

"ELPO"
O/SZCZECIN

OT-105

MWN

LABORATORYJNY MOSTEK RLC

Typ: E-303

INSTRUKCJA OBSŁUGI

Opracował:		!
Sprawił:	<i>Wojciech</i>	!
Zatwierdził:		!

K A R T A K O N T R O L N A

=====

1. Czułość wzmacniacza mierzona dla połowy wychylenia miernika wynosi

- dla $f = 80 \text{ Hz}$ 0,5... mV
- dla $f = 800 \text{ Hz}$ 0,5... mV
- dla $f = 8 \text{ kHz}$ 0,5... mV
- dla prądu stałego 4... mV

2. Napięcie wyjściowe generatora przy obciążeniu opornością 1 kOhm / pomiar pomiędzy zaciskami Lx na zakresie 0,1 H przy ustawieniu dekad 0000 / wynosi:

- dla $f = 80 \text{ Hz}$ 16... V
- dla $f = 800 \text{ Hz}$ 11... V
- dla $f = 8 \text{ kHz}$ 13... V

3. Cporność zwarcia wynosi 0,4... mOhm

4. Indukcyjność zwarcia wynosi .. 0,5... pH

5. Pojemność początkowa wynosi dla $f=800 \text{ Hz}$ 0,3 pF, dla $f = 8 \text{ kHz}$ 0,3... pF

6. Tabela błędów:

Nr	IR	I	IC	I	IL	I
zakresu	!wartość !zakresu	!błąd !%/!	!wartość !zakresu!	!błąd !%/!	!wartość !zakresu!	!błąd !%/!
1	! 10 kOhm	! 0,4	! -	! -	! 0,1 H	! 0,3
2	! 1 kOhm	! 0,2	! 1 pF	! 0,4	! 10 mH	! 0,3
3	! 100 Ohm	! 0,3	! 10 pF	! 0,2	! 1 mH	! 0,3
4	! 10 Ohm	! 0,3	! 100 pF	! 0,2	! 100 pH	! 0,2
5	! 1 Ohm	! 0,2	! 1 nF	! 0,2	! 10 pH	! 0,3
6	! 0,1 ohm	! 0,2	! 10 nF	! 0,2	! 1 pH	! 0,3
7	! 10 mOhm	! 0,3	! 0,1 uF	! 0,2	-	! 0,4

Prowadzący pomiar

Kontrola Techniczna

data 30. X. 70. podpis.....

data 30. X. 70. podpis.....

S P I S T R E S C I

=====

Arkusz

:

Karta kontrolna	2	
1. Opis	4	
1.1 Przeznaczenie	4	
1.2 Dane techniczne	4	
1.3 Organy regulacyjne	6	
2. Instrukcja obsługi	7	
2.1 Przygotowanie mostka do pomiarów	7	
2.2 Włączenie mostka	7	
2.3 Pomiar	7	
3. Opis układu	11	
3.1 Opis konstrukcji	11	
3.2 Mostek pomiarowy	11	
3.3 Generator	12	
3.4 Wskaźnik równowagi	12	
3.5 Zasilacz sieciowy	13	
4. Konserwacja	13	
5. Regulacja okresowa	13	
5.1 Regulacja generatora	13	
5.2 Regulacja wskaźnika równowagi	14	
5.3 Regulacja części mostkowej	14	
5.4 Tabela napięć	14	
6. Spis elementów	15	
Rys.Schemat uproszczony dla pomiaru R	19	
Rys.Schemat uproszczony dla pomiaru L	20	
Rys.Schemat uproszczony dla pomiaru C	21	
Rys.Generator	22	
Rys.Wzmacniacz równowagi	23	
Rys Zasilacz	24	
Rys Mostek	25	

1. Opis

1.1 Przeznaczenie

Laboratoryjny mostek RLC służy do dokładnych pomiarów oporności indukcyjności i pojemności w warunkach laboratoryjnych.

Mostek przeznaczony jest do pomiarów elementów nieuziemnionych.

Mostek typu E303 zawiera układ zasilania, mostek pomiarowy i wskaźnik równowagi.

Pomiary oporności dokonywane są prądem stałym, pomiary indukcyjności i pojemności prądem zmiennym o częstotliwościach 80- 800 lub 8000 Hz.

Wskaźnik równowagi zawiera wzmacniacz selektywny i miernik wychyłowy. Dla umożliwienia stosowania dodatkowego wskaźnika równowagi /słuchawki, oscyloskop itp./ umieszczono zaciski /OUTPUT/ na wyjściu wzmacniacza selektywnego.

1.2 Dane techniczne

1.2.1. Zakres pomiaru oporności od 1 do 11,11 M

Dokładność pomiaru na poszczególnych zakresach:

x 10 k Ω	od	1 M Ω	do	11,11 M Ω	\pm 0,5 % \pm 1 k Ω
x 1 k Ω	od	100 k Ω	do	1,111 M Ω	\pm 0,5% \pm 100 Ω
x 100 Ω	od	10 k Ω	do	111,1 k Ω	\pm 0,5 % \pm 10 Ω
x 10 Ω	od	1 k Ω	do	11,11 k Ω	\pm 0,5 % \pm 1 Ω
x 1 Ω	od	100 Ω	do	1,111 k Ω	\pm 0,5 % \pm 0,1 Ω
x 0,1 Ω	od	10 Ω	do	111,1	\pm 0,7 % \pm 10 m Ω
x 10 m	od	1	do	11,11	\pm 0,7 % \pm 1m Ω +R zwarcia

1.2.2. Zakres pomiaru indukcyjności od 100 μ H do 111,1 H

Dokładność pomiaru na poszczególnych zakresach:

x 0,1H	od 10 H do 111,1 H	$\pm 1\%$	± 10 nH	f=80Hz
x 10mH	od 1 H do 11,11 H	$\pm 1\%$	± 1 nH	f=80Hz
x 1nH	od 100nH do 1,111 H	$\pm 1\%$	± 100 pH	f=800Hz
x 100pH	od 10nH do 111,1nH	$\pm 0,5\%$	± 10 nH	f=800Hz
x 10pH	od 1nH do 11,11nH	$\pm 0,5\%$	± 1 pH	f=800Hz
x 1 pH	od 100pH do 1,111nH	$\pm 1\%$	$\pm 0,1$ pH+L zwarcie	f=8kHz

1.2.3. Zakres pomiaru pojemności od 10 pF do 111,1 μ F Dokładność pomiaru na poszczególnych zakresach

x 0,1 μ F	od 10 pF do 111,1 μ F	$\pm 1\%$	$\pm 0,01$ μ F	f=80Hz
x 10 nF	od 1 pF do 11,11 μ F	$\pm 1,0\%$	± 1000 pF	f=80Hz
x 1 nF	od 0,1 pF do 1,111 μ F	$\pm 0,5\%$	± 100 pF	f=800Hz
x 100 pF	od 0,01 μ F do 0,1111 μ F	$\pm 0,5\%$	± 10 pF+C ₀	f=800Hz
x 10 pF	od 1000 pF do 0,01111 μ F	$\pm 0,5\%$	± 1 pF+C ₀	f=800Hz
x 1 pF	od 100 pF do 1111 pF	$\pm 0,5\%$	$\pm 0,1$ pF+C ₀	f=800Hz

1.2.4. Układ zasilania mostka

Układ zasilania zawiera prostownik zasilający mostek przy pomiarach oporności oraz generator i wzmacniacz przełączane na częstotliwości 80Hz 800 Hz i 8 kHz.

- Napięcie zasilające zmienne regulowane płynne od zera do około 15 V sk.
- Napięcie zasilające stałe - 7V oporność źródła $\leq 30 \Omega$
- Dokładność częstotliwości generatora $\pm 5\%$
- Zniekształcenia nieliniowe generatora wraz z wzmacniaczem 3%
- Oporność wyjściowa wzmacniacza < 3 kOhm

1.2.5. Wskaźnik równowagi

Wskaźnik równowagi zawiera wzmacniacz selektywny, prostownik diodę ograniczającą i miernik wychyłowy.

- Czułość wskaźnika równowagi /mierzoną dla połowy wychylenia miernika/ - większa niż 1 mV
- Selektywność wzmacniacza /spadek wzmocnienia dla 1,5 fo/
 - przy f=30 Hz większa niż 10 dB
 - przy f=800Hz większa niż 15 dB
 - przy f=8 kHz większa niż 10 dB

- Ograniczenie diodowe miernika /zmniejszenie wzmocnienia dla pełnego wychylenia miernika/w porównaniu z wzmocnieniem dla 10% wychylenia/ ponad 10 dB

1.2.6. Dane ogólne:

Zasilanie 220 V \pm 10% 50 Hz \pm 2%

Pobór mocy 35 VA

Zakres temperatur od + 10°C do + 40°C

Rozmiary: wysokość 195 mm

 szerokość 495 mm

 głębokość 240 mm

Ciężar 16 kg.

1.2.7. Układ mostkowy

Układ mostkowy zmienia się przy pomiarach oporności indukcyjności i pojemności. Dla pomiarów oporności układ mostkowy pracuje w układzie Wheatstone'a. Zasilanie prądem stałym, detektor równowagi zawiera przetwornik /przełącznik/ zasilany z generatora 80 Hz i wzmacniacz selektywny 80 Hz. Dla pomiarów indukcyjności i pojemności układ mostkowy zostaje przełączony na układ Wagnera częściowo symetryczny i symetryzowany /patrz p.3.2/. Zasilanie mostka z generatora o przełączanych częstotliwościach: 800 Hz, 80 Hz i 8 kHz. Wskaźnik równowagi posiada wzmacniacz selektywny o przełączanych równocześnie z generatorem częstotliwościach.

1.2.8. Zakres częstotliwości układu mostkowego pokrywa się z zakresem przełączania częstotliwości generatora. Nie przewiduje się stosowania mostka przy innych niż podane wyżej częstotliwościach.

1.2.9. Skala mostka pomiarowego.

Odczyt wartości mierzonej uzyskuje się przez mnożenie sumy wskazań poszczególnych dekad pomiarowych przez wielkość zakresu pomiarowego. Poszczególne dekady pomiarowe oznaczone są mnożnikami $\times 100$, $\times 10$ i $\times 1$ i $\times 0,1$.

Zakresy pomiarowe wynoszą: dla oporności od 10 M Ω do 10 K Ω /7 zakresów w stosunku dziesiętnym / dla indukcyjności od 1 μ H do 0,1 H /6 zakresów/ dla pojemności od 1 pF do 0,1 μ F /6 zakresów/ Dla uzyskania wymaganej dokładności pomiary winny być dokonywane przy użyciu najwyższej dekady x 100. Pomiary indukcyjności i pojemności na nie oznaczonych zakresach skrajnych /poza zakresem pomiarowym/mogą mieć charakter przybliżony. Wielkości zakresów wyniosą odpowiednio 0,1 μ H oraz 0,1 pF.

1.2.10 Zaciski mostka pomiarowego - uniwersalne laboratoryjne gniazda wyjściowe wzmacniacza - radiowe 4mm.

1.3. Organy regulacyjne

1.3.1. Organy regulacyjne zewnętrzne - umieszczone na płycie czołowej:

- 1/ Przełącznik układu mostkowego RLC
- 2/ Przełącznik zakresów pomiarowych
- 3/ 4 przełączniki dekad pomiarowych x100 x10 x1 x0,1
- 4/ Potencjometr równoważący stratności kondensatorów tg δ /przy pomiarach L równoważenie dokładne./
- 5/ Potencjometr równoważący stratność dławików Q
- 6/ Przełącznik czułości generatora i wzmacniacza /measurement, frequency/
- 7/ Regulator napięcia generatora/przy pomiarach L i C/ /Supply control/
- 8/ Regulator czułości wskaźnika równowagi /gain control/
- 9/ Wyłącznik sieciowy /mains/

1.3.2. Organy regulacji wewnętrznej - dostępne po zdjęciu obudowy.

- 1/ Regulatory czułości wzmacniacza /rdzenie w obwodach rezonansowych LC/ L1 L2 i L3/
- 2/ Regulator napięcia przełącznika RV 2
- 3/ Regulator symetrii przełącznika RV7
- 4/ Regulator diody ograniczającej miernik RV 4

2. Instrukcja obsługi

2.1. Przygotowanie mostka do pomiarów

Przed włączeniem mostka należy wykonać następujące czynności:

- Mostek pomiarowy uziemić wykorzystując zacisk uziemiający
- Zerownikiem mechanicznym ustawić wskazówkę miernika na zero
- Regulatory czułości wzmacniacza i napięcia generatora ustawić na minimum /w lewo/
- Regulatory stratności ustawić na minimum stratności tj. $\text{tg}\delta$ minimum w lewo, Q maksimum w prawo
- Sprawdzić czy zaciski opornika dodatkowego Rex są dokładnie zwarte. Po długim okresie składowania należy zwieracz i po oczyszczeniu mocno przykręcić.

2.2. Włączenie mostka

Po włączeniu sznura sieciowego do sieci 220 V i załączeniu wyłącznika sieciowego /mains/ powinna zapalić się żarówka kontrolna.

Nagrzewanie przyrządu trwa około 5 minut. Po tym czasie mostek nadaje się do pomiarów.

3.3. Pomiary

3.1. Pomiary oporności

Przełącznik układu mostka należy ustawić w położeniu R.

Pomiary oporności mogą być wykonane tylko przy ustawieniu przełącznika częstotliwości.

/measurement frequency/ na 80 Hz.

Przy pomiarach oporności wyłączone są regulatory stratności / $\text{tg}\delta$ Q / oraz napięcia generatora /supply control/. Po włączeniu oporności mierzonej między zaciski Rx należy ustawić zakres pomiarowy na

przewidywaną wielkość oporności, pierwszą dekadę pomiarową x100 na 1 pozostałe na 0.

Regulator czułości wskaźnika równowagi /gain control/ należy ustawić tak by wskazówka wychyliła się do połowy skali. Regulując dekadę x100 należy doprowadzić do minimalnego wychylenia miernika, następnie kolejno dekadami x10 x1 i x0,1 należy doprowadzić do minimum wychylenia zwiększając w czasie pomiaru czułość wskaźnika równowagi. W przypadku gdy uzyskanie minimum wychylenia przy regulacji dekady x100 jest niemożliwe należy przełączyć zakres pomiarowy aż do uzyskania właściwego pomiaru.

Pełną dokładność pomiaru uzyskuje się przy ustawieniu dekady x100 w zakresie od 1 do 10 i maksymalnej czułości wskaźnika równowagi. Pomiar przy ustawieniu dekady x100 na 0 należy traktować jako przybliżone.

Wskaźnik równowagi powinien przy regulacji dekady x0,1 wskazywać wyraźnie minimum wychylenia dla prawidłowego zrównoważenia mostka. Brak możliwości uzyskania minimum może oznaczać występowanie szkodliwych napięć zmiennych na oporności mierzonej. Przy pomiarach oporności małych / do około 100 Ohm/ może występować zjawisko indukowania napięć na indukcyjności mierzonego obiektu pod wpływem zewnętrznych pól magnetycznych np. pochodzących z sieci zasilającej. Obiekt badany należy w tym przypadku umieścić tak, by wpływ pól zakłócających pomiar był najniższy lub zastosować ekranowanie magnetyczne. Przy pomiarach oporności dużych /od około 10 kOhm/ może występować wpływ zakłócających pól elektrostatycznych.

W tym przypadku należy obiekt badany ekranować lub związać z obiektem badanym ekran np. obudowa chassis połączyć z masą mostka. W przypadku gdy należy dokonać pomiaru opornika połączonego galvanicznie z chassis itp. a wpływ pól zakłócających uniemożliwia przeprowadzenie dokładnego pomiaru należy chassis

przewidywaną wielkość oporności, pierwszą dekadę pomiarową x100 na 1 pozostałe na 0.

Regulator czułości wskaźnika równowagi /gain control/ należy ustawić tak by wskaźówka wychyliła się do połowy skali. Regulując dekadę x100 należy doprowadzić do minimalnego wychylenia miernika, następnie kolejno dekadami x10 x1 i x0,1 należy doprowadzić do minimum wychylenia zwiększając w czasie pomiaru czułość wskaźnika równowagi. W przypadku gdy uzyskanie minimum wychylenia przy regulacji dekady x100 jest niemożliwe należy przełączyć zakres pomiarowy aż do uzyskania właściwego pomiaru.

Pełną dokładność pomiaru uzyskuje się przy ustawieniu dekady x100 w zakresie od 1 do 10 i maksymalnej czułości wskaźnika równowagi. Pomiaru przy ustawieniu dekady x100 na 0 należy traktować jako przybliżone.

Wskaźnik równowagi powinien przy regulacji dekadą x0,1 wskazywać wyraźnie minimum wychylenia dla prawidłowego zrównoważenia mostka. Brak możliwości uzyskania minimum może oznaczać występowanie szkodliwych napięć zmiennych na oporności mierzonej. Przy pomiarach oporności małych / do około 100 Ohm/ może występować zjawisko indukowania napięć na indukcyjności mierzonego obiektu pod wpływem zewnętrżnych pól magnetycznych np. pochodzących z sieci zasilającej. Obiekt badany należy w tym przypadku umieścić tak, by wpływ pól zakłócających pomiar był najniejszy lub zastosować ekranowanie magnetyczne. Przy pomiarach oporności dużych /od około 10 kOhm/ może występować wpływ zakłócających pól elektrostatycznych.

W tym przypadku należy obiekt badany ekranować lub związany z obiektem badanym ekran np. obudowa chassis połączyć z masą mostka. W przypadku gdy należy dokonać pomiaru opornika połączona galvanicznie z chassis itp. a wpływ pól zakłócających uniemożliwia przeprowadzenie dokładnego pomiaru należy chassis

połączyć z masą mostka przez kondensator o możliwie małej upływności i pojemności około 0,1 pF.

2.3.2 Pomiary indukcyjności

Przełącznik układu mostka należy ustawić w położeniu I. Równoważenie mostka przy pomiarach indukcyjności jest trudne i wymaga wstępnej znajomości charakteru badanego obiektu.

Szczególne trudne jest równoważenie oporności strat R i dobór właściwej wielkości napięcia /prądu/ pomiarowego.

Przed pomiarem ustawić potencjometry: $t g \delta$ na około 70% zakresu regulacji i Q na maksimum w prawo. Częstotliwość pomiarową należy ustawić możliwie blisko częstotliwości pracy badanego obiektu, z uwagi na wpływ częstotliwości na wielkość, indukcyjności skutecznej zwłaszcza przy pomiarach dławików/ transformatorów/ wykonanych na rdzeniach ferromagnetycznych.

Przy pomiarach elementów indukcyjnych pracujących w zakresie częstotliwości akustycznych i posiadających indukcyjności powyżej 1 H należy stosować częstotliwość pomiarową 80 Hz. Dla indukcyjności małych zaleźnie od zastosowania przeprowadza się pomiary przy częstotliwościach 800 Hz lub 8 kHz.

Przy pomiarach elementów indukcyjnych zawierających obwody ferromagnetyczne występuje poważny wpływ wielkości napięcia zasilania mostka na wielkość mierzoną. Nieliniowość rdzenie ferromagnetycznych może uniemożliwić uzyskanie równowagi, zwłaszcza przy dużych wielkościach napięcia generatora.

Większość elementów indukcyjnych reaguje na zewnętrzne zakłócające pole magnetyczne. Należy się liczyć z możliwością występowania trudności w zrównoważeniu mostka zwłaszcza przy pomiarach na częstotliwości 80 Hz. W tych przypadkach należy ustalić optymalne położenie obiektu badanego w stosunku do pól zakłócających w sposób następujący:

Ustawić czułość wzmacniacza pomiarowego na maksimum napięcie generatora na minimum i obracając podłączony do mostka obiekt badany uzyskać minimum wychylenia miernika równowagi.

Pomiary indukcyjności należy rozpocząć przy maksymalnej czułości wskaźnika równowagi i minimalnej /dla wychylenia miernika około 50% / wielkości napięcia zasilającego mostek pomiarowy.

Przy ustawieniu regulacji stratności j.w. należy ustawić przełącznikami zakresów i dekadą x100 minimum wychylenia miernika, następnie regulatorem Q uzyskać minimum wychylenia, zwiększając, jeśli jest to konieczne napięcie zasilania.

Regulując kolejno przełącznikami dekad i regulatorem Q należy doprowadzić mostek do równowagi. Regulator tg służy jako precyzer regulatora Q. W przypadku braku możliwości osiągnięcia minimum wychylenia miernika regulatorem Q należy wyjąć zwierzec zacisków Rex i włączyć pomiędzy nie opornik dodatkowy o wartości 100 kOhm lub więcej zależnie od potrzeby. Można tu zastosować potencjometr najkorzystniej logarytmiczny o wartości 0,5 MOhm a dla indukcyjności o dużej dobroci 1 MOhm.

Należy uważać by przed pomiarami lub w czasie pomiarów regulator Q nie znajdował się w lewym skrajnym położeniu gdyż zwierzany zostaje kondensator wzorcowy i przeprowadzenia pomiaru jest niemożliwe. Minimum wychylenia uzyskane przy skrajnym lewym położeniu regulatora Q nie oznacza zbliżenia się do równowagi mostka.

2.3.3. Pomiary pojemności

Przełączniki układu mostka należy ustawić na C. Pomiary pojemności winny być wykonane przy częstotliwości 800 Hz. Wyjątek stanowią moga pomiary kondensatorów elektrolitycznych /20 Hz/ i układów o dużej stratności równoległej /8 kHz/ lub szeregowej /80 Hz/

a/ Pomiar kondensatorów o napięciu pracy powyżej 50 V. Napięcie generatora należy ustawić na maksimum, czułość wskaźnika równowagi taką by wychylenie wskazówki wynosiło około 70 % skali. Regulator $tg\delta$ w lewym skrajnym położeniu.

Po dołączeniu badanego kondensatora między zaciski pomiarowe Cx i ustawieniu właściwego zakresu pomiarowego przełącznikami dekad i regulatorem tg doprowadzić mostek do równowagi.

b/ Pomiar kondensatorów niskonapięciowych i elektrolitycznych. Ustawić częstotliwość pomiarową 80 Hz /przy pojemnościach poniżej 0,1 μF -800 Hz/ Ustawić maksymalną czułość wskaźnika równowagi i regulując przełącznikiem zakresów dekadami i regulatorem $tg\delta$ oraz zwiększając w miarę potrzeby napięcie zasilania doprowadzić mostek do równowagi. Przy pomiarach kondensatorów elektrolitycznych nie uzyskuje się zwykle pełnej równowagi mostka. Pomiar należy wykonać dla minimalnego wychylenia mostka.

W przypadku gdy zakres regulacji $tg\delta$ nie umożliwia uzyskania równowagi, należy między zaciski R_{ex} po usunięciu zwieraacza dołączyć opór dodatkowy o wartości około 300 Ohm lub opornik dekadowy.

Mostek przewidziany jest do pomiarów dwupunktowych i przy pomiarach układów posiadających pojemności składowe do punktu uziemionego o wartościach większych niż 50 pF mogą wystąpić dodatkowe błędy pomiarowe.

Przy pomiarach tego typu układów należy zbadać wpływ pojemności składowych na wyniki pomiaru. Wpływ ten nie jest stały i zależy od zakresu pomiarowego oraz wielkości pojemności składowych. Wstępna ocena można przeprowadzić zamieniając miejscami końcówki pomiarowe Cx. W wypadku gdy różnica zmierzonych wartości mieści się w granicach błędu dopuszczalnego pomiar można uznać za

przewodowy. Pojemności między zaciskami pomiarowymi Cx a masą mostka o wielkości do około 50 pF nie wpływają w sposób istotny na pracę mostka.

3. Opis układu

3.1. Opis konstrukcji

Mostek składa się z dwóch zasadniczych podzespołów: części mostkowej i części zasilającej wraz z wzmacniaczem i generatorem. Obydwa podzespoły przynocowane są do płyt bocznych i połączone ze sobą wiązką przewodów zakończoną wtykiem 20-stykowym. Obudowa zewnętrzna składa się z pokrywy górnej wykonanej wraz z osłonami bocznymi jako całość i zdejmowanej po dokręceniu dwóch wkrętów od spodu przyrzędu oraz osłony tylnej i dolnej odkręcanych osobno. Odkręcenie osłony tylnej zapewni dostęp do elementów układu generatora i wzmacniacza. Zdjęcie osłony dolnej i górnej umożliwia wymianę lamp przełączniko oraz dostęp do elementów części mostkowej. Przełączniki dekad pomiarowych i zakresów oraz części przełącznika funkcji /KLC/ są dostępne po zdjęciu gałek bez rozbierania obudowy.

3.2. Mostek pomiarowy

Część mostkowa umieszczona na chassis czołowym zawiera mostek przekątny na odpowiedni układ do pomiaru oporności, indukcyjności i pojemności. Na chassis części mostkowej umieszczone są ponadto: potencjometry regulacji czułości wskaźnika równowagi i napięcia wyjściowego generatora, miernik wychyłowy wskaźnika równowagi wraz z prostownikiem i diodą ograniczającą, wyłącznik sieciowy i żarówka kontrolna transformator TR3 i przełącznik P4.

Mostek dla pomiarów oporności pracuje w układzie Wheatstone'a/rys.1/ Zasilanie mostka odbywa się między punktami DaC

z prostownika D10 - D13 /rys 6/ przez filtr C22, C23, R36 Dla pomiarów R układ posiada przetwornik /przełącznik polaryzowany/zasilany z generatora 80 Hz. Układ filtrujący znajduje się między gałęzią A mostka a stykiem przetwornika i zmniejsza wpływ zakłóceń zewnętrznych przy pomiarze. Potencjometr RV7 służy do symetryzacji pojemności przetwornika. Duża wielkość oporności wejściowej wskaźnika równowagi umożliwia prowadzenie pomiarów dużych oporności przy zasilaniu mostka małym napięciem /około 7V/ Dla pomiarów indukcyjności i pojemności mostek pomiarowy zostaje przekształcony w układ Wagnera. Układ ten

zmniejsza wpływ pojemności szkodliwych mostka. Przy pomiarach indukcyjności dodatkowa gałąź A - masa stanowi odwzorowanie gałęzi A-C a gałąź B-masa - odwzorowanie gałęzi B-C. Wpływ pojemności pomiędzy punktami C oraz D a masą mostka zostaje zredukowany. Przy pomiarach pojemności odpowiednio gałąź B-D zostaje odwzorowana gałęzią B-masa.

Dzięki tym dodatkowym gałęziom pojemności wszystkich naroży mostka względem masy nie unoszą dodatkowych uchybień przy pomiarze jak również czynią zbędnym ekranowanie poszczególnych gałęzi względem siebie. Zaekranowane są jedynie przewody łączące elementy mostka dla uniknięcia pojemności między sąsiednimi narożami mostka, w szczególności między narożami A i B uwagi na zwiększenie pojemności początkowej przy pomiarze.

3.3. Generator i wzmacniacz zasilający

Generator mostka wykonany jest w układzie RC /mostkowym/ na lampie V1/ECC88/ Przełącznik F2 umożliwia przełączenie generatora na częstotliwości 80Hz 800 Hz i 8 kHz. Generator posiada stabilizację amplitudy wykonaną na termistorze R9 Termistor R9 włączony jest w gałąź ujemnego sprzężenia zwrotnego aperiodycznego C4 R9 i R8. Jeżeli amplituda na

anodzie prawej potówki/lampy V1 wzrośnie z jakiegokolwiek powodu wzrośnie również napięcie na termistronce R9. Wzrost napięcia na R9 spowoduje zmniejszenie jego oporności, wzrośnie więc ujemne sprzężenie zwrotne i w konsekwencji zmniejszy amplitudę oscylacji. Wzmocniacz zasilający mostek pomiarowy otrzymuje wystawienie z generatora przez potencjometr RV1. Potencjometr RV2 pracuje przy pomiarach oporności i przy jego pomocy ustala się wielkość sygnału zasilającego przełącznik polaryzowany. Wzmocniacz wykonany jest na lampie V2 w układzie typowym. Sprzężenie zwrotne w obwodzie R16 C8 R15 obniża oporność wyjściową wzmocniacza i zmniejsza jego zniekształcenia.

3.4. Wskaźnik równowagi

Wskaźnik równowagi zawiera wzmocniacz selektywny typu LC w obwodach przekazanych przełącznikiem P2. Pierwszy stopień wzmocnienia V3 pracuje bez opornika katodowego. Ujemne napięcie siatki pierwszej uzyskuje się dzięki przepływowi prądu siatkowego przez opornik R22 /9 BChw/. Katoda V3 połączona jest do masy mostka pomiarowego dla zmniejszenia wpływu zakłóceń /tętnień sieciowych./ Lampa V4 /ECC81/ pracuje jako wzmocniacz napięciowy i wtórnik katodowy.

Do regulacji wzmocnienia zastosowano RV3. Sygnał wyjściowy z wtórника V4 zostaje przekazany przez C19 złącze C/W do prostownika w układzie Graetza.

D1-D4 oraz do zacisków wyjściowych przez R31. Dioda D5 zabezpiecza miernik M1 przed przeciążeniem.

Regulacja zabezpieczenia przeprowadza się potencjometrem RV4 umieszczonym przy mierniku.

3.5. Zasilacz sieciowy

Zasilacz sieciowy wykonany jest w układzie konwencjonalnym. Napięcie anodowe lamp uzyskuje się z prostownika w układzie Graetza wykonanego na

na diodach D6-D9 Filtr sieciowy zawiera kondensatory C20 C21 Dodatkowy prostownik D10+D13 wraz z filtrem R36 i C22, C23 dostarcza napięcia stałe do zasilania mostka pomiarowego przy pomiarach oporności

4. Konserwacja

Okresowej kontroli i konserwacji wymagają wszystkie przełączniki w części mostkowej układu. Styki przełączników dekad pomiarowych zakresów funkcji /R, I, C/ powinny być przynajmniej raz w roku oczyszczone i lekko nasmerowane czystą wazeliną. Do tej czynności wystarczy zjąć gałki /necessarne na wałki/ i delikatnie podzelkiem oczyścić styki używając benzenu lub czterochloru węgla. Nie należy używać benzyny acetonu, tri ani innych podobnych rozpuszczalników. Płytki 2,3,4 przełącznika P1/RIC/ oraz P2/ częstotliwość/ powinny być okresowo oczyszczone jak wyżej; po zdjęciu obudowy mostka. W przypadku wadliwej pracy RV5 /tgδ/ należy zdjąć pokrywę potencjometru i część ślizgową uzwojenia lekko oczyścić żyłką lub dobrym papierem ściernym.

5. Regulacja okresowa

Regulacja okresowa winna być przeprowadzona co 2000 godzin pracy mostka.

5.1. Regulacja generatora

1. Zbadać stan zużycia lamp V1 i V2 w razie potrzeby wymienić
2. Sprawdzić amplitudę oscylacji generatora na anodzie V1/ 1. Powinna wynosić $\pm 4 / V_{pp}$.
4. Sprawdzić działanie potencjometru RV1 i wzmacniacza V2
5. Przełączyć mostek na pomiar Rezystotliwość na 80Hz i potencjometrem RV2 umieszczonym na przełączniku P1 ustawić napięcie zasilania przetwornika tak by uzyskać pewną jego pracę.

Należy regulując od zera obserwować wychylenie wskaźnika równowagi przy zrównoważonym mostku. Właściwe ustawienie odpowiada sygnałowi około 20 w wprawieniu od wymaganego dla ustalenia wskaźni miernika.

5.2. Regulacja wskaźnika równowagi

1. Zbadać stan zużycia lamp i w razie potrzeby wymienić.
2. Zbadać częstotliwości rezonansowe obwodów
 $L1+C15-80 \text{ Hz}$ $L2+C16-800 \text{ Hz}$ i $L3-C17-8 \text{ kHz}$.
W razie potrzeby dostroić rdzeniami a przy zbyt małym zakresie regulacji zmienić odpowiednio wartości kondensatorów.
3. Sprawdzić działanie RV3 oraz wzmacniacza V4
4. Ustawić RV4 tak by prąd płynący przez miernik po dziesięciokrotnym przeciążeniu wzmacniacza w porównaniu z wysterowaniem niezbędnym do uzyskania połowy wychylenia miernika nie przekroczył 200 μA .

5.3. Regulacja części mostkowej

Część mostkowa nie wymaga regulacji okresowej. W przypadku wystąpienia błędów pomiaru należy sprawdzić wielkości elementów dekadowych oporności dzielników i wzorców. Pomiaru należy przeprowadzić mostkami wzorcowymi co najmniej klasy 0,1 %

5.4. Tabela napięć

Pomiary przeprowadzono przy częstotliwości 800Hz
maksymalne napięcie generatora wychylenie wskaźnika
równowagi 50 % napięcie zasilające sieci-nominalne.

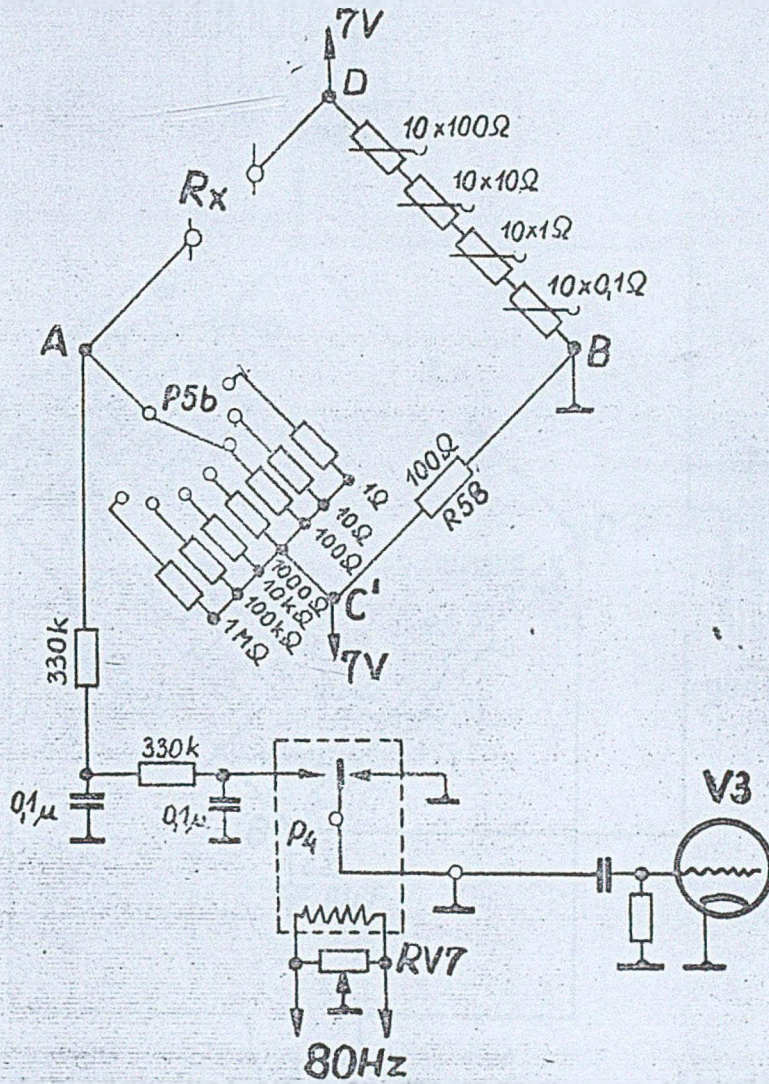
Nr	Typ lampy	Po- mier	2	2	3	4	5	6	7	8	9
V1	ECC88	-	+75	-0,5	+0,9	-	-	+80	0	+2.6	-
			8,5	0,9	0,4	z	z	0,9	3	3	-
V2	ECL-82	-	0	+18	0	-	-	+200	+200	+1,2	+110
			1	1.2	2	z	z	38	1,3	1	2
V3	EF 86	-	+40	0	0	-	-	+ 95	0	0	-0,8
			0	0	0	z	z	0.08	0	0	0.001
V4	ECC81	-	+260	+85	+ 90	-	-	+ 85	0	1.6	-
			0	2	1.5	z	z	2	c,05	0	z

Cecha	Nazwa	Uwagi
R1	Opornik AT1/4 GROP 13 10 kOhm	
R2	"- "- " 100 kOhm	
R3	"- "- " 1 MOhm	
R4	"- "- " 10 kOhm	
R5	"- "- " 100 kOhm	
R6	"- "- " 1 MOhm	
R7	"- MLT 0,5 W 47 kOhm 5%	
R8	"- "- " 2 kOhm 5%	
R9	Termistor ZE 6S 4 kOhm	
R10	Opornik MLT 1W 6,8 kOhm 5%	
R11	Opornik MLT 0.5 W 300 kOhm 5%	
R12	Opornik MLT 0.5 W 1 MOhm 5%	
R13	Opornik OBM 0,1 W 82 Ohm 5%	
R14	Dopornik MLT 1 W 180kOhm 5%	
R15	Opornik MLT 0.5W 2,2 kOhm 5%	
R16	Opornik MLT 0,5 W 39 kOhm 5%	
R17	Opornik MLT 0,5 W 2,2 kohm 5%	
R18	Opornik OBM 0,1 W 5,1 kOhm 10%	
R19	Opornik MLT 0,5 W 1 MOhm 5%	
R20	Opornik MLT 2 W 750 Ohm 5%	
R21	Opornik OBM 0,1W 160 Ohm 10 %	
R22	Opornik CWS 222 0,5W 9,1 kOhm 5%	
R23	Opornik MLT 0,5W 220 kOhm 5%	
R24	Opornik MLT 0,5W 1,5 MOhm 5%	
R25	Opornik MLT 1W 18 kOhm 5%	
R26	Opornik O BM 0,1 W 160 Ohm 10%	
R27	Opornik MLT 0,5 W 200 kOhm 5%	
R28	Opornik MLT 0,5 W 2 kOhm 5%	
R29	Opornik MLT 0,5 W 1 kOhm 5%	
R30	Opornik MLT 0,5 W 33 kOhm 5%	
R31	Opornik OBM 0,1 W 10 kOhm 5%	
R32	Opornik MLT 1 W 100 Ohm 5%	
R33	Opornik MLT 1 W 2 kOhm 5%	
R34	Opornik MLT 2 W 510 Ohm 5%	
R35	Opornik MLT 2 W 10 kohm 5%	
R36	Opornik CWS 321 1W 27 Ohm 5%	
R37	Opornik 1 Ohm \pm 0,1 %	wyk.własne

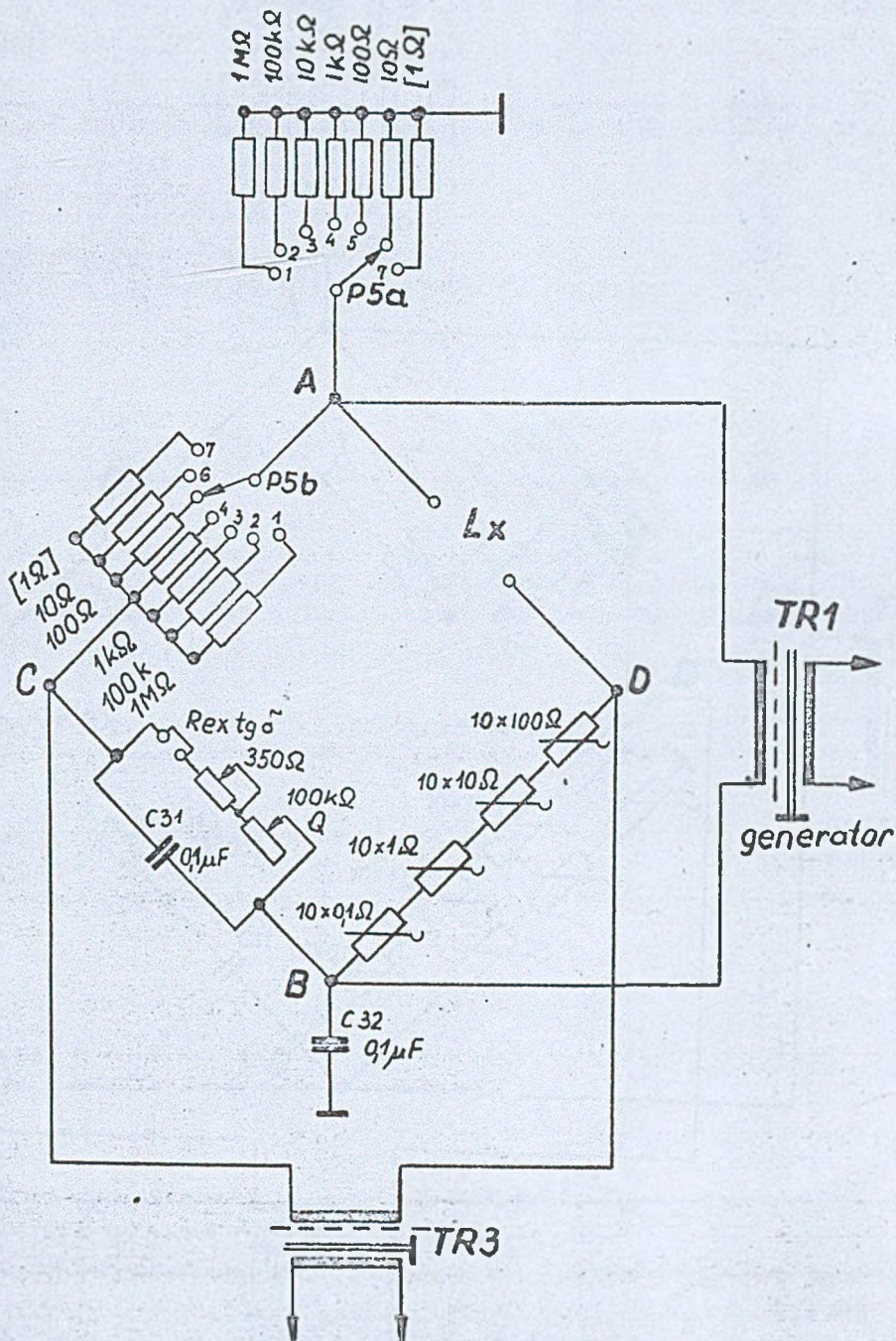
R38	Opornik 10 ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R39	Opornik 100 Ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R40	Opornik CASE/ORO-AW 1kOhm \pm	0,1% 0,5W
R41	Opornik -" -" -" 10kOhm \pm	0,1% 0,5W
R42	-" -" -" 100kOhm \pm	0,1% 0,5W
R43	-" -" -" 1 Mohm \pm	0,1% 1 W
R44	-" 1 Ohm \pm 0,1 %	wykonanie wł.
R45	-" 10 Ohm \pm 0,1 %	j.w.
R46	-" 1000hm \pm 0,1 %	j.w.
R47	-" CASE/ORO-AW 1kOhm \pm 0,1%	0,5W
R48	-" -" -" 10kohm \pm 0,1%	0,5W
R49	-" -" -" 100kOhm \pm 0,1%	0,5W
R50	-" -" -" 1Mohm \pm 0,1%	1 W
R51	-" 10 x 400 Ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R52	-" 10 x 100 Ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R53	-" 10 x 10 Ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R54	-" 10 x 10 Ohm \pm 0,1 %	wyk. własne
R55	-" 10 x 1 Ohm \pm 0,1 %	j.w.
R56	-" 10 x 1 ohm \pm 0,1 %	j.w.
R57	-" 10 x 0,1 Ohm \pm 0,5%	j.w.
R58	-" 100 Ohm \pm 0,1 %	j.w.
R59	-" MLT 0,5W 330 kOhm 5%	
R60	-" MLT 0,5W 330 kOhm 5%	
R61	-" 1 Ohm	j.w.
R62	-" OBM 0,125 W 160 Ohm 5%	
R63	-" OBM 0,125 W 160 Ohm 5%	
RV1	Potencjometr SPIb 100kOhm A	1W os 20 P1
RV 2	-" PK 300 1 MOhm	
RV 3	-" SPIb 1 MOhm C1W os 20P 1	
RV 4	-" PKD 300 10 kOhm	
RV 5	-" 350 Ohm	wyk. własne
RV 6	-" SPIb 100 kOhm C1W os 20 P1	
RV 7	-" PK 300 50 kOhm	
C 1	Kondensator KSF tb 2000pF \pm	1% 125 V
C2	-" kSF tb 2000pF \pm	1% 125 V
C3	-" KP022 0,1 μ F \pm 20%	250 V
C4	-" KH2BpF 160V 10 %	
C5	-" KGR4N750 470pF	10% 250 V

C6	Kondensator KPo22 0,1 μ F \pm 20%	250V
C7	"- KSFo12-6800 pF \pm 10%	250V
C8	"- KPo22 0,1 μ F \pm 20%	250V
C11	"- KSFo12 0,01 μ F \pm 10%	250V
C12	"- KP o22 0,1 μ F \pm 20% 250V	
C13	"- KP o22 0,1 μ F \pm 20% 250V	
C14	"- KEN 20 + 20 μ F 350 V	
C15	"- KSFo12 0,1 μ F 5% 250 V	dobierany
C16	"- KSFo12 33000pF 5% 250V	dobierany
C17	"- KSFo12 510 pF 10% 250V	dobierany
C18	"- KEM 50 μ F 12 V	
C19	"- KE 2B 2 μ F 160V 10%	
C20	"- KEN 20 + 20 μ F 350 V	
C21	"- KEN 20 + 20 μ F 350 V	
C22	"- KEN 500 μ F 25 V	
C32	"- KEN 500 μ F 25 V	
C34	"- KSFo12 0,01 μ F \pm 10%	250 V
C25	"- KSFo12 \pm 10% 0,01 μ F	250 V
C28	"- KCR 4 H750 360pF \pm 20%	250 V
C29	"- KSFo12 0,1 μ F \pm 10% 100 V	
C30	"- KSFo12 0,1 μ F \pm 10% 100 V	
C31	"- KSFo16 99000pF \pm 0,5 250 V	
C32	"- KSFo16 99000pF \pm 0,5 250 V	
P4	Przełącznik spolaryzowany T.rls 64a T.Bv 3402/7	
L1		wykonanie wł.
L2		j.w.
L3		j.w.
TR1	Transformator	"BEUREKA"
TR2	Transformator typ TSC	prod. ZATRA
TR3	"- typ Te - 326	CMIG
V1	Lampa ECC88	
V2	Lampa ECL 82	
V3	Lampa EF86	
V4	Lampa ECC81	
V5	Żarówka 6,3V/0,2A	
D1	Dioda DCG 58	
D2	Dioda DCG 58	
D3	Dioda DCG 58	

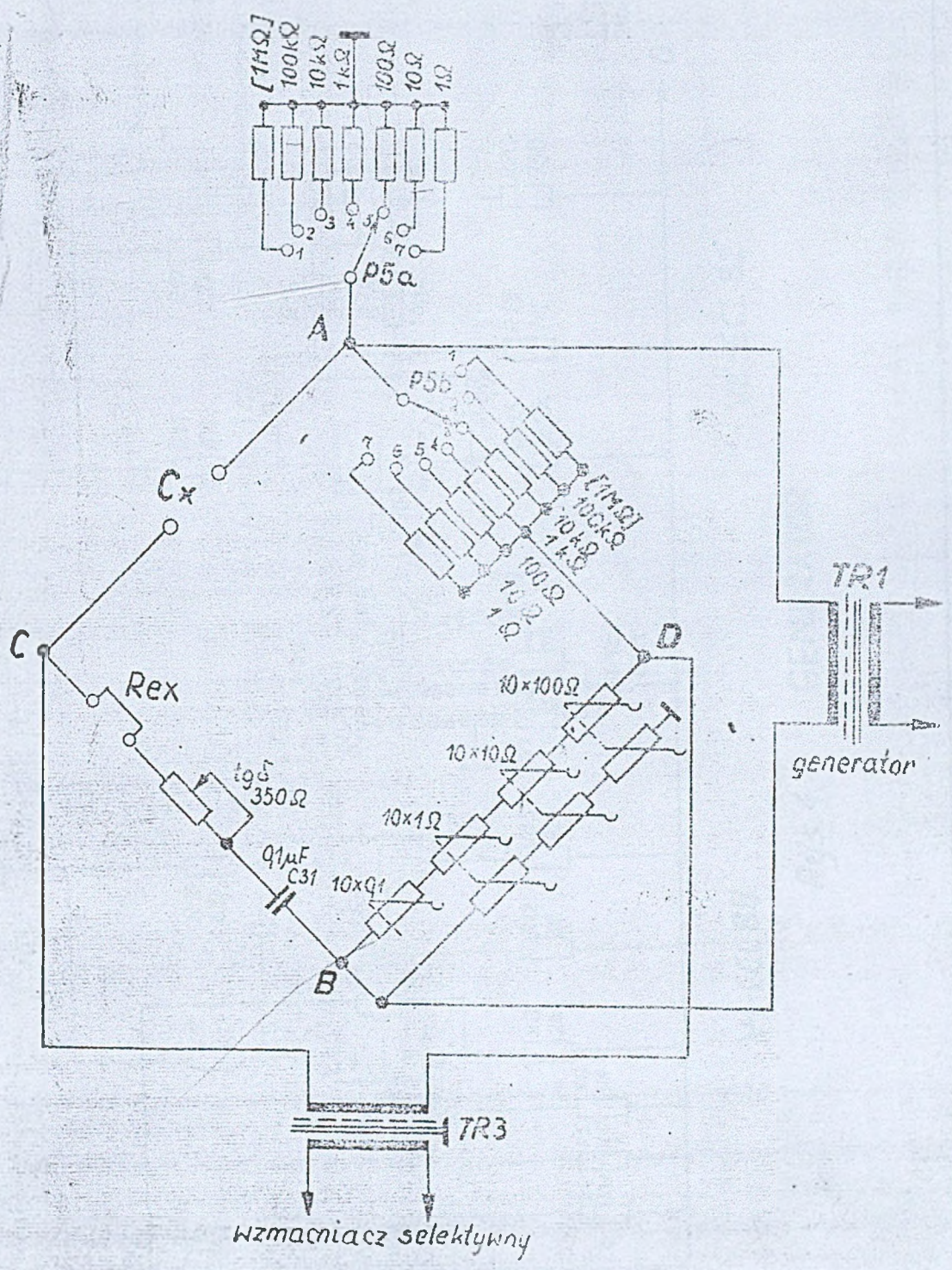
D4	Diode DCG 58
D5	Diode DCG 58
D6	Diode DZG 7
D7	Diode DZG 7
D8	Diode DZG 7
D9	Diode DZG 7
D10	Diode ZZG 1
D11	Diode DZG 1
D12	Diode DZG 1
D13	Diode DZG 1



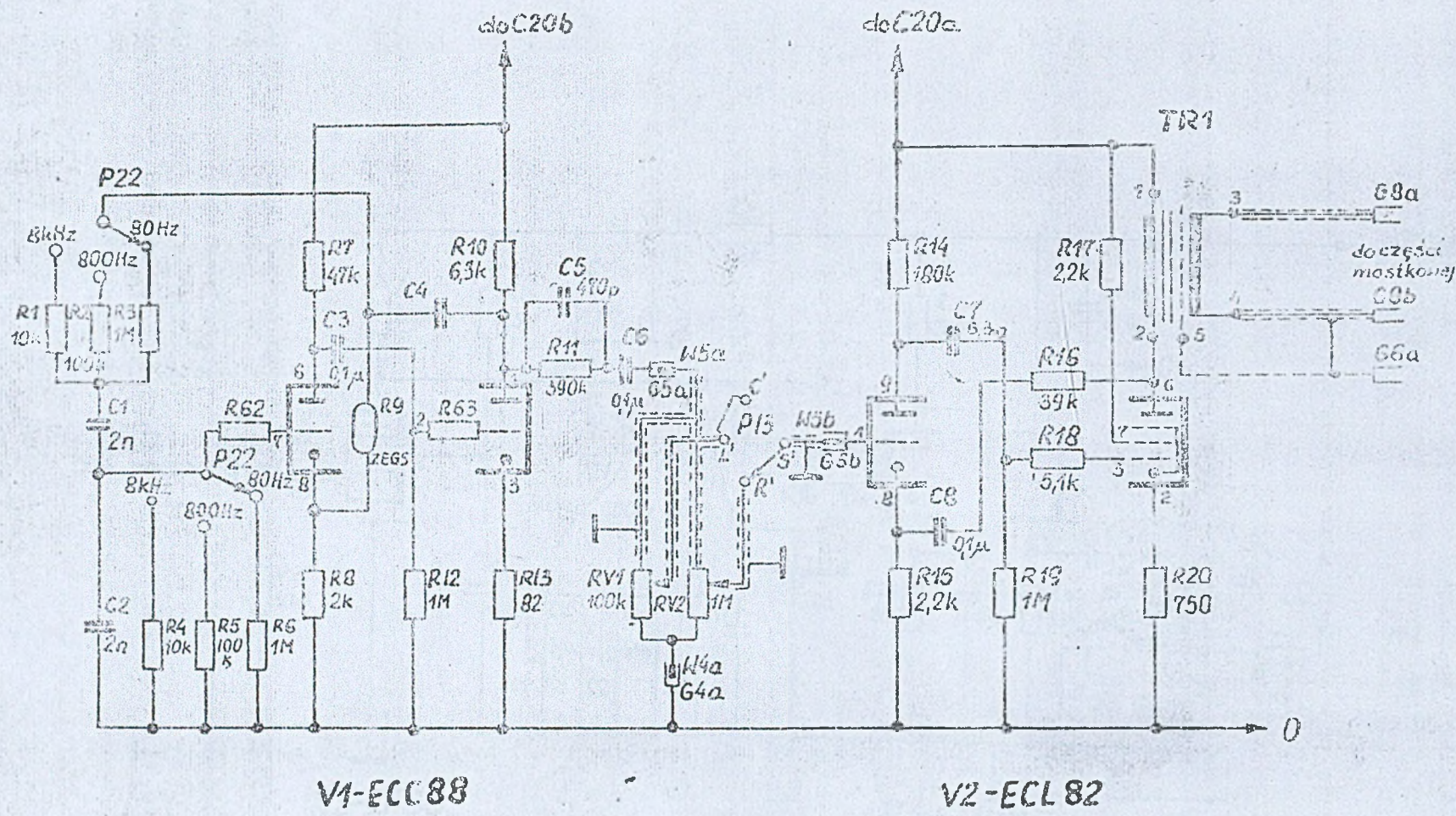
Rys. 1



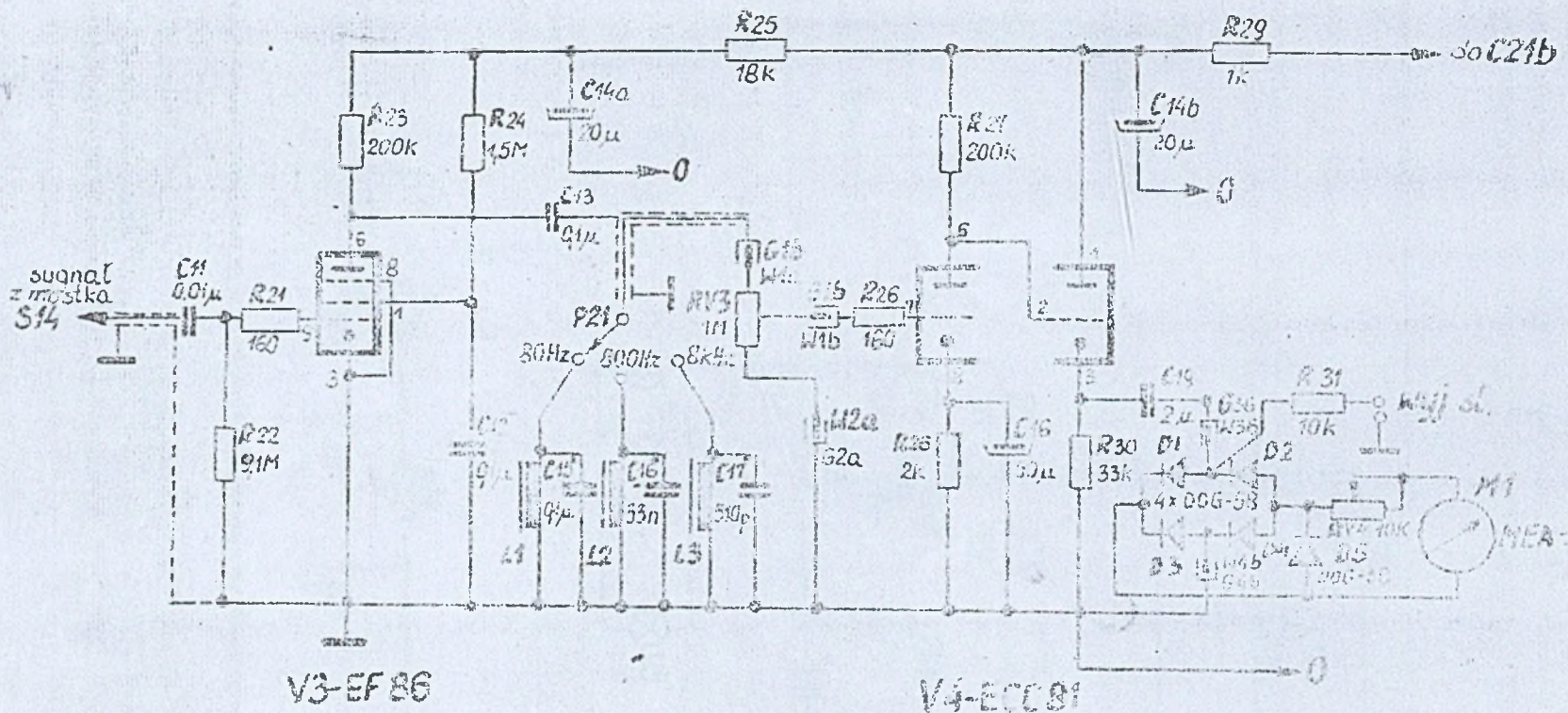
Rys. 2. wzmacniacz selektywny



Rys 3.



Rys. 4. GENERATOR



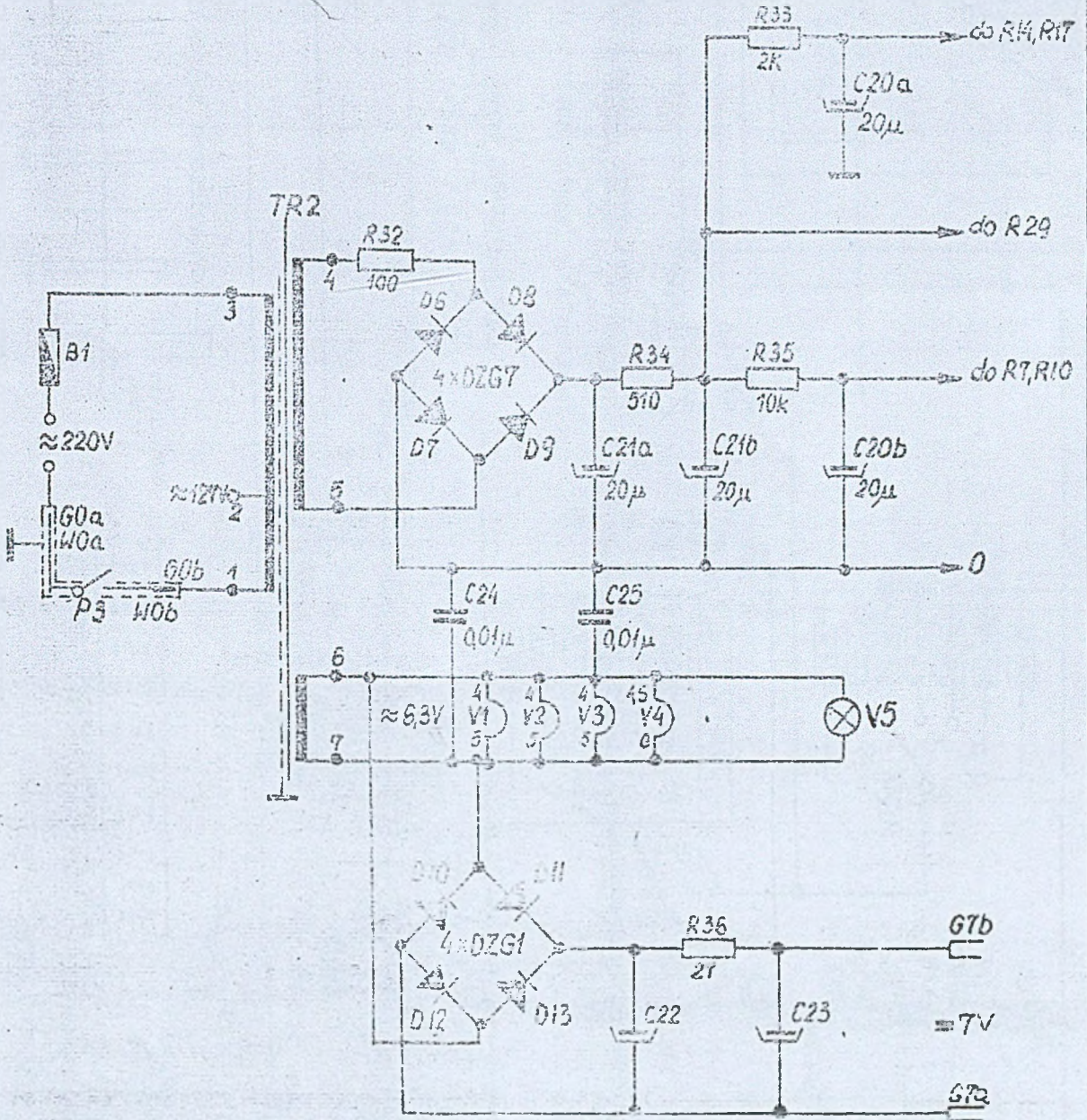
V3-EF86

V4-ECC81

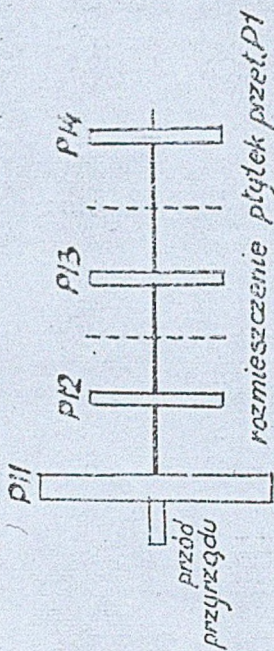
WZMACNIACZ RÓWNOWAGI

Rys 5.

elementy domiarowe oznaczone są



Rys. 6. ZASILACZ

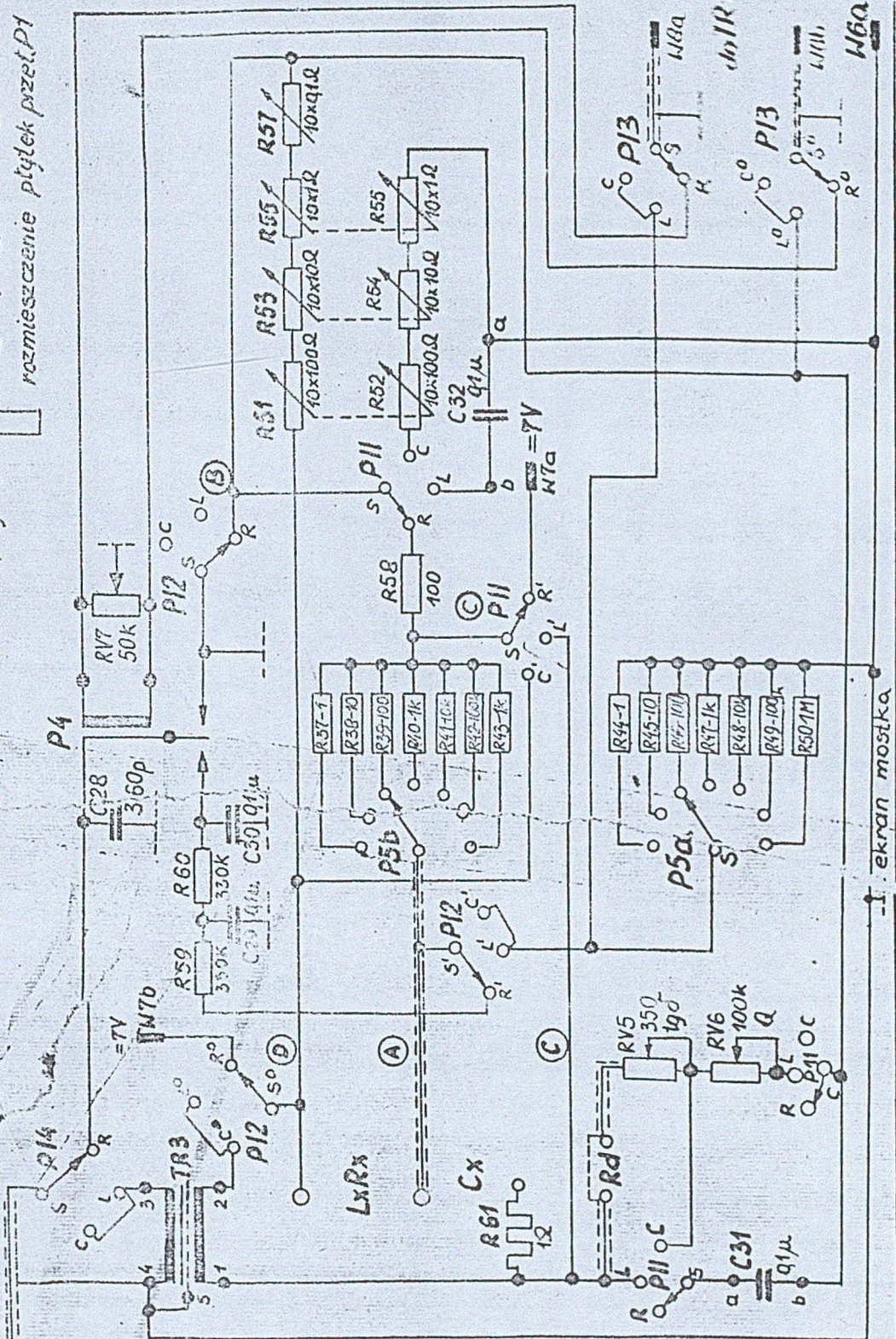


rozmszczenie płytek przet. P1

Wtyk W - nielok od strony lotowań



do CII
wzmacniacza
równoważni



ekran mostka

