jako stabilizator prądu. Wewnętrzne źródło odniesienia, V_{REF} , określa potencjał wejścia nieodwracającego wzmacniacza błędu; prąd wyjściowy, płynący między zaciskami, z wyjścia ww. wzmacniacza, poprzez rezystor wzorcowy R451 i rezystory kalibracji R401...R407 wyrównuje potencjał wejścia odwracającego z ww. potencjałem wejścia nieodwracającego. W rezultacie - bez względu na rezystancję dołączoną między zaciski wyjściowe, prąd wyjściowy jest stały, równy 10 mA i określony jedynie przez wartość V_{REF} i wartość rezystancji wzorcowej.

5. OGÓLNE WYTYCZNE EKSPLOATACJI I BEZPIECZEŃSTWA

· OBSŁUGI PRZYRZĄDU

Pod względem warunków pracy przyrząd może być eksploatowany w znamionowych warunkach pracy określonych PN-77/T-06500, ark. 2 dla przyrządów I grupy, tzn.:

- temperatura pracy +5 ... +40°C /dopuszczalne zmiany temperatury w ciągu 8 h nie powinny przekraczać 20°C/
- wilgotność względna -20 ... 80% /średnia wilgotność nie powinna przekraczać 65%/
- wibracje - pomijalnie małe
- środowisko - o pomijalnie małej zawartości piasku, pyłu, soli, wody i gazów w powietrzu.

Pod względem zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym przyrząd jest wykonany w I klasie ochronności wg PN-76/T-06500, ark. 05, tzn. jest wyposażony w trójżyłowy kabel z przewodem ochronnym uziemienia. Może być eksploatowany po dołączeniu do sieci energetycznej wyposażonej w uziemienie. Pod względem bezpieczeństwa może być eksploatowany w warunkach lokalizacji bezpiecznej i niebezpiecznej.

W przyrządzie poza napięciem sieci zasilającej doprowadzonej do bezpieczników, transformatora sieciowego i wyłącznika, napięcia niebezpieczne nie występują. Jednak napięcia takie mogą być doprowadzone z zewnątrz jako sygnały pomiarowe.

Podczas pomiarów napięć powyżej 24 V należy zachować szczególną ostrożność i pamiętać, że:

- maksymalne dopuszczalne napięcie jakie może być dołączone pomiędzy zaciski "wejściowe" nie może przekraczać wartości podanych w p. 3.6,
- maksymalne dopuszczalne napięcie jakie może być dołączone pomiędzy zacisk "LO" a obudowę nie może przekraczać 250 V,
- podczas dołączania mierzonych sygnałów do zacisków pomiarowych przyrządu w pierwszej kolejności należy dołączyć zacisk niskiego potencjału "LO",
- w przypadku uszkodzenia połączeń w układzie pomiarowym jak też przeciążenia wejścia przyrządu, potencjał niebezpieczny może wystąpić na każdym z zacisków wejściowych,
- podczas pomiarów nie należy dotykać żadnych elementów będących pod napięciem.

Wszelkich napraw należy dokonywać przy wyłączonym napięciu zasilającym oraz odłączonym napięciu wejściowym.

6. KONSERWACJA I NAPRAWY

6.1. Wskazania ogólne

Kontrola okresowa przyrządu i ewentualne regulacje powinny być przeprowadzone raz na 12 miesięcy wg p. 6.3. ÷ 6.5.

Przed regulacjami i kalibracją przyrząd powinien być wyłączony z sieci zasilającej przez co najmniej 30 min.

Naprawy przyrządu powinny być dokonywane - poza wymianą bezpieczników - tylko przez wysokokwalifikowany personel zgodnie z załączonymi schematami ideowymi, opisami działania, rysunkami montażowymi płytek drukowanych oraz wykazami elementów i części zamiennych.

Przy naprawach jest niezbędna znajomość techniki cyfrowej i budowy przyrządów, których działanie jest zgodne z zasadami przetwarzania analogowo-cyfrowego.

Ponadto jest konieczna znajomość mikroelektronicznych układów scalonych.

W przypadku konieczności wymiany jakiegokolwiek elementu należy wymienić go na zgodny z wykazem elementów zamieszczonym w niniejszej instrukcji, a w przypadku elementu selekcjonowanego należy go wstępnie pomierzyć w sposób określony w p. 6.2. niniejszej instrukcji.

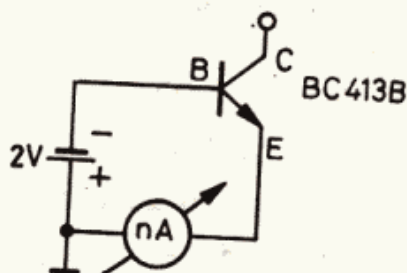
W przypadku dokonywania istotnych napraw przyrządu należy przeprowadzić pełną kalibrację i regulację przyrządu zgodnie z p. 6. niniejszej instrukcji.

6.2. Elementy selekcjonowane i dobierane w procesie produkcji

6.2.1. Tranzystory układu zabezpieczenia

W układach zabezpieczenia wejść wzmacniacza wejściowego oraz przetwornika AC/DC zastosowano po dwa selekcjonowane tranzystory bipolarne typu BC413B /T102-T103 oraz T209-T210/. Wykorzystano zjawisko Zenera występujące w spolaryzowanym zaporowo złączu baza-emiter. Selekcji dokonuje się na wartość prądu upływu przed wystąpieniem zjawiska Zenera. Pomiaru należy dokonać w układzie jak na rys. 3.

nA - miernik prądu - np. mikrowoltomierz napięcia stałego V623.



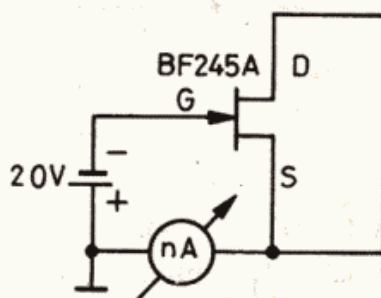
Rys. 3. Układ do pomiaru prądu I_{BE0}

Tranzystory, które mogą być użyte w układzie zabezpieczenia, powinny posiadać prąd I_{BEO} mniejszy od 50 pA przy napięciu U_{BE} równym 2 V.

6.2.2. Tranzystory kluczy wejściowych

Klucze wejściowe stanowią złączone tranzystory polowe typu BF245A /T104, T105/. Tranzystory te powinny być selekcjonowane na parametr prądu upływu I_{GSS} . Układ pomiarowy przedstawiono na rys. 4.

nA - miernik prądu - np. mikrowoltomierz napięcia stałego V623



Rys. 4. Układ do pomiaru prądu I_{GSS}

Tranzystory, które mogą być użyte jako klucze wejściowe powinny wykazywać prąd I_{GSS} mniejszy od 50 pA przy napięciu U_{GS} równym 20 V.

6.2.3. Tranzystory wzmacniacza wejściowego i przetwornika AC/DC

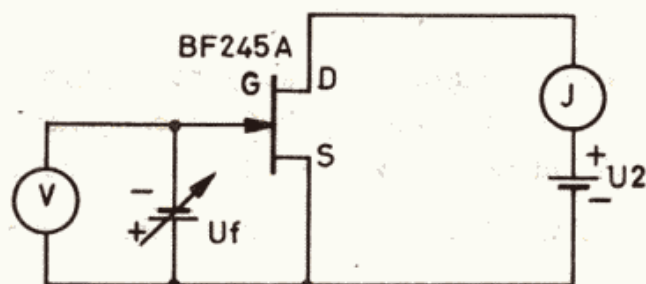
W pierwszym stopniu wejściowego wzmacniacza prądu stałego oraz w przetworniku AC/DC użyto pary złączonych tranzystorów polowych typu BF245A /T106, T107/, /T201, T202/ pracujących w układzie różnicowym.

Możliwość wykorzystania w przetworniku analogowo-cyfrowym pojedynczych tranzystorów wynika z zastosowania układu auto-zera kompensującego także dryft zera wzmacniacza wejściowego. Odcięcie składowej stałej w fazie przetwornika AC/DC pozwala także na analogiczne rozwiązanie. Niemniej - ograniczona dynamika oraz skuteczność działania tych układów powodują konieczność selekcji /parowania/ ww. tranzystorów polowych. Podstawowym parametrem określającym dryft temperaturowy stopnia różnicowego jest różnica napięć odcięcia $U_{GS/OFF}$ użytych tranzystorów - jest to pierwszy parametr selekcji.

Parametrem drugim jest różnica napięć U_{GS} - określa on możliwość wyzerowania wzmacniacza, ma także wpływ na wartość dryftu temperaturowego. Pomiarów obu parametrów dokonuje się w układzie przedstawionym na rys. 5 wg nw. procedur:

V - woltomierz cyfrowy napięcia stałego, np. V540

I - mikroamperomierz klasy 1,5



Rys. 5. Układ do pomiaru napięcia odcięcia U_{GS}

Pomiar napięcia odcięcia:

- ustawić wartość napięcia U_2 na $15 V_{\pm 1\%}$
- zwiększając wartość napięcia U_1 doprowadzić prąd drenu wskazywany przez mikroamperomierz do wartości $10 \mu A$
- odczytać na woltomierzu cyfrowym napięcie $U_{GS/OFF/}$ z dokładnością $0,001 V$ i zanotować wynik.

Pomiar napięcia U_{GS} :

- ustawić wartość napięcia U_2 na $15 V_{\pm 1\%}$
- zwiększając wartość napięcia U_1 doprowadzić prąd drenu wskazywany przez mikroamperomierz do wartości $200 \mu A$
- odczytać na woltomierzu cyfrowym napięcie U_{GS} , z dokładnością $0,001 V$ i zanotować wynik.

Po zmierzeniu całej partii tranzystorów, dobierać w pary takie tranzystory, w których:

- różnica napięć odcięcia $\Delta U_{GS/OFF}$ nie przekracza $20 mV$
- różnica napięć ΔU_{GS} nie przekracza $20 mV$.

6.2.4. Tranzystor klucza w układzie kompensującym przetwornika R/U

Tranzystor polowy złączony BF245A, użyty jako T113, przełącza napięcie wyjściowe wzmacniacza IC101 o znacznej dynamice, przy określonym poziomie dysponowanego sygnału sterującego. Selekcjonowany jest na wartość napięcia odcięcia GS/OFF/ $1,7 V$ wg układu jak w p. 6.2.3.

6.2.5. Tranzystor klucza w układzie źródła napięcia wzorcowego

Tranzystor T406 typu BC338 pracuje w układzie źródła wzorcowego jako bipolarny klucz analogowy przełączający polaryzację napięcia wyjściowego źródła.

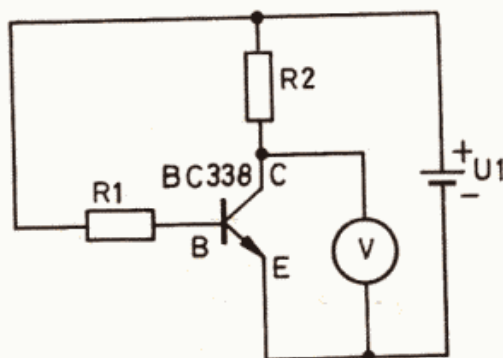
Podstawowym parametrem tranzystora, który ma wpływ na poprawną pracę

źródła, jest napięcie nasycenia U_{CESAT} .
 Układ pomiarowy przedstawiono na rys. 6.

V - woltomierz cyfrowy, np. V540

R1-7,5 k Ω \pm 5%

R2-10 k Ω \pm 5%



Rys. 6. Układ do pomiaru napięcia nasycenia U_{CESAT}

Pomiar napięcia nasycenia należy przeprowadzić w następującej kolejności:

- ustawić wartość napięcia U_1 na +15 V
- odczytać na woltomierzu cyfrowym V wartość napięcia V_{CESAT} i zanotować wynik

Jako klucz T22 mogą być użyte takie tranzystory, których napięcie U_{CESAT} jest mniejsze od 10 mV.

6.2.6. Selekcja wzmacniaczy operacyjnych integratora, układu źródła napięć wzorcowych, wzmacniacza wejściowego i przetwornika R/U

Zastosowane w układzie źródła napięć wzorcowych /IC103/ wzmacniacza wejściowego /IC101/ integratora /IC102/ i przetwornika R/U /IC105/ wzmacniacze operacyjne ULY7741 wymagają przeprowadzenia selekcji wg wartości napięcia niezrównoważenia oraz prądów polaryzacji obu wejść. Selekcji należy dokonać w układzie przedstawionym na rys. 7.

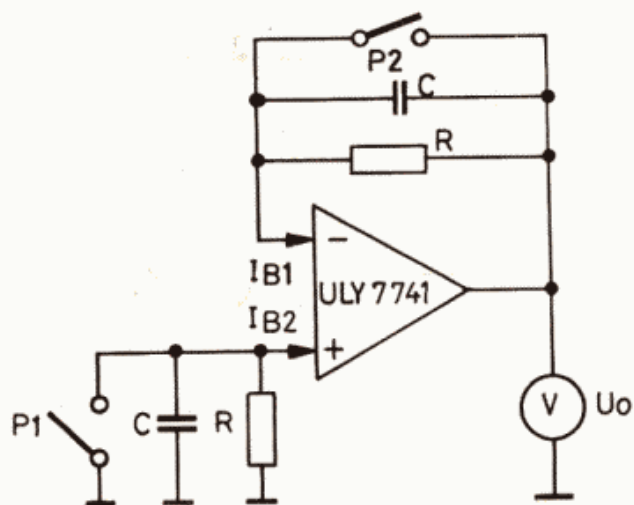
Pomiarów należy dokonać przy trzech różnych położeniach przełączników:

- | | | |
|--------------------------|-------------------|--------------------|
| - P1 zwarty, P2 rozwarty | - pomiar I_{B1} | /V ₀₁ / |
| - P1 rozwarty, P2 zwarty | - pomiar I_{B2} | /V ₀₂ / |
| - P1 zwarty, P2 zwarty | - pomiar U_{IO} | /V ₀₃ / |

R-1 M Ω \pm 0,2%

C-0,1 μ F

V - woltomierz cyfrowy, np. V540



Rys. 7. Układ do pomiaru prądów polaryzacji oraz wejściowego napięcia niezrównoważenia

W zależności od poszczególnych wskazań woltomierza cyfrowego V, obwody należy pogrupować wg tabeli 2.

Tabela 2

	Grupa I	Grupa II
$/U_1/$	100 mV	500 mV
$/U_2/$	100 mV	500 mV
$/U_3/$	2 mV	7.5 mV
Znakowanie - kolor	czerwony	niebieski

W układach: wzmacniacza wejściowego /IC101/, integratora /IC102/, przetwornika R/U /IC105/ oraz źródła napięcia wzorcowego powinny być stosowane wzmacniacze I grupy selekcyjnej, w układzie stabilizatorów +15 V /IC402/ -15 V /IC405/ filtrów AC/IC201 oraz przetwornika R/U /IC104/ mogą być stosowane wzmacniacze II grupy selekcyjnej.

6.2.7. Zerowanie wzmacniacza wejściowego

W przypadku wymiany elementów wzmacniacza wejściowego należy przeprowadzić proces jego zerowania.

W tym celu należy zewrzeć do masy układu wejście nieodwracające wzmacniacza wejściowego /bramka tranzystora T106/, do wyjścia /końcówka nr 10 IC101/ dołączyć przyrząd uniwersalny, np. V640. Regulując potencjometrem R110 doprowadzić napięcie wyjściowe do zera z dokładnością ± 50 mV.

W przypadku zbyt małego zakresu należy odpowiednio zmienić R113 i R114 lub zworki wlotowywane w ich miejsce.

6.2.8. Ustawienie częstotliwości generatora zegarowego

W przypadku takiej naprawy lub kalibracji przyrządu, kiedy zaistniała konieczność zmian zworek w układzie cyfrowej kalibracji wskazania /Z501-508/ należy ustawić czas trwania I fazy - całkowanie napięcia mierzonego - na 40 ms.

Dla dokonania regulacji należy dołączyć wejścia oscyloskopu dwustrumieniowego odpowiednio do wyjść Q_x i Q_s . Zsynchronizować obraz ujemny z boczem q_x . Potencjometrem R505, zmieniającym częstotliwość generatora zegarowego, uzyskać należy odstęp między końcem Q_s i Q_x równy 40 ms.

6.3. Zerowanie napięciowe przyrządu

W celu wyzerowania napięciowego przyrządu należy zewrzeć zaciski wejściowe i regulując potencjometrem R630 oznaczonym jako ZERO, dostępnym na płycie czołowej, uzyskać wskazanie ± 0000 . dla 100 mV DC.

W przypadku naprawy dokonywanej w obrębie układu wzmacniacza wejściowego, należy przed przystąpieniem do zerowania przyrządu wyzerować układ wzmacniacza w sposób określony w p. 6.2.7.

6.4. Kompensacja prądu wejściowego

Kompensację prądu wejściowego należy przeprowadzić po wyzerowaniu napięciowym przyrządu, na podzakresie 10 V pomiaru napięcia stałego. Dokonać należy zwarcia zacisków wejściowych "HI" i "LO" i regulując potencjometrem R105 oznaczonym jako " I_{WE} " doprowadzić wskazanie miernika do zera.

Po przeprowadzeniu kompensacji prądu wejściowego - należy sprawdzić "zero" napięciowe przyrządu i ewentualnie postępowanie powtórzyć.

6.5. Kalibracja

Kalibracja multimetru, ze względu na jego wielofunkcyjność oraz wzajemne zależności regulacji, dokonana być powinna w niżej przedstawionej kolejności z tym, że procedury wg p. 6.5.2. i 6.5.3. mogą być wykonywane wymiennie.

6.5.1. Kalibracja przetwornika A/D

Kalibrację podstawową dokonuje się na podzakresie 1 V DC dwuetapowo: wstępna kalibracja skokowa /"cyfrowa"/, przeprowadzana za pomocą zworek Z501...508 oraz płynna - potencjometrami R137 i R423. Przed przystąpieniem do kalibracji należy dokonać wyzerowania przyrządu wg p. 6.3. oraz kompensacji prądu wejściowego wg p. 6.4.

Tabela 3

Liczba jednostek	Układ zworek			
	Z501	Z502	Z503	Z504
0	-	-	-	-
10	+	-	-	-
20	-	+	-	-
30	+	+	-	-
40	-	-	+	-
50	+	-	+	-
60	-	+	+	-
70	+	+	+	-
80	-	-	-	+
90	+	-	-	+

Tabela 4

Liczba jednostek	Układ zworek			
	Z505	Z506	Z507	Z508
0	-	-	-	-
100	+	-	-	-
200	-	+	-	-
300	+	+	-	-
400	-	-	+	-
500	+	-	+	-
600	-	+	+	-
700	+	+	+	-
800	-	-	-	+
900	+	-	-	+
1000	-	+	-	+
1100	+	+	-	+
1200	-	-	+	+
1300	+	-	+	+
1400	-	+	+	+
1500	+	+	+	+

"+" - oznacza wlotowanie zwory; "-" - oznacza brak zwory

Wymienione w 1 kolumnie liczby jednostek można sumować algebraicznie aby osiągnąć żądane wskazanie.

Sposób postępowania jest następujący:

- a/ wylutować wszystkie zwory Z501...508,
- b/ potencjometry płynnej kalibracji R137 i R423 ustawić w środkowym położeniu,
- c/ do zacisków wejściowych przyrządu "HI" i "LO" dołączyć sygnał wzorcowy 0,9 V o polaryzacji dodatniej,
- d/ dobrać układ zwerek Z501-508 kierując się informacjami zawartymi w tabeli 3 i 4 - włączenie odpowiedniej zwory /lub zwór/ odpowiada zwiększeniu wskazania kalibrowanego przyrządu o ilość jednostek podaną w tabeli /należy pamiętać, że zakres płynnej regulacji wynosi ok. 50 jednostek/,
- e/ potencjometrem R137 oznaczonym jako "KAL 1 V DC +" ustawić wskazanie równe sygnałowi wzorcowemu,
- f/ zmienić polaryzację sygnału na ujemną, potencjometrem R423 oznaczonym jako "KAL 1 V DC -" ustawić wskazanie równe sygnałowi wzorcowemu,
- g/ sprawdzić dla obu polaryzacji dokładność wskazań w całym zakresie mierzonych wielkości.

UWAGA

Regulacja potencjometrem R137 oddziałuje na wskazania dla obu polaryzacji, natomiast potencjometrem R423 jedynie dla polaryzacji ujemnej.

Dodatkowo - dokonać należy kalibracji podzakresu 100 mB.

Po przełączeniu miernika na ten zakres - podać na wejście napięcie wzorcowe zbliżone do zakresowego, o dowolnej polaryzacji. Zwierając, za pomocą odpowiednich, nadrukowanych na płycie od strony druku, par kontaktowych, rezystory R132 i R133, dokonać kalibracji skokowej podzakresu. Kalibrację płynną wykonać za pomocą potencjometru R134 oznaczonego "KAL 100 mV DC".

Sprawdzić wskazanie dla polaryzacji odwrotnej.

6.5.2. Kalibracja przetwornika R/U

Kalibracja przetwornika R/U obejmuje trzy czynności: kompensację prądu wzmacn. IC105, ustawienie wartości napięcia wzorcowego oraz regulację liniowości.

Dla dokonania kompensacji prądu należy załączyć oscyloskop na wyjście wzmacniacza IC105, potencjometrem R157 uzyskać minimum tętnień.

Ustawienie wartości napięcia wzorcowego jest dokonywane w następujący sposób:

- włączyć podzakres 10 k Ω pomiaru rezystancji,
- zewrzeć zaciski HI i LO,

- dokonując odpowiednich zwarć pól kontaktowych, zwierających rezystory R429...R433 oraz dokonując końcowej regulacji potencjometrem R428, oznaczonym "KAL 10 k Ω " uzyskać na wyjściu IC105 napięcie równe -1 V.

Regulacja liniowości wskazań jest dokonywana wg nw. procedury:

- na podzakresie jw. na wejście miernika załączyć rezystor wzorcowy 10 k Ω \pm 0,01%,
- dokonując odpowiednich zwarć pól kontaktowych, zwierających rezystory R120...R122 oraz dokonując końcowej regulacji potencjometrem R119, oznaczonym "LIN 10 k Ω ", uzyskać wskazanie miernika równe 10,000 k Ω ,
- przełączyć miernik na podzakres 1 k Ω pomiaru rezystancji; na wejście miernika podać napięcie -100 mV DC. Napięcie na wyjściu IC105 powinno wynosić -1,1000 V z dokładnością \pm 1 mV.

6.5.3. Zerowanie przetwornika AC/DC

Zerowanie przetwornika AC/DC dokonuje się potencjometrem R20 oznaczonym "ZEROWANIE AC". Zerowania dokonać należy na podzakresie 100 mV AC, przy zwartych zaciskach wejściowych.

6.5.4. Kalibracja przetwornika AC/DC oraz dzielnika wejściowego AC

Kalibrację przetwornika AC/DC dokonuje się na dwu podzakresach: 1 V i 100 mV.

Procedura postępowania przy kalibracji jest następująca:

- włączyć podzakres 1 V pomiaru napięcia przemiennego,
- na wejście multimetru podać napięcie wzorcowe przemiennie 1 V o częstotliwości 1 kHz,
- dokonując odpowiednich zwarć pól kontaktowych, zwierających rezystory R220 i R221, oraz przeprowadzając końcową regulację potencjometrem R222, oznaczonym "KAL 1 V AC" uzyskać wskazanie multimetru 1,0000 V,
- zmienić częstotliwość napięcia wzorcowego na 100 kHz. Trymerem C204 oznaczonym "KOMP 1 V AC" dokonać kompensacji charakterystyki częstotliwościowej. Sprawdzić płaskość charakterystyki w paśmie częstotliwości. W przypadku trudności - załączyć jedną z wartości pojemności C201a.

W sposób analogiczny dokonać kalibracji i kompensacji charakterystyki na podzakresie 100 mV, korzystając odpowiednio z rezystorów R216 i R217, potencjometru R218 i trymera C205.

Kalibracja dzielnika wejściowego AC jest dokonywana na podzakresach 10 V i 1000 V, z kontrolą podzakresu 100 V.

Procedura postępowania jest następująca:

- włączyć podzakres 10 V pomiaru napięcia przemiennego,
- na wejście multimetru podać napięcie wzorcowe przemiennie 10 V o częstotliwości 1 kHz,

- regulując podział dzielnika potencjometrem R7 oznaczonym "KAL 10 V AC", uzyskać wskazanie 10,000 V,
- zmienić częstotliwość napięcia wzorcowego na 100 kHz. Dobierając wartość pojemności C1 oraz przeprowadzając końcową regulację trymerem C2, oznaczonym "KOMP 10 V AC", dokonać kompensacji charakterystyki częstotliwościowej dzielnika. Dokonać sprawdzenia wskazania dla wszystkich ww. częstotliwości, na podzakresie 100 V dla sygnału zakresowego.

W miarę potrzeby - dokonać korekcji ustawienia elementów regulacyjnych, w przypadku niezbędnej potrzeby dokonując korekty zestrojenia przetwornika AC/DC.

Podobnie zestroić należy podzakres 1000 V, korzystając z potencjometru R11 oznaczonego "KAL 1000 V AC", kondensatora dobieranego C3 oraz trymera C4, oznaczonego "KOMP 1000 AC".

6.5.5. Kalibracja źródła prądowego

Kalibracji źródła prądowego dokonuje się załączając do zacisków wyjściowych wzorcowy miernik prądu o zakresie 10 mA oraz dokonując regulacji wartości prądu wyjściowego za pomocą zwierania pól kontaktowych zwierających rezystory R401-R405 oraz dokonując końcowej regulacji potencjometrem R406 /elementy oznaczone "KAL. ZR PRADU"/.

6.5.6. Uwagi końcowe

Nie wymienione w poprzedzających punktach podzakresy 10 V, 100 V i 1000 V pomiaru napięcia stałego, 100 k Ω ...10.000 k Ω pomiaru rezystancji oraz wszystkie podzakresy pomiaru prądów stałych i przemiennych nie posiadają odrębnych organów kalibracyjnych. Uzyskiwanie na nich założonych dokładności wynika z dokonania ww. regulacji oraz z dokładności rezystorów, użytych w odpowiednich dzielnikach i bocznikach wejściowych.

6.5.7. Układ elementów regulacyjnych

Układ elementów regulacyjnych, używanych w procesie kalibracji multi-metru, podano na rys. 11 i 12. Pokazano zarówno elementy używane w procesie regulacji płynnej, jak i skokowej.

7. SKŁADOWANIE I TRANSPORT

Przyrząd powinien być pakowany, przechowywany i transportowany zgodnie z PN-76/T-06500, ark. 8.

Powinien być składowany w pomieszczeniach czystych i wentylowanych, o temperaturze nie niższej niż +5°C i wilgotności nie większej niż 80%. Do przechowywania przez czas krótszy niż 6 miesięcy, wyroby mogą być

zapakowane w opakowaniu transportowym; natomiast przechowywanie dłuższe powinno odbywać się bez opakowań transportowych, np. na regałach. Przyrząd może być przewożony dowolnym środkiem transportu, przy czym skrzynie z wyrobami przy otwartych środkach transportu powinny być zabezpieczone i przykryte. Transport może odbywać się w temperaturze -25°C do $+55^{\circ}\text{C}$, wilgotności względnej do 95%, ciśnieniu atmosferycznym od 600 do 1060 mbar.

Niedopuszczalny jest transport środkami przewozu, które są zanieczyszczone aktywnie działającymi chemikaliami, pyłem węglowym, cementowym lub innym.

8. WYKAZ ELEMENTÓW

Lp.	Ozn. schem.	Oznaczenie elementów
1	2	3
1	8.1.	<u>Płytką analogową</u>
2		Obwody wejść. i przeł.
3	R1	RM-69z-9M Ω \pm 0,05%
4	R2	RM-70z-900k Ω \pm 0,05%
5	R3	RM-70z-90k Ω \pm 0,05%
6	R4	RM-67z-10k Ω \pm 0,05%
7	R5	TR164-1W-499k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
8	R5a	TR164-1W-499k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
9	R6	TR161-025W-11.1k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
10	R7	CN.15.1-1W-15k Ω \pm 20%
11	R8	MFR-0,25W-104k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
12	R9	MFR-0,25W-8.25k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
13	R10	TR161-0,25W-1,13k Ω \pm 0,25W-15.10 ⁻⁶ /°C
14	R11	CN.15.1-1W-1k Ω \pm 20%
15	R12	MŁT-0,5W-5,1M Ω / \pm 5%/B-55/125/21
16	R13	RWP-1W-1k Ω -0,2%-25.10 ⁻⁶ /°C
17	R14	RWP-1W-100 Ω -0,2%-25.10 ⁻⁶ /°C
18	R15	RWP-1W-10 Ω -0,2%-25.10 ⁻⁶ /°C
19	R16	Rezystor drutowy 1 wg D-30-6550
20	R17	Rezystor drutowy 0,1 wg D-30-6551
21	R18	MŁT-0,25-10 Ω / \pm 5%/B-55/125/21
22	R19	MŁT-0,25-100k Ω / \pm 5%/B-55/125/21
23	R20	CN.15.1-1W-15k Ω \pm 20%
24	C1	{ KSF-020-510pF \pm 2%-25V-567
25		{ KSF-020-560pF \pm 2%-25V-567
26		{ KSF-020-620pF \pm 2%-25V-567
27		{ KSF-020-10pF \pm 20%-630V-567
28	C1a	{ KSF-020-16pF \pm 20%-630V-567
29		{ KSF-020-22pF \pm 20%-630V-567
30		{ KSF-020-33pF \pm 20%-630V-567
31	C2	KCD-N47-10-d-3/10-250V-656
32	C3	{ KSF-020-5.1nF \pm 2%-25V-567
33		{ KSF-020-5.6nF \pm 2%-25V-567
34		{ KSF-020-6.2nF \pm 2%-25V-567
35		{ KSF-020-47pF \pm 10%-630V-567

1	2	3
36	C3a	KSF-020-82pF±10%-630V-567
37		KSF-020-130pF±5%-400V-567
38		KSF-020-180pF±5%-400V-567
39		KSF-020-220pF±5%-400V-567
40		KSF-020-270pF±5%-400V-567
41		KSF-020-300pF±5%-400V-567
42	C4	KCD-N1500-10-d-10/60-250V-656
43	C5	KCP-18-C-5,6-D-2000V-658
44	C6	MKSE-018-02a-0,47μF-10%-400V-567
45	C7	MKSE-018-02a-0,47μF-10%-100V-567
46		
47		
48		
49		
50		
51	WT1	WTA-T-N-250/2A
52	WT2	WTA-T-N-250/32mA
53	WT3	WTA-T-N-250/63mA
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		Przetwornik A/D część analogowa
		Przetwornik R/U
62	IC101	ULY7741N*
63	IC102	ULY7741N*
64	IC103	ULY7710N
65	IC104	ULY7741N*
66	IC105	ULY7741N*
67		
68		
69		
70		
71		
72	T101	BC 413B
73	T102	BC 413B*
74	T103	BC 413B*

1	2	3
75	T104	BF 245A [*]
76	T105	BF 245A [*]
77	T106	BF 245A [*]
78	T107	BF 245A [*]
79	T108	BC 413B
80	T109	BF 245A
81	T110	BF 245A
82	T111	BF 245A
83	T112	BF 245A
84	T113	BF 245A
85	T114	BF 245A
86	T115	BC 307A
87		
88	D101	BZP683 C5V6
89	D102 D116	÷ BAYP 95
90	D117	BZP683 C5V6
91	D118 D119	÷ BAYP 95
92	R101	MFR-0,5W-10kΩ -5%-150.10 ⁻⁶ /°C
93	R102	MFR-0,5W-10kΩ -5%-150.10 ⁻⁶ /°C
94	R103	MET-0,25W-5,1kΩ -5%-B-55/125/21
95	R104	MET-0,25W-1,8kΩ ±5%-B-55/125/21
96	R105	CN.15.1-1W-15kΩ ±20%
97		
98	R107	MET-0,5W-5,1MΩ ±5%/B-55/125/21
99	R108	MFR-0,25W-20Ω -5%-100.10 ⁻⁶ /°C
100	R109	MET-0,25-15kΩ /±5%/B-55/125/21
101	R110	TVP-102-0,1W-220Ω
102	{R111 /DH101/	HRY 811R-2CR1F12K4B
103	{R112	
104	R113}	MFR-0,25W-24.9Ω -2%-100.50.10 ⁻⁶ /°C
105	R114}	MFR-0,25W-130Ω -2%-100-50.10 ⁻⁶ /°C
106	R115	MFR-0,25W-12,1kΩ -2%-50.10 ⁻⁶ /°C
107	R116	MET-0,25W-10kΩ ±5%-B-55/125/21
108	R117	MFR-0,25W-1,82kΩ -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
109	R118	MFR-0,25W-3,92kΩ -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
110	R119	CN 15.1-1W-680Ω ±20%
111	R120	MFR-0,25W-845Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
112	R121	MFR-0,25W-422Ω -1%-100.10 ⁻⁶ /°C
113	R122	MFR-0,25W-210Ω -1%-100.10 ⁻⁶ /°C

1	2	3
114	R123	TR161-0,25W-53,0kΩ±0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
115	R124	MET-0,25W-100kΩ±5%-B-55-/125/21
116	R125	TR161-0,25W-6,57kΩ-0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
117	R126	TR161-0,25W-649Ω-0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
118	R127	MFR-0,25W-69,8kΩ-1%-100.10 ⁻⁶ /°C
119	R128 R129	Dzielnik HRY101iR /DH102/
120	R130 R131	
121		
122	R132	MFR-0,25W-422Ω-1%-100.10 ⁻⁶ /°C
123	R133	MFR-0,25W-845Ω-0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
124	R134	CN 15.1-1W-680Ω
125	R135	MFR-0,25W-3,32kΩ-0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
126	R136	MFR-0,25W-1,5kΩ-0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
127	R137	CN 15.1-1W-680Ω
128	R138	MET-0,25W-15kΩ±5%-B-55-/125/21
129	R139	MET-0,25W-100kΩ±5%-B-55-/125/21
130	R140	MET-0,25W-1MΩ±5%-B-55-/125/21
131	R141	MET-0,25W-30Ω±5%-B-55-/125/21
132	R142	MET-0,25W-2,2kΩ±5%-B-55-/125/21
133	R143	MET-0,25W-1,5kΩ±5%-B-55-/125/21
134	R144	MET-0,25W-100Ω±5%-B-55-/125/21
135	R145	MET-0,25W-1MΩ±5%-B-55-/125/21
136	R146	MET-0,25W-390Ω±5%-B-55-/125/21
137	R147	MET-0,25W-2MΩ±5%-B-55-/125/21
138	R148	MET-0,25W-1,8kΩ±5%-B-55-/125/21
139	R149	MET-0,25W-1,8kΩ±5%-B-55-/125/21
140	R150	MET-0,25W-1,5kΩ±5%-B-55-/125/21
141	R151	MET-0,25W-15kΩ±5%-B-55-/125/21
142	R152	MET-0,25W-1MΩ±5%-B-55-/125/21
143	R153	MFR-0,25W-2kΩ±0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
144	R154	MFR-0,25W-18kΩ-0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
145	R155	TR161-0,25W-14,7kΩ,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
146	R156	MFR-0,25W-150kΩ,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
147	R157	CN 15.1-1W-4,7MΩ±20%
148	R158	MET-0,25W-2MΩ±5%-B-55-/125/21
149	R159	TR161-0,25W-1,8kΩ,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
150	R160	MET-0,25W-270kΩ±5%-B-55-/125/21
151		
152		

1	2	3
153		
154		
155		
156	C101	MKSE-018-02a-0, 47 μ F-10%-100V
157	C102	KCPf-1B-C-5x5-33-K-25-658
158	C103	KCPf-1B-U-5x5-91-K-26-658
159	C104	KCPf-1B-U-5x5-91-K-25-658
160	C105	typ 2 04/U-10 μ F/25V
161	C106	typ 2 04/U-10 μ F/25V
162	C107	MKSE-018-02a-0, 68 μ F \pm 5%-100V
163	C108	196D-220 μ F \pm 20%-6, 3V
164	C109	KFPm-2C-10x10-1u-M-63-455
165	C110	KFP-2B-6-470-M-160-658
166	C111	typ 2 04/U-10 μ F/25V
167	C112	typ 2 04/U-10 μ F/25V
168	C113	196D-4, 7 μ F \pm 20%-35V
169	C114	196D-4, 7 μ F \pm 20%-35V
170	C115	KFP-2B-5-470-M-160-658
171	C116	KFPf-2E-5x5-2n2-Z-25-658
172		
173		
174		
175		
		<u>Przetwornik AC/DC</u>
176	IC201	ULY 7741 N ^{3E}
177	T201	BF 245A ^{3E}
178	T202	BF 245A ^{3E}
179	T203	BF 314
180	T204	BF 314
181	T205	BC 416B
182	T206	BF 314
183	T207	BF 245A
184	T208	BF 314
185	T209	BC 413B ^{3E}
186	T210	BC 413B ^{3E}
187		
188		
189		
190		
191		

1	2	3
192	D203	BZP 683 - C24
193	D204	BAYP 95
194	D205	BAYP 95
195		
196		
197		
198		
199		
200		
201	R201	MET-2W-20k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
202	R202	MET-0,25-10k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
203	R203	MET-0,25-680 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
204	R204	MET-0,25-3,3k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
205	R205	MET-0,25-1,0k Ω \pm 5%-B-/125/21
206	R206	MET-0,25-2,7k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
207	R207	MET-0,25-300 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
208	R208	MET-0,25-47 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
209	R209	MET-0,25-47 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
210	R210	MET-0,25-3,3k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
211	R211	MET-0,25-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
212	R212	MET-0,25-2,2k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
213	R213	MET-0,25-33k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
214	R214	TR161-0,25-1,15k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
215	R215	TR161-0,25-9,42k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
216	T216	MFR-0,25-953 Ω \pm 1%-50.10 ⁻⁶ /°C
217	R217	MFR-0,25-475 Ω \pm 1%-50.10 ⁻⁶ /°C
218	R218	CN 15.1-1W-680 Ω \pm 20%
219	R219	TR161-0,25-42,2k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
220	R220	MFR-0,25-1,37k Ω \pm 1%-50.10 ⁻⁶ /°C
221	R221	MFR-0,25-698 Ω \pm 1%-50.10 ⁻⁶ /°C
222	R222	CN 15.1-1W-1k Ω \pm 20%
223	R223	MET-0,25-120k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
224	R224	MET-0,25-1,5k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
225	R225	MET-0,25-10k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
226	R226	MET-0,25-100 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
227	R227	MET-0,25-100k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
228	R228	MFR-0,25-68,1 Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
229	R229	TR161-0,25-20,3k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
230	R230	TR161-0,25-20,3k Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
231	R231	MFR-0,25-9,09k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C

1	2	3
232	R232	MFR-0,25-9,09k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
233	R233	MLT-0,25-100k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
234	R234	MLT-0,25-100k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
235	R235	MLT-0,25-51k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
236		
237		
238		
239		
240		
241	C201	KSF-020-910pF \pm 5%-25V-567
242	C202	KCPf-1B-C-5x5-33-K-25-658
243	C203	KCP-1B-C-5-d-5,6-D-250-658
244	C204	KCD-7d-N1500-7/35-160-656
245	C205	KCD-7d-N1500-7/35-160-656
246	C206	KFPm-2C-10x10-1 μ -M-63-455
247	C207	196D-4,7 μ F \pm 20%-35V
248	C208	196D-220 μ F \pm 20%-6,3V
249	C209	MKSE-018-02a-1,5 μ F \pm 20%-100V
250	C210	MKSE-018-02a-1,5 μ F \pm 20%-100V
251	C211	KFPm-2C-10x10-1 μ -M-63-455
252	C212	KFPm-2C-10x10-1 μ -M-63-455
253		KSF-020-270pF-5%-400V-567
254	C201a	KSF-020-510pF-2%-25V-567
255		KSF-020-910pF-5%-25V-567
256	C213	MKSE-020-0,22 μ F \pm 20%-100V
257		
258		
259		
260		
261		
262		
263		
264		
265		
266		
267		
268		
269		
270		
271		

1	2	3
272		
273		
274		
275		
276		
277		
278		
279		
280		
		<u>8.2. Płytki cyfrowe</u>
281	281	Zasilacze, źródło wzorcowe, źródło izolow. wzmacn. kluczy
282	IC401	UL 7505L
283	IC402	ULY 7741N ^{SE}
284	IC403	ULY 7741N ^{SE}
285	IC404	UL 7523N
286	IC405	ULY 7741N ^{SE}
287		
288		
289		
290		
291	T401	BD 281
292	T402	BD 282
293		
294		
295	T405	BC 338 16
296	T406	BC 338 16
297	T407	BF 245A
298	T408	BC 307A
299	T409	BC 307A
300	R410	BC 307A
301	T411	BC 307A
302	R412	BC 307A
303		
304		
305		
306		
307	D401	BYP 401/50
308	D402	BYP 401/50
309	D403	BYP 401/50

1	2	3
310	D404	BYP 401/50
311	D405	BYP 401/50
312	D406	BYP 401/50
313	D407	BYP 401/50
314	D408	BYP 401/50
315	D409	BYP 401/100
316	D410	BYP 401/100
317	D411	D 818E
318	D412	BAYP 95
319	D413	BAYP 95
320	D414	BAVP 18
321	D415	BZP 683 C5V6
322	D4C5A	BYP 401/50
323	D406A	BYP 401/50
324	D407A	BYP 401/50
325	D408A	BYP 401/50
326		
327	R401	MFR-0,5W-210k Ω \pm 1%-100.10 ⁻⁶ /°C
328	R402	MFR-0,25W-115k Ω \pm 1%-100.10 ⁻⁶ /°C
329	R403	MFR-0,25W-58,3k Ω \pm 0,5%-100.10 ⁻⁶ /°C
330	R404	MFR-0,25W-29,1k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
331	R405	MFR-0,25W-14,5k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
332	R406	CN 15.1-1W-680 Ω \pm 20%
333	R407	MFR-0,25W-8,87k Ω \pm 0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
334	R408	MET-0,125W-200 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
335		
336	R410	MFR-0,25W-6,19k Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
337	R411	MFR-0,25W-619 Ω -2%-150.10 ⁻⁶ /°C
338	R412	MFR-0,25W-9,31k Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
339		
340	R414	MFR-0,25W-8,16k Ω -1%-10.10 ⁻⁶ /°C
341	R415	MET-0,25W-820 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
342	R416	MFR-0,25W-8,16k Ω -1%-100.10 ⁻⁶ /°C
343		
344	R418	MFR-0,25W-4,02k Ω -2%-100.10 ⁻⁶ /°C
345	R419	MFR-0,25W-6,04k Ω -2%-100.10 ⁻⁶ /°C
346	R420	MET-0,25W-7,5k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
347	R421	HRY 811R-2CR1E 12K4B
348	R422	

1	2	3
349	R423	CN 15.11-1W-680 Ω \pm 20%
350	R424	MFR-0,25W-75 Ω -2%-100.10 ⁻⁶ /°C
351	R425	MET-0,25W-1,8k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
352	R426	MFR-0,25W-1,5k Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
353	R427	MFR-0,25W-931 Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
354	R428	CN 15.1-1W-680 Ω \pm 20%
355	R429	MFR-0,25W-57,6 Ω -1%-100.10 ⁻⁶ /°C
356	R430	MFR-0,25W-115 Ω -1%-100.10 ⁻⁶ /°C
357	R431	MFR-0,25W-232 Ω -0,5%-100.10 ⁻⁶ /°C
358	R432	MFR-0,25W-464 Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
359	R433	MFR-0,25W-931 Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
360	R434	MET-0,25W-100k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
361	R435	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
362	R436	MET-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
363	R437	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
364	R438	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
365	R439	MET-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
366	R440	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
367	R441	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
368	R442	MET-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
369	R443	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
370	R444	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
371	R445	MET-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
372	R446	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
373	R447	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
374	R448	MET-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
375	R449	MET-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
376	R450	MFR-0,25W-464 Ω -0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
377	R451	TR161-0,25W-816 Ω \pm 0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
378		
379		
380		
381		
382		
383	C401	typ 2-04/U-100uF/25V
384	C402	typ 2-02/E-2200uF/16V
385	C403	typ 2-02/E-2200uF/16V
386	C404	158D-4,7uF \pm 20%-35V
387	C405	typ 2-02/E-470uF/25V
388	C406	typ 2-02/E-470uF/25V

1	2	3
389	C407	KFP-2B-6-470-M-160-658
390	C408	typ 2 04/U-10uF/25V
391	C409	typ 2 04/U-10uF/25V
392	C410	KFPm-2C-10x10-220n-M-63-455
393		
394		
395		
396		
397		
398	WT401	WTA-T-N-250/125nA
399	WT402	WTA-T-N-250/125mA
400		
401		
402		
403		
404		
405		
		<u>Przetwornik A/D - część cyfrowa</u>
406	IC501	UCY 7406N
407	IC502	UCY 7407N
408	IC503	UCY 74132N
409	IC504	UCY 7410N
410	IC505	UCY 7473N
411	IC508	UCY 7400N
412	IC507	UCY 7404N
413	IC508	UCY 7400N
414	IC509	UCY 7400N
415	IC510	UCY 7474N
416	IC511	UCY 7408N
417	IC512	UCY 7404N
418	IC513	UCY 7410N
419	IC514	UCY 7430N
420	IC515	UCY 74123N
421	IC516	UCY 7493N
422	IC517	UCY 7493N
423	IC518	UCY 7493N
424	IC519	UCY 7490N
425	IC520	UCY 7493N
426	IC521	UCY 7475N
427	IC522	UCY 7475N

1	2	3
428	IC523	UCY 7475N
429	IC524	UCY 7475N
430	IC525	UCY 7447N
431	IC526	UCY 7447N
432	IC527	UCY 7447N
433	IC528	UCY 7447N
434		
445	D501	AAP 152
446	D502	AAP 152
447	D503	AAP 152
448	D504	AAP 152
449	R501	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
450	R502	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
451	R503	MLT-0,25W-390 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
452	R504	MFR-0,25W-340 Ω -1%-50.10 ⁻⁶ /°C
453	R505	TVP-102-0,1W-100 Ω \pm 5%-25/085/14
454	R506	MLT-0,25W-100 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
455	R507	MLT-0,25W-15k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
456	R508	MFR-0,25W-20,5k Ω -2%-100.10 ⁻⁶ /°C
457	R509	MFR-0,25W-20,5k Ω -2%-100.10 ⁻⁶ /°C
458	R510	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
459	R511	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
460	R512	MLT-0,25W-100 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
461	R513	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
462	R514	MLT-0,25W-5,1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
463		
464		
465	C501	KFPf-2E-5x5-2n2-Z-25-658
466	C502	KCPf-1B-T-5x5-68-K-25-658
467	C503	KFPm-2C-5x5-15n-M-63-455
468	C504	KCPm-1B-U-10x10-4700-I-63-455
469	C505	KFPf-2F-5x5-4,7n-Z-25-658
470	C506	KFPm-2C-5x5-33n-M-63-455
471	C507	typ 2-04/U-47uF/6,3V
472	C508	KCPf-1B-T-5x5-68-K-25-658
473		
474		
475		
476		
477		

1	2	3
478		
479		
480		
481		
482		
483		
484		
485		
486		
487		
488		
489		
490		
	8.3. Płytki wyświetlaczy	
491	W601	CQVP 33
492	W602	CQVP 31
493	W603	CQVP 31
494	W604	CQVP 31
495	W605	CQVP 31
496		
497		
498	T601	BD 136
499	T602	BD 136
500		
501		
502		
503		
504	D601	CQP 441C
505		
506		
507		
508	R601	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
509	R602	MLT-0,25W-160Ω±5%-55-/125/21
510	R603	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
511	R604	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
512	R605	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
513	R606	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
514	R607	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
515	R608	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21
516	R609	MLT-0,25W-160Ω±5%-B-55-/125/21

1	2	3
517	R610	MLT-0,25W-160 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
518	R611	MLT-0,25W-160 Ω \pm 5%-B-65-/125/21
519	R612	MLT-0,25W-160 Ω \pm 5%-B-125/21
520	R613	MLT-0,25W-160 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
521	R614	MLT-0,25W-160 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
522	R615	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
523		
524		
525	R618	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
526	R619	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
527	R620	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
528	R621	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
529	R622	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
530	R623	MLT-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
531	R624	MLT-0,25W-10k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
532	R625	MLT-0,25W-10k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
533	R626	MLT-0,25W-1k Ω \pm 5%-B-55-/125/21
534	R627	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
535	R628	MLT-0,25W-220 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
536	R629	MLT-0,25W-330 Ω \pm 5%-B-55-/125/21
537	R630	CN 10.1-0,5W-15k -20%
538		
539		
540		
541		
542		
543		
544		
545		
546		
547		
548		
549		
550		

^MElementy selekcjonowane w procesie produkcji

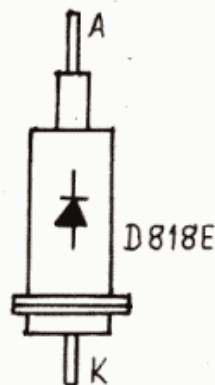
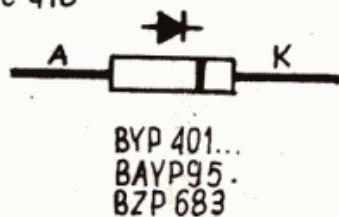
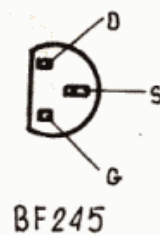
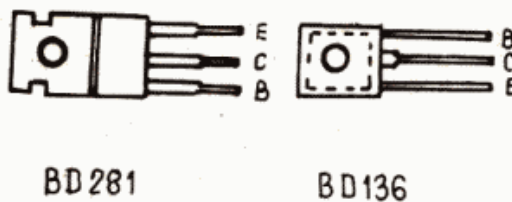
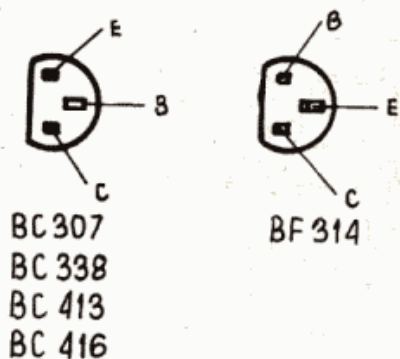
WYKAZ CZĘŚCI ZAMIENNYCH

Poz. na rys.	Nazwa części	Nr rysunku lub oznaczenie	Liczba sztuk w wyrobie	Liczba sztuk jako zapasowe do 30 napraw	Uwagi
1	2	3	4	5	6
-	Elementy elektroniczne wg wykazu elementów zamieszczonego w niniejszej instrukcji			1 zest.	
1	Zacisk laboratoryjny	E104-12-13-2	1	5	
2	Zacisk laboratoryjny	E-104-12-13-4	1	5	
3	Transformator	C-31-2725	1	2	
4	Płytką analogowa	B-31-2727	1	-	
5	Zespół wyłącznika	D-31-2729	1	2	
6	Ośłona górna	A-30-3498	1	-	
7	Sznur sieciowy	C-30-5478	1	3	wyk. kraj
*	Sznur sieciowy - szuko	C-30-5495	1	3	wyk. DDR
8	Płytką cyfrowa	B-30-6533	1	-	
9	Płytką wyświetlaczy	B-30-6534	1	-	
10	Przełącznik funkcji	C-30-6535	1	-	
11	Przełącznik zakresów	C-30-6536	1	-	
12	Ekran	D-30-6553	1	-	
13	Płyta czołowa	C-19-2516	1	2	
14	Płyta tylna	C-19-2517	1	-	
15	Przepust gumowy	D-17-497	1	2	
16	Nóżka gumowa	C-17-498	2	-	
17	Uchwyt-wspornik	B-16-762	1	-	
18	Ośłona gniazdka	D-14-403-3	1	2	czerwona
-	Ośłona gniazdka	D-14-403	1	2	
19	Tulejka	D-14-404	2	2	
20	Ramka	C-14-937-12	10	5	
21	Okienko	C-14-958	1	2	
22	Ośłona	D-14-1782	1	2	
23	Odstępnik	D-14-1783	2	4	
24	Nóżka przednia	C-14-1833	2	-	
25	Wspornik	C-14-2009	4	10	
26	Maskownica	C-14-2011	1	2	
27	Zwieracz	C-12-3402	2	4	
28	Nakrętka pływająca M-3	C-12-3448	4	10	

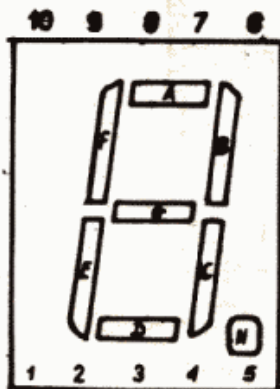
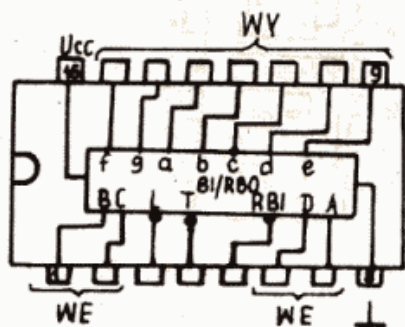
1	2	3	4	5	6
29	Listwa	D-12-4766	2	-	
30	Listwa	D-12-4767	2	-	
31	Płyta montażowa	C-11-2417	1	-	
32	Zacisk ochronny	D-10-2831	1	1	
33	Nakrętka	D-10-2832	1	1	
34	Gniazdo	8005235000	2	-	
35	Potencjometr zerow.	CN 10.1-0,5W- -15k Ω -20%	1	5	
36	Osłona dolna	A-30-5254	1	-	
37	Koszulka elektro- izolacyjna szklana 1,5	BN-67/3076-04	2x10 mm	-	
38	Bezpiecznik aparatu- towy GPA zm 250/63	PN-77/E-06170	2	3	
39	Nit 2 x AL	PN-70/M-82952	2	4	
40	Nit 2 x 4 AL	PN-70/M-82954	2	4	
41	Ekran	C-18-2218	1	-	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/2A	PN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/32 nA	PN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/63 mA	PN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-250/125 mA	PN-70/E-06170	2	4	
-	Suwak wymienny kpl. współzależny 6 bieg.	78-4114-03	-	5	
-	Suwak wymienny kpl. niezależny 6 bieg.	78-4113-03	-	2	
-	Suwak wymienny kpl. współzależny 8 bieg.	78-4114-04	-	5	
-	Suwak wymienny kpl. współzależny 2 bieg.	78-4114-01	-	2	
-	Sprężyna zapadki	73-4106-01	-	2	
-	Sprężyna kołka	73-4105-01	-	2	

Zestaw naprawy do
przełączników
z poz. 10, 11

TRANZYSTORY; DIODY

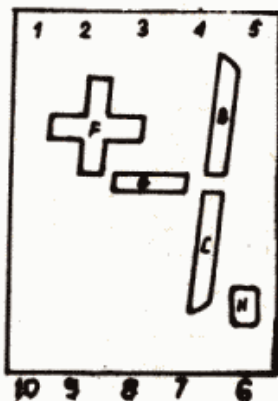


WYŚWIETLACZE; DEKODERY



- 1. Katoda E
- 2. Katoda D
- 3. Wspólna anoda
- 4. Katoda C
- 5. Katoda H
- 6. Katoda B
- 7. Katoda A
- 8. Wspólna anoda

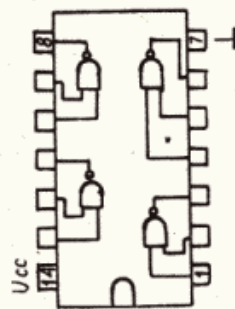
- 9. Katoda F
- 10. Katoda G



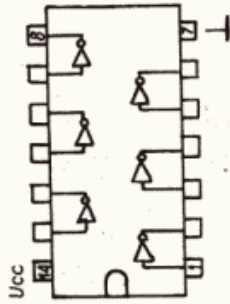
- 1. NC
- 2. NC
- 3. Wspólna anoda
- 4. Katoda C
- 5. Katoda H
- 6. Katoda B
- 7. NC
- 8. Wspólna anoda

- 9. Katoda F (plus)
- 10. Katoda G (minus)

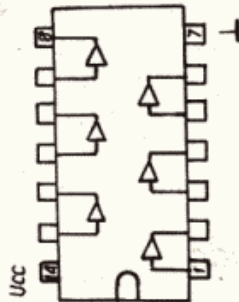
CYFROWE UKŁADY SCALONE



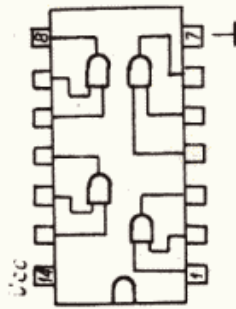
UCY 7400N
UCY 74132N



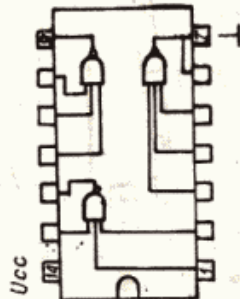
UCY 7404N
UCY 7406N



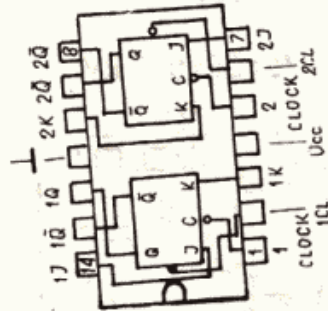
UCY 7407N



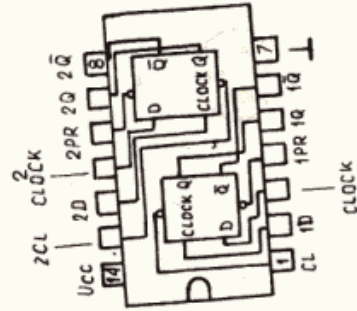
UCY 7408N
UCY 7413ZN



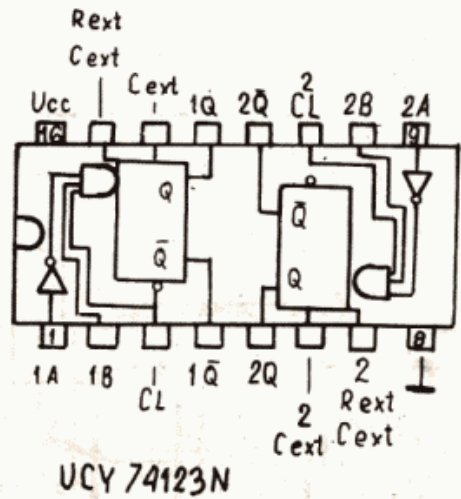
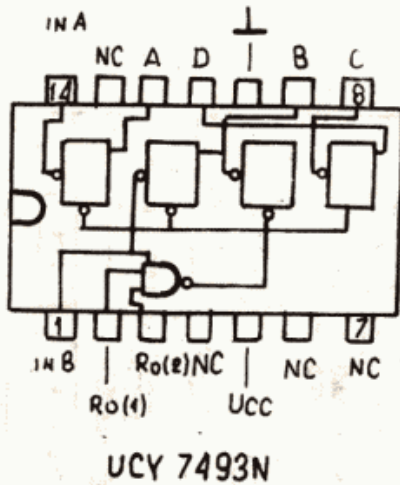
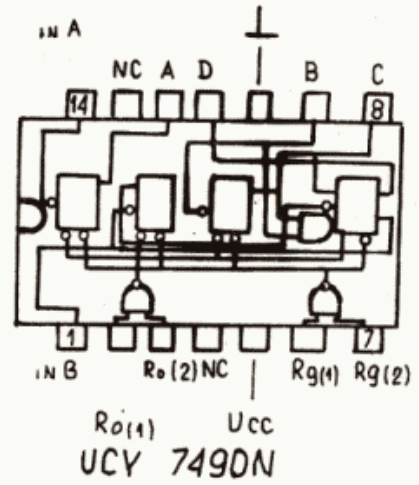
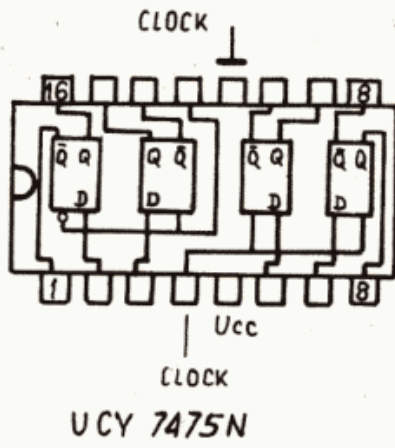
UCY 7410N



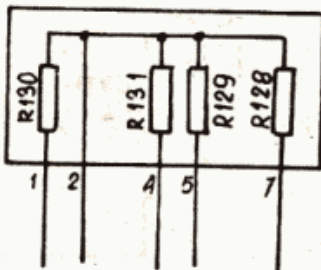
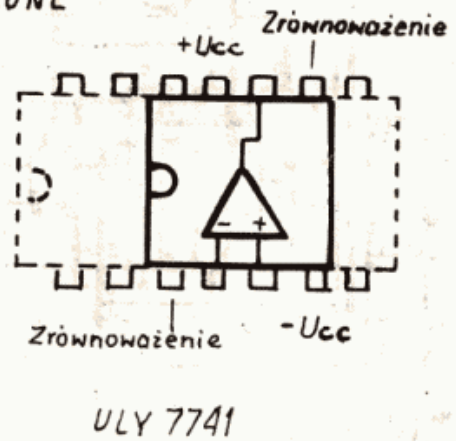
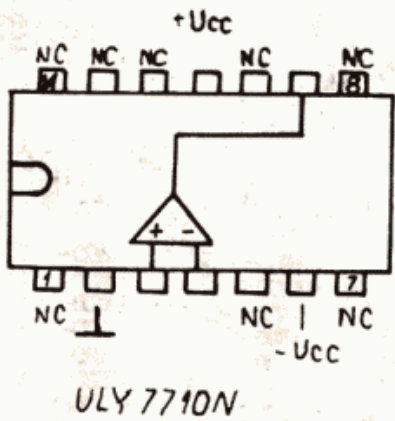
UCY 7473N



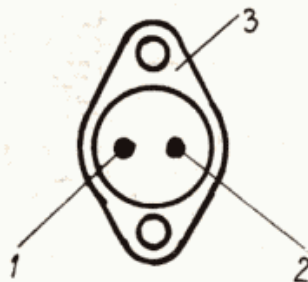
UCY 7474N



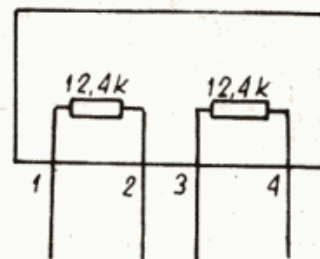
ANALOGOWE UKŁADY SCALONE



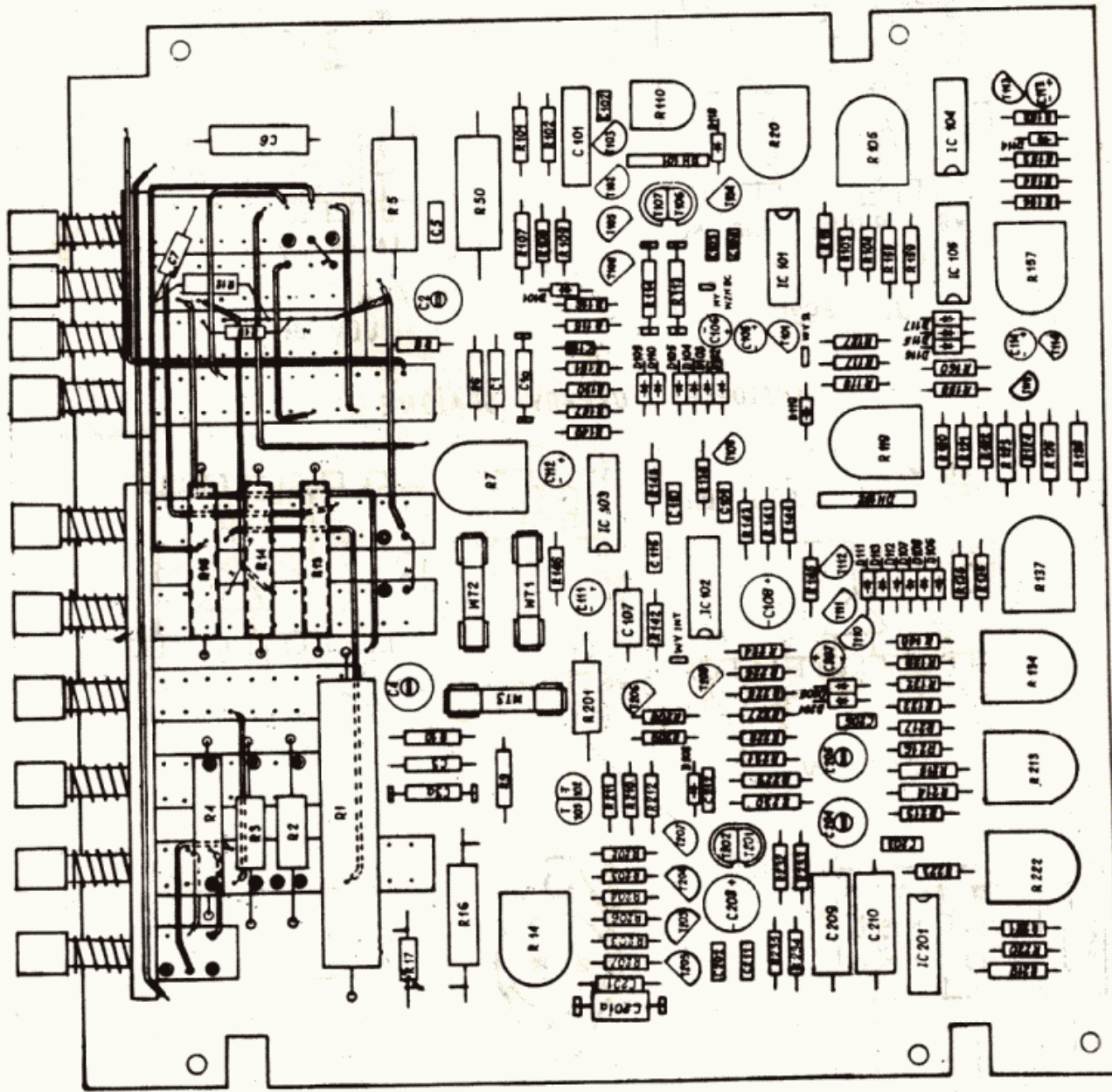
HRY 1011R



UL 7505L



HRYB111R-20R1F12K4B



Schemat montażowy
płytki analogowej

**Schemat montażowy
płytki cyfrowej**

