

TW-67

W O L T O M I E R Z C Y F R O W Y

T Y P V - 5 2 3

Z J E D N O C Z O N E Z A K Ł A D Y E L E K T R O N I C Z N E J A P A R A T U R Y P O M I A R O W E J

- E L P O -

S P I S T R E S C I

1. Zastosowanie	str 1
2. Dane techniczne	" 1
3. Zasada działania	" 2
4. Opis układu konstrukcji	" 8
5. Wskazówki użytkowania	" 22
6. Konserwacja przyrządu	" 28
7. Wyposażenie	" 31
8. Wykaz elementów elektrycznych	

S P I S R Y S U N K O W

1. Schemat blokowy woltomierza	str. 3
2. Przebiegi czasowe w multiwibratorze wielostabilnym	" 5
3. Zasada działania sumatora	" 6
4. Uproszczony schemat układu wejściowego	" 8
5. Zasada działania wzmacniacza z automatyczną stabilizacją poziomu zerowego	" 11
6. Układ sumujący	" 13
7. Przebiegi czasowe w kształtowniku impulsów zegarowych	" 14
8. Przebiegi czasowe w multiwibratorze wielostabilnym	" 15
9. Zależności czasowe pomiędzy cyklami pracy wzmacniacza i impulsami zegarowymi	" 18
10. Dołączenie bezpieczników topikowych	" 23
11. Rozmieszczenie kontaktów gniazd wyjściowych	" 27
- Schemat elektryczny woltomierza cyfrowego typ V-523	-

WOLTOMIERZ CYFROWY

TYP V-523

1. ZASTOSOWANIE.

Woltomierz cyfrowy typu V523 jest przyrządem, przeznaczonym do dokładnych pomiarów napięcia stałego. Działając na zasadzie automatycznego kompensatora woltomierz łączy w sobie zalety mierników o bezpośrednim odczycie z zaletami przyrządów kompensacyjnych, nie posiadając wad, właściwych obu tym rodzajom przyrządów.

W odróżnieniu od skomplikowanych manipulacji, związanych z obsługą ręcznego kompensatora obsługa woltomierza V523 jest bardzo prosta. Proces kompensacji mierzonego napięcia odbywa się całkowicie automatycznie i trwa tylko 0,28 sekundy. Wynik pomiaru jest wskazywany bezpośrednio w postaci numerycznej, na cztero cyfrowym, jednorzędowym wskaźniku. Zastosowane w woltomierzu wskaźniki typu projekcyjnego zapewniają duże, jasno świecące cyfry, umożliwiając dogodny odczyt wartości mierzonej nawet z odległości ok. 4 m od przyrządu.

Woltomierz automatycznie przystosowuje się do dowolnej polaryzacji mierzonego napięcia. Znak "plus" lub "minus" dołączonego napięcia jest wskazywany przy pomocy koloru tła ekranu wskaźnika cyfrowego woltomierza.

Woltomierz zapewnia bardzo dużą oporność wejściową. Obwód wejściowy przyrządu jest całkowicie izolowany od obudowy, która może być uziemiona nawet wtedy, gdy mierzony obiekt znajduje się pod napięciem w stosunku do ziemi. Na wejściu woltomierza znajduje się filtr dolnoprzepustowy, pozwalający znacznie zmniejszyć wpływ składowej zmiennej mierzonego napięcia /zakłócenia 50 Hz! / na wskazania.

Z wyjątkiem wstępnych stopni wzmacniających wszystkie układy woltomierza cyfrowego typu V523 działają na elementach półprzewodnikowych. W przyrządzie zastosowano 79 tranzystorów, 93 diody germanowe i krzemowe i tylko 2 lampy elektrowne. Dzięki zastosowaniu półprzewodników woltomierz ma niewielkie wymiary i odznacza się małym poborem mocy z sieci zasilającej.

Woltomierz cyfrowy typu V523 jest uniwersalnym przyrządem, przeznaczonym do pomiarów laboratoryjnych, warsztatowych i przemysłowych, łącznie z drukarką lub innym urządzeniem rejestrującym woltomierz może być stosowany do ciągłej kontroli napięcia lub innych wielkości elektrycznych i fizycznych, zamienianych na napięcie przy pomocy odpowiednich przetworników.

W połączeniu z automatycznym przełącznikiem kanałów, urządzeniem programującym i rejestratorem woltomierz może być wykorzystywany w systemach centralnej rejestracji danych i w systemach automatycznego sterowania i regulacji.

2. DANE TECHNICZNE

Zakres pomiaru	0... 1999 V
Podzakresy	1/ 0...0,1999 V
	2/ 0...1,999 V
	3/ 0...19,99 V
	4/ 0...199,9 V
	5/ 0...1999 V
Wybór podzakresów	ręczny,
	przy pomocy przełącznika
Wybór znaku mierzonego napięcia	automatyczny
Dokładność pomiaru	$\pm 0,05\%$ wart.mierzonej ± 1 cyfra = $0,05\%$

czyli $\Sigma = \pm 0,1\%$

Rozdzielczość + 0,05% wart. końcowej podzakresu
Wejście izolowane od obudowy przyrządu

Oporność wejściowa:

na podzakresie 0,1999 V 100 kΩ
na podzakresie 1,999 V 1 MΩ
na pozostałych podzakresach 10 MΩ

Wskaźnik wyniku 4o cyfrowy, typu projekcyjnego
Wyjście 40o stykowe, gniazdo wyjściowe umożliwia dołączenie dodatkowego wskaźnika lub rejestratora wyników.

Uruchamianie ręczne, zdalne lub automatyczne /uruchamiające przyrząd w przypadku zmiany wartości mierzonego napięcia/

Czas trwania pomiaru 280 msec.
Zasilanie sieciowe, 120/ 220 V, 50 Hz

Dopuszczalne zmiany napięcia zasilającego + 10% od wart. nominalnej
Pobór mocy z sieci zasilającej poniżej 50 VA

Wymiary zewnętrzne około 220 x 300 x 280 mm
Ciężar około 15 kg.

*zakres temperatury +10° - +35° gwarantowany
+5° - +40° bez gwarancji*

3. ZASADA DZIAŁANIA

3.1. Wstęp

Napięcie mierzone, U_x jest doprowadzone do układu porównawczego, gdzie jest kompensowane przy pomocy odwrotnie spolaryzowanego napięcia kompensującego U_N . Podczas trwania cyklu pomiarowego woltomierza, napięcie U_N narasta skokowo od zera aż do wartości, odpowiadającej końcowi zakresu. Różnica $U_x - U_N$ jest wzmacniana i po wzmocnieniu oddziałuje na ogranicznik i układ bramki. Jeżeli kolejny przyrost napięcia kompensującego wywoła zmianę znaku różnicy $U_x - U_N$, to ogranicznik wprowadza brankę w stan aktywny, powodując odłączenie ostatniego skoku U_N .

Po zakończeniu cyklu pomiarowego, wartość napięcia kompensującego jest równa wartości mierzonej /z dokładnością do około 1/2 najmniej znaczącej jednostki, wskazywanej przez woltomierz/. Wartość ta jest odwzorowana w sposób cyfrowy przez stan układu, sterującego włączaniem i wyłączaniem poszczególnych przyrostów U_N . Odpowiedni układ tłumaczący, przetwarza stan układu sterującego na kod dziesiętny, powodując wyświetlenie wyniku pomiaru.

Pełny schemat blokowy woltomierza przedstawion na rys. 1. Zasadę działania woltomierza oraz jego najważniejszych bloków funkcjonalnych opisano bardziej szczegółowo w dalszej części rozdziału.

3.2. Uruchamianie cyklu pomiarowego

Napięcie mierzone jest dołączone do układu wejściowego, zawierającego oporowy dzielnik napięcia, umożliwiający przełączanie podzakresów pomiarowych, układ porównawczy, oraz filtr dolnoprzepustowy, pozwalający zmniejszyć składową zmienną sygnału wejściowego, o ile taka istnieje.

Z dzielnika napięcia, napięcie mierzone U_x jest doprowadzone do układu porównawczego, gdzie jest kompensowane napięciem wzorcowym U_N . Różnica $U_x - U_N$ oddziałuje na wejście czułego wzmacniacza napięcia stałego i po wzmocnieniu steruje dwa układy ograniczników: ogranicznik wyłączania i ogranicznik uruchamiania.

Ogranicznik wyłączania wywołuje kasowanie przyrostów napięcia wzorcowego, w przypadku, gdy wartość tego napięcia przekracza wartość napięcia mierzonego.

Natomiast drugi z wymienionych układów powoduje uruchomienie cyklu pomiarowego. Gdy wzmożony sygnał braku kompensacji $U_x - U_N$ przekroczy ustaloną wartość, to na wyjściu ogranicznika uruchamiania pojawia się napięcie, oddziałujące na wejście "A" układu sumującego. Napięcie to otwiera kształtownik impulsów, początkując formowanie serii impulsów zegarowych.

Ogranicznik uruchamiania działa tylko wtedy, gdy przełącznik rodzaju uruchamiania woltomierza jest ustawiony w pozycji "WYZWALANIE AUTOMATYCZNE". Nastawienie woltomierza na "WYZWALANIE REZNE" powoduje odłączenie wyjścia ogranicznika od wejścia "A" układu sumującego. Sterowanie tego układu może się wtedy odbywać albo przy pomocy przycisku "p" znajdującego się na płycie czołowej woltomierza, albo przez zwarcie styków dołączonych do gniazda zdalnego uruchamiania przyrządu.

3.3. Układy sterujące

Z chwilą, gdy na wejściu "A" układu sumującego pojawi się sygnał, kształtownik rozpocznie formowanie serii impulsów zegarowych.

Impulsy zegarowe sterują multiwibrator wielostabilny, składający się z 15 stopni tranzystorowych, tworzących układ pierścieniowy. W stanie spoczynkowym, t.j. wtedy, gdy woltomierz nie mierzy, prąd płynie tylko przez pierwszy stopień multiwibratora. Pod wpływem impulsów zegarowych, pierwszy stopień przestaje przewodzić, natomiast zostają kolejno włączone dalsze tranzystory, aż do ostatniego włącznie.

Piętnasty impuls zegarowy kasuje przepływ prądu przez ostatni, piętnasty tranzystor, przywracając stan spoczynkowy, w którym przewodzi pierwszy stopień układu.

Pierwszy stopień multiwibratora jest sprzężony zwrotnie do wejścia "B" układu sumującego. Dzięki temu, w momencie uruchomienia multiwibratora przez pierwszy impuls zegarowy na wejściu "B" występuje napięcie utrzymujące kształtownik w stanie otwartym, niezależnie od wielkości sygnału dołączonego do wejścia "A". Piętnasty impuls zegarowy przywracając stan spoczynkowy multiwibratora likwiduje napięcie przyłożone do wejścia "A" układu sumującego, powodując zamknięcie kształtownika i zakończenie serii impulsów.

Podczas trwania cyklu pomiarowego, na wyjściach 1 ... 14 multiwibratora /p. rys. 1/ występują kolejno impulsy, przedstawione na rys. 2. Dodatkowo impulsy wyjściowe odpowiadają momentom włączenia, a ujemne wyłączenia odpowiednich stopni układu.

Ujemne impulsy wyjściowe multiwibratora mogą być likwidowane /zwierane do masy/ przez układ bramkujący, sterowany z wyjścia wzmacniacza poprzez ogranicznik wyłączania.

Wyjścia multiwibratora są dołączone do 14 przerzutników dwustabilnych P1 ... P14. Dodatkowo impulsy wyjściowe powodują zmianę stanów /włączenie/ kolejnych przerzutników, natomiast następujące za dodatnimi, ujemne impulsy o ile nie zostaną skasowane przez układ bramkujący przywracają stany początkowe przerzutników. /wyłączone/. O tym, czy przerzutniki pozostaną włączone czy też powrócą do stanu początkowego decyduje znak wzmożonego napięcia $U_x - U_N$, występującego na wejściu ogranicznika wyłączania, sterującego układ bramki.

Każdy z 14 przerzutników dwustabilnych zasila oddzielny przekaźnik, którego styki dokonują przełączeń w układzie sumatora.

WEJŚCIE A
UKŁADU SUMUJĄCEGO
(SYGNAŁ URUCHAMIAJĄCY)

IMPULSY
ZEGAROWE

WEJŚCIE B
UKŁADU SUMUJĄCEGO
(SYGNAŁ TRWANIA POMIARU)

PRĄDY
W MULTIWIBRATORZE
WIELOSTABILNYM

1STOPIEŃ

2STOPIEŃ

3STOPIEŃ

14STOPIEŃ

NAPIĘCIA WYJŚCIOWE
Z MULTIWIBRATORA WIELOSTABILNEGO

WYJŚCIE 1

WYJŚCIE 2

WYJŚCIE 3

WYJŚCIE 14

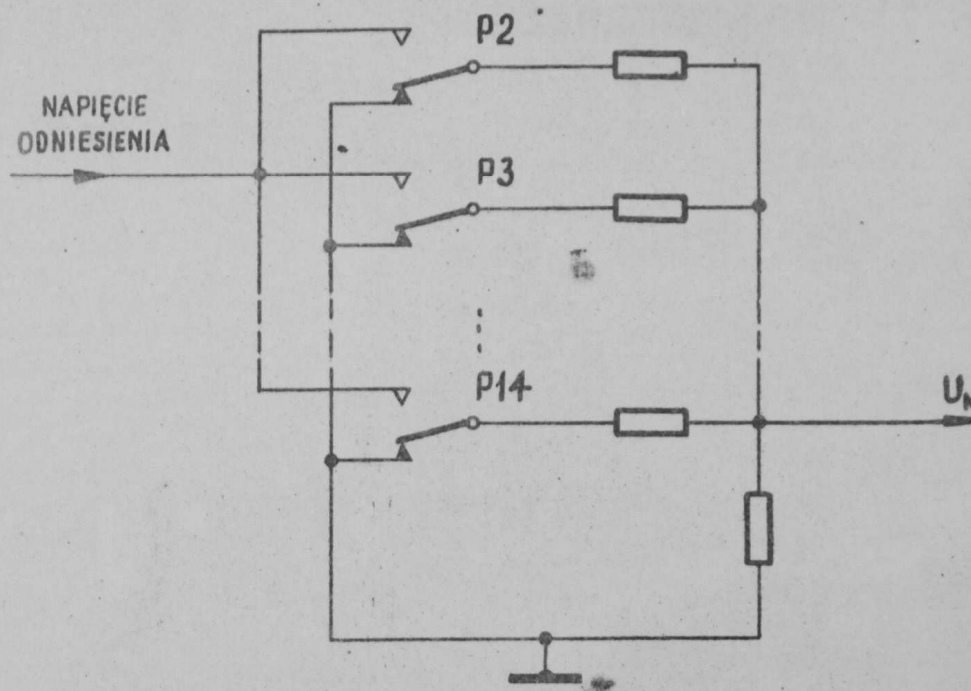
UJEMNE IMPULSY MOGĄ BYĆ LIKWIDOWANE
PRZEZ UKŁAD BRAMKI

Rys.2. Przebiegi czasowe w multiwibratorze wielostabilnym

3.4. Sumator

Oporniki tworzące układ sumatora stanowią dzielnik, zasilany napięciem odniesienia, stabilizowanym diodami Zenera.

Zasadniczy układ połączeń sumatora przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Zasada działania sumatora.

Włączenie dowolnego przekaźnika, sterowanego jednym z przerzutników P2 ...P14 powoduje przełączenie odpowiedniego opornika z potencjału masy do napięcia odniesienia, wywołując określony przyrost napięcia kompensującego U_N na wyjściu sumatora.

Wielkość przyrostu U_N jest ściśle związana z wartością opornika, a więc z kolejnym numerem przerzutnika wywołującego ten przyrost i nie zależy od stanu pozostałych przerzutników. Wartości przyrostów w mV są następujące:

P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
1000	400	200	200	100	40	20	20	10	4	2	2	1

Dobierając odpowiednią kombinację stanów poszczególnych przerzutników P1...P14, można uzyskać dowolną wartość napięcia U_N , w granicach od zera do + 1000 mV, z dokładnością $\pm 0,5$ mV.

3.5. Zasada kompensacji

Podczas trwania cyklu pomiarowego woltomierza, dodatkowe impulsy wyjściowe z multiwibratora wielostabilnego uruchamiają kolejno wszystkie przerzutniki P1 ...P14.

Przerzutnik P1 pracuje w układzie, wybierającym znak napięcia kompensującego. Mechanizm działania tego układu wyjaśniono w rozdz. 4 niniejszego opisu.

Uruchomienie każdego z następnych przerzutników, P2... P14, wywołuje przyrost napięcia kompensującego U_N o wartość, podaną w punkcie 3.4. Wtedy, zależnie od wartości mierzonego napięcia dołączonego do wejścia układu porównawczego, wystąpi jeden z dwu możliwych przypadków:

1. Napięcie kompensujące pozostanie nadal mniejsze, /albo najwyżej równe/ co do wartości mierzonemu napięciu. Układ bramki będzie znajdował się w stanie aktywnym i ujemny impuls wyjściowy z multiwibratora będzie skasowany /zwróty do masy/. Przerzutnik pozostanie włączony.
2. Napięcie kompensujące przekroczy wartość napięcia mierzonego. Różnica napięć $U_x - U_N$ stanie się ujemna i po wzmocnieniu zablokuje układ bramki. Ujemny impuls wyjściowy z multiwibratora nie zostanie skasowany i wywoła przeskok przerzutnika do stanu wyłączonego, powodując zmniejszenie napięcia kompensującego.

Proces narastania napięcia kompensującego wyjaśnia podany poniżej przykład liczbowy. Założono, że do wejścia układu porównawczego doprowadzone jest napięcie $U_x = 1567$ mV.

Nr przerzutnika	Wartość U_N po włączeniu przerzutnika	Różnica $U_x - U_N$	Ujemny impuls z multiwibratora	Stan przerzutnika po ujemnym impulsie	Wartość U_N po ujemnym impulsie
P2	1000	+ 567	nie ma	+	1000
P3	1400	+ 167	nie ma	+	1400
P4	1600	- 33	jest	-	1400
P5	1600	- 33	jest	-	1400
P6	1500	+ 67	nie ma	+	1500
P7	1540	+ 27	nie ma	+	1540
P8	1560	+ 7	nie ma	+	1560
P9	1580	- 13	jest	-	1560
P10	1570	- 3	jest	-	1560
P11	1574	+ 3	nie ma	+	1564
P12	1576	+ 1	nie ma	+	1566
P13	1578	- 1	jest	-	1566
P14	1577	0	nie ma	+	1567

3.6. Wskazanie wyniku pomiaru

Po zakończeniu cyklu pomiarowego, wartość mierzona jest odwzorowana w kodzie dwójkowo dziesiętnym przez stan przerzutników P1... P14 i związanych z nimi przekaźników. Przekaźniki włączające kolejne przyrosty napięcia kompensującego, powodują jednocześnie, przy pomocy osobnych zespołów styków dołączenie napięcia zasilającego do odpowiednich żarówek wyświetlaczy cyfrowych, wskazujących wynik pomiaru.

Przełącznik, sterowany przerzutnikiem P2, dokonuje wyboru pierwszej cyfry wyniku. Zależnie od stanu tego przerzutnika, napięcie jest dołączone do jednej z dwu żarówek wyświetlacza, powodując projekcję cyfry "0" lub "1".

Druga cyfra wyniku jest określona stanem przerzutników P3, P4, P5 i P6. Styki przełączników sterowanych tymi przerzutnikami są połączone razem, tworząc układ deszyfrujący, poprzez który następuje dołączenie napięcia do odpowiedniej, jednej z dziesięciu, żarówek drugiego wyświetlacza.

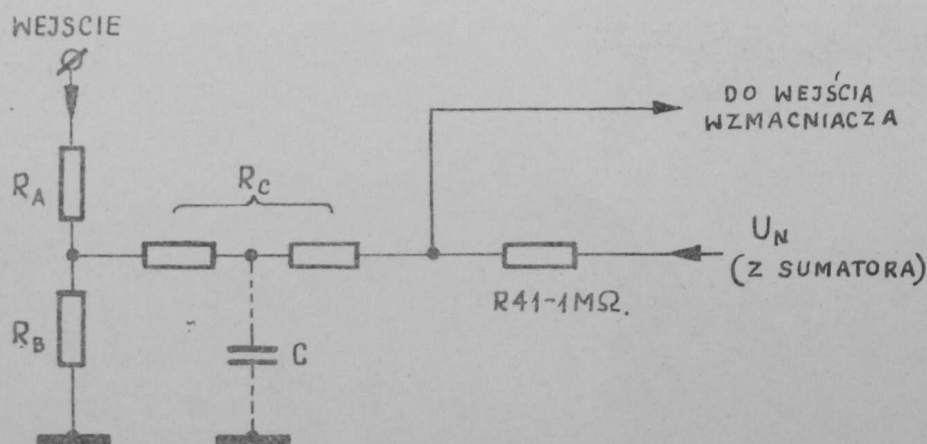
W podobny sposób, układ deszyfrujący sterowany przerzutnikami P7, P8, P9 i P10 dokonuje wyboru żarówki wyświetlającej trzecią cyfrę, a układ sterowany przez P11, P12, P13 i P14 - wybiera czwartą cyfrę wyniku pomiaru.

Wszystkie żarówki wyświetlaczy są połączone z odpowiednimi kontaktami gniazda wyjściowego. Z tego gniazda można pobierać napięcie, uruchamiające rejestrator wyników pomiarów, lub dodatkowy wskaźnik cyfrowy, który można umieścić w pewnej odległości od woltomierza, w miejscu, dogodnym do obserwacji.

4. OPIS UKŁADU I KONSTRUKCJI

4.1. Układ wejściowy

Układ wejściowy woltomierza składa się z zespołu oporników i kondensatorów, tworzących razem dzielnik, układ porównawczy i filtr dolnoprzepustowy. Uproszczony schemat ideowy układu wejściowego przedstawiono na rys. 4. Uwidocznione na tym rysunku oporności R_A , R_B i R_C składają się z szeregu wysoko stabilnych oporników drutowych, przełączanych przełącznikiem zakresów pomiarowych. Wartości R_A , R_B i R_C dla poszczególnych zakresów podano w tabeli, umieszczonej poniżej rys. 4.1/.



Rys. 4 Uproszczony schemat układu wejściowego.

1/ Oznaczenia elementów składające się z symboli literowych z kolejnymi numerami - odnoszą się do pełnego schematu ideowego, dołączonego do opisu.

Pozycja przełącznika zakresów	R_A		R_B		R_C	
	Oznaczenie	Wartość	Oznaczenie	Wartość	Oznaczenie	Wartość
0, 1999V	-	0	-	-	$R_6 + R_7$	0,1 Mohm
1,999 V	-	0	-	-	$R_4 + R_5 + R_6 + R_7$	1 Mohm
19,99 V	-	0	-	-	$R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7$	10 Mohm
199,9 V	$R_2 + R_3 + R_4$	9,95Mohm	R_9	55555ohm	$R_5 + R_6 + R_7$	0,5 Mohm
1999 V	$R_1 + R_2 + R_3 + R_4$	9,995Mohm	R_8	5050,5ohm	$R_5 + R_6 + R_7$	0,5 Mohm
+CECH	-	-	-	-	$R_5 + R_6 + R_7$	0,5 Mohm
ZERO	-	-	-	-	$R_5 + R_6 + R_7$	0,5 Mohm
-CECH	-	-	-	-	$R_5 + R_6 + R_7$	0,5 Mohm

Na zakresach 0, 1999 V, 1,999 V i 19,99 V napięcie mierzone jest dołączone bezpośrednio do opornika R_C , a napięcie kompensujące, spolaryzowane odwrotnie niż mierzone do opornika R_{41} . Oporniki R_C i R_{41} tworzą razem układ porównawczy. Jeżeli prądy płynące przez R_C i R_{41} nie są równe sobie co do wielkości, to na wyjściu układu porównawczego występuje sygnał braku kompensacji, sterujący wzmacniacz napięcia stałego.

Napięcie kompensujące, oraz wartość opornika R_{41} pozostają stałe na wszystkich zakresach pomiarowych woltomierza. Zmianę zakresów uzyskuje się przez przełączanie oporników R_C . Niezależnie od tego dla dwóch najwyższych zakresów 199,9 V i 1999 V pomiędzy gniazdo wejściowe przyrządu i układ porównawczy włącza się dodatkowo dzielnik, składający się z oporników R_A i R_B .

Niezależnie od zakresów pomiarowych, przełącznik P1, posiada trzy pozycje, przeznaczone do regulacji zera i cechowania woltomierza. Ustawienie przełącznika P1 w pozycji ZERO powoduje odłączenie wejścia układu porównawczego od gniazda wejściowego przyrządu i zwarcie go do masy. W pozycjach "+CECH" i "-CECH" do układu porównawczego zostaje dołączone ogniwo Weston'a, znajdujące się stale w przyrządzie, o sile elektromotorycznej 1,0185 V, a opornik R_C jest przełączony na taką wartość, aby poprawnie wycechowany woltomierz osiągnął pełną kompensację przy napięciu U_N równym 2,037 V. Ponadto, w układzie sumatora zostaje dołączony opornik R_{10} , zwiększając napięcie kompensujące o 100 jednostek, co jest niezbędne do uzyskania wartości 2,037 V. /Włączenie opornika R_{10} nie zmienia stanu przerzutników i układu deszyfrującego; dlatego podczas cechowania wskazania woltomierza są o 100 jednostek mniejsze od wartości napięcia kompensującego. Prawidłowo wycechowany przyrząd wskazuje 1,937 V.

W układzie wejściowym woltomierza jest umieszczony zespół kondensatorów C /rys. 4./, włączanych przy pomocy przełącznika P2. Pojemność C, łącznie z podzieloną na dwie części opornością R_C tworzą prosty filtr dolnoprzepustowy, wprowadzający tłumienie składowej zmiennej napięcia wejściowego.

Przełącznik P2 posiada 3 pozycje: w pierwszej z nich wszystkie kondensatory filtru są włączone, w drugiej dołączana jest mała pojemność, a w trzeciej kilkukrotnie większa. Zwiększenie pojemności, dokonywane w pozycji 3 przełącznika, zapewnia wzrost skuteczności filtracji zakłóceń przedostających się do woltomierza wraz z mierzonym napięciem; jednak powoduje także zwiększenie czasu

ustalania się wskazań przyrządu po szybkich zmianach wartości mierzonej, co nie zawsze jest dopuszczalne.

4.2. Wzmacniacz

Sygnal braku kompensacji, proporcjonalny do różnicy napięć $U_X - U_N$, jest wzmacniany przy pomocy wzmacniacza napięcia stałego. Wzmacniacz składa się z dwu niezależnych sekcji; z których każda zawiera jedną podwójną lampę elektronową i trzy tranzystorowe stopnie wzmocnienia i posiada własny układ automatycznej korekcji poziomu zerowego.

Pierwsza sekcja wzmocnienia składa się z symetrycznego stopnia wejściowego działającego na podwójnej triodzie V1, z dwóch symetrycznych stopni tranzystorowych, T1 - T2 i T3 - T4, oraz z stopnia wyjściowego, pracującego w układzie wtórnika emiterowego na tranzystorze T5.

Układ automatycznej stabilizacji poziomu zerowego pierwszej sekcji wzmacniacza składa się z oporników R42, R45 i R46, z kondensatora C4 i z wibratora Pk1. Uzwojenie wzbudzające wibrator jest zasilane napięciem o cz. stotliwości 50 Hz; dzięki temu ruchomy kontakt wibratora, oznaczony na schemacie woltomierza cyfrą 7, łączy się naprzemiennie z kontaktami 2 i 3, pozostając w każdym położeniu przez czas nieco krótszy niż połowa okresu napięcia zasilającego, t.j. przez niepełne 10 ms.

Sygnal wejściowy jest wzmacniany tylko wtedy, gdy kontakt 7 jest zwarty kontaktem 3; pozostały okres czasu jest przeznaczony na działanie automatycznej stabilizacji poziomu zerowego.

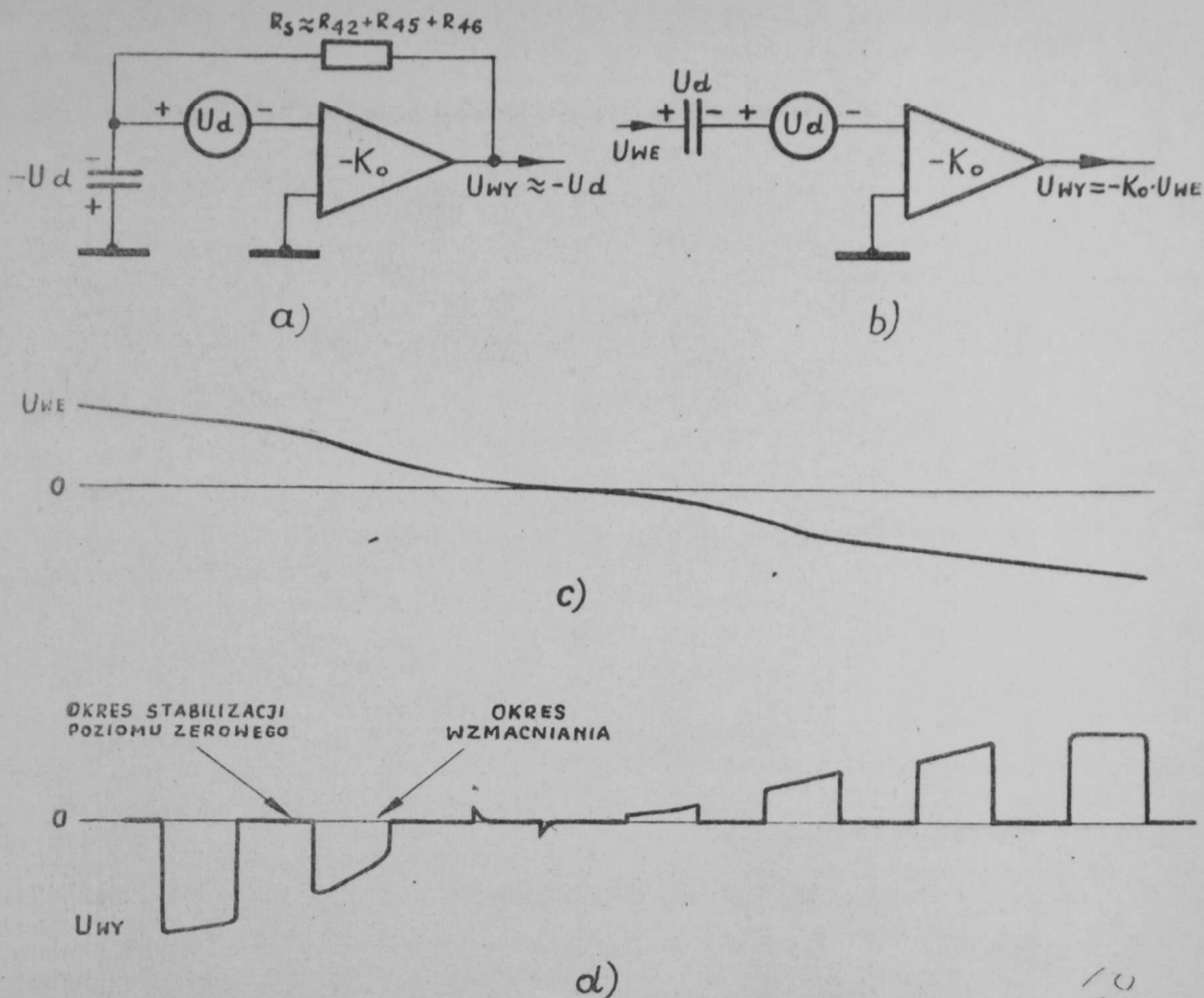
W okresie stabilizacji kontakt 7 wibratora jest połączony z kontaktem 2, powodując zwarcie sygnału wejściowego do masy układu. Jednocześnie otwiera się obwód silnego sprzężenia zwrotnego, poprowadzonego z wyjścia pierwszej sekcji wzmacniacza, przez oporniki R42, R45 i R46 do siatki lampy V1; działanie tego obwodu zmniejsza wzmocnienie sekcji wzmacniacza do wartości, ustala się potencjał bardzo bliski potencjałowi masy układu, a kondensator C4 zostaje naładowany do takiego napięcia, jakie jest niezbędne dla zapewnienia zerowego potencjału emitera /rys. 5a/.

Po upływie ok. 10 ms, styki 7 i 2 zostają rozłączone a zwarcie kontaktów 7 i 3 likwiduje ujemne sprzężenie zwrotne działające przez opornik R42, początkując okres roboczy wzmacniacza. Ponieważ w czasie okresu roboczego, trwającego niecałe 10 ms, ładunek na kondensatorze pozostanie niezmienny i będzie kompensował przyczynę wywołującą zmianę poziomu zerowego, więc potencjał emitera T5 będzie zależał tylko od sygnału wejściowego /rys 5b/.

Okres stabilizacji i wzmacniania następują po sobie z częstotliwością 50 Hz. Dlatego, napięcie obserwowane na wyjściu pierwszej sekcji wzmacniacza ma kształt impulsów o czasie trwania ok. 10 ms i o amplitudzie i znaku, zależnym od sygnału wejściowego /rys. 5a i b/.

Oprócz układu stabilizacji poziomu zerowego, w pierwszej sekcji wzmacniacza zastosowano jeszcze obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego. Obwód ten, składający się z opornika R43 i oporności układu porównawczego, redukuje wzmocnienie napięciowe z około 2000 do 10, 2, 1 lub 0,1 /w zależności od zakresu pomiarowego/. Zastosowanie tak silnego, równoległego sprzężenia zwrotnego zapewnia małą oporność wejściową wzmacniacza, niezbędną dla uzyskania odpowiedniej czułości układu w stosunku do napięcia braku kompensacji $U_X - U_N$, na różnych zakresach pomiarowych.

Druga sekcja wzmacniacza składa się ze stopnia wejściowego, działającego na lampie elektronowej V2, oraz z 3 stopni tranzystorowych na tranzystorach T6 - T11. Wszystkie stopnie pracują w układzie symetrycznym wzmacniacz napięcia stałego.



Rys. 5 Zasada działania wzmacniacza z automatyczną stabilizacją poziomu zerowego /kompensacją zmian zera/. a/ Układ zastępczy dla okresu stabilizacji, b/ układ zastępczy dla okresu wzmacniania, c/ napięcie wejściowe, d/ napięcie wyjściowe. U_d oznacza napięcie, wywołujące niestabilność poziomu zerowego, K_0 wzmacnienie wzmacniacza bez sprzężenia zwrotnego. Zakłada się, że $K_0 = 1$.

W drugiej sekcji wzmacniacza również zastosowano układ automatycznej stabilizacji poziomu zerowego. Układ ten, składający się z oporników R92 i R84, z kondensatora C72 i wibratora Pk2, pracuje podobnie do poprzedniego opisanego układu, z tą tylko różnicą, że napięcie sprzężenia zwrotnego kompensujące przyczynę niestabilności poziomu zerowego jest doprowadzane do siatki prawej /na schemacie/ triody V2, podczas gdy wzmacniany sygnał oddziałuje na siatkę lewej triody tej lampy.

Niezależnie od układu automatycznej stabilizacji zera, druga sekcja wzmacniacza jest objęta ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Napięcie sprzężenia jest pobierane z kolektora T11 i poprzez oporniki R91, R99 i R77 doprowadzane do siatki lewej /na schemacie/ triody lampy V2. Opornik R99 jest wykonany jako regulowany, co umożliwia zmianę wielkości sprzężenia zwrotnego i dobranie właściwego wzmacnienia wzmacniacza w czasie uruchamiania woltomierza.

Druga sekcja wzmacniacza ma dwa wyjścia. Napięcie wyjściowe jest dobierane zarówno z kolektora T10, jak i z kolektora T11. Ponieważ układ automatycznej kompensacji zmian poziomu zerowego utrzymuje jedynie kolektor T10 na potencjale masy w obwodzie emiterów T10 i T11 umieszczony jest potencjometr R96, umożliwiający symetryzację ostatniego stopnia wzmacniacza. Podczas uruchamiania woltomie-

rza w zakładzie produkcyjnym, ewentualnie po dokonaniu wymiany lampy V2 w czasie eksploatacji przyrządu, potencjometr R96 należy ustawić tak, aby potencjał kolektora T11 w okresie stabilizacji poziomu zerowego, był równy potencjałowi kolektora T10.

Każda z sekcji wzmacniacza posiada niezależną regulację zera. Potencjometr R75, umożliwiający regulację zera drugiej sekcji, jest umieszczony wewnątrz przyrządu i jest przeznaczony do korekcji zera po wymianie lampy V2 lub wibratora Pk2. Pierwsza sekcja ma dwa elementy regulacyjne, połączone szeregowo. Jeden z nich, R51, jest wyprowadzony na płytę czołową przyrządu i służy do ustawiania zera przed dokonywaniem pomiarów. Drugi, R52, jest dostępny od spodu przyrządu i może okazać się przydatny, jeżeli z jakichkolwiek przyczyn zakres regulacji potencjometrem R51 okaże się być niewystarczający.

4.3. Ogranicznik uruchamiania.

Ogranicznik uruchamiania składa się z dwu tranzystorów, T14 i T15. Bazy tych tranzystorów, spolaryzowane wstępnie ujemnym napięciem z dzielnika R115, R116 i R117, są dołączone do kolektorów symetrycznego stopnia końcowego wzmacniacza. W stanie spoczynkowym, przy braku sygnału sterującego ze wzmacniacza, przez oba tranzystory ogranicznika płynie duży prąd i na kolektorach T14 i T15 utrzymuje się potencjał, bliski potencjałowi masy przyrządu.

Wzrost mierzonego napięcia ponad aktualnie ustaloną wartość napięcia kompensującego, powoduje, że na wejściu wzmacniacza wystąpi dodatni sygnał braku kompensacji, który po wzmocnieniu wywoła dodatnie impulsy napięcia na kolektorze T11. O ile amplituda tych impulsów przekroczy pewną wartość krytyczną, tranzystor T14 będzie wprowadzany w stan odcięcia i na jego kolektorze wystąpią ujemne skoki napięcia.

Podobnie, zmniejszenie wartości mierzonego napięcia wywołuje występowanie wzmacniacza ujemnym sygnałem braku kompensacji. Na kolektorze T10 wystąpią dodatnie impulsy, które, jeżeli ich amplituda przekroczy krytyczną wartość, będą wprowadzały tranzystor T10 w stan odcięcia, powodując wzrost ujemnego napięcia na kolektorze.

Dzielnik napięcia zasilający bazy T14 i T15 prądem stałym jest przewidziany do regulacji przy pomocy potencjometru R115. Zmiana ustawienia potencjometru pozwala dobrać właściwą czułość ogranicznika, t.j. wielkość sygnału braku kompensacji, której przekroczenie powoduje pojawienie się ujemnych skoków napięcia na kolektorach T14 lub T15.

Potencjometr T115 jest przeznaczony do regulacji w zakładzie produkcyjnym lub podczas konserwacji przyrządu. Użytkownik woltomierza może zmieniać czułość uruchamiania tylko skokowo, przy pomocy przełącznika P3, włączającego pomiędzy obie sekcje wzmacniacza oporniki R68... R70. W położeniu "1" przełącznika P3 włączony jest tylko opornik R71. Dołączanie coraz większych oporności w następnych położeniach przełącznika zmniejsza wzmocnienie całego wzmacniacza w przybliżeniu 2, 4 i 8 razy. Tym samym, sygnał braku kompensacji, niezbędny do uruchomienia ogranicznika w położeniach "2", "4" i "8" przełącznika P3 jest odpowiednio 2, 4 i 8-krotnie większy od sygnału, uruchamiającego przyrząd w położeniu "1" przełącznika.

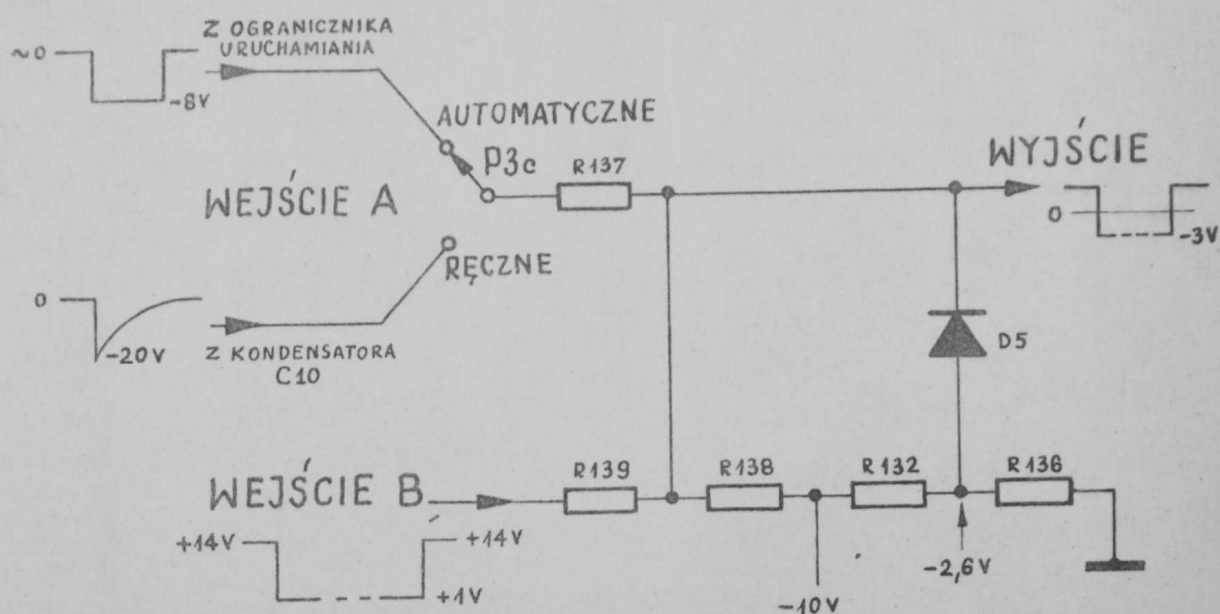
4.4. Układ sumujący.

Schemat układu sumującego przedstawiono na rys. 6.

Jeżeli woltomierz jest nastawiony na uruchamianie automatyczne, wejście "A" układu jest przez diody D3 i D4 dołączone do kolektorów T14 i T15 ogranicznika uruchamiania. Diody D3 i D4 zapobiegają zwarceniu obu wyjść ogranicznika, natomiast nie stanowią przeszkody dla ujemnych impulsów napięcia, występujących na kolektorach T14 i T15 w przypadku braku kompensacji.

Przy ręcznym uruchamianiu woltomierza, wejście "A" jest dołączone do przycisku uruchamiającego. Każdorazowe zwarcie styków przycisku, rozładowuje kondensator C10 i powoduje ujemny skok napięcia na wejściu układu sumującego.

Wejście "B" układu jest połączone z kolektorem tranzystora T64 wchodzącego w skład multiwibratora wielostabilnego. W stanie spoczynkowym, gdy woltomierz nie mierzy, potencjał wejścia "B" wynosi około +14 V. Z chwilą uruchomienia cyklu pomiarowego, przepływ prądu przez T64 zostaje skasowany, przez co potencjał kolektora, oraz wejścia "B" obniża się do około +1 V, zapobiegając zamknięciu układu sumującego przed końcem cyklu.



Rys. 6 Układ sumujący.

Wartość oporników R137, R138 i R139 układu sumującego są tak dobrane, że gdy wejście "A" znajduje się na potencjale zerowym, a wejście "B" na potencjale +14 V, to na wyjściu układu otrzymuje się napięcie bliskie zeru albo nawet dodatni

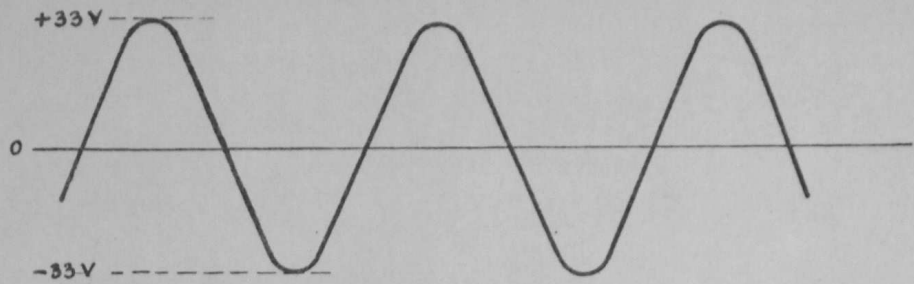
Zmiana potencjału wejścia "A" o ok. 5 V, lub wejścia "B" do ok. +1 V wywoła pojawienie się ujemnego napięcia na katodzie diody D5. Anoda diody jest dołączona do napięcia -2,7 V pobieranego z dzielnika R132 - R136; dzięki temu na wyjściu układu sumującego otrzymuje się zawsze jednakowe napięcie ujemne, około -3 V; niezależnie od tego czy układ ten jest sterowany sygnałem tylko z jednego, czy z obu wejść jednocześnie.

4.5. Kształtownik impulsów zegarowych.

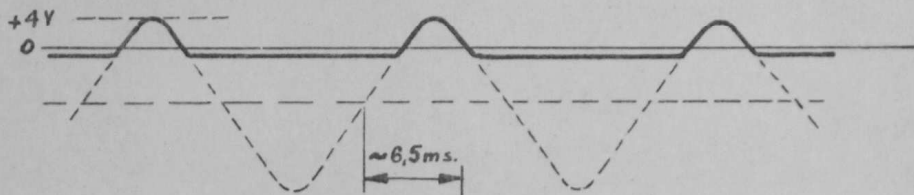
Napięcie z wyjścia układu sumującego jest wykorzystywane do zasilania obwodu kolektora tranzystora T20. Baza T20, spolaryzowana wstępnie ujemnym prądem płynącym przez opornik R118, jest sterowana dużym napięciem zmiennym 50 Hz, pobieranym z transformatora sieciowego. Jeżeli na wyjściu układu sumującego występuje napięcie ujemne, to tranzystor T20 prawie stale znajduje się w stanie nasycenia; jedynie w pobliżu dodatnich wierzchołków napięcia sterującego 50 Hz jego baza otrzymuje dodatni potencjał, kasując przepływ prądu kolektorowego.

W tych momentach na kolektorze T20 powstają ujemne impulsy, o czasie trwania około 3 ms, które następnie są różniczkowane przy pomocy układu C13 - R124 i do prowadzone do bazy tranzystora T60 /rys. 7/. Punkt pracy tranzystora T60 jest bliski do stanu nasycenia. Dlatego, jedynie dodatnie impulsy z układu różniczk

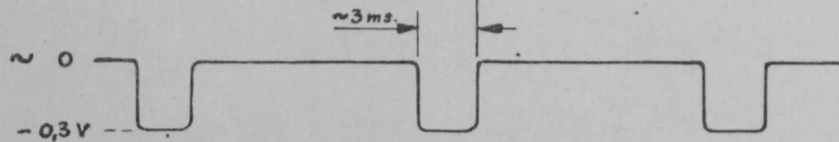
UZWOJENIE
T-RA SIECIOWEGO
/p-t 11/



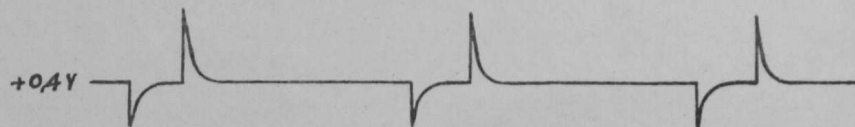
BAZA
T20



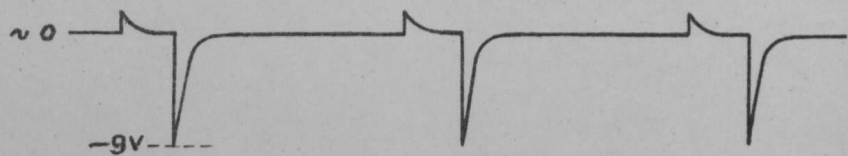
KOLEKTOR
T20



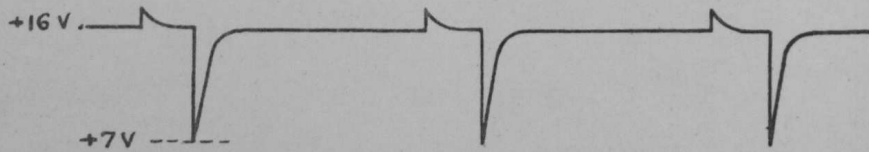
BAZA
T60



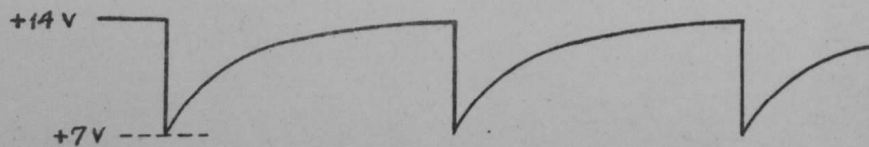
KOLEKTOR
T60



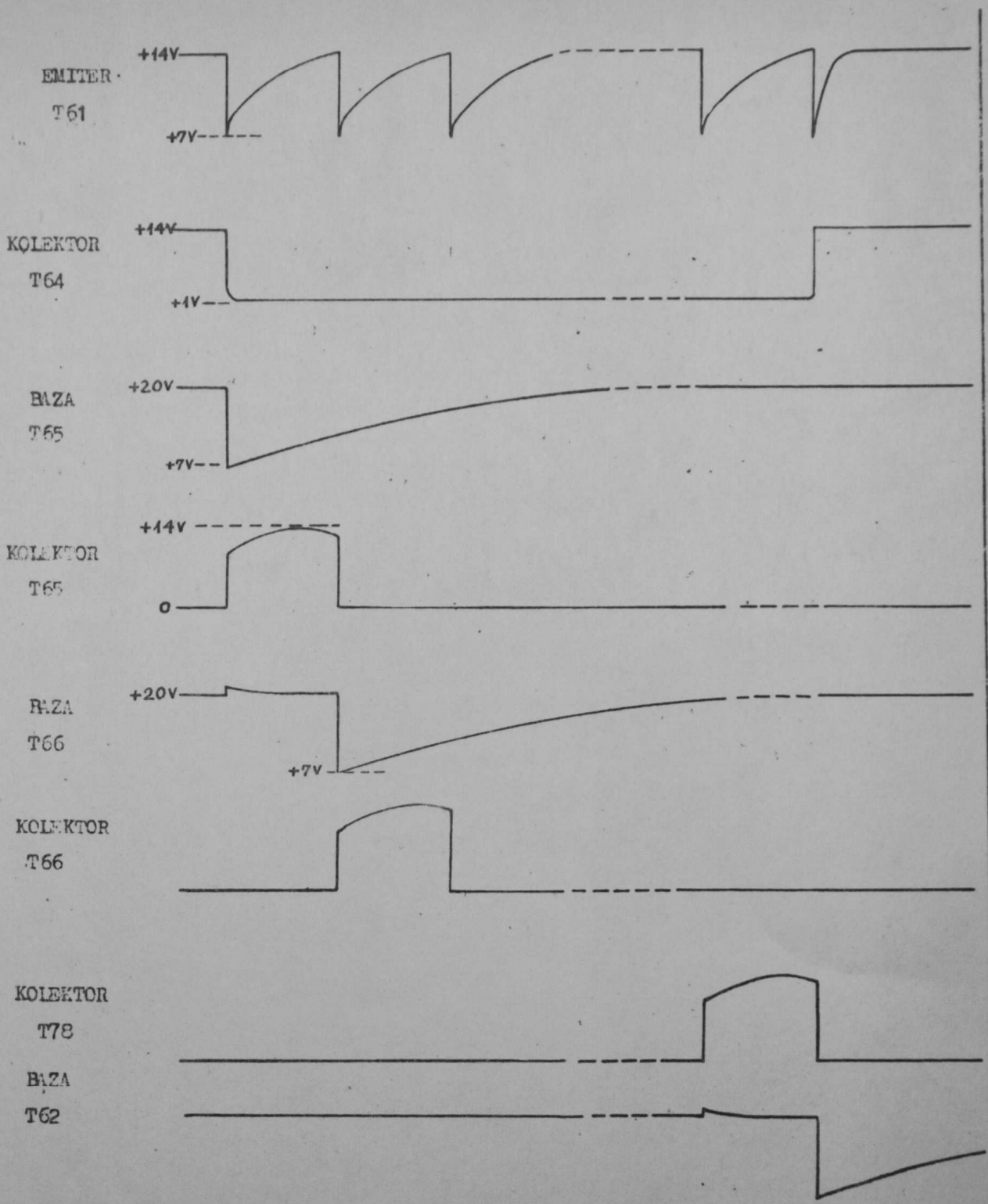
BAZA
T61



EMITER
T61



Rys.7. Przebiegi czasowe w kształtowniku
impulsów zegarowych.



Rys.3. Przebiegi czasowe w multi-wibratorze wielostabilnym.

jącego są wzmacniane i wywołują kilkuwoltowe, ujemne skoki napięcia kolektora T60, wykorzystywane do sterowania bazy T61. Tranzystor T61 stanowi ostatni stopień kształtowania impulsów.

W stanie spoczynkowym, potencjał bazy T61 wynosi około +16 V, emitera około +14 V; ujemne impulsy sterujące początkują przepływ prądu przez tranzystor, zmniejszając napięcie na jego emiterze.

Ujemne skoki napięcia emitera T61 są wykorzystywane jako impulsy zegarowe, do sterowania multiwibratora wielostabilnego.

4.6. Multiwibrator wielostabilny.

Multiwibrator wielostabilny składa się z przerzutnika, zestawionego z tranzystorów T62, T63 i T64 oraz z 14 sprzężonych ze sobą stopni tranzystorowych, działających na triodach półprzewodnikowych T65... T78. Emitery T64...T78 są połączone razem i dołączone do emitera tranzystora T61, działającego jako stopień wyjściowy kształtownika impulsów zegarowych.

Jednocześnie tylko jeden z tranzystorów T61.. i T64...T78 może znajdować się w stanie przewodzenia. Przepływ prądu przez dowolny z wymienionych tranzystorów wytwarza spadek napięcia na oporniku R134, powodując odcięcie pozostałych.

W stanie spoczynkowym, kiedy na emiterze T61 nie ma ujemnych impulsów prąd płynie przez tranzystor T64, a dodatni potencjał kolektora T64 wprowadza w stan odcięcia drugi tranzystor przerzutnika T63.

Z chwilą, gdy pierwszy impuls zegarowy zapoczątkuje przepływ prądu przez T61, spadek napięcia na połączonych razem emiterach wytrąci T64 ze stanu przewodzenia, powodując przerzut układu dwustabilnego T63 = T64 do stanu, w którym przewodzi T63.

Ujemny skok napięcia kolektora T64 zostanie przeniesiony przez kondensator C18, nadając bazie T65 potencjał bardziej ujemny, niż potencjał baz pozostałych tranzystorów układu wielostabilnego. Dlatego po zakończeniu impulsu zegarowego, tranzystor T61 przestaje przewodzić i potencjał połączonych emiterów z powrotem wzrasta. Kondensator C18 rozładowuje się przez obwód bazy T65, wprowadzając ten tranzystor do stanu przewodzenia /rys. 8/.

Stan przewodzenia tranzystora T65 utrzymuje się aż do nadejścia drugiego impulsu zegarowego. Impuls ten obniża potencjał połączonych emiterów, odcinając prąd T65; napięcie na oporniku T168 spada do zera, nadając bazie T66 potencjał, bardziej ujemny od potencjału występującego w tym momencie na bazach pozostałych tranzystorów układu. Dlatego, z chwilą zakończenia impulsu zegarowego wzrost potencjału połączonych emiterów zapoczątkuje stan przewodzenia tranzystora T66.

Następne impulsy zegarowe powodują kolejne włączanie dalszych tranzystorów układu wielostabilnego. Po czternastym impulsie prąd płynie przez T78, który stanowi ostatni stopień układu.

Piętnasty impuls zegarowy zakończy przepływ prądu przez T78. Ujemny skok potencjału kolektora T78 jest doprowadzony do bazy T62, powodując przeskok przerzutnika T63 = T64 i powrót układu wielostabilnego do stanu spoczynkowego, w którym prąd płynie przez tranzystory T62 i T64.

W momencie powrotu układu wielostabilnego do stanu spoczynkowego potencjał kolektora T64 wzrasta do około +14 V. Wzrost napięcia kolektora T64 oddziałuje na wejście "B" układu sumującego, powodując zamknięcie kształtownika i zakończenie serii impulsów zegarowych.

4.7. Przerzutniki

Skoki napięcia, występujące na kolektorach T65... T78 podczas kolejnego włączania i wyłączania tych tranzystorów, są różniczkowane przy pomocy układów kondensatorowo-oporowych /C20 - R167, C23 - R177... C59 - R297/ i wykorzystywane do sterowania 14 przerzutników dwustabilnych.

Każdy z przerzutników składa się z dwu tranzystorów /T24 - T25, T26 - T27 ... T50 - T51/; w obwód kolektora jednego z tranzystorów każdego przerzutnika jest włączone uzwojenie wzbudzające przełącznika /Pk3... Pk16/, dokonyującego przełączeń w układach sumatora i dekodera.

Bazy tranzystorów, zasilających uzwojenia przełączników są za pośrednictwem diod /D11, D14... D50/ połączone z kolektorem tranzystora T22, który łącznie z T23 tworzy układ kasowania. Z chwilą rozpoczęcia cyklu pomiarowego woltomierza, tranzystor T64 układu wielostabilnego przestaje, a T65 rozpoczyna przewodzić prąd. Dodatni skok potencjału kolektora T65 powoduje odcięcie prądu T23, wprowadzając w stan przewodzenia tranzystor T22. Potencjał kolektora T22 staje się dodatni i oddziaływując, za pośrednictwem diod D11, D14... D50 na bazy tranzystorów T27, T29... T51, sprowadza wszystkie przerzutniki do stanu, charakteryzującego się brakiem prądu w uzwojeniach przełączników.

Podczas cyklu pomiarowego woltomierza, na wyjściu każdego układu różniczkującego otrzymuje się jeden impuls dodatni i jeden ujemny /rys. 2/.

Impulsy dodatnie powodują przeskoki przerzutników do stanu, odpowiadające włączeniu odpowiedniego przełącznika. Impulsy ujemne, o ile nie zostaną skasowane przez układ bramki, składający się z diod D61, D63... D87 i z tranzystora T13 - powodują powrót przerzutników do stanu wyłączonego.

4.8. Ogranicznik wyłączania i układ bramki

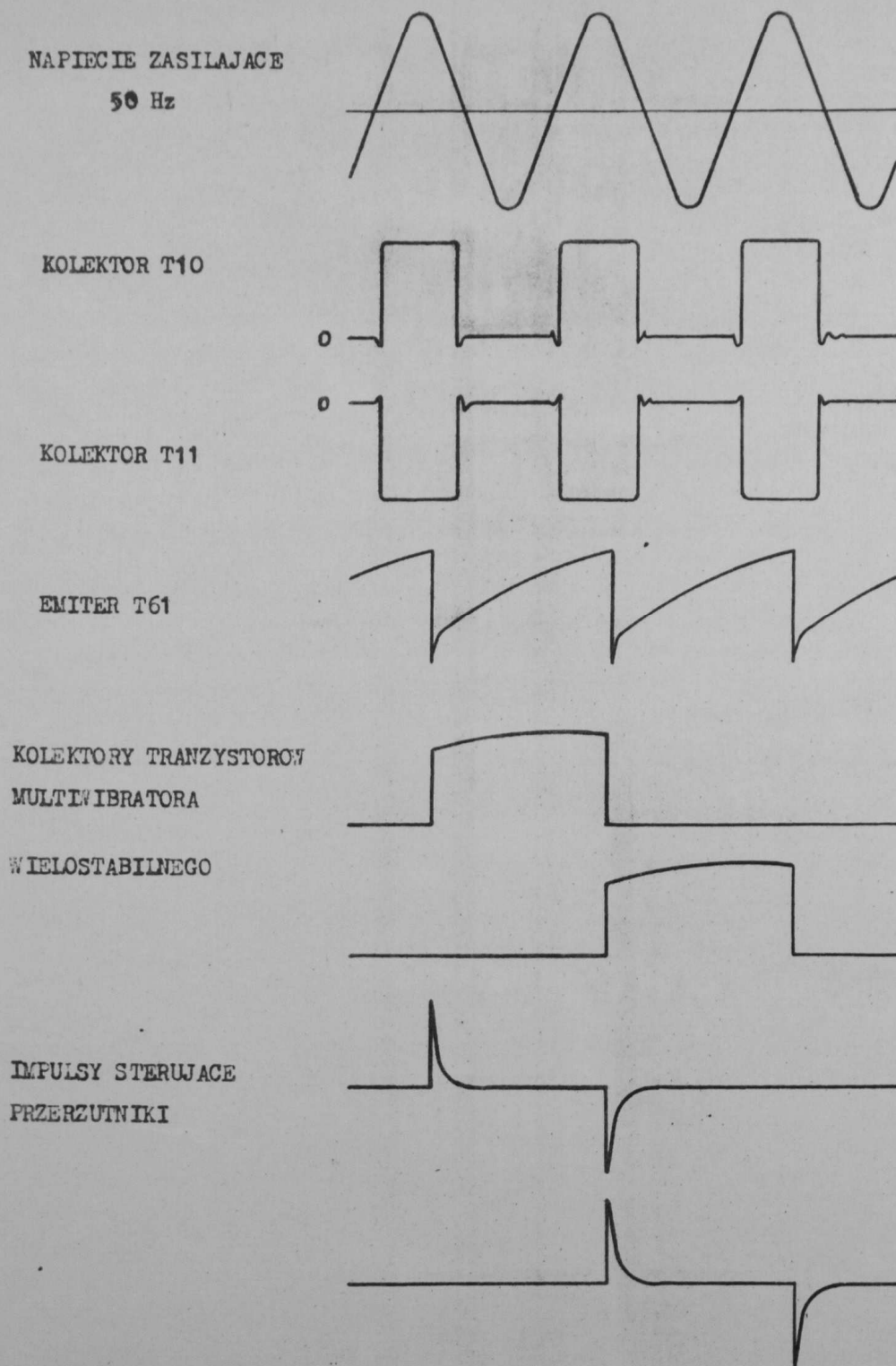
Wyjścia układów różniczkujących są przez diody D61, D63... D87 dołączone do kolektora T13. Baza tranzystora T13 jest polaryzowana wstępnie przez oporniki R105... R108 napięciem zasilającym - 10 V i jest sterowana wzmocnionym sygnałem braku kompensacji, pobieranym z jednego z dwu symetrycznych wyjść wzmacniacza.

Tranzystor T12 pracuje w układzie wtórnika emiterowego i pełni rolę wyłącznika separatora. Jeżeli woltomierz mierzy napięcie, dodatnie /względem masy przy rzędu/, to baza T12 jest połączona z kolektorem T10 ostatniego stopnia wzmacniacza. Dopóki napięcie kompensujące nie przekracza wartości mierzonego napięcia, wzmacniacz jest sterowany dodatnim sygnałem z wyjścia układu porównawczego. Potencjał kolektora T10 jest /w okresach wzmacniania/ ujemny, baza T13 jest również ujemna i kolektor tranzystora T13 przedstawia sobą /dla ujemnych napięć/ bardzo małą oporność w stosunku do masy.

Ujemne impulsy z układów różniczkujących są wtedy zwierane do masy przez odpowiednie diody D61, D63... D87 i przez tranzystor T13 i nie wywołują powrotu przerzutników do stanu wyłączonego.

Wstępna polaryzacja bazy powoduje, że tranzystor T13 przewodzi również wtedy, kiedy wartość U_N jest równa U_X i kiedy na wyjściu wzmacniacza nie ma żadnego sygnału.

Dopiero, gdy U_N przekroczy wartość U_X o tyle, że dodatni sygnał braku kompensacji na wyjściu wzmacniacza T10, przekroczy wartość, odpowiadającą 0,5 najmniejszej, wskazywanej przez woltomierz jednostki - wypadkowy potencjał bazy T13 ustali się na poziomie bliskim zera i kolektor T13 nie będzie już



Rys.9. Zależności czasowe pomiędzy
 cyklami pracy wzmacniacza i impulsami zegarowymi.

stanowił zwarcia dla ujemnych impulsów wyłączających, doprowadzanych przez diody D61, D63... D87. Impulsy te, sterując odpowiednie przerzutniki, będą powodowały w nich przeskok do stanu początkowego /wyłączonego/.

Zmiana ustawienia przełącznika czułości uruchamiania /P3/ powoduje przełączenie oporników R68... R70, zmieniając wzmocnienie wzmacniacza i amplitudę sygnału na kolektorach T10 i T11. Aby uruchamianie układu bramki następowało, nie zależnie od ustawienia przełącznika P3, przy jednakowej wartości sygnału wyjściowego z układu porównującego $U_X - U_N = 0,5 \text{ mV}$, jednocześnie z przełączaniem R68... R70, dokonuje się zmiany oporników R106... R108, wyznaczających wielkość prądu wstępnej polaryzacji bazy.

Np., sygnał doprowadzany z wyjścia wzmacniacza do bazy T13 w pozycji "8" przełącznika P3 - jest 4-krotnie mniejszy od sygnału, który występowałby w pozycji "2". Ponieważ przestawienie P3 z pozycji "2" do pozycji "8" powoduje także ok. 4-krotne zmniejszenie prądu polaryzującego wstępnie bazę T13, wypadkowa czułość układu bramki pozostaje niezmienną.

Należy zwrócić uwagę, że impulsy zegarowe oraz impulsy otrzymywane z układów różniczkujących, występują zawsze w czasie trwania okresu roboczego wzmacniacza; powyższe wynika z faktu, że początek i koniec okresu roboczego wzmacniacza następują w momentach, gdy chwilowa wartość napięcia sieci zasilającej przechodzi przez zero, a impulsy zegarowe są wytwarzane, gdy napięcie sieci 50 Hz jest bliskie swojej wartości maksymalnej. Zależności czasowe pomiędzy napięciem wyjściowym wzmacniacza i impulsami zegarowymi są pokazane na rys. 9.

4.9. Sumator

Zasadę działania sumatora wyjaśniono w p. 3.4. niniejszego opisu. Oporniki wchodzące w skład sumatora, są przełączane stykami przekaźników Pk3... Pk16, sterowanych odpowiednimi przerzutnikami dwustabilnymi.

Oznaczenia oporników włączanych poszczególnymi przekaźnikami są podane w poniższej tabeli:

Oznaczenie przekaźnika	Oznaczenie tranzystora sterującego przekaźnikiem	Oznaczenie opornika układu sumatora	Przyrost napięcia kompensującego /mV/	U w a g i
Pk3	T25	-	-	Przełączanie znaku U_N
Pk4	T27	R16	1000	1 cyfra
Pk5	T29	R17	400	2-a cyfra
Pk6	T31	R18	200	
Pk7	T33	R19	200	
Pk8	T35	R20	100	
Pk9	T37	R21	40	3-a cyfra
Pk10	T39	R22	20	
Pk11	T41	R23	20	
Pk12	T43	R24	10	
Pk13	T45	R25	4	4-a cyfra
Pk14	T47	R26	2	
Pk15	T49	R27	2	
Pk16	T51	R28	1	

Do wejścia sumatora dołączone jest napięcie odniesienia, którego polaryzacja musi być przeciwna niż polaryzacja napięcia mierzonego. Wybór właściwego znaku napięcia odniesienia jest dokonywany automatycznie na początku każdego cyklu pomiarowego, przy pomocy przełącznika Pk3, zasilanego obwodem kolektora przerzutnika T24 - T25, sterowanego impulsami z pierwszego stopnia układu wielo stabilnego.

Dodatni impuls wytwarzany przez układ różniczkujący C20 - R167 - wprowadza tranzystor T25 do stanu przewodzenia i uruchamia przełącznik Pk3. Włączenie Pk3, powoduje połączenie bazy tranzystora T12, stanowiącej wejście ogranicznika wyłączania, z kolektorem stopnia wyjściowego wzmacniacza, T11. Jeżeli napięcie mierzone jest dodatnie, to na kolektorze T11 występują dodatnie impulsy, które powodują, że tranzystor T13 układu bramki przestaje przewodzić. Ujemny impuls wyłączający z układu różniczkującego dociera bez przeszkód do przerzutnika T24 - T25, powodując przeskok i wyłączenie przełącznika Pk3. W stanie wyłączonym, styk "6" przełącznika kontaktuje ze stykiem "5", dołączając ujemne napięcie odniesienia do wejścia sumatora. Jednocześnie zostają zwarte styki "14" i "15" przełącznika, powodując włączenie żarówek, wyświetlających czerwone tło wskaźników cyfrowych, co jest wskazaniem, że przyrząd mierzy napięcie dodatnie względem masy.

Jeżeli mierzone napięcie jest ujemne, to ujemne impulsy występujące na kolektorze T11 oddziałują na wejście ogranicznika wyłączania, wprowadzając tranzystor T13 w stan przewodzenia.

Ujemny impuls wyłączający z układu różniczkującego jest, poprzez diodę D61, zwierany do masy, nie powodując powrotu przerzutnika T24 - T25. Przełącznik Pk3 pozostaje włączony i do wejścia sumatora, poprzez styki "6" i "7" jest doprowadzane dodatnie napięcie odniesienia.

W szczególnym przypadku, gdy mierzone napięcie jest równe zeru, na kolektorze T11 nie ma żadnych impulsów. Ponieważ tranzystor T13 przewodzi tak długo, dopóki amplituda impulsów na wejściu ogranicznika nie osiągnie pewnej, określonej, wartości, /od +0,3 do +2,5 V, zależnie od ustawienia przełącznika rodzaju uruchomienia przyrządu/ impulsy wyłączające, powstające w układzie różniczkującym C20 - R167, są zwierane do masy i przerzutnik T24 - T25 pozostaje w dotychczasowym położeniu. Przełącznik Pk3 jest włączony, podobnie jak w czasie pomiaru ujemnych napięć wejściowych.

Ustalenie znaku napięcia odniesienia jest dokonywane na początku cyklu pomiarowego. Włączanie następnych stopni multiwibratora wielo stabilnego, powoduje wytwarzanie przez układy różniczkujące dodatnich impulsów, włączających dalsze kolejne przerzutniki, uruchamiające przełączniki Pk4... Pk16. Zależnie od wartości mierzonego napięcia, przełączniki te są włączane przez ujemne impulsy wyłączające lub też pozostają w pozycji włączonej.

Po zakończeniu cyklu pomiarowego, suma przyrostów napięcia kompensującego włączonych poszczególnymi przełącznikami, jest równa wartości mierzonego napięcia, z dokładnością $\pm 0,5$ mV.

4.10. Układ dekodujący i wskaźnik cyfrowy.

Wynik pomiaru jest wskazywany przy pomocy 4 wyświetlaczy cyfrowych, z których każdy zawiera po 12 żarówek. Przełączniki Pk4... Pk16 włączające kolejne przyrosty napięcia kompensującego, powodują jednocześnie dołączenie napięcia zasilającego do odpowiednich żarówek wyświetlaczy, wywołując projekcję cyfr, wskazujących wynik pomiaru.

Żarówka wyświetlająca pierwszą cyfrę wyniku pomiaru jest zapalana przy pomocy styków przełącznika Pk4, sterującego największym, 1000 mV-owym, przyrostem w sumatorze.

Druga cyfra wyniku jest określona stanem przełączników Pk5, Pk6, Pk7 i Pk8. Styki tych przełączników tworzą układ dekodujący, zamieniający wartość cyfry z kodu dwójkowego na dziesiętny i dołączający napięcia do odpowiedniej żarówki drugiego wyświetlacza.

Takie same układy dekodujące zastosowano w celu uzyskania wskazań trzeciej i czwartej cyfry wyniku pomiaru. Napięcia do żarówek trzeciego wyświetlacza jest dołączane przez styki przełączników Pk9, Pk10, Pk11 i Pk12, a do żarówek czwarte go wyświetlacza - przez styki Pk13, Pk14, Pk15 i Pk16.

Wartości napięcia kompensującego równe 400, 40 i 4 powinny być włączane przy pomocy przełączników Pk5, Pk9 i Pk13. Ponieważ utworzenie wartości 4, lub jej wielokrotności z dwu przyrostów napięcia, po 2 jednostki każdy, powodowałoby mylne wskazanie wyniku, w zespole przerzutników zastosowano układy sprzężeń, za pobiegające włączeniu przerzutników sterujących przełącznikami Pk7, Pk11 i Pk15, gdy nie są włączone odpowiednie przerzutniki, sterujące Pk5, Pk9 i Pk13.

Napięcia odniesienia, zasilające układ sumatora, są pobierane z diod Zenera D111 i D114, zasilających ze stabilizowanych źródeł napięcia - 10 V i + 20V. W woltomierzu zastosowano diody Zenera na napięcie 5,4 V o bardzo małym współczynniku temperaturowym.

4.11. Zasilacz

Woltomierz jest przystosowany do zasilania z sieci prądu zmiennego 50 Hz o napięciu 120 lub 220 V. Napięcia stałe, potrzebne do zasilania poszczególnych układów woltomierza, są pobierane z transformatora sieciowego i prostowane przy pomocy diod germanowych.

Z transformatora sieciowego uzyskuje się ponadto napięcie zmienne 6,3 V, zasilające uzwojenia wzbudzające wibratorów Pk1 i Pk2, oraz napięcie sterujące układ kształtownika impulsów zegarowych.

Z prostowników znajdujących się w zespole zasilającym, są pobierane bez pośrednio następujące napięcia stałe:

- + 30 V - do zasilania obwodów baz przerzutników dwustabilnych
- 18 V - do zasilania obwodów kolektorowych przerzutników dwustabilnych
- +6,3 V - do zasilania żarówek wyświetlaczy cyfr.

Pozostałe napięcia stałe, potrzebne do zasilania przyrządu są stabilizowane przy pomocy tranzystorowych stabilizatorów napięcia.

Napięcie 10 V jest stabilizowane przy pomocy tranzystora szeregowego T105, sterowanego dwustopniowym wzmacniaczem różnicowym, składającym się z tranzystorów T106, T107, T108 i T109. Napięcie odniesienia dla stabilizatora, o wartości - 5,4 V, jest dobierane z diody Zenera D111. Napięcie występujące na tej diodzie wykorzystuje się jednocześnie jako ujemne napięcie wejściowe dla sumatora.

Napięcie +20 V jest stabilizowane przy pomocy układu, działającego na tranzystorach T110...T114. Jako źródło dodatniego napięcia odniesienia, zarówno dla stabilizatora, jak i dla układu sumującego, jest wykorzystywana dioda Zenera D114.

Napięcie +12 V, potrzebne do zasilania obwodów żarzenia lamp elektronowych V1 i V2, jest stabilizowane przy pomocy uproszczonego układu stabilizacyjnego,

składającego się z tranzystorów T101, T102 i T103. Napięcie odniesienia dla tego stabilizatora jest pobierane z układu, stabilizującego +20 V.

Efektom stabilizacji wszystkich krytycznych napięć zasilających, jest niemal całkowita niewrażliwość woltomierza na zmiany napięcia sieci zasilającej. Zmniejszenie, lub podwyższenie napięcia sieci o $\pm 10\%$ pozostaje bez wpływu na wskazania.

4.12. Konstrukcja woltomierza.

Większość detali i podzespołów woltomierza jest zmontowana na 3 płytkach drukowanych, zamocowanych na zawiasach, z obu boków i z tyłu ramy nośnej przyrządu.

Na prawej /patrząc od strony płyty czołowej/, płycie drukowanej znajdują się wszystkie elementy wzmacniacza /oprócz wibratorów Pk1 i Pk2, potencjometrów regulacji zera R51 i R52, kondensatora C4 i oporników R68... R70/, układy ograniczników uruchamiania i wyłączania, oraz układ kształtownika impulsów zegarowych /oprócz tranzystora T20/.

Na lewej płycie drukowanej jest zmontowany multiwibrator wielostabilny, wszystkie przerzutniki dwustabilne, oraz układ kasowania /T22 = T23/.

Tyłna płyta drukowana, wzmocniona specjalną ramą z kątowników, utrzymuje cały zasilacz woltomierza, wraz z transformatorem sieciowym, prostownikami i układami stabilizatorów napięcia. Na tej płycie znajduje się również tranzystor T20 z układu kształtownika impulsów zegarowych.

Wibratory Pk1 i Pk2 oraz przełączniki Pk3... Pk17, są ustawione na metalowym chassis, zamocowanym na spodzie tylnej części ramy nośnej przyrządu.

Gniazdo wejściowe jest wprowadzone bezpośrednio do stalowego ekranu, izolowanego od obudowy przyrządu. W ekranie tym znajdują się elementy, najbardziej wrażliwe na działanie zakłócających pól elektromagnetycznych: oporniki układu wejściowego i porównawczego wraz z przełącznikami P1 i P2, kondensator C4 i kondensatory filtru, ogniwo Westone'a oraz potencjometry regulacji zera i cechowania R51, R52, R30, R32 i R33.

Wszystkie przewody zerowe woltomierza są połączone razem i izolowane od obudowy przyrządu. Umożliwia to zastosowanie woltomierza do pomiarów takich źródeł napięcia, których oba bieguny znajdują się pod napięciem w stosunku do ziemi.

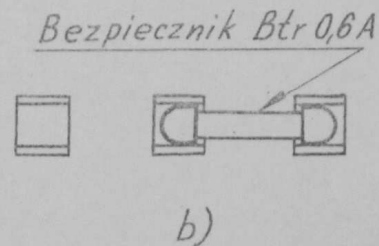
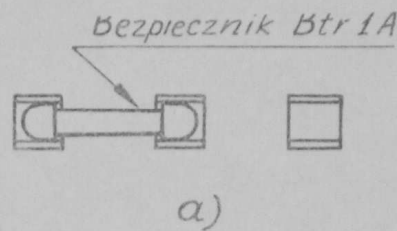
5. WSKAZÓWKI UŻYTKOWANIA.

5.1. Włączenie zasilania.

Woltomierz typu V523 może być przystosowany do zasilania z sieci 50 Hz, o napięciu 120 V lub 220 V. Przyrząd dostarczony bezpośrednio przez wytwórcę, jest przystosowany zawsze do napięcia 220 V. Jeżeli użytkownik dysponuje zasilaniem 120 V, to przed włączeniem woltomierza do sieci, powinien zmienić rodzaj i miejsce włączenia bezpiecznika topikowego.

Bezpiecznik jest dostępny po zdjęciu płytki osłaniającej, przymocowanej dwoma wkrętami do tylnej ściany obudowy woltomierza. Dostosowując przyrząd do zasilania z sieci 120 V, należy wyjąć bezpiecznik Btr 0,6A i założyć nowy, na prąd nominalny 1 A.

Miejsce założenia bezpieczników dla napięć zasilających 120 V i 220 V –
– pokano na rys. 10. Przed włączeniem, po raz pierwszy, nowego przyrządu –
– należy sprawdzić, czy bezpiecznik znajduje się we właściwym miejscu.



Dołączenia woltomierza do sieci dokonuje się przy pomocy kabla, zakończonego z jednej strony wtyczką sieciową, a z drugiej specjalnym wtykiem, dopasowanym do bolców, znajdujących się za tylną ścianką obudowy przyrządu. Napięcie sieci włącza się wyłącznikiem, umieszczonym po lewej stronie płyty czołowej przyrządu, przedstawiając jego dźwignię w pozycję "WŁ."

Woltomierz działa poprawnie już po upływie około 2 minut od momentu włączenia zasilania. Jednak temperatury niektórych elementów przyrządu zmienia się podczas pierwszych kilkunastu minut pracy, powodując powolne zmiany zera wzmacniacza i napięcia odniesienia. Pomimo, że wpływ tych zmian na wskazania można wyeliminować, korygując zero i cechowanie woltomierza bezpośrednio przed dokonaniem odczytu – wygodniej jest włączyć zasilanie przyrządu na 15 ... 30 minut przed przystąpieniem do pomiarów. Temperatura istotnych elementów woltomierza ustabilizuje się i nie będzie potrzeby dokonywania częstej regulacji zera i cechowania.

Zmiany napięcia zasilającego w granicach $\pm 10\%$ od napięcia nominalnego – nie powodują praktycznie zmian zera i cechowanie i nie mają wpływu na poprawność wskazań przyrządu.

5.2. Regulacja zera i cechowania.

Przed przystąpieniem do pomiarów, należy wyregulować zero i cechowanie woltomierza. Regulację przeprowadza się przy pomocy śrubokrętu, ustawiając w odpowiednich położeniach pokrętła znajdujące się na płycie czołowej przyrządu,

oznaczone symbolami "ZERO", "-CECH" i "+CECH".

Regulację zera przyrządu zaleca się dokonywać następująco:

- 1/ Przełącznik "WYZWALANIE" ustawić w pozycji "AUTOMATYCZNE - 1",
- 2/ Przełącznik "ZAKRES" ustawić w pozycji "ZERO",
- 3/ Obracać powoli pokrętle oznaczonym "ZERO" - tak, aby wskazania woltomierza zbliżały się kolejno do wartości "0000".

Pozostawić pokrętło dokładnie w tym położeniu, w którym nastąpiła zmiana wskazań woltomierza z wartości "0001" na wartość "0000". Obracać pokrętle "ZERO" dalej, poza to położenie - nie należy.

Regulację cechowania zaleca się przeprowadzać następująco:

- 1/ Przełącznik "WYZWALANIE" - pozostawić w pozycji "AUTOMATYCZNE - 1",
- 2/ Przełącznik "ZAKRES" - ustawić w pozycji "-CECH",
- 3/ Obracać powoli pokrętle oznaczonym "-CECH", aby wskazania woltomierza zbliżały się kolejno do liczby, wygrawerowanej na płycie czołowej obok pokrętła. Pozostawić pokrętło dokładnie w tym położeniu, w którym nastąpiła zmiana wskazań woltomierza na pożądaną liczbę. Obracać pokrętle "-CECH" dalej, poza to położenie - nie należy.
- 4/ Przełącznik "ZAKRES" - przestawić w pozycję "+CECH",
- 5/ Obracając powoli pokrętle "+CECH", należy uzyskać wskazanie liczby, wygrawerowanej na płycie czołowej obok pokrętła. Pozostawić pokrętło dokładnie w tym położeniu, przy którym woltomierz wskazał pożądaną liczbę. Dalej obracać pokrętle "+CECH" nie należy.

Pokrętła dokładnego zerowania i cechowania, znajdujące się na płycie czołowej umożliwiają zmianę wskazań przyrządu w niewielkich, chociaż zazwyczaj wystarczających, granicach. Gdyby jednak, zakres regulacji któregośkolwiek z tych pokręteł, okazał się zbyt mały dla uzyskania właściwych wskazań, to należy zmienić ustawienie dodatkowych potencjometrów zgrubnej regulacji, umieszczonych na spodzie przyrządu. Dostęp do tych potencjometrów uzyskuje się, unosząc przód przyrządu nieco do góry. Potencjometry są oznakowane napisami "ZERO" "-CECH" i "+CECH", wygrawerowanymi na tabliczce, przymocowanej od spodu do obudowy przyrządu. Regulacji dokonuje się śrubokrętem, wstawiając jego ostrze w otwory, znajdujące się w pobliżu odpowiednich napisów.

Przed przystąpieniem do regulacji potencjometrów umieszczonych na spodzie przyrządu pokrętła dokładnego zerowania i cechowania należy ustawić w położeniach środkowych. Następnie, obracając potencjometrami zgrubnej regulacji - należy doprowadzić wskazania woltomierza do poświadczonych wartości /"0000" i "1.937"/. Po uzyskaniu tych wskazań, trzeba jeszcze skorygować ustawienie pokręteł wyprawdzonych na płytę czołową, dokonując ponownie dokładne zerowanie i cechowanie przyrządu.

Wskazania i cechowania należy sprawdzać i w razie potrzeby korygować po każdorazowym wyłączeniu i włączeniu woltomierza do sieci. Wskazane jest również sprawdzać zero i cechowanie co pewien czas podczas dokonywania pomiarów.

Jeżeli od momentu włączenia przyrządu upłynął dostatecznie długi okres /np. 30 minut/, to największy wpływ na stabilność zera i cechowania mają - stałość temperatury otoczenia i warunków wymiany ciepła, zależnych od prędkości i kierunku ruchu powietrza.

5.3. Dołączenie mierzonego napięcia.

Połączenia woltomierza ze źródłem mierzonego napięcia przeprowadza się przy pomocy specjalnego kabla ekranowanego, zakończonego z jednej strony dwuprzewodo

wym wtykiem koncentrycznym, a z drugiej - trzema przewodami z wtyczkami banana nowymi.

Kolory izolacji przewodów oznaczają:

- 1/ CZERWONY /lub biało- czerwony/ wyprowadzenie "gorącego" zacisku pomiarowego.
- 2/ NIEBIESKI /lub zielony/ wyprowadzenie przewodu zerowego /masy/ woltomierza.
- 3/ CZARNY - przewód połączony z obudową woltomierza.

Jeżeli jeden biegun źródła mierzonego napięcia znajduje się, lub może się znajdować, na potencjale ziemi, to przewody niebieski i czarny woltomierza należy połączyć razem i dołączyć do uziemionego bieguna układu pomiarowego.

W przypadku gdy oba bieguny układu pomiarowego są pod napięciem w stosunku do ziemi lub masy obiektu, to niebieski przewód woltomierza należy dołączyć do "zimnego" bieguna układu pomiarowego, a przewód czarny trzeba połączyć z masą układu lub z ziemią.

Napięcie stałe, włączone pomiędzy przewodem zerowym i obudową przyrządu, o ile nie przekracza wartości 500 V, nie ma praktycznie wpływu na wskazania woltomierza. Jednak składowa zmienna tego napięcia, o częstotliwości 50 Hz, nie powinien przekraczać 3 V wartości skutecznej, lub 10 V wartości międzyszczytowej.

U W A G A:

Ze względu na wytrzymałość izolacji w woltomierzu, maksymalna wartość napięcia pomiędzy przewodem zerowym i obudową, nie powinna przekraczać 500 V!

5.4. Wybór zakresu pomiarowego.

Wyboru właściwego zakresu pomiarowego dokonuje się przełącznikiem oznaczonym "ZAKRES". Przed dołączeniem woltomierza do nieznanego napięcia pomiarowego, należy ustawić przełącznik zakresów w takiej pozycji, w której nie zostanie przekroczona maksymalna wartość napięcia, dopuszczalna dla danego zakresu.

Największe dopuszczalne wartości napięcia, które mogą być dołączane do wejścia woltomierza bez obawy spowodowania uszkodzenia układu wejściowego wynoszą:

- dla zakresu 0,1999 V 200 V,
- dla zakresu 1,999 V 500 V,
- dla pozostałych zakresów 2000 V.

5.5. Zastosowanie filtru.

W woltomierzu jest umieszczony filtr dolnoprzepustowy, pozwalający zmniejszyć wpływ składowej zmiennej mierzonego napięcia na wskazania. Włączenie filtru dokonuje się przełącznikiem, znajdującym się na płycie czołowej przyrządu, oznaczonym napisem "FILTR". Przełącznik ten ma 3 pozycje: w pozycji "0" filtr jest wyłączony, w pozycji "1" włącza się filtr o stałej czasie około 20 ms, a w poz. "2" o stałej czasie około 200 ms.

Włączenie filtru powoduje, że składowa zmienna napięcia wejściowego, o wartości podanej w poniższej tabeli nie powoduje zmiany wskazań woltomierza więcej, niż o 1 cyfrę:

ZAKRES	Wartość skuteczna składowej zmiennej, napięcia wejściowego, nie wpływająca na wskazania woltomierza	
	FILTR "1"	FILTR "2"
0,1999 V	1 mV	2 mV
1,999 V	5 mV	200 mV
19,99 V	100 mV	2 V
199,9 V	200 mV	2 V
1999 V	1000 mV	2 V

Należy pamiętać, że włączenie filtra powoduje znaczne zwiększenie stałej czasu narastania napięcia doprowadzanego do układu porównującego woltomierza. Dlatego, przy szybkich zmianach mierzonej wartości, włączenie filtra może powodować błędy pomiarów.

5.6. Uruchamianie pomiaru.

Woltomierz może być uruchamiany ręcznie, lub automatycznie.

Przy uruchamianiu ręcznym, woltomierz dokonuje pomiaru po każdorazowym naciśnięciu przycisku, znajdującego się na płycie czołowej.

Przyrząd nastawiany na uruchamianie ręczne, może być również uruchamiany zdalnie, za pośrednictwem przewodów, dołączonych do cztero kontaktowego gniazda, znajdującego się na tylnej płycie woltomierza. Cykl pomiarowy może być inicjowany jednym z dwu następujących sposobów:

- 1/ Przez połączenie ze sobą kontaktów "3" i "4" gniazda, na okres co najmniej 20 ms;
- 2/ Przez doprowadzenie do kontaktu "4" ujemnego impulsu napięcia, o amplitudzie równej co najmniej 10 V, czasie narastania mniejszym od ok. 2 ms i czasie trwania 20 ms lub większym.

Przyrząd nastawiony na uruchamianie automatyczne, dokonuje pomiaru samoczynnie, gdy mierzone napięcie zmieni swoją wartość.

Przełączania rodzaju uruchamiania woltomierza dokonuje się przy pomocy przełącznika oznaczonego napisem "WYZWALANIE". Uruchamianie automatyczne następuje w 4-ach pozycjach tego przełącznika. Pozycje, oznaczone "1" "2" "4" i "8" różnią się od siebie wielkością sygnału niezrównoważenia, przy której następuje za- inicjowanie cyklu pomiarowego.

Poszczególnym pozycjom przełącznika "WYZWALANIE" odpowiadają następujące czułości uruchamiania:

Poz. "1"	-	0,9 jednostki
Poz. "2"	-	$2 \pm 0,5$ jednostki
Poz. "4"	-	4 ± 1 jednostek
Poz. "8"	-	8 ± 2 jednostek

5.7. Wyjście.

Sygnały określające wynik pomiaru są doprowadzone do dwóch 20 kontaktowych gniazd, oznaczonych symbolami G3 i G4, umieszczonych za tylną ścianą obudowy woltomierza. Sygnały te składają się z napięć, odwzorowujących systemem dziesiętnym liczbową wartość pomiaru, rząd wielkości /miejsce kropki na wskaźniku cyfrowym/ oraz znak mierzonego napięcia.

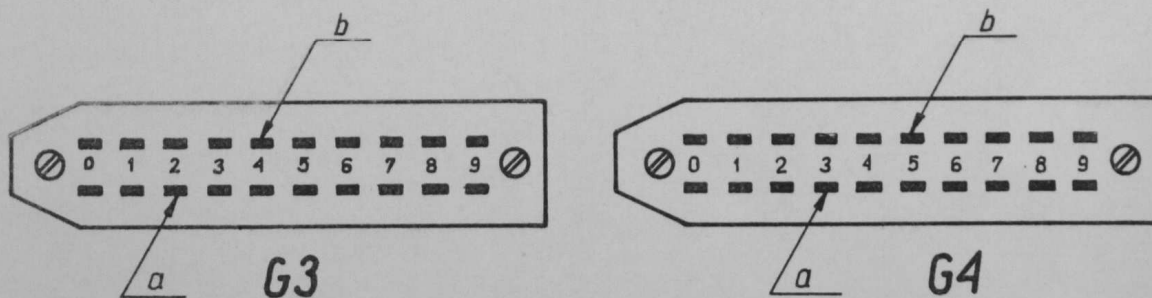
Pierwsza cyfra wyniku pomiaru /"0" lub "1"/ jest określona przez napięcie na kontaktach a0 i a1 gniazda G3. Każdej z dalszych cyfr odpowiada grupa 10 innych kontaktów gniazd G3 i G4. Po zakończeniu cyklu pomiarowego woltomierza, na jednym z kontaktów każdej grupy występuje napięcie, określające wartość cyfry. Ponadto, do jednego z kontaktów a2.... a5 gniazda G3 jest doprowadzone napięcie wskazujące miejsce kropki /przecinka/, a do kontaktu a6 lub a7 napięcie informujące o znaku mierzonej wartości.

Napięcia doprowadzane do kontaktów wyjściowych są pulsujące z częstotliwością 100 Hz, o wartości skutecznej $6,3 \text{ V} \pm 10\%$. Całkowity prąd obciążenia wszystkich kontaktów wyjściowych nie może być większy od 2 A, prąd pobierany z jednego kontaktu - nie powinien przekraczać 0,33 A.

Napięcia wyjściowe woltomierza mogą być wykorzystywane dla dodatkowego wskaźnika cyfrowego lub do rejestracji wyników pomiarów, dokonywanej przy pomocy drukarki cyfrowej lub perforatora.

Podczas trwania cyklu pomiarowego, napięcia wyjściowe podlegają zmianom. W celu otrzymania prawidłowego zapisu, rejestrator wyników powinien być uruchamiany ujemnym skokiem napięcia, występującym na kontakcie b9 gniazda G3 w momencie zakończenia pomiaru.

Rozmieszczenie kontaktów gniazd G3 i G4, oraz ich zastosowanie, przedstawiono na rys. 11 i w umieszczonej poniżej tabeli.



Rys. 11. Rozmieszczenie kontaktów gniazd wyjściowych.

/widok z tyłu przyrządu/

WYNIK POMIARU		" Oznacze " nie kon " taktu
Pierwsza cyfra wyniku	0	" a0
	1	" a1
Druga cyfra wyniku	0	" b0
	1	" b1
	2	" b2
	3	" b3
	4	" b4
	5	" b5
	6	" b6
	7	" b7
	8	" b8
9	" b9	
Przecinek przed 1 cyf.	1	" a2
" " 2	" "	" a3
" " 3	" "	" a4
" " 4	" "	" a5
Znak "minus"	"	" a6
" "plus"	"	" a7
Sygnal końca pomiaru	"	" a8
Wspólny przewód ziemi	"	" a9

WYNIK POMIARU		" Oznacze " nie kon " taktu
Trzecia cyfra wyniku	0	" a0
	1	" a1
	2	" a2
	3	" a3
	4	" a4
	5	" a5
	6	" a6
	7	" a7
	8	" a8
9	" a9	
Czwarta cyfra wyniku	0	" b0
	1	" b1
	2	" b2
	3	" b3
	4	" b4
	5	" b5
	6	" b6
	7	" b7
	8	" b8
9	" b9	

6. KONSERWACJA PRZYRZĄDU.

6.1. Magazynowanie i transport.

Podczas przechowywania i transportu, woltomierz powinien znajdować się w pomieszczeniach o czystej atmosferze, wolnej od par kwasów, ługów, soli i innych aktywnych związków chemicznych. Temperatura pomieszczenia powinna mieścić się w granicach +5... +40°C, a wilgotność względna nie powinna przekraczać 80%. Przy rząd powinien być starannie chroniony od pyłu, kurzu i bezpośredniego działania promieni słonecznych.

Woltomierz, odpowiednio opakowany, może być przewożony środkami komunikacji kolejowej i powietrznej, pod warunkiem, że nie będzie narażony na znacznie większe wstrząsy, występujące szczególnie podczas ładowania i rozładowywania samochodu, wagonu lub samolotu.

Podczas magazynowania i transportu, woltomierz powinien znajdować się stale w pozycji pionowej. Przebywanie przyrządu w pozycji odwróconej o 90° lub 180°.

dłuższe niż kilka godzin, może spowodować trwałe uszkodzenie wbudowanego ogniwa Westone'a.

U W A G A:

Nie należy pozostawiać przełącznika zakresów wyłączonego z sieci woltomierza, w pozycjach "-CECH" i "+CECH"!

6.2. Wymiana żarówek wskaźnika cyfrowego.

Podczas użytkowania woltomierza, może zaistnieć potrzeba zmiany uszkodzonych żarówek wyświetlaczy cyfrowych.

W celu dokonania wymiany, należy wyjąć przyrząd z obudowy i odkręcić 2 wkręty, przytrzymujące zespół żarówek wyświetlacza.

Woltomierz jest wyposażony w komplet żarówek we wszystkich czterech wyświetlaczach. Żarówki 2... 9 pierwszej cyfry nie są w układzie wykorzystywane i mogą służyć do zastępowania uszkodzonych.

6.3. Wymiana innych elementów woltomierza.

Elementy lub podzespoły woltomierza, które uległy uszkodzeniu, należy wymienić nowymi, tego samego typu lub o takich samych parametrach. Oznaczenia typów i parametry elektryczne elementów są podane w spisie detali, dołączonym do opisu.

Należy zwrócić uwagę, że tranzystory zastosowane w woltomierzu są elementami specjalnymi, o zawężonych tolerancjach parametrów, uzyskanymi z tranzystorów rynkowych metodą selekcji.

Dopuszczalne granice wartości podstawowych parametrów tranzystorów zastosowanych w woltomierzu podano w poniżej tabeli:

Oznaczenie tranzystora	Podstawowe parametry	Wymagania specjalne		
		Nazwa parametru	Warunki pomiaru	Dopuszczalne granice
TG3A spec.	p-n-p -U _{CBmax} = 15V -I _{Cmax} = 10mA -P _{max} = 50mV	Prąd zerowy kolektora I _{CBO} Wsp.wzmocn. prądowego h _{21e}	-V _{CB} = 5V { -V _{CE} = 5V } { -I _C = 1mA }	≤ 5 μA Grupa 1: 75...100 Grupa 2: 100...130 1/
TG8 spec.	p-n-p -U _{CBmax} = 60V -I _{Cmax} = 5mA P _{max} = 75mV	Prąd zerowy kolektora I _{CBO} Wsp.wzmocn. prądowego	-V _{CB} = 5V { -V _{CE} = 2V } { -I _C = 3mA }	≤ 5 μA 45... 90
TG51 spec.	p-n-p -U _{CBmax} = 60V -I _{Cmax} = 50mA P _{max} = 200mV	Prąd zerowy kolektora I _{CBO} Wsp.wzmocn. prądowego	-V _{CB} = 12V { -V _{CE} = 6V } { -I _C = 10mA }	≤ 5 μA 45... 90

1/
Pary tranzystorów T1 - T2, T3 - T4, T6 - T7 - T8 - T9 - Z10 - T11, T14 - T15, T108 - T109 i T113 - T114 powinny składać się z elementów jednej grupy.

6.4. Regulacja woltomierza.

Po naprawie, w szczególności jeżeli naprawa była połączona z wymianą elementów woltomierza, należy dokonać sprawdzenia i korekcji ustawienia potencjometrów regulacyjnych. Do przeprowadzenia regulacji, potrzebny jest uniwersalny woltomierz wielozakresowy klasy 1,5, o oporności wewnętrznej rzędu $10\text{ k}\Omega/\text{V}$, oscyloskop katodowy ze wzmacniaczem prądu stałego, oraz źródło napięcia stałego, regulowane płynnie od zera do około 10 V.

Regulację woltomierza należy przeprowadzać w następującej kolejności:

1. Ustawić potencjometr R325 w takim położeniu, żeby napięcie stabilizowane woltomierza "10 V" było równe dokładnie 10,0V.

2. Ustawić potencjometr R342 w takim położeniu, żeby stabilizowane napięcie zasilające "+20 V" wynosiło dokładnie 20,0 V.

3. Potencjometrem R315 wyregulować napięcie zasilające "+12 V" na wartość równą 12,5 V.

4. Do wejścia woltomierza dołączyć regulowane źródło napięcia stałego, ustawiając je początkowo na wartość 0,00 V.

Przełącznik zakresów ustawić w pozycji "1999 V", a przełącznik "WYZWALANIE" w pozycji "RECZNE". Zwierając na chwilę bazę tranzystora T13 do masy i jednocześnie uruchamiając przyciskiem pomiar, należy sprowadzić wskazania woltomierza do wartości "0 000". Wyjście pierwszej sekcji wzmacniacza /kolektor T5/, doprowadzone do gniazda na płycie drukowanej wzmacniacza, należy przewodem zewrzeć z masą woltomierza. Do kolektora T10 lub T11 /gniazdo/ - dołączyć oscyloskop, ustawiając jego czułość na około 1 V/cm. Przy pomocy potencjometru R96, należy sprowadzić napięcie wyjściowe wzmacniacza, występujące w okresie kompensacji poziomu zera wego, do potencjału masy przyrządu.

5. W układzie jak wyżej, przy pomocy potencjometru R75, sprowadzić napięcie wyjściowe, występujące w okresie roboczym wzmacniacza, do potencjału masy przyrządu. W efekcie regulacji R96 i R75, napięcie na kolektorze T10 i T11 powinno być możliwie bliskie zera zarówno w okresie kompensacji jak i w okresie wzmacniania.

6. Usunąć zwarcie kolektora T5 z masą. Ustawić potencjometry R51 i R52 tak, aby w ciągu okresu roboczego wzmacniacza, napięcia na kolektorach T10 i T11 były równe zera.

7. Uruchamiając co chwilę przyciskiem, pomiar woltomierza, należy powoli zwiększać napięcia regulowane źródła sygnału wejściowego. Woltomierz powinien zmieniać wskazania na następną cyfrę, jeżeli napięcie wejściowe zawiera się w granicach 1,35... 1,65 V, 2,35 ... 2,65 V itd. Jeżeli zmiana wskazań występuje przy większym napięciu wejściowym, np. z "0001" na "0002" przy 1,7 V, to należy zmniejszyć, przy pomocy potencjometru R99, wzmocnienie drugiej sekcji wzmacniacza. Jeżeli zmiana wskazań występuje za wcześnie, to wzmocnienie należy powiększyć.

W obu, przypadkach, po zmianie ustawienia R99, należy skorygować zero drugiej sekcji wzmacniacza, wykonując to sposobem opisanym w pktcie 4 i 5.

8. Przełącznik "WYZWALANIE" przedstawić w pozycję "AUTOMATYCZNE - 1". Przyrząd powinien automatycznie uruchamiać się, gdy różnica pomiędzy napięciem wejściowym i wskazywanym zawiera się w granicach 0,7 ... 1,1 jednostki.

Regulacji czułości uruchamiania dokonuje się przy pomocy potencjometru R115.

7. W Y P O S A Ż E N I E

Woltomierz cyfrowy typu V523 jest dostarczony łącznie z następującym wyposażeniem:

1. Sznur sieciowy, zakończony wtyczkami 1 szt.
2. Kabel pomiarowy, zakończony 3 wtykami bananowymi 1 szt.
3. Wtyk 4 kontaktowy D-31-188, umożliwiający dołączanie przycisku
zdalnego uruchamiania przyrządu 1 szt.
4. Wtyk nożowy 20 kontaktowy, PZT nr kat. 0275, do dołączania dodatko-
wego wskaźnika lub rejestratora wyników 2 szt.

Do woltomierza jest dodawany opis, łącznie z instrukcją użytkowania.

WYKAZ ELEMENTÓW WOLTOMIERZA CYFROWEGO V 523

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R 1	Opornik warstwowy	Resista, Rmx3-45K-1%, 0,2W	
R 2	Opornik drutowy	Inco-RM43-0,45-0,2% 1/	
R 3	Opornik "	Alma Ltd-S1L/T-4,5M-0,02%	2 szt. szeregowo
R 4	" "	Alma Ltd-S4L/T-0,5M-0,02%	
R 5	" "	Alma Ltd-S4L/T-0,4M-0,02%	
R 6	" "	Inco -RM43-50K-0,02% 1/	1/ Wszystkie oporniki RM 43 nawil-
R 7	" "	Inco -RM43-50K-0,02% 1/	jane ze
R 8	" "	Inco -RM43-5050,5Ω -0,02% 1/	zmianą kierunku w położeniu sekcji
R 9	" "	Inco -RM43-55555Ω -0,02% 1/	
R10	" "	Inco -RM43-0,2M ± 0,05% 1/	
R11	" warstwowy	OWS221-0,25W 2,2M ± 5%	
R12	" "	OWS221-0,25W 2,2M ± 5%	
R15	" "	OM - 0,5W - 43K ± 5%	
R16	Opornik drutowy	Inco -RM43-20K-0,02% 1/	
R17	" "	Inco -RM43-50K-0,02% 1/	
R18	" "	Inco -RM43-0,1M-0,02% 1/	
R19	" "	Inco -RM43-0,1M-0,02% 1/	
R20	" "	Inco -RM43-0,2M-0,05% 1/	
R21	Opornik warstwowy	Inco -RM43-0,5M-0,1% 1/	
R22	Opornik warstwowy	Siemens B51265n-1M-0,5%	
R23	" "	Siemens B51265n-1M-0,5%	
R24	" "	Siemens B51265n-2M-1%	
R25	" "	Siemens B51265n-5M-1%	
R26	" "	Rosenthal 10M-2%-0,25W	
R27	" "	Rosenthal 10M-2%-0,25W	
R28	" "	Rosenthal 10M-2%-0,25W	2 szt. szeregowo
R29	Opornik warstwowy	OM-0,5W-5,1K	
R29a	Opornik warstwowy	OM-0,5W-220,360,470,680 Ω	dobierany
R30	Potencjometr drutowy	DG-101-100Ω -oś12-P3	wyk. własne
R31	" "	DG-101-500Ω -oś12-P3	wyk. własne
R32	" "	DG-101-100Ω -oś12-P3	wyk. własne
R33	" "	DG-101-500Ω -oś12-P3	wyk. własne
R41	Opornik drutowy	Alma Ltd-S4L/T-1M-0,02%	
R42	Opornik warstwowy	OM-0,5W-220K ± 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R43	Opornik warstwowy	OWS-122-0,125W-1M \pm 5%	
R44	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R45	" "	OWS-222-0,5W-10M \pm 5%	
R46	" "	OWS-222-0,5W-10M \pm 5%	
R47	" "	OWS-222-0,5W-10M \pm 5%	
R48	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R49	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R50	" "	OM-0,5W-30K \pm 5%	
R51	Potencjometr drutowy	DG-101-3K-oś12-P3	wyk. własne
R52	" "	DG-101-1K-oś12-P3	" "
R53	Opornik warstwowy	OM-0,5W-2K \pm 2%	
R54	" "	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R55	" "	OM-0,5W-2K \pm 2%	
R56	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R57	" "	OM-0,5W-12K \pm 5%	
R58	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R59	" "	OM-0,5W-3,6K \pm 5%	
R60	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R61	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R62	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R63	" "	OM-0,5W-15K \pm 5%	
R64	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R65	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R66	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R67	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R68	" "	OM-0,5W-100K \pm 5%	
R69	" "	OM-0,5W-360K \pm 5%	
R70	" "	OM-0,5W-820K \pm 5%	
R71	" "	OM-0,5W-100K \pm 5%	
R72	" "	OWS-122-0,125W-10M \pm 10%	
R73	" "	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R74	" "	OM-0,5W-1,5K \pm 5%	
R75	Potencjometr drutowy	DG-101-3K-oś12-P3	wyk. własne
R76	Opornik warstwowy	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R77	" "	OWS-122-0,125W-1M \pm 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R78	Opornik warstwowy	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R79	" "	OM-0,5W-12K \pm 5%	
R80	" "	OM-0,5W-2K \pm 2%	
R81	" "	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R82	" "	OM-0,5W-2K \pm 2%	
R83	" "	OM-0,5W-2K \pm 5%	
R84	" "	OVS-122-0,125W-10M \pm 10%	
R85	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R86	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R87	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R88	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R89	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R90	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R91	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R92	" "	OM-0,5W-220K \pm 5%	
R93	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R94	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R95	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R96	Potencjometr drutowy	DG-101-1,5K-o \acute{s} 12-P3	wyk. własne
R97	Opornik warstwowy	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R98	" "	OM-0,5W-220K \pm 5%	
R99	Potencjometr drutowy	DG-101-1,5K-o \acute{s} 12-P3	wyk. własne
R101	Opornik warstwowy	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R102	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	
R103	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R104	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R105	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R106	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R107	" "	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R108	" "	OM-0,5W-100K \pm 5%	
R109	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R110	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	
R111	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R112	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R113	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R114	Opornik warstwowy	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R115	Potencjometr drutowy	DG-101-3K-oś12-P3	wyk. własne
R116	Opornik warstwowy	OM-0,5W-680 Ω \pm 5%	
R117	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R118	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R121	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	
R122	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	
R123	" "	OM-0,5W-15K \pm 5%	
R124	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R125	" "	OM-0,5W-12K \pm 2%	
R126	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 2%	
R127	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R128	" "	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R130	" "	OM-0,5W-33K \pm 5%	
R131	" "	OM-0,5W-220K \pm 5%	
R132	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R133	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R134	" "	OM-0,5W-1,5K \pm 5%	
R135	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R136	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R137	" "	OM-0,5W-33K \pm 2%	
R138	" "	OM-0,5W-33K \pm 2%	
R139	" "	OM-0,5W-43K \pm 2%	
R140	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R141	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R142	" "	OM-0,5W-6,8K \pm 5%	
R143	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R144	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R145	" "	OM-0,5W-30K \pm 5%	
R146	" "	OM-0,5W-3,6K \pm 5%	
R147	" "	OM-0,5W-30K \pm 5%	
R148	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R149	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R150	" "	OM-0,5W-20K \pm 5%	
R151	" "	OM-0,5W-82K \pm 5%	
R152	" "	OM-0,5W-1,5K \pm 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R153	Opornik warstwowy	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R161	" "	OM-0,5W-680 Ω ± 5%	
R162	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R163	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R164	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R165	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R166	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R167	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R168	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R169	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R170	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R171	" "	OM-0,5W-680 Ω ± 5%	
R172	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R173	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R174	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R175	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R176	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R177	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R178	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R179	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R180	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R181	" "	OM-0,5W-680 Ω ± 5%	
R182	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R183	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R184	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R185	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R186	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R187	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R188	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R189	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R190	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R191	" "	OM-0,5W-680 Ω ± 5%	
R192	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R193	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R194	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R195	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R196	Opornik warstwowy	OM-0,5W-100K ± 5%	
R197	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R198	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R199	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R200	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R201	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R202	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R203	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R204	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R205	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R206	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R207	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R208	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R209	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R210	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R211	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R212	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R213	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R214	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R215	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R216	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R217	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R218	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R219	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R220	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R221	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R222	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R223	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R224	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R225	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R226	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R227	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R228	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R229	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R230	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R231	Opornik warstwowy	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R232	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R233	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R234	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R235	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R236	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R237	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R238	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R239	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R240	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R241	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R242	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R243	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R244	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R245	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R246	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R247	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R248	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R249	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R250	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R251	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R252	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R253	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R254	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R255	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R256	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	
R257	" "	OM-0,5W-33K ± 5%	
R258	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R259	" "	OM-0,5W-3,6K ± 5%	
R260	" "	OM-0,5W-62K ± 5%	
R261	" "	OM-0,5W-680Ω ± 5%	
R262	" "	OM-0,5W-1K ± 5%	
R263	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R264	" "	OM-0,5W-15K ± 5%	
R265	" "	OM-0,5W-100K ± 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne		Uwagi
R266	Opornik warstwowy	OM-0,5W-100K	± 5%	
R267	" "	OM-0,5W-33K	± 5%	
R268	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R269	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R270	" "	OM-0,5W-62K	± 5%	
R271	" "	OM-0,5W-680 Ω	± 5%	
R272	" "	OM-0,5W-1K	± 5%	
R273	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R274	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R275	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R276	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R277	" "	OM-0,5W-33K	± 5%	
R278	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R279	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R280	" "	OM-0,5W-62K	± 5%	
R281	" "	OM-0,5W-680 Ω	± 5%	
R282	" "	OM-0,5W-1K	± 5%	
R283	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R284	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R285	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R286	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R287	" "	OM-0,5W-33K	± 5%	
R288	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R289	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R290	" "	OM-0,5W-62K	± 5%	
R291	" "	OM-0,5W-680 Ω	± 5%	
R292	" "	OM-0,5W-1K	± 5%	
R293	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R294	" "	OM-0,5W-15K	± 5%	
R295	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R296	" "	OM-0,5W-100K	± 5%	
R297	" "	OM-0,5W-33K	± 5%	
R298	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	
R299	" "	OM-0,5W-3,6K	± 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R300	Opornik warstwowy	OM-0,5W-62K \pm 5%	
R301	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R302	" "	OM-0,5W-43K \pm 5%	
R303	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R304	" "	OM-0,5W-43K \pm 5%	
R305	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R306	" "	OM-0,5W-43K \pm 5%	
R307	" "	OM-0,5W-3,6K \pm 5%	
R308	" "	OM-0,5W-15K \pm 5%	
R309	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R313	" "	OVS-1W-68 Ω \pm 5%	
R314	" "	OM-0,5W-1,5K \pm 10%	
R315	Potencjometr dostr.	Pkd-300-1K - poz.	
R316	Opornik warstwowy	OM-0,5W-2K \pm 5%	
R317	" "	OM-0,5W-680 Ω \pm 5%	
R318	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R322	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R323	" "	OM-0,5W-680 Ω \pm 5%	
R324	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R325	Potencjometr dostr.	Pkd-300-1K - poz.	
R326	Opornik warstwowy	OM-0,5W-1,5K \pm 5%	
R327	" "	OM-0,5W-2K \pm 5%	
R328	" "	OM-0,5W-2K \pm 5%	
R329	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R330	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R331	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R332	" "	OVS-221-0,25W-4,7M \pm 5% II	
R333	" "	OM-0,5W-2,7K \pm 5%	
R334	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R335	" "	OM-0,5W-1K \pm 5%	
R336	" "	OM-0,5W-330 Ω \pm 5%	
R337	" "	OM-0,5W-10K \pm 5%	
R338	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R339	" "	OM-0,5W-5,1K \pm 5%	
R341	" "	OM-0,5W-2K \pm 5%	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
R342	Potencjometr dostr.	Plnd-300-1K - poz.	
R343	Opornik warstwowy	OM-0,5W-2,7K ± 5%	
C1	Kondensator papier.	KBG-MN-200-2 μF I	
C2	" "	KBG-J-0,1 μF ± 10% - 200V	
C3	" "	KBG-MN-200-1 μF I	
C4	" "	KBG-MN-200-2 μF I	
C5	Kondensator styroflek.	KSF-012-5600pF-10% -100V	
C6	Kondensator mikowy	KSO-2-1,5nF ± 5% B	
C7	Kondensator papier.	KBG-MN-200-2 μF I	
C8	Kondensator styrofleks	KSF-012-5600-10% -100V	
C9	" "	KSF-012-5600-10% -100V	
C10	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% - 50V	
C11	" "	KTF-1 μF ± 20% - 50V	
C12	Kondensator ceramiczny	KFPr IIE-12x12 - 47nF -I-25V	
C13	" "	KFPr IIE-12x12-47nF-I-25V	
C14	" "	KFPr IIE-12x12-10nF-I-25V	
C15	Kondensator tantal.	KTF-4 μF ± 20% - 25V	
C16	Kondensator ceramicz.	KFPr IIE-12x12-10nF-I-25V	
C17	" "	KFPr IIE-12x12-10nF-I-25V	
C18	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% -50V	
C19	Kondensator ceram.	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C20	" "	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C21	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% -50V	
C22	Kondensator ceram.	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C23	" "	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C24	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% -50V	
C25	Kondensator ceram.	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C26	" "	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C27	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% -50V	
C28	Kondensator ceram.	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C29	" "	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C30	Kondensator tantal.	KTF-1 μF ± 20% - 50V	
C31	Kondensator ceram.	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	
C32	" "	KFPr IIE-12x12-22nF-I-25V	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
C33	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C34	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C35	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C36	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C37	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C38	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C39	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20%-50V	
C40	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C41	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C42	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C43	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C44	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C45	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C46	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C47	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C48	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C49	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C50	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C51	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C52	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C53	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C54	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C55	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C56	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C57	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C58	Kondensator ceram.	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C59	" "	KFPrIIE-12x12-22nF-I-25V	
C60	Kondensator tantal.	KTF-1 μ F \pm 20% -50V	
C71	Kondensator elektrol.	KEN-500 μ F/25V	
C72a	" "	KED-50 μ F/25V	
C72b	" "	KED-50 μ F/25V	
C73	Kondensator styroflek	KST-012-24000-5%-250V	
C74	Kondensator elektrol.	KEN-500x500 μ F/50V	
C75	" "	KED-50 μ F/25V	
C76	" "	KEN-500 μ F/50V	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
C78	Kondensator mikowy	KSO-5-10nF \pm 5% -500V-B	
C79	Kondensator styreflek.	KSF-012-5600pF-10%-100V	
D1	Dioda krzemowa	BA 101	
D2	" "	BA 101	
D3	Dioda germanowa	SFD 108	
D4	" "	SFD 108	
D5	" "	SFD 108	
D6	" "	SFD 108	
D7	" "	SFD 108	
D8	" "	SFD 108	
D9	" "	SFD 108	
D10	" "	SFD 108	
D11	" "	SFD 108	
D12	" "	SFD 108	
D13	" "	SFD 108	
D14	" "	SFD 108	
D15	" "	SFD 108	
D16	" "	SFD 108	
D17	" "	SFD 108	
D18	" "	SFD 108	
D19	" "	SFD 108	
D20	" "	SFD 108	
D21	" "	SFD 108	
D22	" "	SFD 108	
D23	" "	SFD 108	
D24	" "	SFD 108	
D25	" "	SFD 108	
D26	" "	SFD 108	
D27	" "	SFD 108	
D28	" "	SFD 108	
D29	" "	SFD 108	
D30	" "	SFD 108	
D31	" "	SFD 108	
D32	" "	SFD 108	
D33	" "	SFD 108	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
D34	Dioda germanowa	SFD 108	
D35	" "	SFD 108	
D36	" "	SFD 108	
D37	" "	SFD 108	
D38	" "	SFD 108	
D39	" "	SFD 108	
D40	" "	SFD 108	
D41	" "	SFD 108	
D42	" "	SFD 108	
D43	" "	SFD 108	
D44	" "	SFD 108	
D45	" "	SFD 108	
D46	" "	SFD 108	
D47	" "	SFD 108	
D48	" "	SFD 108	
D49	" "	SFD 108	
D50	" "	SFD 108	
D51	" "	SFD 108	
D52	" "	SFD 108	
D53	" "	SFD 108	
D61	" "	AAZ 15	
D62	" "	SFD 108	
D63	" "	AAZ 15	
D64	" "	SFD 108	
D65	" "	AAZ 15	
D66	" "	SFD 108	
D67	" "	AAZ 15	
D68	" "	SFD 108	
D69	" "	AAZ 15	
D70	" "	SFD 108	
D71	" "	AAZ 15	
D72	" "	SFD 108	
D73	" "	AAZ 15	
D74	" "	SFD 108	
D75	" "	AAZ 15	
D76	" "	SFD 108	

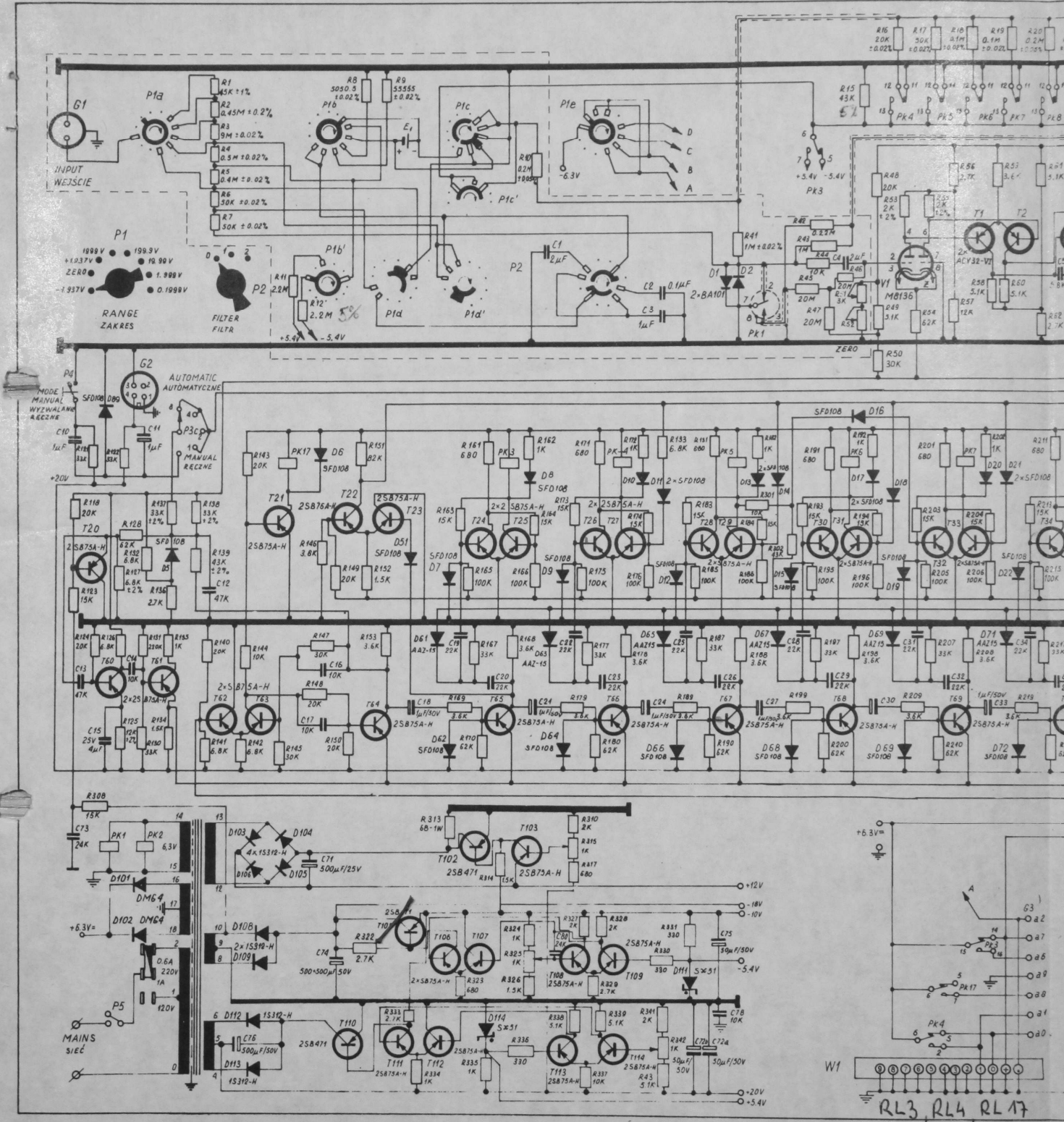
Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
D77	Dioda germanowa	AAZ 15	
D78	" "	SFD 108	
D79	" "	AAZ 15	
D80	" "	SFD 108	
D81	" "	AAZ 15	
D82	" "	SFD 108	
D83	" "	AAZ 15	
D84	" "	SFD 108	
D85	" "	AAZ 15	
D86	" "	SFD 108	
D87	" "	AAZ 15	
D88	" "	SFD 108	
D89	" "	SFD 108	
D101	" "	DMG-4	
D102	" "	DMG-4	
D103	" "	1S312-H	
D104	" "	1S312-H	
D105	" "	1S312-H	
D106	" "	1S312-H	
D108	" "	1S312-H	
D109	" "	1S312-H	
D111	Dioda Zenera	SX-51	
D112	Dioda germanowa	1S312-H	
D113	" "	1S312-H	
D114	Dioda Zenera	SX-51	
T1	Tranzystor	ACY32-VI	
T2	"	ACY32-VI	
T3	"	2SB75A-H	
T4	"	2SB75A-H	
T5	"	2SB75A-H	
T6	"	ACY32-VI	
T7	"	ACY32-VI	
T8	"	2SB75A-H	
T9	"	2SB75A-H	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
T10	Tranzystor	2SB75A-H	
T11	"	2SB75A-H	
T12	"	2SB75A-H	
T13	"	2SB75A-H	
T14	"	2SB75A-H	
T15	"	2SB75A-H	
T20	"	2SB75A-H	
T21	"	2SB75A-H	
T22	"	2SB75A-H	
T23	"	2SB75A-H	
T24	"	2SB75A-H	
T25	"	2SB75A-H	
T26	"	2SB75A-H	
T27	"	2SB75A-H	
T28	"	2SB75A-H	
T29	"	2SB75A-H	
T30	"	2SB75A-H	
T31	"	2SB75A-H	
T32	"	2SB75A-H	
T33	"	2SB75A-H	
T34	"	2SB75A-H	
T35	"	2SB75A-H	
T36	"	2SB75A-H	
T37	"	2SB75A-H	
T38	"	2SB75A-H	
T39	"	2SB75A-H	
T40	"	2SB75A-H	
T41	"	2SB75A-H	
T42	"	2SB75A-H	
T43	"	2SB75A-H	
T44	"	2SB75A-H	
T45	"	2SB75A-H	
T46	"	2SB75A-H	
T47	"	2SB75A-H	
T48	"	2SB75A-H	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
T49	Tranzystor	2SB75A-H	
T50	"	2SB75A-H	
T51	"	2SB75A-H	
T60	"	2SB75A-H	
T61	"	2SB75A-H	
T62	"	2SB75A-H	
T63	"	2SB75A-H	
T64	"	2SB75A-H	
T65	"	2SB75A-H	
T66	"	2SB75A-H	
T67	"	2SB75A-H	
T68	"	2SB75A-H	
T69	"	2SB75A-H	
T70	"	2SB75A-H	
T71	"	2SB75A-H	
T72	"	2SB75A-H	
T73	"	2SB75A-H	
T74	"	2SB75A-H	
T75	"	2SB75A-H	
T76	"	2 SB75A-H	
T77	"	2SB75A-H	
T78	"	2SB75A-H	
T101	"	2SB75A-H	
T102	"	2SB471-H	
T103	"	2SB75A-H	
T105	"	2SB471-H	
T106	"	2SB75A-H	
T107	"	2SB75A-H	
T108	"	2SB75A-H	
T109	"	2SB75A-H	
T110	"	2SB471-H	
T111	"	2SB75A-H	
T112	"	2SB75A-H	
T113	"	2SB75A-H	
T114	"	2SB75A-H	

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
V1	Lampa elektronowa	Mullard M8136	
V2	" "	Mullard M8136	
PK1	Wibrator	CK-3-6,3V-50cps	Anglia
PK2	"	CK-3-6,3V-50cps	
PK3	Przełącznik szybko- działający	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK4	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK5	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK6	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK7	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK8	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK9	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK10	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK11	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK12	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK13	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK14	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK15	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK16	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
PK17	" "	Rls 154d-TBV 65421/134e	
W1	Wyświetlacz cyfr	Typ 600/1/8-6,0V	
W2	" "	Typ 600/1/8-6,0V	Anglia
W3	" "	Typ 600/1/8-6,0V	
W4	" "	Typ 600/1/8-6,0V	
P1	Przełącznik 8 poz.	Typ K	
P2	" 3 poz.	Typ K	
P3	" 5 poz.	Typ K	
P4	Mikrowyłącznik	Typ MP-2	
P5	Przełącznik błyskaw.	K 1322	
G1	Gniazdo wejściowe		wyk. własne
G2	Gniazdo 4 kontakt.	Nr rys. D-31-188	wyk. własne
G3	Gniazdo nożowe	Nr kat 0276	
G4	Gniazdo nożowe	Nr kat 0276	
Tr1	Transformator sieciowy		

Oznaczenie	Nazwa	Dane techniczne	Uwagi
E1	Ogniwo normalne	OP - 65	
B1	Bezpiecznik	Btr 20 - 0,6 A	

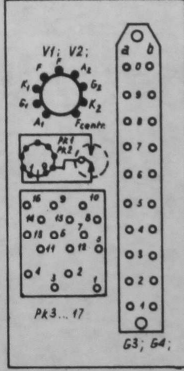
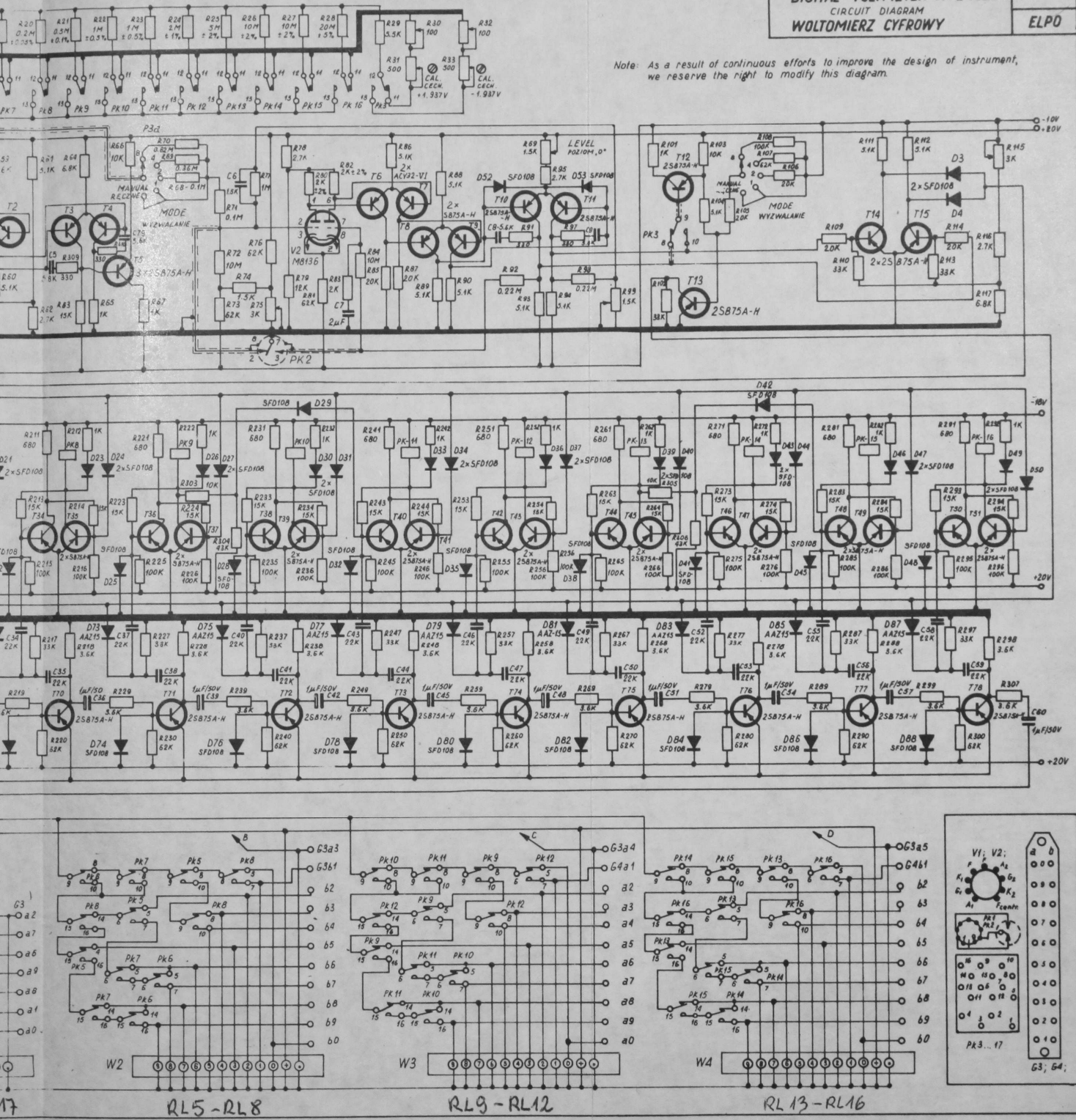


OP-65 INCO

DIGITAL VOLTMETER TYPE V523
CIRCUIT DIAGRAM
WOLTMIERZ CYFROWY

ELPO

Note: As a result of continuous efforts to improve the design of instrument, we reserve the right to modify this diagram.



1mV RL16