

ZAKŁAD ELEKTRONICZNEJ APARATURY POMIAROWEJ
„MERATRONIK”
Warszawa, ul. Białobrzaska 53

MULTMETR CYFROWY
Typ V560

Instrukcja obsługi i serwisu
IS-044

WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO WEMA
Warszawa 1986

SPIIS 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 V960 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 przemiennie 10 μ V ... 650 V; 30 Hz ... 100 kHz
- prądy stałe i przemiennie 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 bananami w kolorze czarnym | C-31-2024-3 | - 1 szt. |
| - przewód pomiarowy zakończony bananami w kolorze czerwonym | C-31-2024-4 | - 1 szt. |
| - kabel pomiarowy kołnierzowy | C-31-2023 | - 1 szt. |
| - uchwyty krokodylek w kolorze czarnym | D-31-1357 | - 1 szt. |
| - uchwyty krokodylek w kolorze czerwonym | D-31-1357-2 | - 1 szt. |
| - końcówki pomiarowe w kolorze czarnym | C-31-1493 | - 1 szt. |

- awaryjność pomiarowa w kolorze czerwonym	C-31-1493-2	- 1 szt.
- wkładki topikowe		
- WIAI-250/2 A		- 1 szt.
- WIAI-250/125 mA		- 2 szt.
- WIAI-250/63 mA		- 1 szt.
- WIAI-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 międzynazwytna	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	±0,1% w.m. ±0,05% w.z.
podzakresy 10 V, 100 V, 1000 V	±0,2% w.m. ±0,05% w.z.
- prąd wejściowy	500 pA
- rezystancja wejściowa	10 MΩ ±1%
- tłumienie zakłóceń równoległych z rezystancją 1 kΩ w obwodzie zasilania "LO"	80 dB dla napięcia stałego i napięcia o częstotliwości sieci zasilającej /50 Hz±1%/ 5 s
- czas ustalania się wskazań	

3.2. Pomiar napięć przemysłowych

- podzakresy	100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V
- maks. napięcie mierzone	650 V / U x t ≤ 2 x 10 ⁷ /
- uchyb pomiaru w zakresie częstotliwości	
30 Hz ... 10 kHz	±0,5% w.m. ±0,2% w.z.
10 kHz ... 100 kHz	±5% w.m. ±0,5% w.z.

- rezystencja wejściowa 1 M Ω ±2%
- pojemność wejściowa ≤ 75 pF
- tłumienie zakłóceń równoległych z rezystancją 1 k Ω w obwodzie zacisku "LO" 60 dB
- czas ustalenia się wskazań 5 s

3.3. Pomiar prądów stałych

- podzakresy 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1000 mA
- uchyb pomiaru ±0,5% w.w. ±0,05% w.z.
- zakresowy spadek napięcia 100 mV
- czas ustalenia się wskazań 3 s

3.4. Pomiar prądów przemiennych

- podzakresy 100 μ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1000 mA
- uchyb pomiaru w zakresie częstotliwości 30 Hz ... 10 kHz ±0,5% w.w. ±0,2% w.z.
- zakresowy spadek napięcia 100 mV
- czas ustalenia się wskazań 5 s

3.5. Pomiar rezystancji

- podzakresy
 - metoda czteropunktowa 10 Ω , 100 Ω
 - metoda dwupunktowa 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1000 k Ω , 10000 k Ω
- uchyb pomiaru ±0,5% w.w. ±0,2% w.z.
- czas ustalenia się wskazań
 - podzakresy 10 Ω ... 1000 k Ω 5 s
 - podzakres 10 000 k Ω 30 s
- zakresowy spadek napięcia na rezystancji mierzonej
 - podzakresy 10 Ω , 1 k Ω 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 prz.żozenie, pomiędzy zaciski HI i LO bez ograniczeń czasowych, napięć stałych lub zmiennych sinusoidalnych 650 V RMS na podzakresach 10 V, 100 V, 1000 V pomiaru napięć stałych i zmiennych.
 Składowa stała sygnału przy pomiarze napięć zmiennych nie powinna przekraczać 300 V.
 Przebieżalność przy pomiarze prądów stałych i zmiennych wynosi: min. 5% w stosunku do wartości nominalnej podzakresu, z wyjątkiem podzakresu 1000 mA, gdzie wynosi 1,5 X.
 Wyższe przeciążenie - może spowodować przepalenie odpowiedniego bezpiecznika.

2.7. Stabilność ternaiczna

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

2.8. Dane ogólne

- przekroczenie zakresu pomiarowego 20% r, wjątkiem zakresu 1000 V
- maksymalne wskazanie ± 1999
- 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	I grupa wg PN-77/T-06500/02
temperatura otoczenia	+ ... +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 fronda prądowego	30 V
- zaciskiem IG	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 250 mm - głębokość

4. BUDOWA I DZIAŁANIE PRZYRZĄDU

4.1. Właściwości własne

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 ± 1 V lub poprzez precyzyjny dzielnik napięciowy 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 zależy 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 rezystancji od 1 mΩ do 10 Ω, a na podzakresie 1 V - pomiaru rezystancji od 10 mΩ do 100 Ω.

4.2. Przetwornik analogowo-cyfrowy

4.2.1. Zasada działania

Przetwornik pracuje z wykorzystaniem zasady podwójnego całkowania, jest wyposażony w automatyczną korektę 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-zero". "Zapamiętane" napięcie błędne /niezrównoważenia/ kompensuje sumę napięć niezrównoważenia całego toru analogowego w obu pozostałych fazach przetwarzania.

4.3.2. Podstawowy cykl precyzyjny

4.3.2.1. Część analogowa

Wyróżnia się trzy podstawowe fazy precyzyjnego przetwornika:

Faza I - jest załączony klucz wejściowy $Q_x / T104/$. Sygnał wejściowy jest dołączony do wejścia nieodwracającego wzmacniacza. Po okresie ok. 200 μs niezbędnych dla ustalenia się napięcia na wyjściu wzmacniacza - jest załączony klucz $Q_0 / T109/$. Napięcie z wyjścia wzmacniacza jest dołączone do wejścia integratora. Napięcie wyjściowe integratora narasta /opada/ liniowo z prędkością proporcjonalną do dołączonego napięcia. Klucze; zerowania $Q_0 / T105/$, "auto-zero" $Q_A / T112/$ napięcia wzorowego $Q_N^z / T107/$ są rozłączone. Pierwsza faza trwa przez okres ok. 40 ns, wyznaczony przez zalozenie określonej ilości impulsów /9000 - 10 600/ przez licznik w części cyfrowej.

Faza II - jest rozłączony klucz Q_x , załączone klucze Q_0 oraz Q_N , początkowo jest rozłączony również klucz Q_0 . Do wejścia odwracającego wzmacniacza, poprzez rezystor R429 jest dołączone napięcie wzorowe 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 μs jest załączony Q_0 - 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^z i Q_x , załączony klucz Q_A , pozostają załączone klucze Q_0 i Q_0 .

Zamknięta pętla "auto-zero" 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 ns, napięcie to kompensuje występujące w układzie przesłonięcie zera przetwornika.

4.3.2.2. Część cyfrowa

UWAGA

Identyfikację poszczególnych funkcyj w tekście dokonano poprzez oznaczenie dwuczłonowe; pierwszy człon - numer schematowy obwodu scalonego, drugi człon - numer wyjścia danego funkcyj. Jeżeli 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_1 i Q_0 . Faza pierwsza jest wyznaczona przez zliczanie 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_0 oraz wysterowanie wyjść Q_N^+ , Q_N^- oraz Q_N^0 . Jednocześnie poprzez wejście IC506/5 zostaje wyzwolony przerzutnik monostabilny IC515/4 generując na wyjściu Q_0 impuls samplingowy o czasie trwania ok. 200 μ s. Zmiana stanu wejścia Q_0 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_0 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. Wzmocniacz wejściowy

Wejściowy wzmacniacz prądu stałego stanowi monolityczny wzmacniacz operacyjny UL7741 /IC101/ poprzedzony symetrycznym stopniem zbudowanym z tranzystorów polowych BF245A, T106 i T107, dobraćanych w parę 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 włączające w układzie hybrydowym tworzą dzielnik sprzężenia zwrotnego wzmacniacza ustalający jego wzmacnienie w zależności od podzakreśu 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 przełącznego 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

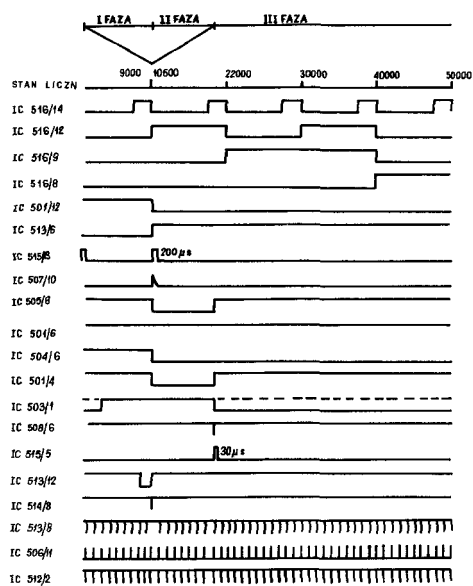
W układzie komparatora wykorzystano jako element aktywny scalony komparator UL7710N /IC103/. Układ R142 i D109-110 stanowi progowy ogranicznik napięcia, umożliwiający wykorzystanie pełnej dynamiki wyjścia integratora wynoszący ± 10 V pomimo ograniczonej dynamiki wejścia komparatora UL7710N, która wynosi ± 5 V. W celu optymalnego wykorzystania wzmacnienia komparatora i dopasowania się do poziomów TTL, do wejścia komparatora dołączono układ złożony z rezystorów R1050 i R1051. Wprowadzenie niewielkiego dodatniego sprzężenia zwrotnego /R147, R148/ zwiększa wzmacnienie 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 składowy BP2454 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 /trans. przeł. T104/ - załącza do wejścia nieodwracającego wzmacniacza wejściowego napięcie mierzone
- Q_0 /trans. przeł. T105/ - załącza do wejścia nieodwracającego wzmacniacza napięcie zerujące
- $Q_{\bar{x}}$ /trans. przeł. T107/ - załącza do wejścia odwracającego wzmacniacza napięcia wyjściowe ze źródła odniesienia /niezależnie od polaryzacji napięcia/



Rys. 1. ARKUSZ PRZEBIEGÓW LOGICZNYCH I
 Ciężkie napięcia mierzone w zakresie pomiarowym

Q_A / tranz. przeł. T112/ - zamyka pętlę sprzężenia układu automatycznej korekcji zera
 Q_B / tranz. przeł. T109/ - odłącza wejście integratora od wyjścia wzmacniacza wejściowego na okres ustalenia 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 BC182 /D411/. Napięcie tej diody jest dołączane do wzmacniacza o przełączanym wzmacnieniu ± 1 ; wzmacniacz ten zbudowany w operacji o wzmacniaczu operacyjnym ULY7741 /IC403/. Przełączenie wzmacnienia jest dokonywane przez bipolarny klucz tranzystorowy - T406, natomiast klucz T405 zapewnia stałe w przybliżeniu obciążenie diody wzorcowej D411 przy obu wzmacnieniach.

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 /na 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. Potencjometr R505 jest ustalona częstotliwość generatore, tak aby niezależnie od ustalonej przez układ cyfrowej kalibracji wskazania ilości zliczonych w pierwszej fazie impulsów /9000-10 600/, uzyskać czas trwania tej fazy równy 40 ns.

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 przepływu 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_1 i Q_2 - oraz załączenie wyjścia źródła do wejścia odwracającego wzmacniacza wejściowego poprzez klucz Q_3 .

Zmiana stanu wejścia Q_0 /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 dłu zabezpieczenia przed zenikiem generacji tego przerzutnika w przypadku zbyt szybkiego zaniknięcia sygnału pobudzającego.

Jeżeli w okresie II fazy nie nastąpi zmiana stanu Q_0 i wyzwolenie IC515/5 w ww. sposób, zostaje on wyzwolony poprzez wejście 13 bramki IC504/12 w momencie zliczenia 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, uaktywnionego od sposobu

ustawienia zwróć 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 brakującym, 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 zmienia się relacja czasowa między I a II fazą - zapewnia to możliwość cyfrowej/skokowej/kalibracji przyrządu.

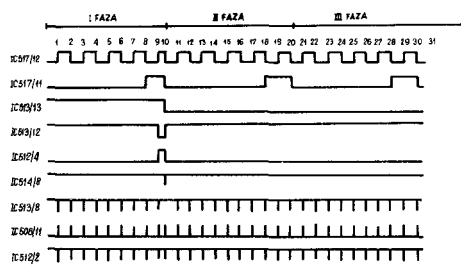
4.2.3.9. Układ wyświetlania wyniku pomiaru
Wynik pomiaru jest wyświetlany w sposób równoległy statyczny z wprowadzeniem pewnych elementów wyświetlania dynamicznego.

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

Wyświetlacz polaryzacji \bar{x}^*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 dekoderni 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/ dekoderni IC525 i IC527 oraz steruje kluczem tranzystorowym T603, natomiast wyjście IC511/8 jest połączone z wejściami blokującymi dekoderni IC526 i IC528, sterując jednocześnie kluczem T602.

Pełny cykl pracy układu jest następujący: do wejść dekoderni 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 łączący napięcie zasilania do wyświetlaczy W603, W605, z wyjść dekoderni poprzez rezystory R601-614 są sterowane odpowiednie segmenty ww.



Rys. 2. ARKUSZ PRZEBIEGÓW LOGICZNYCH II
Przebiegi w układzie kalibracji cyfrowej

wskazników, są zablokowane natomiast dekodery IC525 i IC527 /wyjścia w stanie logicznej "1", rozarty jest również klucz 7602. W drugim cyklu pracy w stanie aktywnym znajdują się dekodery IC525 i IC527, zwarty jest klucz 7602, sterowane są wyświetlacze 4602 i 4604. 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 funktorze 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 dwóch części.

- prostownik operacyjny,
- filtr dolnoprzepustowy operacyjny.

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

transzystorów polowych w stopniu wejściowym. Podstawowe wzmocnienie jest realizowane w stopniu wejściowym, dzięki zastosowaniu kaskadowego połączenia tranzystorów BF245A - BF314, dla których obciążenie aktywne stanowi BC416C/T205. Z kolektora ww. T205 sygnał jest odbierany przez tranzystor polowy T207 i po przesunięciu poziomu przez R201 - jest stosowany tranzystor wyjściowy T208. Dzięki wzmocnieniu, realizowanemu głównie w jednym stopniu, uzyskuje się jeden dominujący bieg 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 UL7741 - 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 filtru.

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 odcierza, równego $1 V + U_x$, 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 Zenera D411, z której napięcie przez rezystancje kalibracji R426...R435 oraz rezystancję główną R455, 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 , otrzymywanym na dzielniku pomocniczym R117...R126.

Ponieważ w przetworniku R/U, kondensator kompensacji auto-zera jest zabiegany na wejściu integratora, a więc za wzmacniaczem wejściowym - napięcie wyjściowe tego wzmacniacza jest obciążone błędem wynikającym ze znacznego dryftu termicznego zera tego wzmacniacza. Stanowiłoby to istotną przyczynę niestabilności napięcia wzorcowego odcierza. Dla minimalizacji tej wady - wprowadzono człon kompensujący oparty o wzmacniacz IC104.

Tabela 1

Układ	Funkcja pomiarowa	Podzakresy					
		100,00	1,0000	10,000	100,00	1000,0	10,000
Wzmacniacz wejściowy	DC U	x100	x10	x10	x10	x10	-
	AC U	x100	x100	x100	x100	x100	-
	R I	x10	x10	x10	x10	x10	-
Przetwornik AC/DC V RMS/ V DC	AC U	x10	x10	x10	x10	x10	-
	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 kΩ	10 kΩ	100 kΩ	1 MΩ	10 MΩ
Dzielnik wejśc. AC	AC U	+1	+1	+100	+100	+1000	-

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

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

Wzmacnienie członu kompensacyjnego przełączane jest poprzez R153, w zależności od wzmacnienia wzmacniacza wejściowego.

4.6. Realizowane wzmacnienia w układzie

W poniższej tabeli - podano w sposób zbiorczy realizowane w przyrządzie wzmacnienia, 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 UL783N /IC404/, pracującego jako stabilizator prądu. Wewnętrzne źródło odniesienia, V_{REF} , określa potencjał wejścia nieodwracającego wzmacniacza błędny; 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 rezystancje dołączoną między zaciski wyjściowe, prąd wyjściowy jest stały, równy 10 mA i określony jedynie przez wartość V_{REF} i wartość rezystancji wzorcowej.

4. OGÓLNE WYTYCZNE EKSPLOATACJI I BEZPIECZEŃSTWA OBSTAŁKI 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 ... 30% /średnia wilgotność nie powinna przekraczać 5%/
- 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 zacisk "wejściowe" nie może przekraczać wartości podanych w p. 3.6,
- maksymalne dopuszczalne napięcie jakie może być dołączone pomiędzy zacisk "I/O" a obudowę nie może przekraczać 250 V,
- podczas dołączenia mierzonych sygnałów do zacisków pomiarowych przyrządu w pierwszej kolejności należy dołączyć zacisk niskiego potencjału "I/O",
- w przypadku uszkodzenia połączeń w układzie pomiarowym jak też przełączenia wejścia przyrządu, potencjał niebezpieczny może wystąpić na każdym z zacisków wejściowych,
- podczas pomiarów nie należy dotykać żadnych elementów będących pod napięciem.

szkielek pomiaru należy dokonywać przy wyłączonym napięciu zasilającym oraz izolowanym napięciu wejściowym.

6. KONSERWACJA I NAPRAWY

6.1. Wskazania ogólne

Kontrola okresowe przyrządów i ewentualne regulacje powinny być przeprowadzone raz na 12 miesięcy (gł. p. 6.3. i 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 zamiennej.

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 selekcyjonowanego należy go wstępnie pomierzyć w sposób określony w p. 6.2. niniejszej instrukcji.

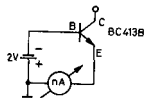
W przypadku dokonywania istotnych napraw przyrządu należy przeprowadzić pełną kalibrację i regulację przyrządu zgodnie z p. 6. niniejszej instrukcji.

6.2. Elementy selekcyjonowane i dobierane w procesie produkcji

6.2.1. Transzystory układu zabezpieczenia

W układach zabezpieczenia wejść wzmacniacza wejściowego oraz przetwornika AC/DC zastosowano po dwa selekcyjonowane 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.



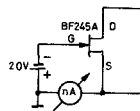
Rys. 3. Układ do pomiaru prądu I_{BE0}

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

6.2.2. Tranzystory kluczy wejściowych

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

nA - miernik prądu - np. mikrowoltomierz napięcie stałego V623



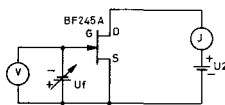
Rys. 4. Układ do pomiaru prądu I_{GSS}

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 słabość działania tych układów powodują konieczność selekcji /porównania/ ww. tranzystorów polowych. Podstawowym parametrem okraślającym dryft temperaturowy stopnia różnicowego jest różnica napięć odcięcia $U_{GS/OFF}$ użytych tranzystorów - jest to pierwszy parametr selekcji. Parametrem drugą 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 Flasy 1,5



Rys. 2. 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

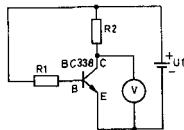
Tranzystor polowy złączony BF245A, użyty jako T113, przełącza napięcie wyjściowa wzmacniacza IC101 o znacznej dynamice, przy określonym poziomie dysponowanego sygnału sterującego. Selekcjonowany jest na wartość napięcia odcięcia $GS/OFF/ 1,7 V$ wg układu jak w p. 6.2.3.

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 ±5%
 R2-10 k Ω ±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 klucze T22 mogą być użyte takie tranzystory, których napięcie U_{CESAT} jest mniejsze od 10 mV.

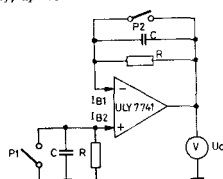
6.2.6. Selekcja wzmacniaczy operacyjnych integratora, układu źródła napięć wzorcowych, wzmacniacza wejściowego i przetwornika R/U

Zastosowane w układzie źródła napięć wzorcowych /IC103/ wzmacniacza wejściowego /IC101/ integratora /IC102/ i przetwornika R/U /IC105/ wzmacniacze operacyjne U177/41 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 przełącznika.

- P1 zwarty, P2 rozarty - pomiar I_{B1} /N₀₁/
- P1 rozarty, P2 zwarty - pomiar I_{B2} /N₀₂/
- P1 zwarty, P2 zwarty - pomiar U_{I0} /N₀₃/

R=1 MΩ±0,2%
 C=0,1 μF
 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 /IC403/ 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 zwrzeć 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 /Z501-506/ należy ustawić czas trwania i fazy - całkowite napięcia mierzonego - na 40 ns.
Dla dokonania regulacji należy dołączyć wejścia oscyloskopu dwustronnie odwrotnego 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 ns.

6.3. Zerowanie napięciowego przyrządu

W celu wyzerowania napięciowego przyrządu należy zwrzeć 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_{BE}" doprowadzić wskazanie mierzone do zera.
Po przeprowadzeniu kompensacji prądu wejściowego - należy sprawdzić "zero" napięciowego 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 awstapowo: wstępna kalibracja skokowa /"cyfrowa"/, przeprowadzana za pomocą zworek Z501...Z508 oraz płytka - potencjometrów R157 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/ potencjometri pływnej 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 zworek 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 pływnej regulacji wynosi ok. 50 jednostek/,
- e/ potencjometrem R137 oznaczonym jako "KAL 1 V DC +" ustawić wskazanie równe sygnałowi wzorcowemu,
- f/ zamienić 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 płytce od strony druku, par kontaktowych, rezystory R132 i R133, dokonać kalibracji skokowej podzakresu. Kalibrację pływającą 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 wznacn. IC105, ustawienie wartości napięcia wzorcowego oraz regulację liniowości.

Dla dokonania kompensacji prądu należy załączyć oscyloskop na wyjście wskaźniacza IC105, potencjometrem R157 uzyskać minimum tętnień. Ustawienie wartości napięcia wzorcowego jest dokonywane w następujący sposób:

- włączyć podzakres 10 kΩ pomiaru rezystancji,
- zwrócić zaciski HI i LO,

- dokonując odpowiednich zwarć pól kontaktowych, zwierających rezystory R429...R433 oraz dokonując końcowej regulacji potencjometrem R428, oznaczonym "KAL 10 kΩ" uzyskać na wyjściu IC105 napięcie równe -1 V. Regulacja liniowości wskazań jest dokonywana wg nw. procedury;
- na podzakresie 10, na wejście miernika załączyć rezystor wzorcowy 10 kΩ ±0,01%;
- dokonując odpowiednich zwarć pól kontaktowych, zwierających rezystory R120...R122 oraz dokonując końcowej regulacji potencjometrem R119, oznaczonym "LIN 10 kΩ", uzyskać wskazanie miernika równe 10,000 kΩ;
- przełączyć miernik na podzakres 1 kΩ pomiaru rezystancji; na wejście miernika podać napięcie -100 mV DC. Napięcie na wyjściu IC105 powinno wynosić -1,1000 V z dokładnością ±1 mV.

6.5.3. Zerowanie przetwornika AC/DC

Zerowanie przetwornika AC/DC dokonuje się potencjometrem R20 oznaczonym "ZEROWANIE AC". Zerowania dokonad 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" dokonad kompensacji charakterystyki częstotliwościowej. Sprawdzić płaskość charakterystyki w paśmie częstotliwości. W przypadku trudności - załączyć jedną z wartości pojemności C201a.

W sposób analogiczny dokonad 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, odciążając wartość pojemności C1 oraz przeprowadzając końcową regulację trymerem C2, oznaczonym "KOMP 10 V AC", dokonując kompensacji charakterystyki częstotliwościowej dzielnika. Dokonać sprawdzenia ustawienia dla wszystkich ww. częstotliwości, na podzakresie 100 V dla sygnału zeszkosowanego.

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

Podobnie zestroić należy podzakres 1000 V, korzystając z potencjometru R11 oznaczonym "KAL 1000 V AC", kondensatora dobieieranego C3 oraz trymera C4, oznaczonym "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 końcowa

Nie wymienione w poprzedzających punktach podzakresy 10 V, 100 V i 1000 V pomiaru napięcia stałego, 100 kΩ...10,000 kΩ 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-06900, 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, wyrobę mogą być

zepakowane w opakowaniu transportowym; natomiast przechowywanie dłuższe powinno odbywać się bez opakowań transportowych, np. na regałach. Przynajmniej jeden egzemplarz 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 500 do 1060 mbar. Niedopuszczalny jest transport środkami przewozu, które są zanieczyszczone aktywnie działającymi chemikaliami, pyłem węglowym, cementowym lub innym.

d. WYKAZ ELEMENTÓW

Lp.	Ozn. schem.	Oznaczenie elementów
1	2	3
1	U.1.	Płytki analogowa
2		Obwody wejściowe 1 przeł.
3	R1	RM-69z-90kΩ ±0,05%
4	R2	RM-70z-900kΩ ±0,05%
5	R3	RM-70z-90kΩ ±0,05%
6	R4	RM-67z-10kΩ ±0,05%
7	R5	TR164-1W-499kΩ ±0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
8	R5a	TR164-1W-499kΩ ±0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
9	R6	TR161-025W-11,1kΩ ±0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
10	R7	CN.15.1-1W-15kΩ ±20%
11	R8	MFR-0,25W-104kΩ ±0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
12	R9	MFR-0,25W-3,25kΩ ±0,5%-50.10 ⁻⁶ /°C
13	R10	TR161-0,25W-1,13kΩ ±0,25%-15.10 ⁻⁶ /°C
14	R11	CN.15.1-1W-1kΩ ±20%
15	R12	MLT-0,5W-5,1MΩ ±5%/B-55/125/21
16	R13	RWP-1W-1kΩ-0,2%-25.10 ⁻⁶ /°C
17	R14	RWP-1W-100Ω-0,2%-25.10 ⁻⁶ /°C
18	R15	RWP-1W-10Ω-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	MLT-0,25-10Ω ±5%/B-55/125/21
22	R19	MLT-0,25-100kΩ ±5%/B-55/125/21
23	R20	CN.15.1-1W-15kΩ ±20%
24	C1	[KSF-020-510pF ±2%-25V-567
25		[KSF-020-560pF ±2%-25V-567
26		[KSF-020-620pF ±2%-25V-567
27		[KSF-020-10pF ±20%-630V-567
28	C1a	[KSF-020-16pF ±20%-630V-567
29		[KSF-020-22pF ±20%-630V-567
30		[KSF-020-33pF ±20%-630V-567
31	C2	KCD-N47-10-4-3/10-250V-656
32	C3	[KSF-020-5,1nF ±2%-25V-567
33		[KSF-020-5,6nF ±2%-25V-567
34		[KSF-020-6,2nF ±2%-25V-567
35		[KSF-020-47pF ±10%-630V-567

1	2	3
36	C3a	XSF-020-82pF \pm 10%-630V-567
37		XSF-020-130pF \pm 5%-400V-567
38		XSF-020-180pF \pm 5%-400V-567
39		XSF-020-220pF \pm 5%-400V-567
40		XSF-020-270pF \pm 5%-400V-567
41		XSF-020-300pF \pm 5%-400V-567
42	C4	KCD-N1500-1C-d-10/60-250V-656
43	C5	KCP-1B-C-5,6-D-2000V-656
44	C6	MKSE-01B-02a-0,47uF-10%-400V-567
45	C7	MKSE-01B-02a-0,47uF-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	ULI7741N ^M
63	IC102	ULI7741N ^M
64	IC103	ULI7741N ^M
65	IC104	ULI7741N ^M
66	IC105	ULI7741N ^M
67		
68		
69		
70		
71		
72	T101	BC 443B
73	T102	BC 443B ^M
74	T103	BC 443N ^M

1	2	3
75	T104	BF 245A ^M
76	T105	BF 245A ^M
77	T106	BF 245A ^M
78	T107	BF 245A ^M
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	-BAYP 95
90	D116	BZP683 C5V6
91	D118	-BAYP 95
91	D119	-BAYP 95
92	R101	MFR-0,25W-10kΩ-5%/100,50,10 ⁻⁶ /°C
93	R102	MFR-0,25W-10kΩ-5%/150,10 ⁻⁶ /°C
94	R103	MLT-0,25W-5,1kΩ-5%-B-55/125/21
95	R104	MLT-0,25W-1,8kΩ-5%-B-55/125/21
96	R105	CN.15.1-1W-15kΩ±20%
97		
98	R107	MLT-0,25W-5,1MΩ±5%/B-55/125/21
99	R108	MFR-0,25W-20Ω-5%/100,10 ⁻⁶ /°C
100	R109	MLT-0,25-15kΩ/±5%/B-55/125/21
101	R110	TVP-102-0,1W-220Ω
102	R111	HRV 811R-2CR1F12K4B
103	R112	
104	R113	MFR-0,25W-24,5Ω-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	MLT-0,25W-10kΩ±5%-B-55/125/21
108	R117	MFR-0,25W-1,82kΩ-0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
109	R118	MFR-0,25-3,92kΩ,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
110	R119	CN 15.1-1W-68kΩ±20%
111	R120	MFR-0,25W-245Ω-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-6,87kΩ-0,25%-15-10 ⁻⁶ /°C
117	R126	TR161-0,25W-640Ω-0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
118	R127	MFR-0,25W-69,8kΩ-1%-100,10 ⁻⁶ /°C
119	R128 R129	Dzielnik HRY101R /ZH102/
120	R130 R131	
121		
122	R132	MFR-0,25W-420Ω-1%-100,10 ⁻⁶ /°C
123	R133	MFR-0,25W-840Ω-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-100kΩ-5%-B-55-/125/21
131	R141	MET-0,25W-30kΩ-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-100kΩ-5%-B-55-/125/21
135	R145	MET-0,25W-100kΩ-5%-B-55-/125/21
136	R146	MET-0,25W-39kΩ-5%-B-55-/125/21
137	R147	MET-0,25W-20kΩ-5%-B-55-/125/21
138	R148	MET-0,25W-1,5kΩ-5%-B-55-/125/21
139	R149	MET-0,25W-1,5kΩ-5%-B-55-/125/21
140	R15	MET-0,25W-1,5kΩ-5%-B-55-/125/21
141	R151	MET-0,25W-13kΩ-5%-B-55-/125/21
142	R152	MET-0,25W-100kΩ-5%-B-55-/125/21
143	R153	MFR-0,25W-100kΩ-0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
144	R154	MFR-0,25W-100kΩ-0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
145	R155	TR161-0,25W-14,7kΩ-0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
146	R156	MFR-0,25W-150kΩ-0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
147	R157	CN 15,1-1W-6,7MΩ-20W
148	R158	MET-0,25W-30kΩ-5%-B-55-/125/21
149	R159	TR161-0,25W-1,6kΩ-0,25%-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-01B-02a-0,47uF-10V-100V
157	C102	KCPf-1B-C-5x5-33-K-25-658
158	C103	KCPf-1B-U-5x5-91-K-25-658
159	C104	KCPf-1B-J-5x5-91-K-25-658
160	C105	typ 2 04/U-10uF/25V
161	C106	typ 2 04/U-10uF/25V
162	C107	MKSE-01B-02a-0,68uF-5V-100V
163	C108	196D-220uF-20V-6,3V
164	C109	KFPa-2C-10x10-1u-M-63-455
165	C110	KFPa-2B-6-470-M-160-658
166	C111	typ 2 04/U-10uF/25V
167	C112	typ 2 04/U-10uF/25V
168	C113	196D-4,7uF-20V-35V
169	C114	196D-4,7uF-20V-35V
170	C115	KFPa-2B-5-470-M-160-658
171	C116	KFPf-2E-5x5-2n2-Z-25-658
172		
173		
174		
175		<u>Przebiegnik AC/DC</u>
176	IC201	ULY 7741 N ^M
177	T201	BF 245A ^M
178	T202	BF 245A ^M
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 ^M
186	T210	BC 413B ^M
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	MLT-2W-20K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
202	R202	MLT-0,25-10K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
203	R203	MLT-0,25-680K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
204	R204	MLT-0,25-3,3K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
205	R205	MLT-0,25-1,0K $\frac{1}{2}$ %-B-/125/21
206	R206	MLT-0,25-2,7K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
207	R207	MLT-0,25-300K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
208	R208	MLT-0,25-47K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
209	R209	MLT-0,25-47K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
210	R210	MLT-0,25-3,3K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
211	R211	MLT-0,25-3,3K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
212	R212	MLT-0,25-2,2K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
213	R213	MLT-0,25-33K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
214	R214	TR161-0,25-1,15K $\frac{1}{2}$ 0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
215	R215	TR161-0,25-9,42K $\frac{1}{2}$ 0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
216	R216	MFR-0,25-953K $\frac{1}{2}$ 1%-50,10 ⁻⁶ /°C
217	R217	MFR-0,25-475K $\frac{1}{2}$ 1%-50,10 ⁻⁶ /°C
218	R218	CN 15,1-1W-680K $\frac{1}{2}$ 0%
219	R219	TR161-0,25-42,2K $\frac{1}{2}$ 0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
220	R220	MFR-0,25-1,37K $\frac{1}{2}$ 1%-50,10 ⁻⁶ /°C
221	R221	MFR-0,25-698K $\frac{1}{2}$ 1%-50,10 ⁻⁶ /°C
222	R222	CN 15,1-1W-1K $\frac{1}{2}$ 0%
223	R223	MLT-0,25-420K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
224	R224	MLT-0,25-1,5K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
225	R225	MLT-0,25-10K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
226	R226	MLT-0,25-100K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
227	R227	MLT-0,25-100K $\frac{1}{2}$ %-B-55-/125/21
228	R228	MFR-0,25-68,1K $\frac{1}{2}$ 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
229	R229	TR161-0,25-20,3K $\frac{1}{2}$ 0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
230	R23	TR161-0,25-20,3K $\frac{1}{2}$ 0,25%-15,10 ⁻⁶ /°C
231	R231	MFR-0,25-9,09K $\frac{1}{2}$ 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C

1	2	3
232	R232	MFR-0,25-9,09KΩ0,5%-50,10 ⁻⁵ /°C
233	R233	MLT-0,25-100KΩ0,5%-B-55-/125/21
234	R234	MLT-0,25-100KΩ0,5%-B-55-/125/21
235	R235	MLT-0,25-51KΩ0,5%-B-55-/125/21
236		
237		
238		
239		
240		
241	C201	KSF-020-910pF±5%-25V-567
242	C202	KCF-1B-C-5x5-33-K-25-658
243	C203	KCF-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	KFFM-2C-10x10-1u-M-63-455
247	C207	196D-4,7uF±20%-35V
248	C208	196D-220uF±20%-6,3V
249	C209	MKSE-018-02a-1,5uF±20%-100V
250	C210	MKSE-018-02a-1,5uF±20%-100V
251	C211	KFFM-2C-10x10-1u-M-63-455
252	C212	KFFM-2C-10x10-1u-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-020-0,22uF±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>S.24</u> <u>Flybka cyfrowa</u>	
281	281	Zasilacze, źródło wzorcowe, źródło izolow. wzmocn. kluczy
282	IC401	UL 7505L
283	IC402	ULY 7741N ^M
284	IC403	ULY 7741N ^M
285	IC404	UL 7523N
286	IC405	ULY 7741N ^M
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

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 81SE
318	D412	BAVF 95
319	D413	BAVF 95
320	D414	BAVF 1B
321	D415	BZF 683 CSV6
322	D405A	BYP 401/50
323	D406A	BYP 401/50
324	D407A	BYP 401/50
325	D408A	BYP 401/50
326		
327	R401	MFR-0,25W-210K \pm 1%-100,10 ⁻⁶ /°C
328	R402	MFR-0,25W-115K \pm 1%-100,10 ⁻⁶ /°C
329	R403	MFR-0,25W-98,3K \pm 0,5%-100,10 ⁻⁶ /°C
330	R404	MFR-0,25W-29,1K \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
331	R405	MFR-0,25W-14,5K \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
332	R406	CH 15,1-1W-680 \pm 20%
333	R407	MFR-0,25W-8,87K \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
334	R408	MLT-0,125W-200 \pm 5%-B-55-/125/21
335		
336	R410	MFR-0,25W-6,19K \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
337	R411	MFR-0,25W-619 \pm 2%-150,10 ⁻⁶ /°C
338	R412	MFR-0,25W-9,31K \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
339		
340	R414	MFR-0,25W-8,16K \pm 1%-10,10 ⁻⁶ /°C
341	R415	MLT-0,25W-820 \pm 5%-B-55-/125/21
342	R416	MFR-0,25W-8,16K \pm 1%-100,10 ⁻⁶ /°C
343		
344	R418	MFR-0,25W-4,02K \pm 2%-100,10 ⁻⁶ /°C
345	R419	MFR-0,25W-6,04K \pm 2%-100,10 ⁻⁶ /°C
346	R420	MLT-0,25W-7,5K \pm 5%-B-55-/125/21
347	R421	
348	R422	HRV 811R-2CR1E 12K4B

1	2	3
349	R423	CN 15.11-1W-680 \pm 20%
350	R424	MFR-0,25W-75 \pm 2%-100,10 ⁻⁶ /°C
351	R425	MELT-0,25W-1,8k \pm 5%-B-55-/125/21
352	R426	MFR-0,25W-1,5k \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
353	R427	MFR-0,25W-93 \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
354	R428	CN 15.11-1W-680 \pm 20%
355	R429	MFR-0,25W-57,6 \pm 1%-100,10 ⁻⁶ /°C
356	R430	MFR-0,25W-115 \pm 1%-100,10 ⁻⁶ /°C
357	R431	MFR-0,25W-232 \pm 0,5%-100,10 ⁻⁶ /°C
358	R432	MFR-0,25W-464 \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
359	R433	MFR-0,25W-93 \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
360	R434	MELT-0,25W-100k \pm 5%-B-55-/125/21
361	R435	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
362	R436	MELT-0,25W-1k \pm 5%-B-55-/125/21
363	R437	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
364	R438	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
365	R439	MELT-0,25W-1k \pm 5%-B-55-/125/21
366	R440	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
367	R441	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
368	R442	MELT-0,25W-1k \pm 5%-B-55-/125/21
369	R443	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
370	R444	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
371	R445	MELT-0,25W-1k \pm 5%-B-55-/125/21
372	R446	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
373	R447	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
374	R448	MELT-0,25W-1k \pm 5%-B-55-/125/21
375	R449	MELT-0,25W-5,1k \pm 5%-B-55-/125/21
376	R450	MFR-0,25W-464 \pm 0,5%-50,10 ⁻⁶ /°C
377	R451	TR161-0,25W-816 \pm 0,2%-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	156D-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-6-498-M-160-658
390	C408	typ 2 04/U-10uF/25V
391	C409	typ 2 04/U-10uF/25V
392	C410	KFP-2C-10x10-22C1-M-63-455
393		
394		
395		
396		
397		
398	WE401	WEA-T-N-250/125mA
399	WE402	WEA-T-N-250/125mA
400		
401		
402		
403		
404		
405		
		<u>Przetwornik A/D - czuść cyfrowa</u>
406	IC501	UCY 7406N
407	IC502	UCY 7407N
408	IC503	UCY 74132N
409	IC504	UCY 7410N
410	IC505	UCY 7473N
411	IC506	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 7493N
425	IC520	UCY 7475N
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-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
450	R502	MLT-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
451	R503	MLT-0,25N-390 Ω 5% \pm B-55-/125/21
452	R504	MFR-0,25W-340 Ω 1%-50.10 ⁻⁶ /°C
453	R505	TYP-102-0,1W-100 Ω 5% \pm B-25/085/14
454	R506	MLT-0,25N-100 Ω 5% \pm B-55-/125/21
455	R507	MLT-0,25N-15k Ω 5% \pm 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-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
459	R511	MLT-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
460	R512	MLT-0,25N-100 Ω 5% \pm B-55-/125/21
461	R513	MLT-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
462	R514	MLT-0,25N-5,1k Ω 5% \pm B-55-/125/21
463		
464		
465	C501	KFP2-2E-5x5-2n2-2-25-658
466	C502	XCP2-1B-T-3x5-6B-K-25-658
467	C503	KFPm-2C-5x5-15n-M-63-455
468	C504	KCPm-1B-U-10x10-4700-I-63-455
469	C505	KFP2-2F-5x5-4,7n-2-25-658
470	C506	KFPm-2C-5x5-33n-M-63-455
471	C507	typ 2-04/U-47nF/6,3V
472	C508	XCP2-1B-T-3x5-6B-K-25-658
473		
474		
475		
476		
477		

1	2	3
476		
479		
480		
481		
482		
483		
484		
485		
486		
487		
488		
489		
490		
	<u>8.3. Płytki wyświetlaczy</u>	
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	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
509	R602	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-55-/125/21
510	R603	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
511	R604	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
512	R605	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
513	R606	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
514	R607	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
515	R608	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21
516	R609	MELT-0,25W-1600 $\frac{1}{2}$ 5%-B-55-/125/21

1	2	3
517	R610	MLT-0,25W-1600 _h 5% _B -55-/125/21
518	R611	MLT-0,25W-1600 _h 5% _B -65-/125/21
519	R612	MLT-0,25W-1600 _h 5% _B -125/21
520	R613	MLT-0,25W-1600 _h 5% _B -55-/125/21
521	R614	MLT-0,25W-1600 _h 5% _B -55-/125/21
522	R615	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
523		
524		
525	R616	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
526	R619	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
527	R620	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
528	R621	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
529	R622	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
530	R623	MLT-0,25W-10k _h 5% _B -55-/125/21
531	R624	MLT-0,25W-10k _h 5% _B -55-/125/21
532	R625	MLT-0,25W-10k _h 5% _B -55-/125/21
533	R626	MLT-0,25W-10k _h 5% _B -55-/125/21
534	R627	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
535	R628	MLT-0,25W-2200 _h 5% _B -55-/125/21
536	R629	MLT-0,25W-3300 _h 5% _B -55-/125/21
537	R630	CN 10,1-0,51-15k -20%
538		
539		
540		
541		
542		
543		
544		
545		
546		
547		
548		
549		
550		

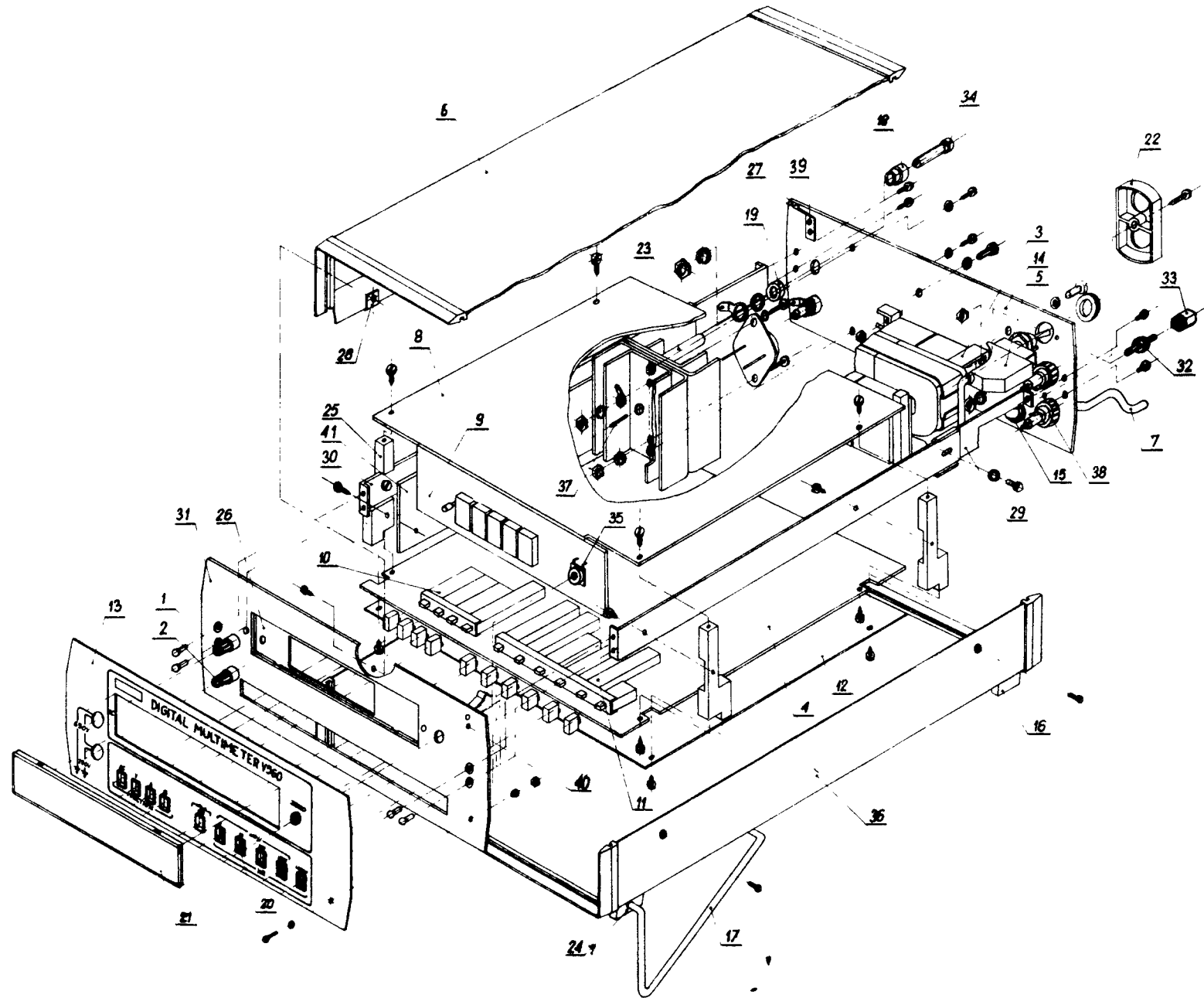
Elementy selekcjonowane w procesie produkcji

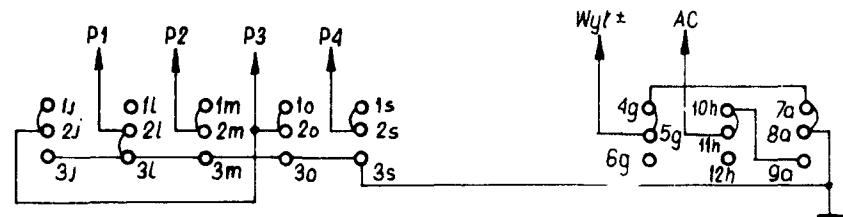
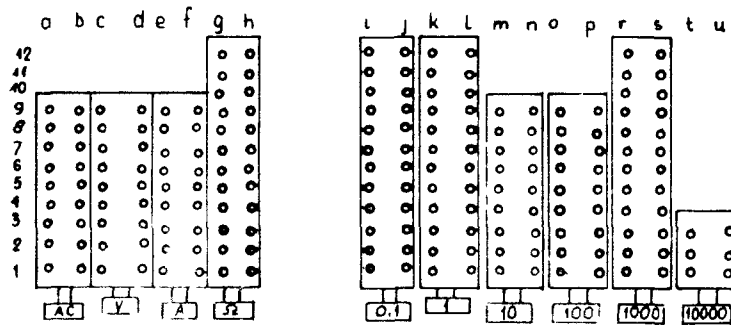
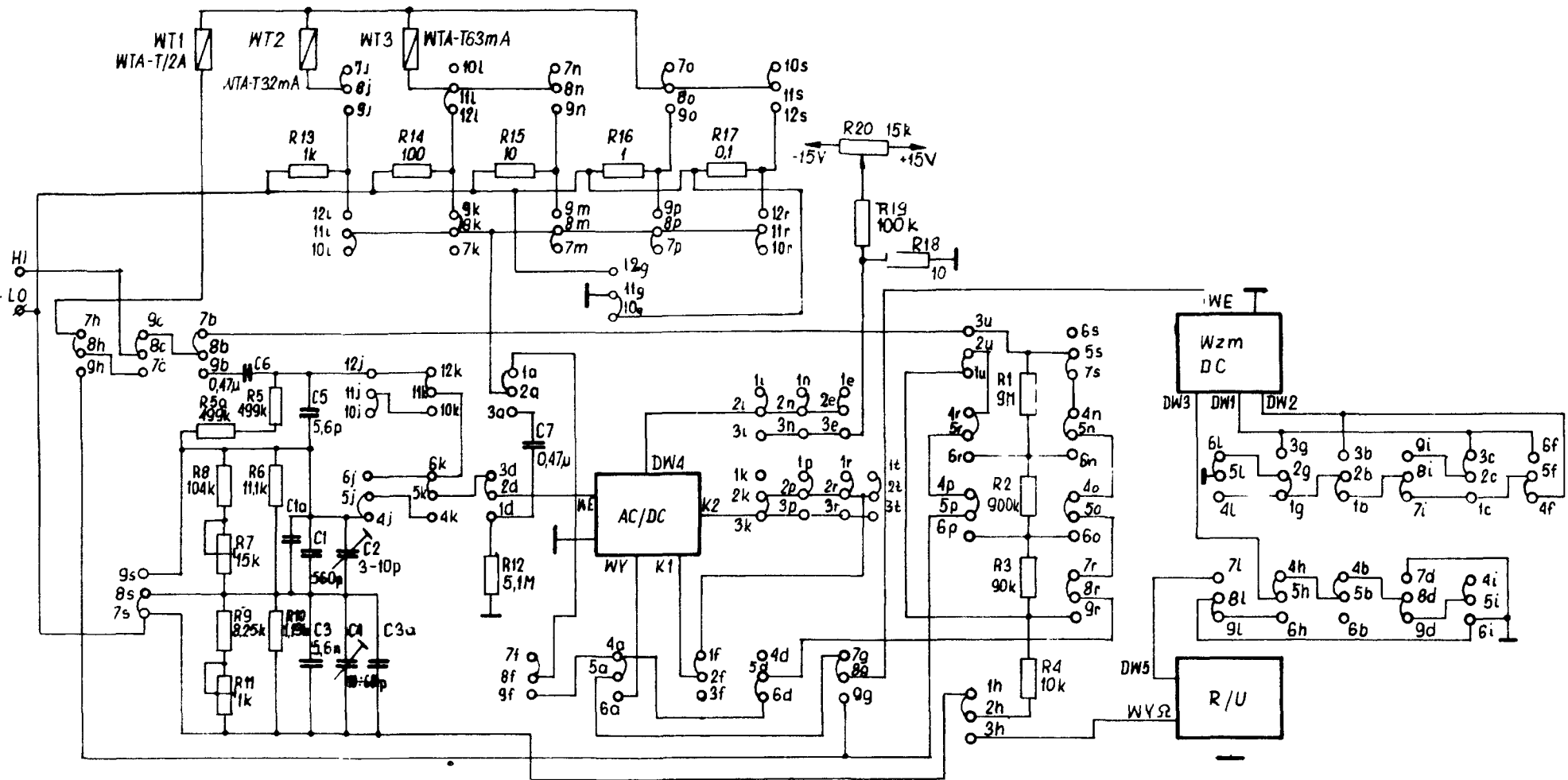
WYKAZ CZĘŚCI ZAMIENNYCH

Poz. nr rys.	Nazwa części	Nr rysunku lub oznaczenia	Liczba sztuk w wyrobis	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	Płytki 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-30-5499	1	3	wyk. DDR
8	Płytki cyfrowa	B-30-6533	1	-	
9	Płytki wyświetlaczy	B-30-6534	1	-	
10	Przełącznik funkcji	C-30-6535	1	-	
11	Przełącznik zakreśłów	C-30-6536	1	-	
12	Ekran	D-30-6553	1	-	
13	Płytki czołowa	C-19-2516	1	2	
14	Płytki 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	czarna
-	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	Naskowica	C-14-2011	1	2	
27	Zwieracz	C-12-3402	2	4	
28	Nakryjka przyłącza M-3	C-12-3448	4	10	

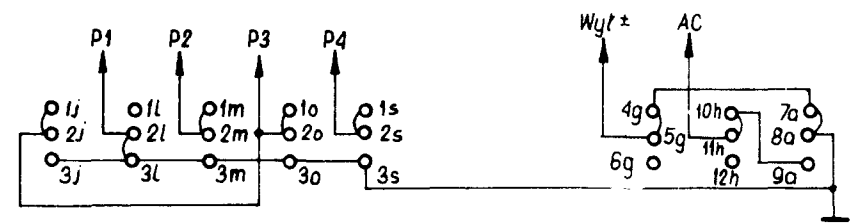
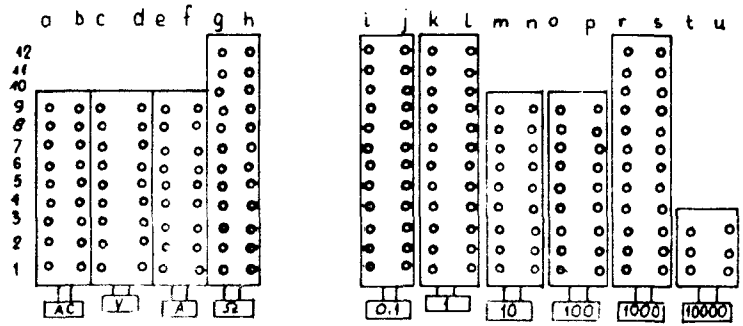
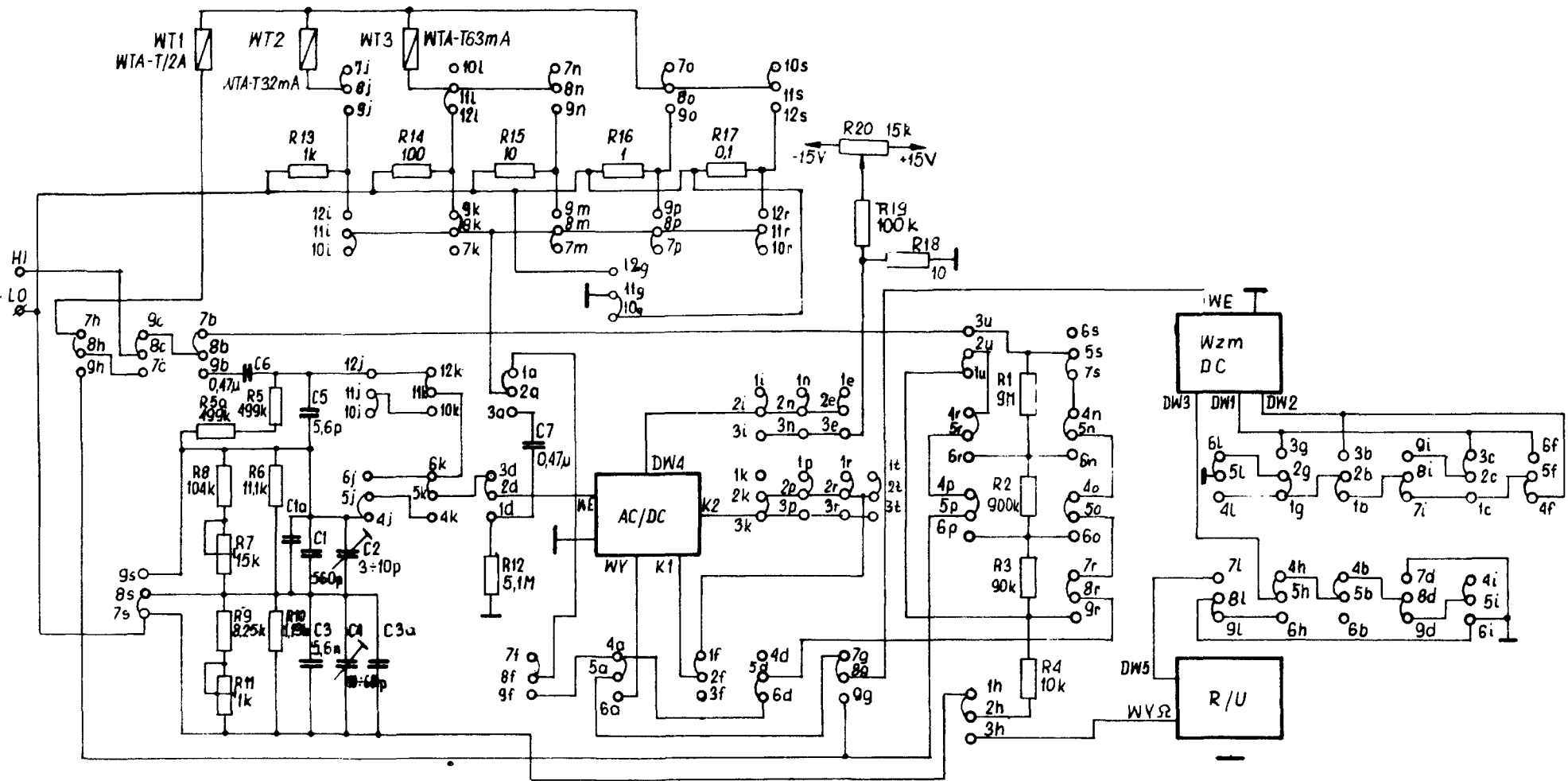
1	2	3	4	5	6
29	Listwa	D-12-4766	2	-	
30	Listwa	D-12-4767	2	-	
31	Płyta montażowa	C-11-2417	1	-	
32	Zacisk ochronny	D-10-2831	1	1	
33	Nakrętka	D-10-2832	1	1	
34	Gniazdo	8005235000	2	-	
35	Potencjometr zerow.	CN 10,1-0,5W- -15K-238	1	5	
36	Osiłona dolna	A-30-5254	1	-	
37	Koszulka elektro- izolacyjna szklana 1,5	BN-67/376-04	2x10 mm	-	
38	Bezpiecznik apar- towy GPK mm 250/63	FN-77/E-06170	2	3	
39	Nit 2 x AL	FN-70/M-82952	2	4	
40	Nit 2 x 4 AL	FN-70/M-82954	2	4	
41	Ekran	C-15-2218	1	-	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/2A	FN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/3E mA	FN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-N-250/63 mA	FN-70/E-06170	1	3	
-	Wkładka topikowa WTA-T-250/125 mA	FN-70/E-06170	2	4	
-	Suwak wymienny kpl. współzależny 6 bieg.	78-4114-03	-	5	
-	Suwak wymienny kpl. r. niezależny 6 bieg.	78-4115-03	-	2	
-	Suwak wymienny kpl. współzależny 8 bieg.	78-4114-04	-	5	
-	Suwak wymienny kpl. 2 bieg.	78-4114-01	-	2	
-	Sprężyna zapadki	73-4106-01	-	2	
-	Sprężyna kołka	73-4105-01	-	2	

Zestaw uzupełni do
przebiegów
z por. 10, 11

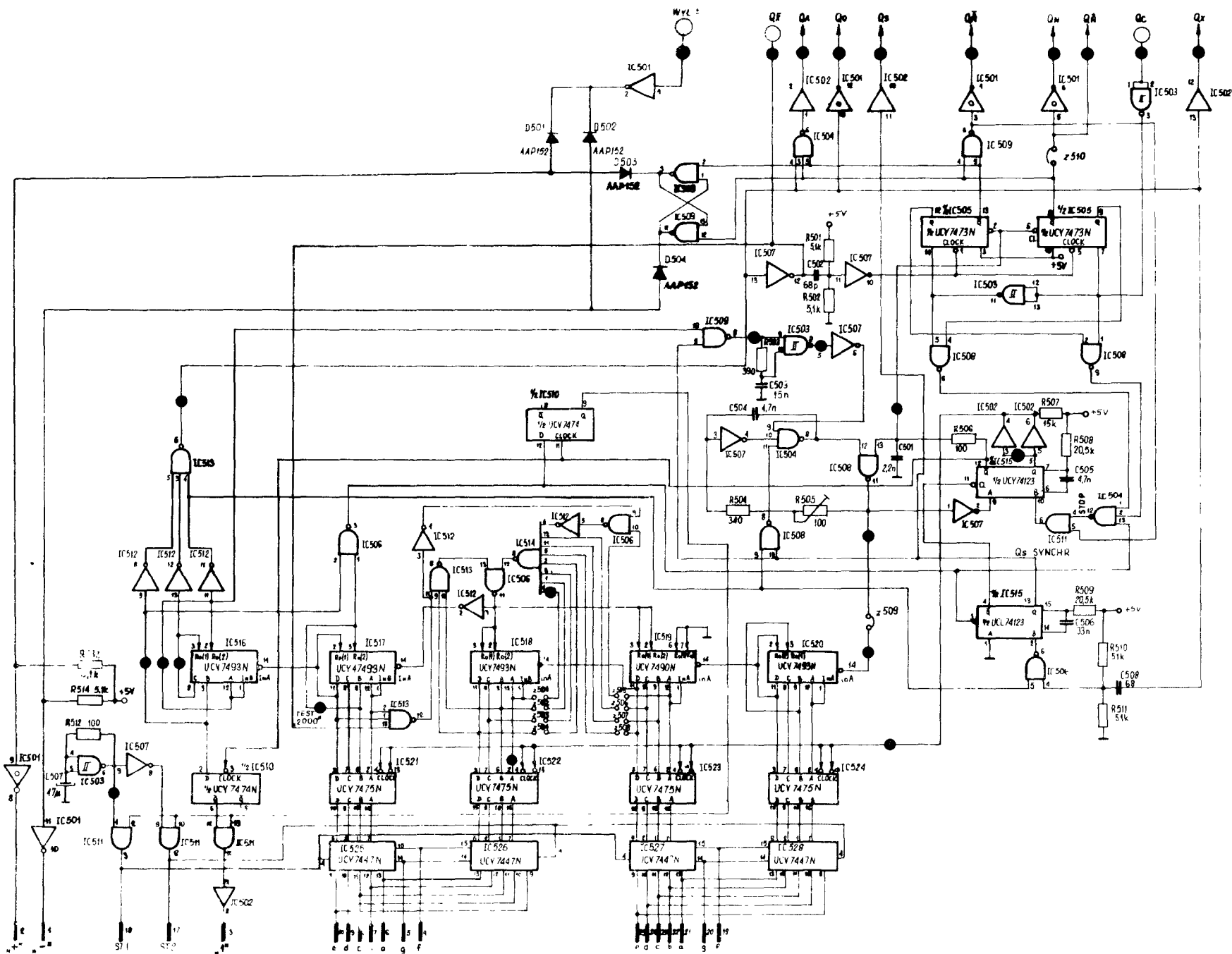


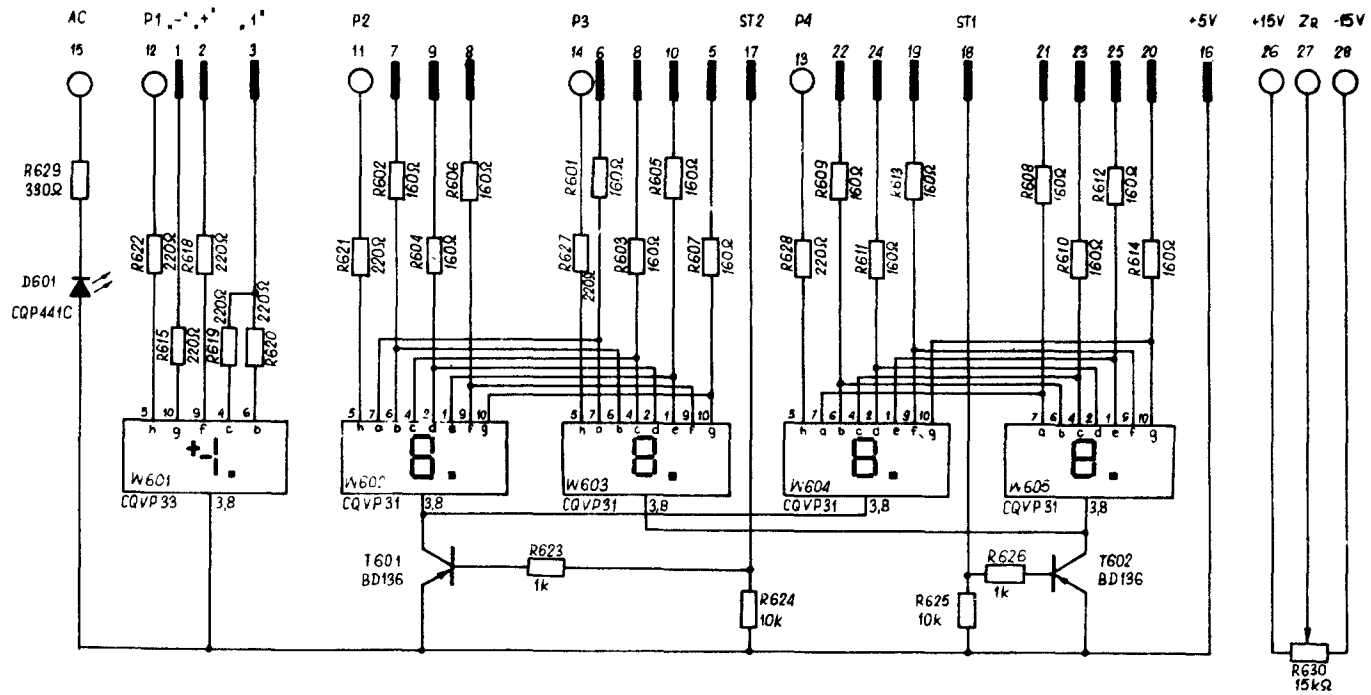


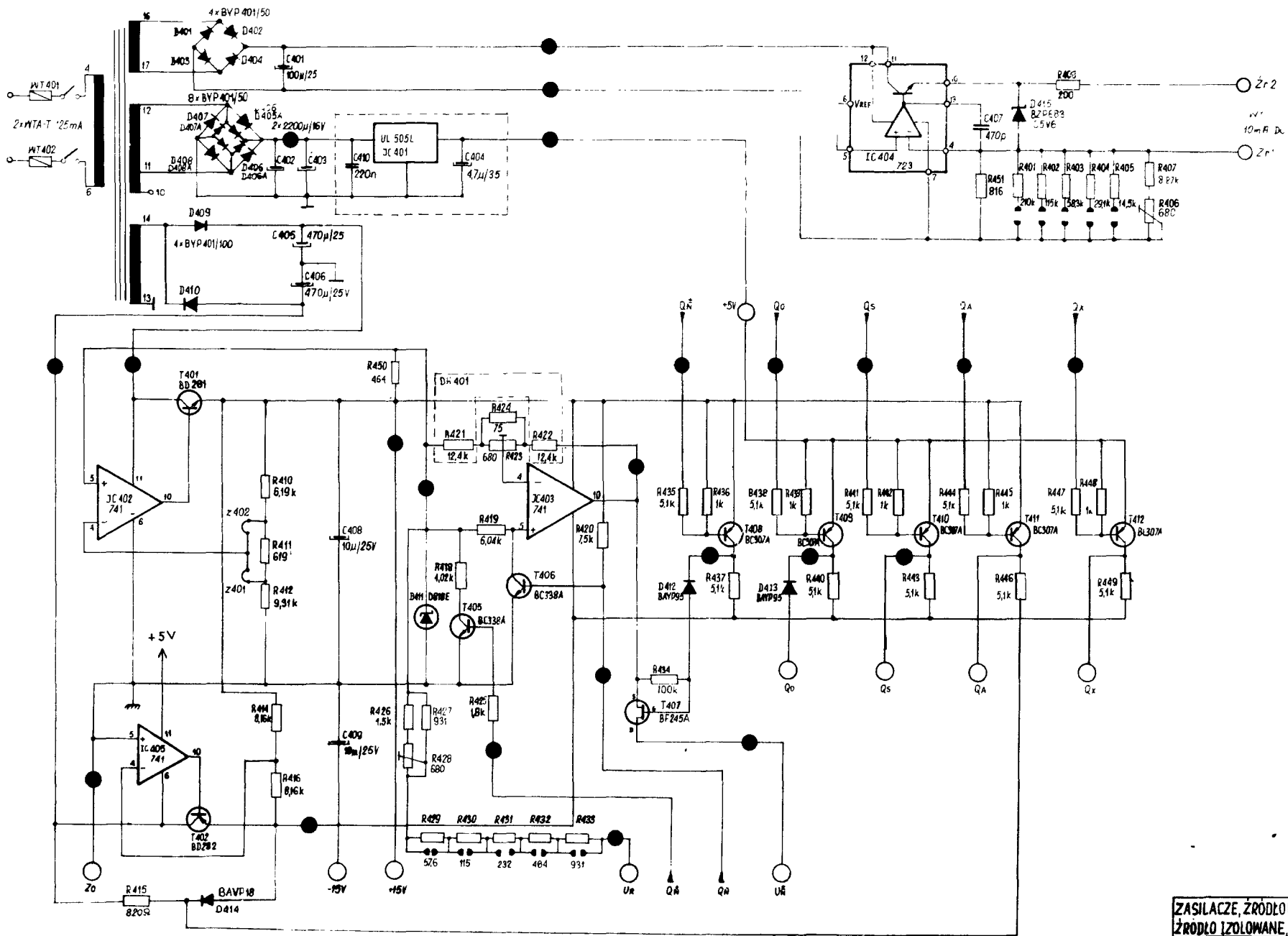
**OBWODY WEJŚCIOWE
I PRZEŁĄCZAJĄCE**



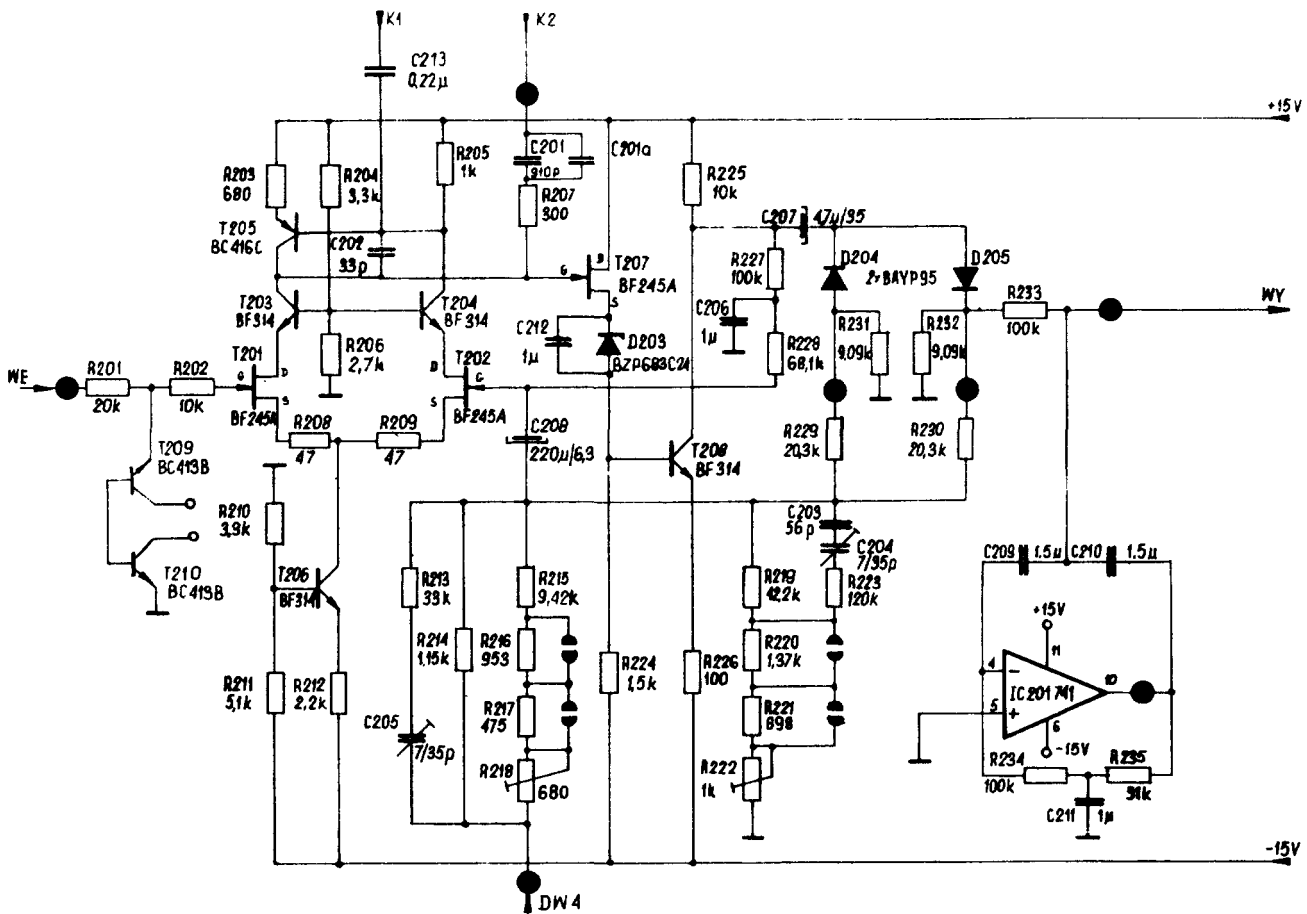
**OBWODY WEJŚCIOWE
I PRZEŁACZAJĄCE**



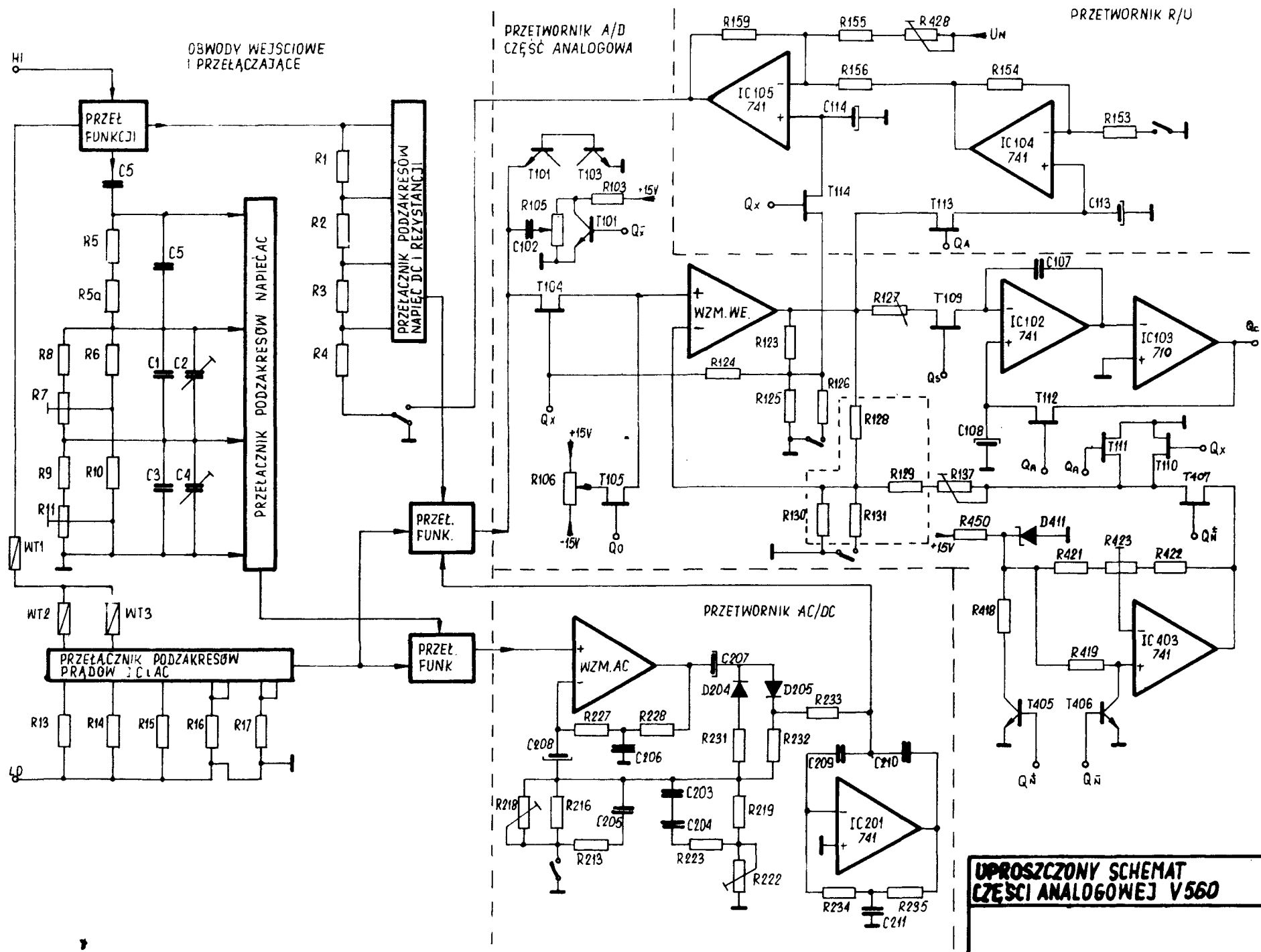




ZASILACZE, ŹRÓDŁO WZORCOWE
 ŹRÓDŁO IZOLOWANE, WZMACNIACZ KLUCZY

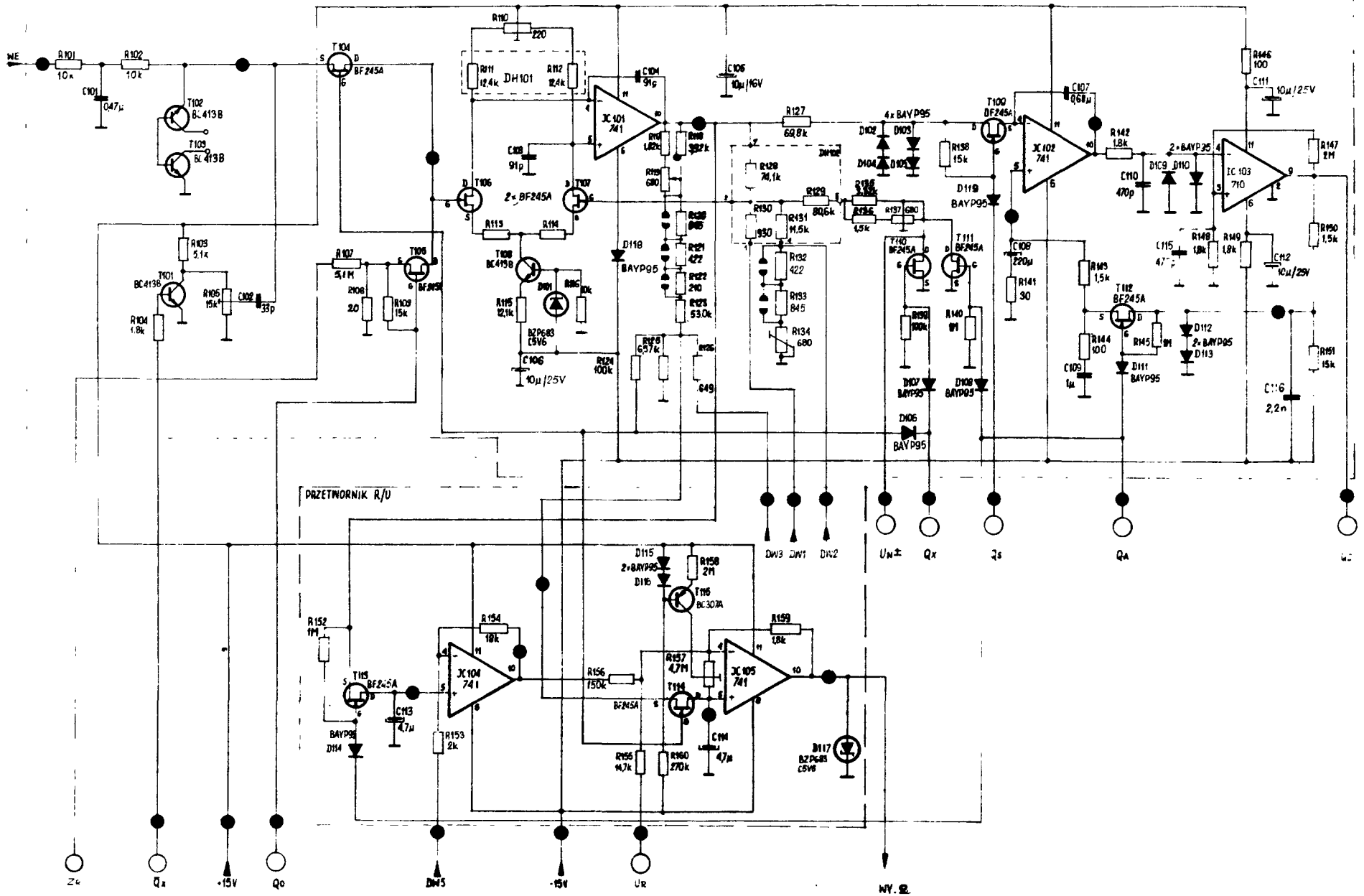


Przetwornik AC/DC

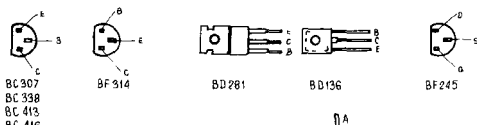


UPROSZCZONY SCHEMAT CZĘŚCI ANALOGOWEJ V560

PRZETWORNIK A/D - CZĘŚĆ ANALOGOWA



TRANZYSTORY DIODY



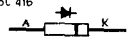
BC 307
BC 338
BC 413
BC 416

BF 314

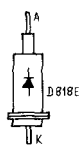
BD 281

BD 136

BF 245

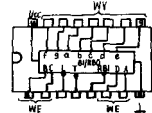


BVP 401
BAV99 S
B2P 683

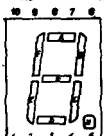


DB18E

WYŚWIETLACZE, DEKODERY

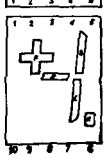


UCV 7447



1 Katoda E
2 Katoda D
3 Wspólna anoda

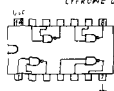
9 Katoda F
10 Katoda G



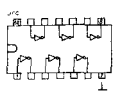
4 Katoda C
5 Katoda H
6 Katoda B
7 Katoda A
8 Wspólna anoda

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

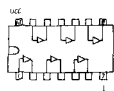
CYKROWE UKŁADY SCALONE



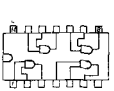
UCY 7460 N
UCY 7462 N



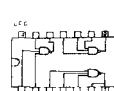
UCY 7468 N
UCY 7469 N



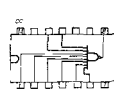
UCY 7470 N
UCY 7472 N



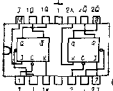
UCY 7474 N
UCY 7475 N



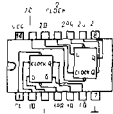
UCY 7476 N
UCY 7477 N



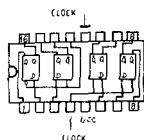
UCY 7478 N
UCY 7479 N



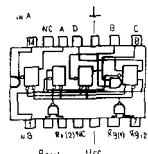
UCY 7473 N



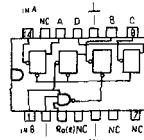
UCY 7474 N



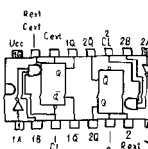
UCY 7475N



UCY 7490N

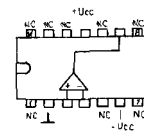


UCY 7493N

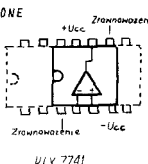


UCY 74123N

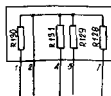
ANALOGOWE UKŁADY SCALONE



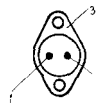
ULY 7710N



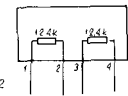
ULY 7741



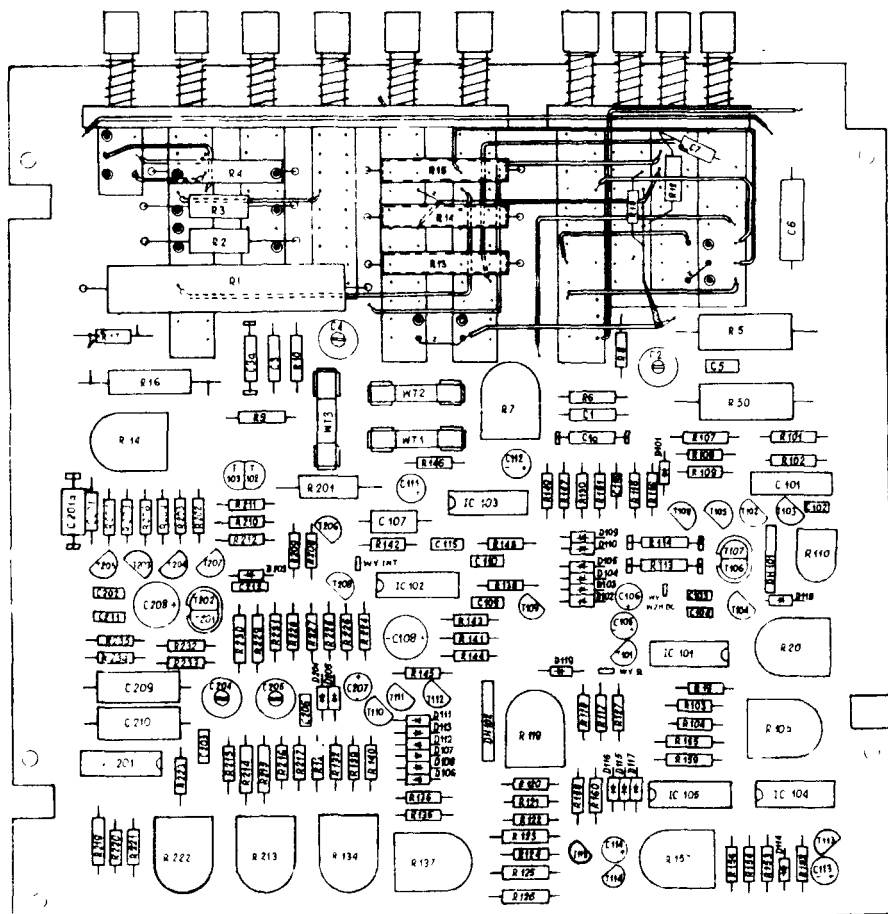
HRV 1011R



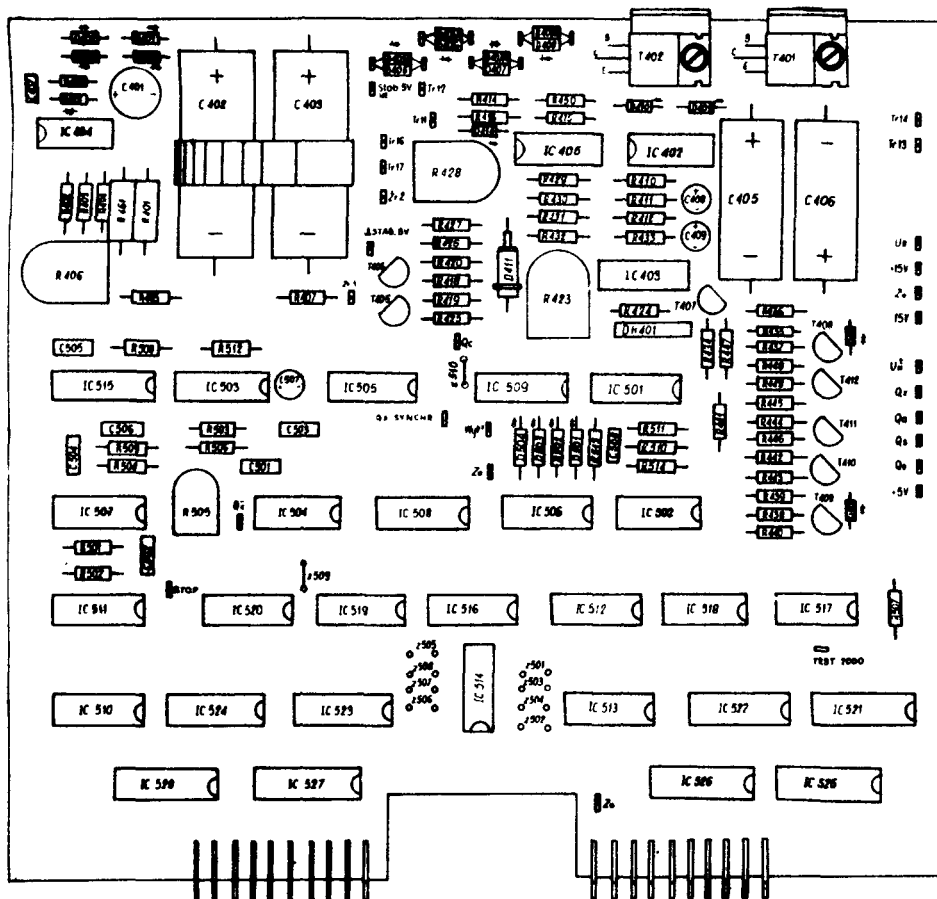
UL 7505L



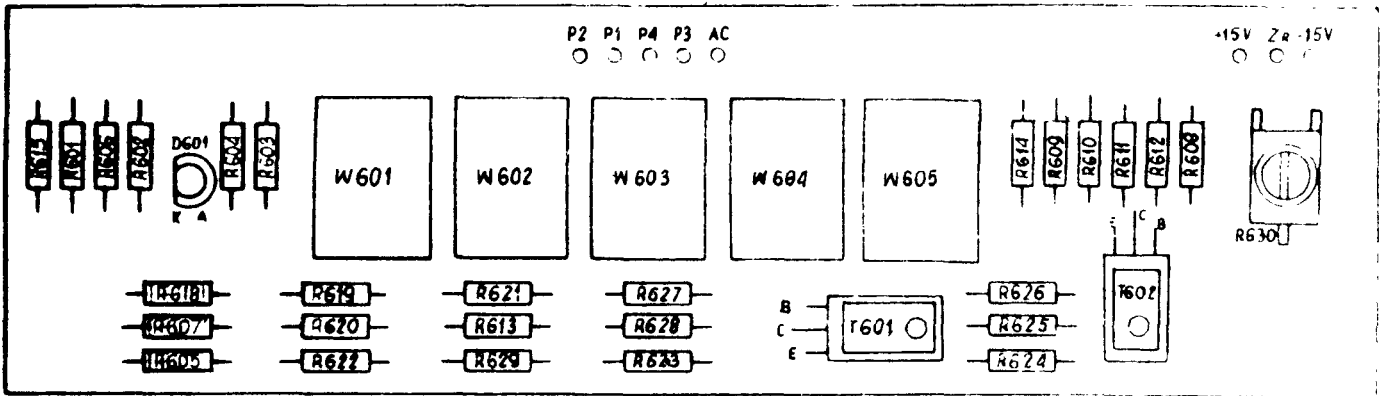
HRV51MR 2DRF2x4B

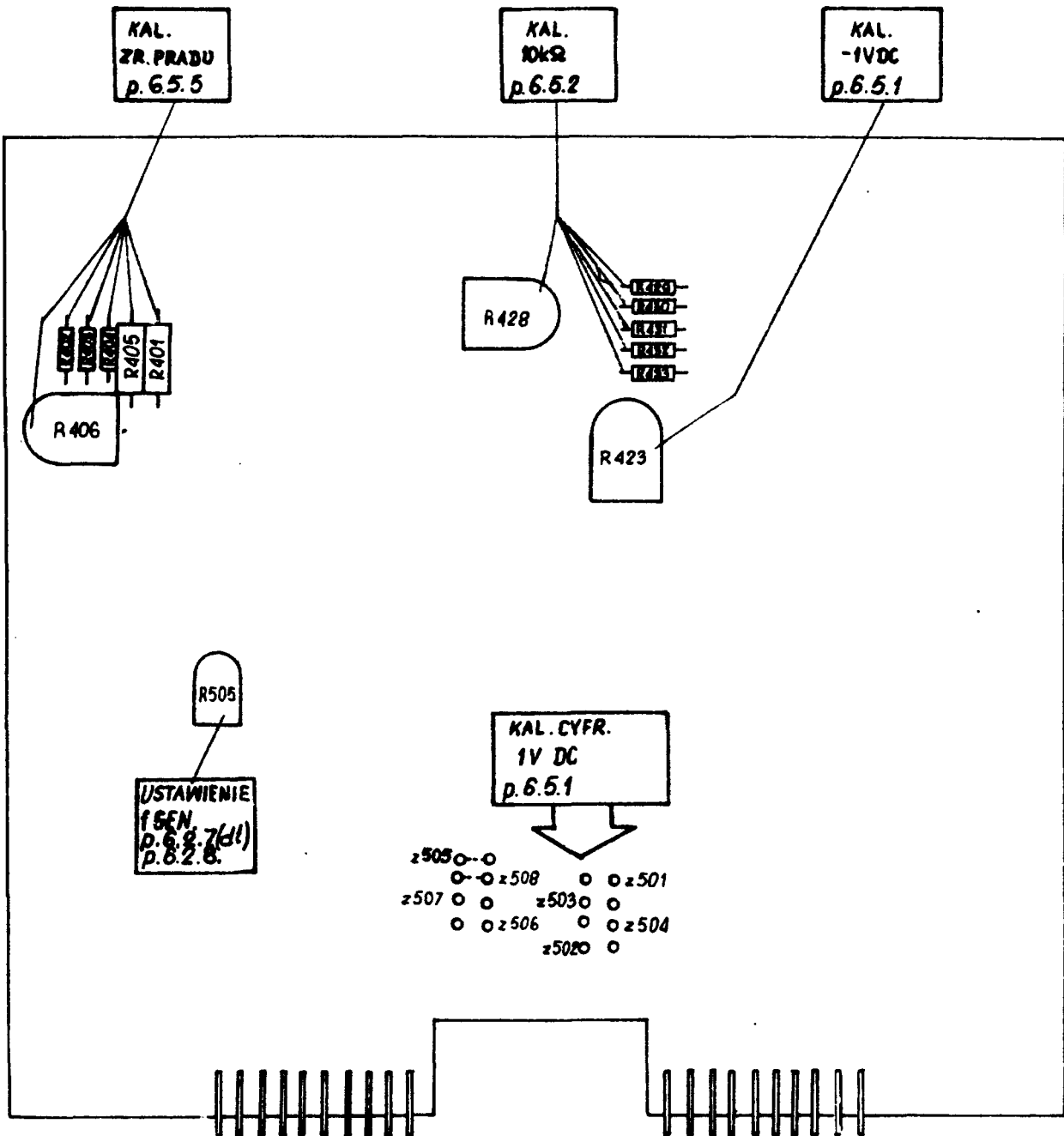


Schemat montażowy
płytki analogowej

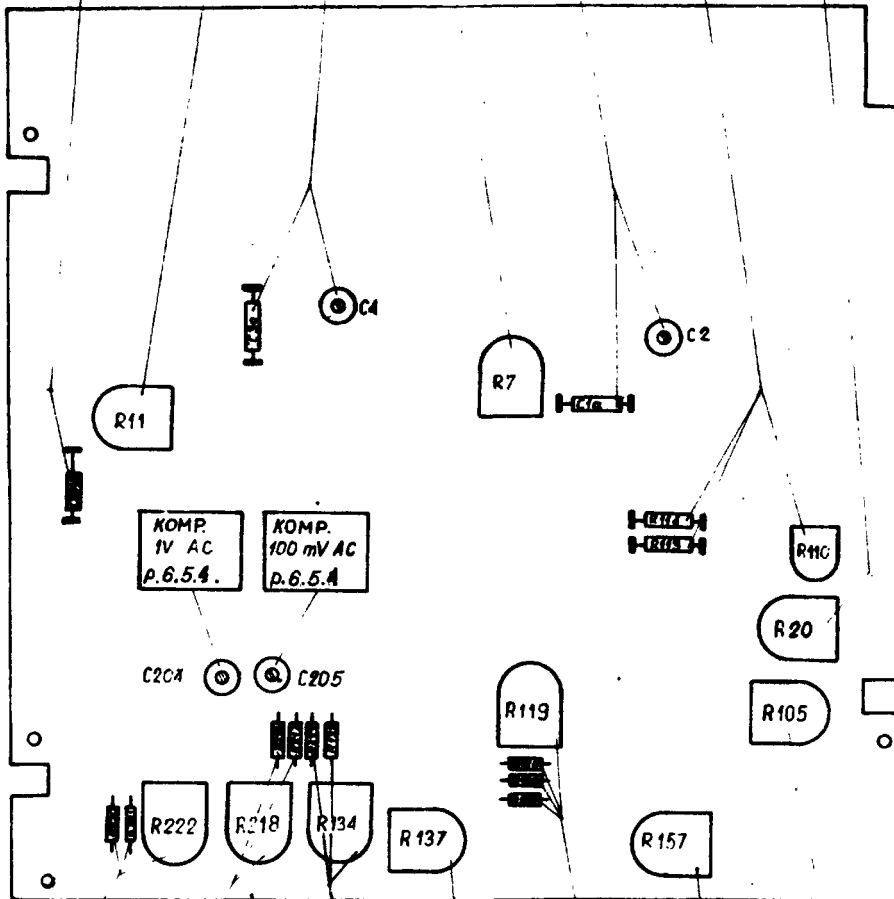


Schemat montażowy
płytki cyfrowej





KOMP. CZYST. WZM. IV AC p. 6.5.4.	KAL. 1000V AC p. 6.5.4.	KOMP. 1000V AC p. 6.5.4.	KAL. 10V AC p. 6.5.4.	KOMP. 10V AC p. 6.5.4.	ZEROWANIE WZM. WE p. 6.2.5 (dł) p. 6.2.1.	ZEROWANIE AC p. 6.5.3.
---	-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--	------------------------------



KAL. 1V AC p. 6.5.4.	KAL. 100mV AC p. 6.5.4.	KAL. 100mV DC p. 6.5.1.	KAL. +1V DC p. 6.5.1.	LIN. 10k Ω p. 6.5.2.	KOMP. PRADU WZM. I C105 p. 6.5.2.	KOMP. PRADU I NE p. 6.4.
----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	---	--------------------------------

