

ZAKŁADY RADIOWE im. M. KASPRZAKA
Zakład Doświadczalny Aparatury Elektronicznej
Warszawa 1972

INSTRUKCJA TECHNICZNA
ELEKTROMETR TYP 219A

Napisał: *Y. Protshin*

Sprawdził: *BC Potaj*

IT typ 219A

Ark. 1

Arkuszy 78

Zatwierdził:

Data: *9/10*

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	ark. 6
1.1. Zastosowanie	ark. 6
1.2. Zasada działania	ark. 6
2. DANE TECHNICZNE	ark. 7
2.1. Pomiar prądu	ark. 7
2.2. Pomiar napięcia	ark. 11
2.3. Pomiar ładunku	ark. 11
2.4. Pomiar rezystancji	ark. 12
2.5. Dane ogólne	ark. 12
2.6. Wyposażenie przyrządu	ark. 13
2.7. Wymiary i ciężar	ark. 14
3. INSTRUKCJA OBSŁUGI	ark. 15
3.1. Uwagi ogólne o pomiarach elektrometrycznych	ark. 15
3.2. Przygotowanie przyrządu do pomiarów	ark. 19
3.3. Pomiar prądu	ark. 22
3.4. Pomiar napięcia	ark. 24
3.5. Pomiar ładunku	ark. 25
3.6. Pomiar rezystancji	ark. 26
3.7. Przykłady zastosowań przyrządu	ark. 29
4. OPIS UKŁADU I KONSTRUKCJI	ark. 29
4.1. Opis układu	ark. 29
4.2. Opis konstrukcji	ark. 38
4.3. Opis wyposażenia dodatkowego	ark. 39

5. KONSERWACJA I NAPRAWY	ark. 40
5.1. Konserwacja	ark. 40
5.2. Przeglądy okresowe	ark. 40
5.3. Demontaż przyrządu	ark. 43
5.4. Demontaż zespołów przyrządu	ark. 43
5.5. Przechowywanie	ark. 44
5.6. Naprawy	ark. 44
6. SPECYFIKACJA MATERIAŁÓW	ark. 51
6.1. Elektrometr typ 219A	ark. 51
6.2. Przewód wejściowy typ 219-1	ark. 56
6.3. Dzielnik napięcia typ 219-2	ark. 56
6.4. Bocznik prądu typ 219-3A	ark. 56
6.5. Bocznik prądu typ 219-3B	ark. 57
6.6. Przystawka do pomiaru rezystancji typ 219-4	ark. 57

WYKAZ RYSUNKÓW I TABLIC

Fig. 1. Płyta czołowa elektrometru typ 219A	ark. 58
Fig. 2. Zasada pomiaru prądu	ark. 59
Fig. 3. Zasada pomiaru napięcia	ark. 59
Fig. 4. Zasada pomiaru ładunku	ark. 60
Fig. 5. Zasada pomiaru rezystancji	ark. 60
Fig. 6. Przewód wejściowy typ 219-1	ark. 61
Fig. 7. Dzielnik napięcia typ 219-2	ark. 61
Fig. 8. Bocznik prądu typ 219-3A	ark. 62
Fig. 9. Przystawka do pomiaru rezystancji typ 219-4	ark. 62
Fig. 10. Schemat blokowy elektrometru typ 219A	ark. 63
Fig. 11. Schemat ideowy elektrometru typ 219A	ark. 64
Fig. 12. Płytką drukowaną przedwzmacniacza	ark. 64

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 3	Arkuszy 78
--------	------------

Fig. 13. Płytką drukowaną woltomierza	ark. 66
Fig. 14. Rozmieszczenie elementów we wzmacniaczu i zasilaczu stabilizowanym +130V, - 85V	ark. 67
Fig. 15. Płytką drukowaną zasilacza stabilizowanego +12, 5V, +90V, -90V.	ark. 68
Fig. 16. Płytką drukowaną zasilacza stabilizowanego +5, 6V.	ark. 69
Fig. 17. Rozmieszczenie zespołów	ark. 70
Fig. 18. Połączenie zespołów	ark. 71
Fig. 19. Transformator sieciowy Tr 400	ark. 72
Fig. 20. Dławik sieciowy L 400.	ark. 73
Fig. 21. Transformator przetwornicy Tr 100.	ark. 74
Fig. 22. Transformator przetwornicy Tr 300.	ark. 75
Fig. 23. Schemat ideowy przewodu wejściowego typ 219-1	ark. 76
Fig. 24. Schemat ideowy dzielnika napięcia typ 219-2.	ark. 76
Fig. 25. Schemat ideowy bocznika prądu typ 219-3A.	ark. 76
Fig. 26. Schemat ideowy bocznika prądu typ 219-3B.	ark. 76
Fig. 27. Schemat ideowy przystawki do pomiaru rezystancji typ 219-4.	ark. 76
Fig. 28. Pomiar prądu komory jonizacyjnej.	ark. 77
Fig. 29. Pomiar prądu fotokomórki.	ark. 77
Fig. 30. Pomiar napięcia kontaktowego.	ark. 77
Fig. 31. Pomiar napięcia piezoelektrycznego.	ark. 78
Fig. 32. Pomiar wielkich rezystancji metodą mostkową.	ark. 78
Fig. 33. Pomiar charakterystyki diody.	ark. 78
 TABLICA Nr 1. Maksymalna rezystancja wejściowa elektrometru typ 219A na poszczególnych zakresach pomiarowych prądu.	 ark. 9
TABLICA Nr 2. Maksymalny czas odpowiedzi elektrometru typ 219A na różnych zakresach pomiarowych prądu.	ark. 10

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 4

Arkuszy 78

TABLICA Nr 3. Wymiary i ciężar elektrometru typ 219A1 jego wyposażenie.	ark.14
TABLICA Nr 4. Typowe uszkodzenia elektrometru typ 219A	ark.44
TABLICA Nr 5. Elementy kalibracji elektrometru typ 219A	ark.48
TABLICA Nr 6. Napięcia statyczne na elektrodach lamp elektronowych	ark.49
TABLICA Nr 7. Napięcia statyczne na wyprowadze- niach tranzystorów.	ark.50

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark.

5

Arkuszy

78

1. WSTĘP

1.1. Zastosowanie

Elektrometr typ 219A jest przyrządem uniwersalnym, przeznaczonym do bezpośredniego pomiaru bardzo małych prądów stałych, małych ładunków elektrycznych i bardzo dużych rezystancji. Typowymi zastosowaniami Elektrometru typ 219A są pomiary:

- Prądu** - w komorach jonizacyjnych, reaktorach nuklearnych, fotopowielaczach, lampach próżniowych, półprzewodnikach, spektrometrach masowych itp.
- Napięcia** - na kryształach piezoelektrycznych, siatkach lamp elektronowych, złączach półprzewodnikowych, kondensatorach i itp.
- Ładunku** - na wyjściu fotopowielaczy, laserów i itp.
Dodatkowo Elektrometr typ 219A może być użyty jako integrator małych prądów występujących w cyklotronach i spektrometrach masowych, oraz jako wzmacniacz ładunku przy badaniach przetworników piezoelektrycznych.
- Rezystancji** - rezystorów wysokoomowych, dielektryków, materiałów izolacyjnych, złącz półprzewodników, kondensatorów i itp.

Głównymi dziedzinami zastosowania Elektrometru typ 219A są pomiary przy pracach badawczych i przemysłowych w zakresie nukleoniki, fizyki, techniki plazmy, techniki wysokiej próżni, elektroniki, chemii, biologii i medycyny.

1.2. Zasada działania.

Głównym zespołem Elektrometru typ 219A jest lampowy symetryczny wzmacniacz napięcia stałego ze sprzężeniem bezpośrednim. Wzmacniacz jest przystosowany do pomiaru prądu, napięcia, ładunku i rezystancji dzięki zastosowaniu odpo-

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 6 | Arkuszy 75

wiedniego rodzaju ujemnego sprzężenia zwrotnego. Zasadę działania przyrządu wyjaśniają rysunki i wzory przedstawione na Fig. 2., Fig. 3., Fig. 4 i Fig. 5. Wielkości występujące w tych wzorach oznaczają:

- U_1 - napięcie wejściowe /mierzone/,
- Q - ładunek mierzony,
- R_x - rezystancja mierzona,
- U_0 - napięcie wyjściowe,
- R_s - rezystancja wzorcowa,
- C_s - pojemność wzorcowa,
- K - wzmożenie wzmacniacza bez sprzężenia zwrotnego,
- B - współczynnik sprzężenia zwrotnego,
- R_1, R_2 - dzielnik napięcia wyjściowego, ustalający wartość współczynnika B .

Ze wzorów przedstawionych na Fig. od 2 do 5 wynika:

- Zakresy pomiarowe prądu, napięcia, ładunku i rezystancji uzyskuje się przez zmianę współczynnika sprzężenia zwrotnego B ;
- Zakresy pomiarowe prądu i rezystancji uzyskuje się przez zmianę rezystora wzorcowego R_s , a zakresy pomiarowe ładunku przez zmianę kondensatora wzorcowego C_s .

2. DANE TECHNICZNE

2.1. Pomiar prądu:

2.1.1. Zakresy pomiarowe - 10^{-13} A /pełna skala/ do 3×10^{-5} A, 36 zakresów w sekwencji 1, 3, 10 ... uzyskane przez przełączanie 6 rezystorów wzorcowych i 7 zakresów mnożnika skali /patrz tabl. nr 1/.

2.1.2. Uchyb /wyłączając pełzanie zera i szumy/ - $\pm 5\%$ pełnej skali /przy użyciu rezystorów wzorcowych od 10^5 om. do 10^9 om/.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 7 | Arkuszy 78

- $\pm 6\%$ pełnej skali /przy użyciu rezystora wzorcowego 10^{11} /om/,

2.1.3. Rezystancja wejściowa: - zależna od zakresu pomiarowego, patrz tablica nr 1.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 8

Arkuszy 73

TABLICA Nr 1

Maksymalna rezystancja wejściowa Elektrometru typ 219A na poszczególnych zakresach pomiarowych prądu.

Rezystor wzorcowy R_x / om/	MNOŻNIK / AMPERY/	0.01	0.03	0.1	0.3	1	3	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^5	10^{-5}	10^{-7} 3×10^3	3×10^{-7} 10^2	10^{-6} 3×10^2	3×10^{-6} 10^2	10^{-5} 30	3×10^{-5} 10	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^6	10^{-6}	10^{-8} 3×10^4	3×10^{-8} 10^4	10^{-7} 3×10^3	3×10^{-7} 10^3	10^{-6} 3×10^2	3×10^{-6} 10^2	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^7	10^{-7}	10^{-9} 3×10^5	3×10^{-9} 10^5	10^{-8} 3×10^4	3×10^{-8} 10^4	10^{-7} 3×10^3	3×10^{-7} 10^3	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^8	10^{-8}	10^{-10} 3×10^6	3×10^{-10} 10^6	10^{-9} 3×10^5	3×10^{-9} 10^5	10^{-8} 3×10^4	3×10^{-8} 10^4	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^9	10^{-9}	10^{-11} 3×10^7	3×10^{-11} 10^7	10^{-10} 3×10^6	3×10^{-10} 10^6	10^{-9} 3×10^5	3×10^{-9} 10^5	Zakres /A/ Rezystancja /om/
10^{11}	10^{-11}	10^{-13} 3×10^9	3×10^{-13} 10^9	10^{-12} 3×10^8	3×10^{-12} 10^8	10^{-11} 3×10^7	3×10^{-11} 10^7	Zakres /A/ Rezystancja /om/

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

2.1.4. Pełzanie zera:

2.1.4.1. po 2-godzinnym wygrzaniu: - poniżej 0,3% pełnej skali na 8 godzin przy mnożniku skali ustawionym w położeniu "3"; w położeniach mnożnika skali "1"; "0,3"; "0,1" itd. pełzanie zera wzrasta odpowiednio 3; 10; 30 itd.razy: pełzanie nie zależy od wartości rezystora wzorcowego R_s ;

2.1.4.2. po 8-godzinnym wygrzaniu: - maleje o 5 razy w stosunku do wyżej podanych wartości.

2.1.5. Prąd siatki: - poniżej 4×10^{-14} A.

2.1.6. Szumy przy rozwartym wejściu: - poniżej $\pm 3 \times 10^{-15}$ A; /na zakresach "pomiar szybki" wzrastają do poniżej $\pm 5 \times 10^{-15}$ A/;

2.1.7. Czas odpowiedzi: - zależy od zakresu pomiarowego, patrz tablica Nr 2.

TABLICA NR 2.

Maksymalny czas odpowiedzi Elektrometru typ 219A na różnych zakresach pomiarowych prądu. Czas odpowiedzi zdefiniowano jako czas narastania od 0,1 do 0,9 pełnego napięcia wyjściowego przy prądzie wejściowym odpowiadającym pełnemu wychyleniu wskazówki miernika na wybranym zakresie pomiarowym.

Zakres pomiarowy prądu	Czas odpowiedzi
A	sek
10^{-13}	3
10^{-13} "pomiar szybki"	0,9
10^{-12}	2,5
10^{-12} "pomiar szybki"	0,6
10^{-11}	1,8
10^{-11} "pomiar szybki"	0,4
10^{-10} i wyżej	poniżej 0,1

ELEKTROMETR TYP 219A	IT-219A	ZRK
	Ark. 10	Arkuszy 78

2.2. Pomiar napięcia:

- 2.2.1. Zakresy pomiarowe: -10 mV /pełna skala/ do 3V,
6 zakresów w sekwencji 1, 3,
10.
- 2.2.2. Uchyb - $\pm 2\%$ pełnej skali,
- 2.2.3. Rezystancja wejścio- - max: powyżej 10^{14} om//25pF,
wa: dodatkowo przełączana w za-
kresie od 10^5 om do 10^{11} om,
zgodnie z wartościami rezys-
torów wzorcowych.

2.2.4. Pełzanie zera:

- 2.2.4.1. po 2-godzinnym wygrza- y poniżej 11 mV/h;
niu:
- 2.2.4.2. po 8-godzinnym wygrza- - maleje o 5 razy w stosunku
niu: do wyżej podanej wartości;
- 2.2.4.3. od zmian napięcia zasi- -- poniżej $\pm 10 \mu V$.
łania $\pm 10\%$ - poniżej $\pm 50 \mu V$
- 2.2.5. Szumy /przy zwartym
wejściu/ - poniżej $\pm 40 \mu V$;
- 2.2.6. Odpowiedź częstotliwościowa
/dla -3 dB/:

2.2.6.1. na zakresie 10 mV: - 0 do 300 Hz;

2.2.6.2. na zakresie 3 V; - 0 do 15 kHz;

2.3. Pomiar ładunku:

- 2.3.1. Zakresy pomiarowe: - $10^{-12} C$ /pełna skala/
do $3 \times 10^{-7} C$, 24 zakresy w sek-
wencji 1, 3, 10.
- 2.3.2. Uchyb: - $\pm 5\%$ pełnej skali:
- 2.3.3. Pełzanie zera od
prądu siatki: - poniżej $4 \times 10^{-14} C$ /sek;

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 11 | Arkuszy 78

2.4. Pomiar rezystancji /przy użyciu przystawki do pomiaru rezystancji typ 219-4/

2.4.1. Zakresy pomiarowe: - 10^4 om./pełna skala/ do 3×10^{11} om, 24 zakresy pomiarowe w sekwencji 1,3, 10. oraz 3 dodatkowe zakresy pomiarowe 10^{12} om, 10^{13} om, 10^{14} om. uzyskane przez zastosowanie napięć pomocniczych 1V, 10V i 100V, doprowadzonych do gniazd na tylnej płycie przyrządu;

2.4.2. Uchyb: - $\pm 6\%$ pełnej skali na zakresach 10^4 om. do 3×10^9 om.
- $\pm 7\%$ pełnej skali na zakresach 10^{10} om. do 3×10^{11} om.
- $\pm 8\%$ pełnej skali przy napięciach zewnętrznych.

2.5. Dane ogólne:

2.5.1. Wejście: - gniazdo współosiowe specjalne z izolacją teflonową typ 219.18;

2.5.2. Sygnał wyjściowy dla pełnego wychylenia wskazówki miernika:

a/ przy mnożniku skali 0,03 i wyżej - 3V $\pm 1\%$ max 1 mA/;

b/ przy mnożniku skali 0,01: - 3V $\pm 1\%$ max 0,1 mA/;

2.5.3. Szumy i zakłócenia sygnału wyjściowego:

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 12 | Arkuszy 78

- a/ na zakresie 10^{-13} A: - poniżej $\pm 0,3$ V
 b/ na zakresie 3×10^{-5} A: - poniżej ± 30 mV;

- 2.5.4. Tolerancja wzmożenia jednostkowego: - $\pm 0,1\%$ /wyłączając pełzanie zera/;
- 2.5.5. Tolerancja wzmożenia na pozostałych zakresach pomiaru napięcia: - $\pm 0,5\%$
- 2.5.6. Polaryzacja sygnału wejściowego: - "+" i "-" dla pozycji zerowej wskazówki miernika z lewej strony skali oraz położenie środkowe; polaryzacja napięcia wyjściowego nie zależy od ustawienia przełącznika polaryzacji miernika i jest przeciwna do polaryzacji napięcia wejściowego.
- 2.5.7. Zasilanie: - 100-130V albo 190-250V/50-60 Hz;
- 2.5.8. Pobór mocy: - ca 27 VA;
- 2.5.9. Dopuszczalna temperatura otoczenia w czasie pracy przyrządu - $+ 10^{\circ}\text{C}$ do $+ 35^{\circ}\text{C}$

2.6. Wyposażenie przyrządu:

2.6.1. Wyposażenie podstawowe /dostarczane razem z przyrządem/

- Przewód współosiowy zakończony wtykiem typu C-50-7/W1 1,5 m
- Wtyk współosiowy typu C-50-7/W1 1 szt.
- Wkładka bezpiecznika WBa-0,63 A-250V 1 szt.
- Wkładka bezpiecznika WBa-0,315 A-250V 1 szt.
- Instrukcja techniczna 1 szt.
- Pokrowiec plastikowy 1 szt.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 13 | Arkuszy 78

2.6.2. Wyposażenie dodatkowe /dostarczane na osobne zamówienie/:

- Przewód Wejściowy zakończony sondą typ 219-1 /Fig.6/
- Dzielnik Napięcia typ 219-2, rozszerzający zakres pomiaru napięcia od 3V do 3000V, rezystancja wejściowa 10.000 M, tolerancja podziału napięcia $\pm 3\%$ /Fig.7/,
- Bocznik Prądu typ 219-3A, rozszerzający zakres pomiaru od $3 \cdot 10^{-4}$ A do $3 \cdot 10^{-2}$ A, rezystancja 100om. $\pm 0,5\%$ /Fig. 8./,
- Bocznik Prądu typ 219-3B rozszerzający zakres pomiaru prądu od $3 \cdot 10^{-2}$ A do 1A- rezystancja 1 om $\pm 0,5\%$,
- Przystawka do Pomiaru Rezystancji typ 219-4, zapewniająca niezbędne ekranowanie mierzonego rezystora /Fig. 9./.

2.7. Wymiary i ciężar Elektrometru typ 219A patrz tablica Nr 3:

TABLICA Nr 3.

Wymiary i ciężar Elektrometru typ 219A i jego wyposażenia.

Typ	Wysokość		Szerokość		Głębokość		Ciężar		
	mm	cali	mm	cali	mm	cali	kg	funtów	
219	175	$6 \frac{7}{8}$	410	$16 \frac{1}{8}$	285	$11 \frac{1}{4}$	12,7	28	
219-1	$\varnothing 18 \times 120 \text{ mm } \varnothing \frac{3}{4}'' \times 4 \frac{3}{4}''$						0,23	$\frac{1}{2}$	
219-2	$\varnothing 35 \times 155 \text{ mm } \varnothing 1 \frac{3}{8}'' \times 6 \frac{1}{8}''$						0,28	$\frac{5}{8}$	
$\frac{219-3A}{219-3B}$	30	$1 \frac{3}{16}$	30	$1 \frac{3}{16}$	100	4	0,14	$\frac{5}{16}$	
219-4	170	$6 \frac{11}{16}$	200	$7 \frac{7}{8}$	135	$5 \frac{5}{16}$	1,15	$2 \frac{1}{2}$	
ELEKTROMETR TYP 219A					IT-219A		ZRK		
					Ark. 14		Arkuszy 78		

3. INSTRUKCJA OBSŁUGI

3.1. Uwagi ogólne o pomiarach elektrometrycznych.

Pomiaru bardzo małych prądów dokonuje się w praktyce z reguły w warunkach sprzyjających występowaniu różnego rodzaju zakłóceń. Wynika to z faktu, że prądy zakłócające rzędu poniżej 10^{-12} A są generowane bardzo łatwo przy różnych procesach mechanicznych, fizycznych, chemicznych, termicznych itp. występujących wewnątrz układu elektrometru, bądź w zewnętrznym układzie pomiarowym.

Wobec tego należy przy użytkowaniu elektrometru spełnić kilka warunków umożliwiających prawidłowe przeprowadzenie pomiaru.

Rodzaje zakłóceń i zasady ich eliminowania są w skrócie omówione poniżej. Przestrzeganie tych zasad jest konieczne w celu prawidłowego przeprowadzenia pomiaru.

Przy pomiarze prądu za pomocą elektrometru występują najczęściej zakłócenia powodowane następującymi zjawiskami, bądź czynnikami występującymi w układzie pomiarowym /elektrometr, źródło prądu i przewody połączeniowe/:

- szum termiczny,
- pełzanie zera,
- prąd własny /siatki/ elektrometru,
- prąd upływnościowy materiałów izolacyjnych,
- wydłużony czas odpowiedzi elektrometru,
- obce ładunki elektryczne,
- zewnętrzne pola elektryczne.

3.1.1. Szum termiczny,

Szum termiczny jest proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z rezystancji R_s , natomiast czułość elektrometru przy pomiarze prądu jest proporcjonalna do rezystancji R_s .

Z tego względu w celu zwiększenia stosunku sygnału do szumu przy pomiarze prądu za pomocą elektrometru należy wybierać zakres pomiarowy o możliwie dużej wartości rezystora R_s i dużej wartości mnożnika skali /mnożnik A-C- Ω "/

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 15

Arkuszy 78

3.1.2. Główny źródło pełzania zera umiejscowione jest w lampie wejściowej wzmacniacza /przestrzeń siatka-katoda/. Wzmacniacz nie odróżnia sygnału użytecznego doprowadzonego z zewnątrz od sygnału pełzania zera, pochodzącego z lampy wejściowej.

Skutkiem tego sygnału pełzania nie można oddzielić od sygnału użytecznego. Napięcie pełzania eliminuje się przez okresowe zerowanie przyrządu. Na zakresach pomiarowych napięcia zerowania przyrządu dokonuje się przy zwartym wejściu. Na zakresach pomiarowych prądu, zerowania dokonuje się przy rozwartym wejściu. W elektrometrze typ 219 do okresowego zerowania służy przełącznik obrotowo-przyciskowy "KONTROLA ZERA". Okres pomiędzy kolejnymi zerowaniami przyrządu zależy od wybranego zakresu pomiarowego napięcia.

3.1.3. Prąd własny /siatki lampy wejściowej/ elektrometru związany jest ze zjawiskami zachodzącymi wewnątrz lampy. Główną przyczyną istnienia prądu siatki jest jonizacja resztek gazów pozostałych w lampie, oraz upływności pomiędzy siatką i innymi elektrodami wewnątrz, i na zewnątrz bańki lampy. Prąd siatki dodaje się do mierzonego prądu i skutkiem tego ogranicza zakres pomiarowy przyrządu. Prąd siatki nie powinien być większy niż najczulszy zakres pomiarowy przyrządu. Na zakresach poniżej 10^{-12} A wartość prądu siatki należy odejmować od zmierzonej wartości prądu, bądź go kompensować organami zerowania elektrometru.

Jeżeli elektrometr użyty jest jako woltomierz lub miernik ładunku, prąd siatki powoduje ładowanie pojemności wejściowej. Skutkiem tego występuje stałe narastanie napięcia, wskazywane przez miernik wskazówkowy elektrometru.

3.1.4. Prąd upływnościowy materiałów izolacyjnych, użytych w obwodzie wejściowym elektrometru lub w obwodzie wyjściowym źródła mierzonego prądu, powoduje błędy w pomiarach. Rezystancja wszelkich izolatorów prądu jak wspor-

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 16 | Arkuszy 78

niki, przełączniki, gniazda i zaciski umiejscowione w obwodzie wejściowym elektrometru powinny być co najmniej o dwa rzędy większe od największej wartości rezystora wzorcowego. Do celów elektrometrycznych przydatne są następujące materiały izolacyjne: Teflon, polistyren, Kel-F, polietylen, niektóre gatunki szkła i ceramiki, szafir i kwarc.

3.1.5. Czas odpowiedzi elektrometru wyznacza minimalny czas pomiaru. Jeżeli czas pomiaru jest równy czasowi odpowiedzi, to wynik pomiaru jest obciążony błędem -10%. Dwa razy dłuższy czas pomiaru zmniejsza błąd do -1%, trzy razy dłuższy do -0,1% itd.

Wynika stąd ograniczenie na stałą czasu zmian mierzonego prądu.

3.1.6. Ładunki elektryczne pochodzące z obojch źródeł są przyczyną bardzo silnych zakłóceń przy pomiarach prądu elektrometrem. Zjawisko generacji ładunku związane jest najczęściej z działaniem różnych czynników mechanicznych na ciała stałe. Generacja ładunku zachodzi w jednym /piezoelektryczność/, lub na styku dwóch /elektryzacja/ ciał stałych. Ciałoami tymi mogą być przewodniki, izolatory, bądź układ przewodnik-izolator. Głównymi narażeniami mechanicznymi wywołującymi generację ładunku elektrycznego są: siła /ciśnienie/ i tarcie. W elektrometrze typ 219 zapobiega się generowaniu obcego ładunku lub ogranicza ten efekt przez odpowiednie rozwiązanie konstrukcji mechanicznej, dobór właściwych materiałów izolacyjnych, amortyzowanie uchwytów lamp itp.

Przy wszelkich pomiarach elektrometrycznych należy chronić obwód wyjściowy mierzonego obiektu i obwód wejściowy elektrometru przed powstawaniem przypadkowych zmian pojemności, w szczególności pojemności połączeń.

Przypadkowe zmiany pojemności /nawet bardzo małe/ w obwodzie wejściowym będą powodować pojawienie się składowej wolnozmiennej napięcia na wejściu elektrometru. Zgodnie

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 17

Arkuszy 78

z tymi zmianami napięcia drgać będzie wskazówka mier-
nika.

Zaleca się stosowanie połączeń za pomocą złącz typu
gwintowanego. Przewody ekranowane /współosiowe/ do ce-
lów elektrometrycznych wyróżniają się specjalną konstruk-
cją mechaniczną, eliminującą efekty jakiegokolwiek tar-
cia wewnątrz kabla podczas jego ruchu^{x/}.

Zewnętrzną powierzchnię izolatora kabla, którym zwykle
jest polietylen pokrywa się warstwą grafitu koloidalne-
go, aby zmniejszyć tarcie pomiędzy izolatorem i opłotem
ekranującym, oraz aby wytworzyć powierzchnię ekwipoten-
cjálną dla ewentualnie generowanych ładunków. W czasie
dokonywania pomiaru elektrometr powinien być chroniony
przed wstrząsami mechanicznymi i udarami. Celowe jest
postawienie elektrometru na płycie z gąbki gumowej lub
poliuretanowej. Powyższe zabiegi ograniczają w poważny
sposób zjawisko mikrofonowania, które pomimo to wstępu-
je przy pomiarach elektrometrycznych dość silnie.

3.1.7. Zewnętrzne pola elektryczne.

Ze wszystkich rodzajów pól elektrycznych największe
zakłócenia przy pomiarach elektrometrem powoduje pole
elektrostatyczne. W wysokoomowym obwodzie wejściowym
elektrometru może indukować się ładunek z wielu źródeł:
np. grzebień polistyrenowy potarty o sukno wełniane,
a następnie zbliżony do odsłoniętych zacisków wejścio-
wych elektrometru spowoduje, że elektrometr wskaże na-
pięcie około jednego wolta. Zakłócenia pochodzące od
pola elektrostatycznego łatwo eliminuje się za pomocą
ekranów elektrostatycznych. Pole magnetyczne nie powodu-
je istotnych zakłóceń przy pomiarach elektrometrem.
Pole elektromagnetyczne może spowodować znaczne i bardzo

^{x/} Odpowiednimi przewodami do celów elektrometrycznych są np.
typ RG 149/U f-my AMPHENOL CORPORATION-USA, oraz typ
WLxek 75-1, 25/7, 25 - Polska

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219 A

ZRK

Ark. 18

Arkuszy 78

trudne do usunięcia zakłócenia. Głównymi źródłami tych zakłóceń są przewody sieci zasilającej, elektryczne urządzenia przemysłowe i laboratoryjne, aparatura elektromedyczna, stacje radiofonizne itp. Jeżeli składowa zmienna napięcia na wejściu elektrometru jest mniejsza od poziomu mierzonego napięcia stałego wówczas nie stanowi to przeszkody w pomiarach. W przypadku przeciwnym niż w/w może nastąpić detekcja napięcia zmiennego na siatce lampy wejściowej lub w dalszych lampach wzmacniacza i miernik elektrometru wskaże pewne napięcie.

Zakłócenia od pola elektromagnetycznego eliminuje się bądź ogranicza za pomocą ekranowania elektrometru i przewodów połączeniowych. W obecności bardzo silnych pól elektromagnetycznych zaleca się stosowanie ekranów wielokrotnych, np. podwójna kabina ekranowana, oraz podwójne ekrany na kable połączeniowe i dodatkowa obudowa na elektrometr.

3.2. Przygotowanie przyrządu do pomiarów.

3.2.1. Przed włączeniem przyrządu do sieci zasilającej należy upewnić się, czy ustawienie selektora napięcia zasilania /umieszczonego na tylnej płycie przyrządu/ odpowiada napięciu sieci zasilającej, do której przyrząd ma być włączony. Przyrząd opuszczający fabrykę ma ustawiony selektor napięcia zasilania na 190-250V.

U w a g a!

Napięcie sieci zasilającej nie może przekraczać zakresów selektora napięcia zasilania 190-250V, albo 100-130V.

3.2.2. W przypadku stwierdzenia, że ustawienie selektora napięcia zasilania nie odpowiada napięciu sieci zasilającej należy:

- upewnić się, czy wtyczka sieciowa, którą zakończony jest przewód sieciowy przyrządu jest wyjęta z gniazda sieciowego;

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 19 | Arkuszy 78

- odkręcić przezroczystą płytkę osłaniającą bezpieczniki i selektor napięcia zasilania;
- ustawić wtyczkę selektora napięcia zasilania w położeniu odpowiadającym wartości napięcia zasilania;
- przykręcić płytkę osłaniającą bezpieczniki i selektor napięcia zasilania.

U w a g a!

Przełączanie selektora z 190-250V na 100-130V, lub odwrotnie nie wymaga zmiany bezpieczników!

3.2.3. Sprawdzić czy wskazówka miernika pokrywa się z działką zera na skali. Jeżeli wskazówka miernika nie pokrywa się z działką zera, należy ustawić ją we właściwym położeniu za pomocą zerownika mechanicznego, który znajduje się pod miernikiem.

3.2.4. Ustawić pokrętła przełączników mieszczących się na płycie czołowej przyrządu w następujących położeniach:

przełącznik "SIEĆ"	w położeniu "WYŁ";
przełącznik "MIERNIK"	w położeniu "wył";
przełącznik "POMIAR"	w położeniu "V";
przełącznik "zakresy"	w położeniu "10 ⁹ " om;
przełącznik "wołty"	w położeniu "0,3V";
przełącznik "KONTROLA ZERA"	w położeniu "zał"

przełącznik "ZERO wstępne" i potencjometr "ZERO dokładne" mogą być ustawione w dowolnym położeniu!

3.2.5. Po wykonaniu wyżej opisanych czynności /p-pty 3.2.1. do 3.2.4./ można włączyć zasilanie przyrządu. W tym celu należy włożyć wtyczkę sieciową do gniazda sieci zasilającej a następnie:

- włączyć zasilanie przyrządu przez ustawienie dźwigni wyłącznika "SIEĆ" do góry,
- sprawdzić czy zapaliła się lampka sygnalizacyjna /nad wyłącznikiem/ oznaczającym włączenie zasilania.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 20

Arkuszy 70

3.2.6. Przełącznik "MIERNIK" ustawić w położeniu "zero środkowe". Po upływie około 10 sekund wskazówka miernika powinna ustawić się w połowie skali miernika. Jeżeli to nie nastąpi, należy wskazówkę miernika ustawić w połowie skali za pomocą przełączników "ZERO wstępne" i "ZERO dokładne".

Potrzeba użycia przełącznika "ZERO ZGRUBNE", mieszczącego się na płycie tylnej przyrządu, występuje bardzo rzadko, najczęściej przy wymianie lamp.

Po wyzerowaniu należy pozostawić przyrząd w stanie włączonym na okres dwóch godzin w celu wygrzania.

Podczas wygrzewania nie jest wskazane dopuszczać, aby wskazówka miernika wychylała się poza obszar skali miernika. Jeżeli to nastąpi należy za pomocą organów zerowania ustawić wskazówkę miernika w pobliżu położenia centralnego. Gniazdo "WEJŚCIE" powinno być w okresie wygrzewania zasłonięte przykrywką umocowaną na łańcuszku i nakręcaną na gniazdo.

U w a g a!

Przyrząd można użytkować bez wygrzewania. Jednakże prąd siatki i pełzanie zera będą w okresie pierwszych dwóch godzin po włączeniu znacznie większe od wartości podanych w p-koie 2. Po bardzo długim okresie magazynowania, po silnym wstrząsie mechanicznym, oraz po dużym przeciążeniu może się zdarzyć, że prąd siatki i pełzanie zera przekroczą wartości podane w p-koie 2.

Po kilku godzinach pracy przyrząd powinien powrócić do stanu normalnego.

3.2.7. Po wygrzaniu przyrząd dokładnie wyzerować /wg p-ktu 3.2.6./ i użytkować zgodnie z p-ktami od 3.3. do 3.6. niniejszej instrukcji.

U w a g a!

Przed każdym użyciem wyłącznika "SIEĆ" w celu włączenia bądź wyłączenia zasilania przyrządu należy koniecznie przełącznik "MIERNIK" ustawić w położeniu "wył".

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 21

Arkuszy 78

3.3. Pomiar prądu.

- 3.3.1. Przygotować przyrząd do pomiaru wg p-ktu 3.2.
- 3.3.2. Ustawić pokrętła przełączników mieszczących się na płycie czołowej przyrządu w następujących położeniach:
- przełącznik "MIERNIK" w położenie "zero środkowe"
przełącznik "POMIAR" w położenie "A"
przełącznik "zakresy" w położenie " 10^{-5} " A
przełącznik "mnożnik A-C- Ω " w położenie "3"
przełącznik "KONTROLA ZERA" w położenie "zał".
- 3.3.3. Połączyć źródło, którego prąd ma być mierzony z gniazdem "WEJŚCIE". Połączenia dokonać za pośrednictwem przewodu wejściowego typ 219-1, bądź innego przewodu współosiowego, odpowiedniego do pomiarów elektrometrycznych^{x/}
- 3.3.4. Ustawić przełącznik "KONTROLA ZERA" w położeniu neutralnym.
- 3.3.5. Ustawić przełącznik "MIERNIK" w położeniu "+" albo "-", bądź pozostawić go w położeniu "zero środkowe" zależnie od kierunku przepływu prądu.

U w a g a!

Nie wolno zwierać wejścia przyrządu w celu sprawdzenia bądź dokonania wyzerowania przyrządu ponieważ eliminuje się wtedy działanie sprzężenia zwrotnego.

Przy kontrolowaniu bądź ustawianiu zera posługiwać się tylko przełącznikiem "KONTROLA ZERA".

- 3.3.6. W czasie dokonywania pomiaru zwiększać czułość elektrometru przez odpowiednie ustawianie przełączników

^{x/} Stosowanie konwencjonalnych przewodów współosiowych do pomiaru prądów rzędu 10^{-10} A lub mniejszych powoduje powstawanie zakłóceń uniemożliwiających pomiar /patrz p. 3.1.6./

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 22

Arkuszy 78

"zakresy" i "mnożnik A-C-Ω" aż do uzyskania wychylenia wskazówki miernika poza 1/3 skali.

Po ostatecznym dobraniu czułości przyrządu należy skorygować ustawienie położenia zerowego wskazówki miernika:

- przełącznik "KONTROLA ZERA" ustawić w położeniu "zał"
- przełącznikami "ZERO wstępne" i potencjometrem "ZERO dokładne" ustawić wskazówkę miernika w położeniu zerowym na początku, bądź na środku skali, zależnie od położenia przełącznika "MIERNIK",

U w a g a!

Miernik elektrometru 219A wskazuje sumę dwóch prądów: prądu mierzonego /z zewnętrznego źródła/ i prądu siatki lampy wejściowej. Na zakresach pomiarowych prądu poniżej 10^{-12} A należy prąd siatki zrównoważyć za pomocą organów zerowania, bądź odjąć jego wartość od wartości prądu wskazywanego przez miernik.

W celu wyznaczenia wartości prądu siatki należy:

- a/ odłączyć przewód pomiarowy i zakryć pokrywą gniazdo "WEJŚCIE",
- b/ ustawić zakres pomiarowy prądu 3×10^{-13} A,
- c/ ustawić przełącznik "MIERNIK" w położenie "+",
- d/ dokładnie przyrząd wyzerować,
- e/ ustawić przełącznik "KONTROLA ZERA" w położeniu neutralnym i odczytać na mierniku wartość prądu siatki.

3.3.7. Zakres pomiarowy prądu otrzymuje się przez pomnożenie wskazań przełączników: "zakresy" i "mnożnik A-C-Ω", np.

$$10^{-11} \times 0,010 = 1 \times 10^{-13} \text{ A.}$$

3.3.8. Prądy o wartości powyżej 10^{-5} A mierzy się przy użyciu zewnętrznych boczników prądu typ 219-3A od 3×10^{-5} A do 3×10^{-2} A i typ 219-3B od 3×10^{-3} A do 1A.

Wartość mierzonego prądu określa się za pośrednictwem pomiaru spadku napięcia na znanej /oznaczonej na boczniku/

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 23

Arkuszy 18

wartości rezystancji. Ustawienie pokręteł przełączników elektrometru typ 219 przy pomiarze prądu z użyciem boozników zewnętrznych jest takie samo jak przy pomiarze napięcia /p-kt 3.4./.

3.4. Pomiar napięcia.

3.4.1. Przygotować przyrząd do pomiaru wg p-ktu 3.2.

3.4.2. Ustawić pokrętła przełączników mieszczących się na płycie ozolowej przyrządu w następujących położeniach:

Przełącznik "MIERNIK" w położeniu "zero środkowe"

Przełącznik "POMIAR" w położeniu "V",

Przełącznik "zakresy" w położeniu " 10^9 " om,

Przełącznik "wolty" w położeniu "3"V,

Przełącznik "KONTROLA ZERA" w położeniu "zał".

U w a g a!

Wartości rezystorów wzorcowych oznaczone wokół przełącznika "zakresy" oznaczają /przy pomiarze napięcia/ wartość rezystancji wejściowej przyrządu na wszystkich zakresach pomiarowych napięcia niezależnie od położenia przełącznika "wolty". W położeniu "wej. rozw." /obwód rozwarto/ wartość rezystancji wejściowej przyrządu wynosi około 10^{14} om.

3.4.3. Połączyć źródło, którego napięcie ma być mierzone z gniazdem "WEJSCIE" za pomocą przewodu wejściowego typ 219-1 lub innego odpowiedniego przewodu^{x/}.

3.4.4. Ustawić przełącznik "KONTROLA ZERA" w położeniu neutralnym.

3.4.5. Ustawić przełącznik "MIERNIK" w położeniu "+" albo "--", bądź pozostawić go w położeniu "zero środkowe" zależnie od polaryzacji przyłożonego źródła napięcia.

^{x/} Przy pomiarach napięć na źródłach o rezystancji ca. 10^{10} om lub wyżej należy stosować specjalne przewody współosiowe do celów elektrometrycznych. Stosowanie konwencjonalnych przewodów współosiowych powoduje powstawanie zakłóceń, uniemożliwiających pomiar /patrz p. 3.1.6./.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 24 | Arkuszy 78

3.4.6. W czasie dokonywania pomiaru zwiększać czułość przyrządu przez odpowiednie ustawienie przełącznika "wolty" aż do uzyskania wychylenia wskazówki miernika poza 1/3 skali. Po ostatecznym dobraniu czułości przyrządu skorygować ustawienie położenia zerowego wskazówki miernika:

- Przełącznik "KONTROLA ZERA" ustawić w położeniu "zał".
 - Przełącznikiem "ZERO wstępne" i potencjometrem "ZERO dokładne" ustawić wskazówkę miernika w położeniu zerowym na początku bądź na środku skali zależnie od położenia przełącznika "MIERNIK".
- Przy przełączniku "KONTROLA ZERA" ustawionym w położeniu "zał" rezystancja wejściowa przyrządu wynosi 10 M.

3.4.7. Napięcia o wartości powyżej 3V mierzy się przy użyciu dzielnika napięcia typ 219-2, który umożliwia pomiar napięć do 3000V. Rezystor w sondzie 10^{10} om i rezystor wzorcowy na wejściu przyrządu stanowią dzielnik mierzonego napięcia w stosunku: 100 : 1 przy użyciu rezystora wzorcowego 10^8 om, bądź 1000 : 1 przy użyciu rezystora wzorcowego 10^7 om. Zakres pomiarowy napięcia przy zastosowaniu dzielnika napięcia typ 219-2 otrzymuje się mnożąc przez 100/ albo 1000/ wartość zakresu napięcia, wynikającego z ustawienia przełącznika "wolty".

3.5. Pomiar ładunku.

3.5.1. Przygotować przyrząd do pomiaru wg p-ktu 3.2.

3.5.2. Ustawić pokrętła przełączników mieszczących się na płycie czołowej przyrządu w następujących położeniach:

Przełącznik "MIERNIK" w położenie "zero środkowe",

Przełącznik "POMIAR" w położenie "C",

Przełącznik "zakresy" w położenie " 10^{-7} " C

Przełącznik "mnożnik A-C-Ω" w położenie "3"

Przełącznik "KONTROLA ZERA" w położenie "zał."

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 25

Arkuszy 48

- 3.5.3. Połączyć źródło, którego ładunek ma być mierzony z gniazdem "WEJŚCIE". Połączenia dokonać za pośrednictwem przewodu pomiarowego typ 219-1 bądź innego kabla, odpowiedniego do pomiarów elektrometrycznych^{x/}.
- 3.5.4. Ustawić przełącznik "KONTROLA ZERA" - w położeniu neutralnym.
- 3.5.5. Ustawić przełącznik "MIERNIK" w położeniu "+" albo "-", bądź pozostawić go w położeniu "zero środkowe" zależnie od polaryzacji przyłożonego źródła.
- 3.5.6. W czasie dokonywania pomiaru zwiększać czułość elektrometru przez odpowiednie ustawienie przełączników "zakresy" i "mnożnik A-C-Ω" aż do uzyskania wychylenia wskazówki miernika poza 1/3 skali. Po ostatecznym dobraniu czułości przyrządu należy skorygować ustawienie położenia zerowego wskazówki miernika. Korektę zera wykonać w sposób opisany w p-koie 3.4.6.
- 3.5.7. Zakres pomiarowy ładunku określa się mnożąc wskazania przełączników "zakresy" i mnożnik A-C-Ω, np.:
- $$10^{-10} \times 0,3 = 3 \times 10^{-11} \text{ C.}$$

3.6. Pomiar rezystancji:

- 3.6.1. Przygotować przyrząd do pomiaru wg p-ktu 3.2.

^{x/} Stosowanie konwencjonalnych przewodów współosiowych do pomiaru małych ładunków powoduje powstawanie zakłóceń, uniemożliwiających pomiar /patrz p. 3.1.6./.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 26 Arkuszy 78

3.6.2. Ustawić pokrętła przełączników mieszczących się na płycie czołowej przyrządu w następujących położeniach:

Przełącznik "MIERNIK" w położeniu "+",
Przełącznik "POMIAR" w położeniu "Ω",
Przełącznik "zakresy" w położeniu "10¹¹" om,
Przełącznik "mnożnik A-C-Ω" w położeniu "3",
Przełącznik "KONTROLA ZERA" w położeniu "zał".

3.6.3. Połączyć przystawkę do pomiaru rezystancji typ 219-4 z wejściem przyrządu.

W tym celu należy:

- połączyć przewodem współosiowym "gniazdo SK" przystawki z gniazdem "WEJŚCIE" elektrometru /przewód współosiowy dołączony jest do przystawki/;
- połączyć nieekranowanym przewodem zacisk "TL" przystawki z zaciskiem "Ω" mieszczącym się na płycie tylnej elektrometru;
- ustawić przełącznik przechylny, mieszczący się na płycie czołowej przystawki w położeniu "pomiar"

3.6.4. Połączyć badany rezystor z zaciskami "R_x", mieszczącymi się na płycie czołowej przystawki typ 219-4.

3.6.5. W czasie dokonywania pomiaru zwiększać czułość elektrometru przez odpowiednie ustawianie przełączników "zakresy" i "mnożnik A-C-Ω" aż do uzyskania wychylenia wskazówki miernika poza 1/3 skali.

Po ostatecznym dobraniu czułości przyrządu należy skorygować ustawienie położenia zerowego wskazówki miernika. Korektę zera wykonać w sposób opisany w p-kcie 3.4.6.

U w a g a!

Przy pomiarze rezystancji przełącznik "mnożnik A-C-Ω" można stosować tylko w położeniach "0,1-0,3-1-3".

3.6.6. Zakres pomiarowy rezystancji określa się mnożąc wskazania przełączników: "zakresy" i "mnożnik A-C-Ω", np.
 $10^{11} \times 3 = 3 \times 10^{11}$ om.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 27

Arkuszy 18

- 3.6.7. Rezystory o wartościach powyżej 3×10^{11} om mierzy się przy użyciu napięć pomocniczych. Napięcia pomocnicze 1V, 10V i 100V są doprowadzone do gniazd na płycie tylnej elektrometru. Przy znanym napięciu na mierzonej rezystorze mierzy się za pomocą elektrometru prąd płynący przez ten rezystor. Wartość rezystora oblicza się na podstawie prawa Ohma. Sposób pomiaru rezystancji przy korzystaniu z napięć zewnętrznych jest opisany poniżej:
- 3.6.8. Przygotować elektrometr do pomiaru wg p-ktu 3.2.
- 3.6.9. Ustawić pokrętła przełączników przyrządu w położeniach jak do pomiaru prądu /wg p-ktu 3.3./:
- 3.6.10. Połączyć przystawkę do pomiaru rezystancji typ 219-4 z elektrometrem.
W tym celu należy:
- połączyć przewodem współosiowym gniazdo "SK" przystawki z gniazdem "WEJŚCIE" elektrometru /przewód połączeniowy dołączony do przystawki/,
 - połączyć nieekranowanym przewodem zacisk "TL" przystawki z zaciskiem 1V, 10V bądź 100V /znajdującym się na płycie tylnej elektrometru/, zależnie od żadanego zakresu,
 - ustawić przełącznik przechylny mieszczący się na płycie ozłowej przystawki w położeniu "NAPIĘCIE ZEWNĘTRZNE".
- 3.6.11. Połączyć rezystor badany z zaciskami "R_x", mieszczącymi się na płycie ozłowej przystawki 219-4.
- U w a g a !
- Przy napięciu 100V przyłączanie i odłączanie badanego rezystora do i od zacisków "R_x" dozwolone jest tylko po odłączeniu przewodu od zacisku 100V na płycie tylnej elektrometru.
- 3.6.12. Zmierzyć wartość prądu płynącego przez badany rezystor. Pomiar prądu wykonać wg p-ktu 3.3.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 28 | Arkuszy 78

U w a g a!

Przy pomiarze rezystancji opisaną wyżej metodą nie zaleca się używać zakresów pomiarowych prądu poniżej 10^{-12} A.

3.6.13. Wartość badanego rezystora obliczy się ze wzoru:

$$R = \frac{U/V}{I/A}, \text{ gdzie}$$

U - napięcie IV; 10V bądź 100V

I - zmierzona wartość prądu /A/

3.7. Przykłady zastosowania elektrometru typ 219A przedstawiają Fig.

Fig. 28, 29, 30, 31, 32 i 33.

4. OPIS UKŁADU I KONSTRUKCJI

4.1. Opis układu

Elektrometr typ 219A składa się z następujących zespołów:

- Przedwzmacniacz - 4.1.1.
- Wzmacniacz - 4.1.2.
- Woltomierz - 4.1.3.
- Stabilizator +130V, -85V - 4.1.4.
- Stabilizator +12,5V, +90V,
-90V - 4.1.5.
- Stabilizator +5, 6V - 4.1.6.
- Zasilacz sieciowy - 4.1.7.

Wzajemne powiązanie zespołów przedstawia schemat blokowy /Fig. 10/. Połączenia między zespołami przedstawia schemat ideowy /Fig. 11/.

Schematami tymi należy się posługiwać w czasie czytania opisu układu. Przedwzmacniacz i wzmacniacz stanowią pod względem elektrycznym jednolity trzystopniowy symetryczny wzmacniacz napięcia stałego ze sprzężeniem bez-

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 29 | Arkuszy 78

pośrednim. Wzmacniacz ten posiada wzmoocnienie powyżej 10000 i rezystancję wejściową około 10^{14} om.

Pierwszy stopień wzmacniacza /przedwzmacniacz/ zbudowany jest na lampach elektrometrycznych /V100 i V101/. Drugi i trzeci stopień wzmacniacza zbudowany jest na lampach elektronowych długowiecznych /V200, V201 i V202a/.

Działanie Elektrometru typ 219 określone jest przez ustawienie przełącznika SW3 "POMIAR" w jedno z następujących położeń "V", "A", "C" bądź "Ω". Zgodnie z położeniem przełącznika, SW3 przyrząd może być wykorzystany do pomiaru napięcia stałego, prądu stałego, ładunku, bądź rezystancji.

- Przy pomiarze prądu wzmacniacz pracuje w układzie z równoległym napięciowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym /Fig. 2/. Napięcie sprzężenia zwrotnego doprowadzone jest z wyjścia wzmacniacza za pośrednictwem rezystancji R_s na wejście wzmacniacza, gdzie R_s stanowi jeden z rezystorów wzorcowych R124, R125, R126, R127, R128 i R129. Zakresy pomiarowe prądu zmienia się przez zmianę rezystora wzorcowego /przełącznikiem SW101 - "ampery", oraz przez zmianę współczynnika sprzężenia zwrotnego /przełącznikiem SW2 "wolt" - mnożnik A-C-Ω". Przy pomiarze prądu zacisk wyjściowy TL2 "WYJŚCIE LO" jest połączony z obudową przyrządu /uziemiaony/.

- Przy pomiarze napięcia wzmacniacz pracuje w układzie z szeregowym napięciowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym /Fig. 3./.

Zakresy pomiarowe napięcia zmienia się przez zmianę współczynnika sprzężenia zwrotnego /przełącznikiem SW2 - "wolt"/. Rezystancja wejściowa przyrządu określona jest przez rezystancję R_s , gdzie R_s stanowi jeden z rezystorów wzorcowych R124, R125, R126, R127, R128 i R129. Dowolny z rezystorów wzorcowych może być

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 30 | Arkuszy 78

/przy pomiarze napięcia/ włączony równolegle do wejścia wzmacniacza za pomocą przełącznika SW101 "omy". Dzięki temu rezystancja wejściowa przyrządu pracującego jako miliwoltomierz równa się wartości wybranego rezystora wzorcowego. Przy przełączniku SW101 ustawionym w położeniu "wej. rozw.", do wejścia wzmacniacza nie jest włączony żaden rezystor i rezystancja wejściowa przyrządu wyznaczona jest przez rezystancję izolacji obwodu wejściowego oraz rezystancję izolacji siatka-katoda lamp elektrometrycznych. Przy pomiarze napięcia żaden z zacisków wyjściowych TL1 i TL2; "WYJŚCIE HI" "LO" nie jest połączony z obudową przyrządu /uziemiony/.

- Przy pomiarze ładunku wzmacniacz pracuje w układzie z równoległym napięciowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym /Fig. 4./. Napięcie sprzężenia zwrotnego doprowadzone jest z wyjścia wzmacniacza za pośrednictwem pojemności Cs na wejściu wzmacniacza, gdzie pojemność Cs stanowi jeden z kondensatorów wzorcowych C103, C104, C105 i C106. Zakresy pomiarowe ładunku zmienia się przez zmianę kondensatora wzorcowego /przełącznikiem SW101- "kulomby"/ oraz przez zmianę współczynnika sprzężenia zwrotnego /przełącznikiem SW2 "mnożnik A-C-Ω"/. Przy pomiarze ładunku zacisk wyjściowy TL2 "WYJŚCIE LO" jest połączony z obudową przyrządu /uziemiony/.

- Przy pomiarze rezystancji wzmacniacz pracuje w układzie z równoległym napięciowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym /Fig. 5./. Napięcie sprzężenia zwrotnego doprowadzone jest z wyjścia wzmacniacza za pośrednictwem mierzonego rezystora "Rx" na wejściu wzmacniacza. Baterię Us /Fig. 5/. zastępuje spadek napięcia na rezystorze R226. Zakresy pomiarowe rezystancji zmienia się przez zmianę rezystora wzorcowego /przełącznikiem SW101 "omy"/ oraz przez zmianę współczynnika sprzężenia zwrotnego /przełącznikiem SW2, mnożnik A-C-Ω"/. Przy pomiarze rezystancji zacisk wyjściowy TL2 "WYJŚCIE LO" jest połączony z obudową przyrządu /uziemiony/. Rezystancję można także mierzyć metodą techniczną przy

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 31

Arkuszy 78

użyciu Elektrometru typ 219A jako miernika prądu płynącego przez badany rezystor. Napięcia pomocnicze 1V, 10V i 100V potrzebne do zasilania mierzonego rezystora występują na rezystorach R224, R225 i R226.

Napięcia te wyprowadzone są na płytę tylną przyrządu.

4.1.1. Przedwzmacniacz pracuje na dwóch lampach elektrometrycznych V100 i V101 /pentody XE5886/ połączonych przeciwnie ze sprzężeniem w obwodzie katod za pomocą rezystora R133. Sprzężenie w obwodzie katod zmniejsza wpływ rozrzutów parametrów lamp na symetrię wzmacniacza, dzięki temu uzyskuje się małe pełzanie zera i duże tłumienie sygnałów symetrycznych na wejściu wzmacniacza. Wszystkie organy zerowania wzmacniacza umiejscowione są w przedwzmacniaczu. Zerowanie zgrubne /"ZERO ZGRUBNE"/ i zerowanie wstępne /"ZERO wstępne"/ wzmacniacza dokonuje się przez zmianę napięcia na siatkach ekranowych lamp V100 i V101. Dzielnik napięcia składający się z rezystorów od R1 do R10 i przełącznika SW1 "ZERO wstępne" służy do zmiany napięcia na siatce ekranowej lampy V101. Dzielnik napięcia składający się z rezystorów od R101 do R110 i przełącznika SW100 /"ZERO ZGRUBNE"/, służy do zmiany napięcia na siatce ekranowej lampy V100. Rezystory R100, R111, R112 i R113 są dobierane w celu ustawienia w nowym przyrządzie przełącznika SW100 na środkowe położenie. Napięcie żarzenia lamp V100 i V101 doprowadzone jest poprzez rezystory R114 i R115 ze stabilizatora +5,6V. Rezystor R115 jest dobierany w celu ustawienia napięcia żarzenia 1,2V lamp V100 i V101. Rezystory R130, R131 i R132 zabezpieczają siatki sterujące lamp elektrometrycznych przed nadmiernym prądem przy przesterowaniu wzmacniacza. Rozmieszczenie elementów w przedwzmacniaczu przedstawia Fig. 12.

4.1.2. Wzmacniacz składa się z dwóch stopni wzmacniających. Pierwszy stopień wzmacniacza pracuje na dwóch lampach V200 i V201 /pentody E80F/ połączonych przeciwnie

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 32

Arkuszy 78

ze sprzężeniem w obwodzie katod za pomocą rezystorów R202 i R203. Rezystor R203 jest dobierany w celu ustalenia napięcia +55V na anodzie lampy V200.

Drugi stopień wzmacniacza stanowi układ mostkowy, składający się z lampy V202a /E88CC/, rezystora R215, kondensatora C303 i kondensatora C304. Obciążenie mostka stanowi dzielnik napięcia składający się z rezystorów od R11 do R17 i przełącznika SW2 /"woltymnożnik - A-C-Ω"/. Dzielnik ten służy do zmiany współczynnika ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza. Mostek zasilany jest napięciem +90V i -90V z przetwornicy tranzystorowej /T304 i T305/. Napięcia zasilające mostek są izolowane od napięć zasilających przedwzmacniacz i pierwszy stopień wzmacniacza, w celu zapobieżenia szkodliwym sprzężeniom, które mogłyby powstać na rezystancji źródeł zasilania. Konstrukcyjnie wzmacniacz stanowi wspólny panel z zasilaczem +130V, -85V. Rozmieszczenie elementów we wzmacniaczu i stabilizatorze +130V, -85V przedstawia Fig. 14.

4.1.3. Woltomierz składa się z miernika magnetoelektrycznego M1, układu zabezpieczającego przed przeciążeniem, przełącznika SW4 /"MIERNIK"/ i układu położenia wskazówki miernika, w połowie skali /"zero środkowe"/. Woltomierz mierzy napięcie sygnału występujące na wyjściu wzmacniacza /na dzielniku składającym się z rezystorów od R11 do R17/.

Układ zabezpieczający stanowi ogranicznik diodowy składający się z diody Zenera D1 rezystora R18 i potencjometru RV2. Potencjometr RV2 służy do kalibracji miernika tak, żeby pełne wychylenie wskazówki miernika odpowiadało napięciu wyjściowemu 3V na zakresie pomiarowym napięcia 3V zarówno przy dodatniej jak i przy ujemnej polaryzacji napięcia wyjściowego.

Przełącznik SW4 /"MIERNIK"/ służy do przełączania polaryzacji miernika zgodnie z polaryzacją sygnału wejściowego wzmacniacza. Przy przełączniku SW4 ustawionym w

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 33 Arkuszy 38

położenie "ZERO środkowe", do miernika doprowadzone jest napięcie wstępne, dzięki czemu wskazówka miernika ustawia się w położeniu środkowym na skali. Napięcie polaryzacji doprowadzone jest do miernika z zasilacza anodowego za pośrednictwem potencjometru RV3 i rezystorów R20; R19. Potencjometr RV3 służy do dokładnego ustawienia wskazówki miernika w położeniu środkowym. Rezystor R20 jest tak dobrany, żeby potencjometr RV3 w nowym przyrządzie był ustawiony w środkowym położeniu. Kondensator C1 i rezystor R22 mają na celu zwiększenie stałej czasu miernika. Rozmieszczenie elementów w woltomierzu przedstawia Fig. 13.

4.1.4. Stabilizator +130V, -90V jest konwencjonalnym elektro-
nowym stabilizatorem napięcia. Stabilizator jarzeniowy V204 /STR 85/10/ stanowi źródło napięcia odniesienia. Wzmacniacz sygnału błędu pracuje w układzie kaskody. Kaskoda zbudowana jest na lampach V202b /E88CC/ i V203b /E88CC/. Lampa V203a /E88CC/ jest lampą szeregową regulacyjną. Spadek napięcia na stabilizatorze jarzeniowym jest stały i praktycznie nie zależy od wahań napięcia zasilania. Część napięcia wyjściowego ze stabilizatora pobiera się z dzielnika napięcia utworzonego z rezystorów R219, R220, R222 i R221. Napięcie z dzielnika doprowadza się do siatek lamp V202b i V203b. Między tymi siatkami i katodą lampy V202b występuje zatem różnica napięcia odniesienia i części napięcia wyjściowego stabilizatora. Wszelkie zmiany tej różnicy napięcia stanowią sygnał błędu. Wzmocniony przez kaskodę sygnał błędu doprowadzony jest do siatki lampy regulacyjnej V203a, co powoduje zmianę jej rezystancji wewnętrznej. Dzięki temu uzyskuje się stabilizację napięcia wyjściowego. Kondensator C204 zwiększa pasmo częstotliwości przenoszonych przez kaskodę. Siatka lampy V203b sterowana jest dodatkowo napięciem wejściowym zasilacza /przez dzielnik składający się z rezystorów R228 i R229/ w celu zwiększenia współczynnika stabilizacji.

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219 A

ZRK

Ark. 34

Arkuszy 78

Rezystor R229 jest dobierany tak, aby uzyskać współczynnik stabilizacji powyżej 800. Rozmieszczenie elementów stabilizatora +130V, -85V przedstawia Fig.14.

4.1.5. Stabilizator +12,5V, +90V, -90V składa się z szeregowego stabilizatora tranzystorowego /T300, T301, T302, T303/ przeciwobnej przetwornicy tranzystorowej /T304, T305/ oraz prostowników napięcia wyjściowego przetwornicy /D306, C304/ i /D305, C203/.

Napięcie stałe +17,8V z prostownika sieciowego i filtru wygładzającego /dławik L400 i kondensatory C401 i C402/ doprowadzone jest do wejścia stabilizatora tranzystorowego. Napięcie wyjściowe 12,5V ze stabilizatora służy do żarzenia lamp V200, V201, V202 i V203 oraz do zasilania przetwornicy tranzystorowej /tranzystory T304 i T305 oraz transformator Tr300/. Napięcia wyjściowe +90V i -90V z przetwornicy służą do zasilania stopnia wyjściowego wzmacniacza zbudowanego na lampie V202a. Stabilizator +12,5V pracuje w układzie tranzystorowego szeregowego stabilizatora napięcia. Źródłem napięcia odniesienia jest dioda Zenera D300. Wzmacniacz sygnału błędu zbudowany jest na tranzystorze T303. Tranzystor T303 pracujący w układzie wtórnik emiterowego wzmacnia prąd sterujący bazy tranzystorów szeregowych T300 i T301. Diody D301 - D304 służą do kompensacji termicznej stabilizatora. Diody te oraz rezystory R305, R306 i R307 stanowią dzielnik napięcia, z którego doprowadzone jest napięcie polaryzujące bazę tranzystora T303. Wartość rezystora R307 jest dobierana przy uruchomieniu stabilizatora tak, żeby napięcie na wyjściu stabilizatora wynosiło 12,5V. Tranzystory szeregowy w stabilizatorze są zabezpieczone przed uszkodzeniem w przypadku przeciążenia lub zwarcia wyjścia stabilizatora. Sposób zabezpieczenia tranzystorów szeregowych przed przeciążeniem wynika z układu połączeń stabilizatora i odpowiednie dobranych warunków pracy diod D300 i tranzys-

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 35 | Arkuszy 78

tora T303. Rezystory R300 i R301 umożliwiają start stabilizatora po włączeniu napięcia zasilania. Stabilizator startuje tylko przy przełączniku "MIERNIK" ustawionym w położeniu "wył". Ma to na celu zabezpieczenie miernika przed gwałtownym wychyleniem się wskazówki poza skalę miernika. Współczynnik stabilizatora wynosi powyżej 200, a współczynnik termiczny poniżej $5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Przetwornica tranzystorowa /T304 i T305/ pracuje w konwencjonalnym układzie przetwornicy przeciwsoonej. Częstotliwość przetwornicy wynosi około 9000 Hz. Rezystor R311 wprowadza ujemne sprzężenie zwrotne dla składowej stałej prądu emiterów tranzystorów T304 i T305. Ma to na celu uniezależnienie napięć wyjściowych przetwornicy od rozrzutów parametrów tych tranzystorów. Rozmieszczenie elementów w stabilizatorze +12,5V, +90V i -90V przedstawia Fig.15.

4.1.6. Stabilizator +5,6V składa się z tranzystorowej przetwornicy dwutaktowej /T102/, prostownika napięcia wyjściowego przetwornicy /D103, C100/ i szeregowego stabilizatora tranzystorowego /T101, T100/. Napięcie wyjściowe stabilizatora +12,5V jest przetwarzane na napięcie +13V za pomocą tranzystorowej przetwornicy dwutaktowej. W układzie przetwornicy pracują: tranzystor T102 i transformator Tr100. Źródło napięcia +13V jest izolowane galwanicznie za pomocą transformatora Tr100 od przewodu zerowego w przyrządzie. Jest to konieczne ponieważ przewód -13V jest połączony do katod lamp elektrometrycznych, które są na potencjale + 2,3V i rezystancji 6,2 M względem przewodu zerowego. Częstotliwość przetwornicy wynosi około 8000 Hz. Rezystor R136 w emiterze tranzystora T102 wprowadza ujemne sprzężenie zwrotne, które zmniejsza zależność napięcia wyjściowego przetwornicy od parametrów tranzystora. Kondensator C102 tłumia napięcia o częstotliwościach wyższych harmonicznych, dzięki temu kształt napięcia na kolektorze tranzystora T102 jest zbliżony do sinusoidy. Napięcie wyjściowe z przetwornicy

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark.

36

Arkuszy

78

oy po wyprostowaniu za pomocą prostownika /D103, C100/ doprowadzone jest do dwustopniowego stabilizatora tranzystorowego. Pierwszy stopień stanowi konwencjonalny tranzystorowy stabilizator szeregowy /T101, T100/. Drugi stopień jest stabilizatorem z diodą Zenera D100 i rezystorem szeregowym R116. Napięcie odniesienia w stopniu pierwszym stanowią dwie diody Zenera D101 i D102. Układ porównujący i wzmacniacz sygnału błędu zbudowany jest na tranzystorze T100. Tranzystor T101 pracuje jako szeregowy element regulacyjny. Współczynnik stabilizacji całego stabilizatora + 5,6V wynosi powyżej 500. Współczynnik termiczny poniżej 1mV/°C. Mały współczynnik termiczny uzyskano dzięki zastosowaniu wszystkich diod Zenera na napięcie 5,6V oraz tranzystora krzemowego w stopniu wzmacniacza napięcia błędu. Stabilizator jest odporny na zwarcie i rozwarcie wyjścia. Rezystor R119 ułatwia powrót do normalnych warunków pracy po usunięciu zwarcia wyjścia. Rozmieszczenie elementów w stabilizatorze + 5,6V przedstawia Fig. 16.

4.1.7. Zasilacz sieciowy składa się z transformatora Tr400, prostownika +335V /D400, D403, C400/ i prostownika + 17,8V /D404, D405, L400, C401, C402/. Napięcie sieci doprowadzone jest do wyłącznika sieciowego SW5 /"SIEĆ"/ a następnie do uzwojenia pierwotnego transformatora Tr400. Selektor napięcia służy do ustawienia zasilania przyrządu na napięcie występujące w sieci. Napięcie sieci w granicach 100-130V doprowadzone jest do uzwojenia 1,2 transformatora za pośrednictwem bezpiecznika F400. Przy napięciu sieci w granicach 190-250V do uzwojenia 1-2 dołączone jest szeregowo uzwojenie 3-4 oraz bezpiecznik F401. Przy zmianie położenia selektora nie potrzeba wymieniać wkładek bezpieczników. Transformator sieciowy zasila dwa niezależne układy prostownicze. Pierwszy prostownik stanowią diody od D400 do 403 połączone w układ mostkowy dwupołówkowy i kondensator filtrujący C400. Napięcie wyjściowe 335V z pierwszego prostow-

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 37 | Arkuszy 78

nika doprowadzone jest do wejścia zasilacza stabilizowanego, +130V; -85V.

Drugi prostownik składa się z diod D404 i D405 połączonych w układ prostowniocy dwupołkowy z symetrycznym uzwojeniem wtórnym, oraz filtru z wejściem pojemnościowym. Filtr stanowią dwa kondensatory C401 i C402, oraz dławik L400. Napięcie wyjściowe 17,8V z drugiego prostownika doprowadzone jest do wejścia stabilizatora tranzystorowego +12,5V.

4.2. Opis konstrukcji:

Szkielet Elektrometru typ 219A wykonany jest z kształtowników giętych z blachy. Wnętrze przyrządu jest typu panelowego. Zachowując lekkość, zwartość budowy i estetyczny wygląd przyrządu, konstrukcja taka zapewnia łatwość montażu i demontażu oraz dogodny dostęp do elementów znajdujących się wewnątrz przyrządu. Elektrometr typ 219 składa się z pięciu następujących paneli /Fig.17./

- Zespół wejściowy składający się z przełącznika zakresów, przedwzmacniacza i stabilizatora +5,6V.
- Voltomierz /z miernikiem wskazówkowym/.
- Wzmacniacz i stabilizator +130V, -85V.
- Stabilizator +12,5V, +90V, -90V.
- Zasilacz sieciowy.

Zespół wejściowy umieszczony jest w pudełku ekranującym składającym się z płyty wykonanej w postaci odlewu z aluminium oraz osłony wykonanej z blachy aluminiowej. Płyta /odlew/ przymocowana jest do płyty czołowej przyrządu czterema wkrętami. Osłona ekranująca przymocowana jest do wkrętów stanowiących konstrukcję nośną zespołu wejściowego czterema nakrętkami umiejscowionymi od strony ścianki tylnej przyrządu. Przełączniki SW101 i SW102 oraz zacisk SK100 przymocowane są do płyty /odlewu/. Pozostałe zespoły przymocowane są bezpośrednio do szkieletu przyrządu za pomocą wkrętów. Elementy widoczne na

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 38

Arkuszy 78

Fig.1/ z wyjątkiem SW101, SW102 i SK100/ przymocowane są bezpośrednio do płyty czołowej przyrządu. Obudowa przyrządu składa się z osłon: górnej, dolnej i tylnej. Osłony górna i dolna przymocowane są do szkieletu przyrządu za pomocą czterech wkrętów umiejscowionych w pobliżu dolnych bocznych krawędzi przyrządu. Osłona tylna przymocowana jest do szkieletu przyrządu czterema innymi wkrętami znajdującymi się w pobliżu narożników tej osłony. Do osłony tylnej przyrządu przymocowana jest za pomocą dwóch nakrętek płytka przezroczysta zasłaniająca dostęp do selektora napięcia i bezpieczników.

4.3. Opis wyposażenia dodatkowego.

- Przewód Wejściowy typ 219-1,
stanowi przewód współosiowy niskoszumowy długości około 1 m. Na jednym końcu przewodu znajduje się wtyk współosiowy a na drugim końcu głowica pomiarowa wyposażona w zaczepek. Przewód wejściowy typ 219-1 przedstawiają Fig.6 i Fig.23.
- Dzielnik Napięcia typ 219-2,
stanowi rezystor 10^{10} om $\pm 1\%$ umieszczony w głowicy pomiarowej wyposażonej w zaczepek.
Z głowicy pomiarowej wyprowadzony jest przewód współosiowy niskoszumowy długości około 1 m. Drugi koniec przewodu zakończony jest wtykiem współosiowym. Dzielnik napięcia typ 219-2 przedstawiają Fig. 7 i Fig. 24.
- Bocznik Prądu typ 219-3A,
stanowi rezystor 100om $\pm 0,5\%$ umieszczony w głowicy pomiarowej /Fig. 8/ i /Fig. 25/.
- Bocznik Prądu typ 219-3B,
stanowi rezystor 1 om $\pm 0,5\%$ umieszczony w głowicy pomiarowej /Fig. 26/.
- Przystawka do pomiaru rezystancji typ 219-4,
stanowi pudełko z blachy aluminiowej służące do ekranowania mierzonego rezystora. Na płycie czołowej przystawki znajdują się zaciski "Rx" służące do podłączenia mierzonego rezystora. Płytę czołową przystawki zakrywa

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 39

Arkuszy 78

pokrywa umocowana na zawiasach. Do przystawki dołączony jest przewód wspólny zakończony wtykami. Przewód ten służy do połączenia przystawki z Elektrometrem typ 219. Płytę czołową oraz schemat ideowy przystawki do pomiaru rezystancji typ 219-4 przedstawiają Fig. 9 i Fig. 27.

5. KONSERWACJA I NAPRAWY

5.1. Konserwacja.

Wszelkie czynności związane z konserwacją i naprawą Elektrometru typ 219A powinny być wykonywane przez wyspecjalizowanego fachowca.

Pomocnicze przyrządy pomiarowe powinny posiadać parametry techniczne gwarantujące uzyskanie dokładnych wyników pomiarów. Uszkodzone elementy zaleca się wymieniać na nowe według specyfikacji materiałów podanej w punkcie 6 niniejszej instrukcji. W przypadku niedysponowania elementami oryginalnymi, dopuszcza się zastosowanie równoważnego elementu innego producenta. Lamy elektrometryczne w przyrządzie są dobierane /parowane/. Z tego powodu należy zawsze wymieniać obie lampy, nawet w przypadku stwierdzenia uszkodzenia tylko jednej. Przed zdjęciem obudowy elektrometru należy wyjąć wtyczkę sieciową przyrządu z gniazda sieciowego.

5.2. Przeglądy okresowe.

Elektrometr typ 219A wymaga okresowych przeglądów i sprawdzeń technicznych. Przeglądy okresowe przyrządu należy dokonywać w odstępach dwóch bądź trzech lat zależnie od warunków przechowywania i użytkowania.

Okresowa kontrola przyrządu obejmuje następujące czynności i pomiary:

5.2.1. Zdjęcie obudowy i odkurzenie wnętrza przyrządu.

5.2.2. Sprawdzenie stanu połączeń elektrycznych w przyrządzie.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 40

Arkuszy 7B

5.2.3. Sprawdzenie na zgodność z danymi technicznymi wg p-ktu 2. niniejszej instrukcji następujących parametrów elektrycznych przyrządu:

- Współczynnik pokrycia zakresu zerowania średniego.
- Współczynnik pokrycia zakresu zerowania dokładnego.
- Prąd siatki.
- Pełzanie zera.
- Napięcie szumów.
- Prąd szumów.
- Szumy i zakłócenia sygnału wyjściowego.
- Wzmocnienie jednostkowe.
- Uchyb pomiaru napięcia, prądu, ładunku i rezystancji.
- Czas odpowiedzi.
- Pasma częstotliwości.

Powyższe parametry elektryczne określone są przez następujące definicje:

Współczynnik pokrycia zakresu zerowania wstępnego:

- stosunek różnicy wskazań miernika odpowiadających skrajnym położeniom pokrętła "ZERO wstępne" do różnicy wskazań odpowiadających zmianie położenia pokrętła "ZERO ZGRUBNE" o jedną pozycję.

Współczynnik ten powinien być większy od 1.

Współczynnik pokrycia zakresu zerowania dokładnego:

- stosunek różnicy wskazań miernika odpowiadających skrajnym położeniom pokrętła "ZERO dokładne" do różnicy wskazań odpowiadających zmianie położenia pokrętła "ZERO wstępne" o jedną pozycję. Współczynnik ten powinien być większy od 1.

Prąd siatki - prąd wskazywany przez miernik przyrządu na zakresach pomiarowych prądu przy rozwar-
tym wejściu.

Pełzanie zera - odchylenie się wskazówki miernika od dowolnego położenia początkowego na skali miernika spowodowane zmianą napięcia zasilania, bądź upływem czasu.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 41 | Arkuszy 78

Napięcie szumów - maksymalna amplituda drgań wskazówki miernika /od dowolnego położenia początkowego na skali/ na zakresach pomiarowych napięcia przy zwartym wejściu. Napięcie szumów ujawnia się w postaci przypadkowych nieuporządkowanych drgań wskazówki miernika.

Prąd szumów - maksymalna amplituda drgań wskazówki miernika /od dowolnego położenia początkowego na skali/ na zakresach pomiarowych prądu przy rozwartym wejściu. Prąd szumów ujawnia się w postaci przypadkowych nieuporządkowanych drgań wskazówki miernika.

Szumy napięcia wyjściowego - maksymalna międzyszczytowa wartość napięcia szumów na wyjściu przyrządu.

Wzmocnienie jednostkowe - stosunek napięcia wyjściowego do napięcia wejściowego przyrządu na zakresie pomiarowym napięcia 3V.

Uchyb pomiaru - maksymalny błąd pomiaru odniesiony do wartości odpowiadającej pełnej skali miernika na wybranym zakresie pomiarowym prądu, napięcia, ładunku bądź rezystancji.

Czas odpowiedzi - patrz p-kt 2.1.7.

Pasmo częstotliwości - graniczna górna częstotliwość, przy której charakterystyka częstotliwości napięcia wyjściowego /na zakresach pomiarowych napięcia/ spada nie więcej niż -3 dB względem napięcia o częstotliwości 30 Hz. Dolna graniczna częstotliwość wzmacniacza wynosi zero Hz.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 42

Arkuszy 78

Pomiary parametrów elektrycznych wykonać powszechnie znanymi w miernictwie teleelektrycznym metodami pomiarowymi. W przypadku stwierdzenia, że badane parametry nie odpowiadają wymaganiom technicznym, należy zakwalifikować przyrząd do naprawy.

5.3. Demontaż przyrządu.

Celem uzyskania dostępu do elementów i podzespołów znajdujących się wewnątrz przyrządu należy zdjąć tylną ściankę oraz osłony górną i dolną /zdejmowane jednocześnie/. Przed zdjęciem ścianki tylnej należy odkręcić płytkę znajdującą się na tej ściance - umożliwi to przełożenie kabla z wtyczką sieciową przez otwór w tylnej ściance. Płytką tą osłania przełącznik napięcia zasilania oraz gniazda bezpieczników. Ściankę tylną zdejmuje się po wykręceniu czterech wkrętów mocujących, znajdujących się w narożach. Osłonę górną i dolną zdejmuje się po wykręceniu czterech wkrętów mocujących, wkręcanych od spodu przyrządu przy bocznych krawędziach.

5.4. Demontaż zespołów przyrządu.

Poszczególne zespoły Elektrometru typ 219A mogą być wymontowane z przyrządu niezależnie, po odlutowaniu przewodów łączących je z resztą przyrządu. Zespół wejściowy umieszczony jest w pudełku ekranującym wykonanym z blachy aluminiowej. Osłonę ekranującą zdejmuje się po odlutowaniu dwóch przewodów /z boku osłony/ i odkręceniu czterech nakrętek mocujących /na ścianie tylnej osłony/. Sposób demontażu pozostałych zespołów wynika z konstrukcji przyrządu i jest bardzo prosty.

W celu wymiany lamp elektrometrycznych należy:

- Zdjąć osłonę ekranującą zespół wejściowy.
- + Odlutować wyprowadzenie lamp elektrometrycznych od końcówek umocowanych na płycie drukowanej i za pomocą pęsety wyjąć z kubków uszkodzone lampy. Dostęp do pozostałych elementów w przyrządzie jest bardzo łatwy i nie wymaga wyjaśnień.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 43

Arkuszy 70

5.5. Przechowywanie.

Elektrometr typ 219A należy przechowywać zgodnie z ogólnymi wymaganiami na przechowywanie laboratoryjnej elektronicznej aparatury kontrolno-pomiarowej.

5.6. Naprawy.

Przyrząd zakwalifikowany do naprawy należy zdemontować według p-któw 5.3 i 5.4. niniejszej instrukcji.

W celu ułatwienia przeprowadzenia naprawy elektrometru typ 219A przez użytkownika - w tablicy Nr 4 przedstawione zostały najbardziej prawdopodobne uszkodzenia oraz sposoby ich wykrywania. Napięcia statyczne na elektrodach lamp elektronowych przedstawia tablica Nr.6.

Napięcia statyczne na wyprowadzeniach tranzystorów przedstawia tablica Nr. 7.

Po każdej naprawie Elektrometr typ 219A należy wykalibrować. Elementy kalibracji i ich przeznaczenie przedstawia tablica Nr. 5.

TABLICA Nr 4.

Typowe uszkodzenia Elektrometru typ 219A

Lp.	Objawy charakterystyczne uszkodzeń	Najbardziej prawdopodobne uszkodzenia	Sposób wykrycia uszkodzenia
1	2	3	4
1.	Wskazówka miernika nie odchyła się z położenia zerowego i brak napięcia wyjściowego.	<ul style="list-style-type: none">- Przepalone wkładki bezpiecznikowe.- Uszkodzony przewód sieciowy.- Przypadkowe zwarcie w zasilaczu sieciowym.- Uszkodzone elementy prostownicze w zasilaczu.	Sprawdzenie wkładek bezpiecznikowych. Sprawdzenie przewodu sieciowego. Sprawdzenie stanu połączeń w zasilaczu. Sprawdzenie diod D400 ÷ D405 w zasilaczu.
ELEKTROMETR TYP 219A		IT-219A	ZRK
		Ark. 44	Arkuszy 78

1	2	3	4
2.	Miernik nie zeruje się.	<ul style="list-style-type: none"> - Brak lub niewłaściwe wartości napięć wyjściowych stabilizatora +90V; -90V; - Brak lub niewłaściwa wartość napięcia wyjściowego stabilizatora +5,6V. - Uszkodzony przedwzmacniacz. - Uszkodzony wzmacniacz. - Uszkodzony stabilizator +130V; -85V. - Uszkodzony miernik. - Przerwa bądź zwarcie w połączeniach pomiędzy zespołami 	<p>Sprawdzenie napięć wyjściowych +90V; -90V stabilizatora. W przypadku niewłaściwych napięć wyjściowych sprawdzić napięcia na końcówkach tranzystorów T300 ÷ T305 /wg tablicy Nr 7/ oraz stan połączeń w stabilizatorze.</p> <p>Sprawdzenie napięcia wyjściowego +5,6V stabilizatora, W przypadku niewłaściwego napięcia wyjściowego, sprawdzić napięcie na końcówkach tranzystorów T100-T102 /wg tablicy Nr.7/, oraz stan połączeń w stabilizatorze.</p> <p>Sprawdzenie napięć na elektrodach lamp V100 i V101 na zgodność z tablicą Nr. 6.</p> <p>Sprawdzenie napięć na elektrodach lamp V200, V201 i V202a na zgodność z tablicą Nr. 6.</p> <p>Sprawdzenie napięć na elektrodach lamp V203 i V202b na zgodność z tablicą Nr. 6.</p> <p>Sprawdzenie miernika.</p> <p>Sprawdzenie stanu połączeń zespołów w przyrządzie /Fig. 18/.</p>
ELEKTROMETR TYP 219A		IT-219A	ZRK
		Ark. 45	Arkuszy 78

1	2	3	4
3.	Niedokładne wskazania miernika na zakresach pomiarowych prądu.	- Uszkodzone rezystory R124 ÷ R129, lub kondensatory C107 ÷ C112.	Wymontowanie i zmierzenie wartości rezystorów R124 ÷ R129, oraz kondensatorów C107 ÷ C112.
4.	Niedokładne wskazania miernika na zakresach pomiarowych napięcia.	- Uszkodzone rezystory R11 i R23.	Zmierzenie wartości rezystorów R11 - R17 i R23.
5.	Niedokładne wskazania miernika na zakresach pomiarowych ładunku.	- Uszkodzone kondensatory C103 ÷ C106.	Zmierzenie wartości kondensatorów C103 ÷ C106.
6.	Niedokładne wskazania miernika na zakresach pomiarowych rezystancji.	- Nieodpowiednie wartości napięć na zaciskach TL200, TL201, TL202.	Ustawić za pomocą potencjometru RV201 napięcia na zaciskach TL200, TL201 i TL202 zgodnie z pkt. 2 niniejszej instrukcji.
7.	Duże pełzanie zera od zmian napięcia sieci.	- Pogorszenie się współczynnika stabilizacji stabilizatora +130V, -85V. - Pogorszenie się współczynnika stabilizacji stabilizatora +12,5V.	Sprawdzenie współczynnika stabilizacji stabilizatora. W przypadku niewłaściwego współczynnika stabilizacji sprawdzić napięcia na elektrodach lamp V203 i V202b na zgodność z tablicą Nr.6 oraz ewentualnie wymontować i sprawdzić lampy. Sprawdzenie współczynnika stabilizacji stabilizatora. W przypadku niewłaściwego współczynnika stabilizacji sprawdzić napięcia na końcówkach tranzystorów T300 ÷ T303 na zgodność
ELEKTROMETR TYP 219A		IT-219A	ZRK
		Ark. 46	Arkuszy 78

1	2	3	4
			z tablicą Nr. 7, oraz ewentualnie wymontować i sprawdzić tranzystory.
8.	Duże szumy i zakłócenia napięcia wyjściowego.	<ul style="list-style-type: none"> - Przerwa w połączeniu przewodów uziemienia i ekranów. - Wzbudzenie się wzmacniacza. 	<p>Sprawdzenie połączenia przewodów uziemienia i ekranów.</p> <p>Sprawdzenie kondensatorów C107 ÷ C111, C201, C202 i rezystora R213.</p>
9.	Duże pełzanie zera w czasie i duży prąd siatki.	- Uszkodzenie lamp V100 i V101.	Wymontowanie i sprawdzenie lamp V100 i V101.
10.	Duży błąd wzmocnienia jednostkowego.	- Zmniejszenie się wzmocnienia przedwzmacniacza i wzmacniacza.	Sprawdzenie całego wzmacniacza bez sprzężenia zwrotnego.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 47 | Arkuszy 78

TABLICA Nr 5.

Elementy kalibracji Elektrometru typ 219.

Lp.	Element kalibracji	Wielkość kalibrowana
1	RV2	Położenie końcowe wskazówki miernika przy napięciu $3V \pm 0,1\%$ na wejściu przyrządu.
2	RV3	Położenie środkowe wskazówki miernika przy przełączniku SW4 ustawionym w położeniu "zero środkowe"
3	RV200	Napięcie $+10,5V$ na anodach lamp V100 i V101.
4	RV201	Napięcie $+1V$ na gnieździe TL202.
5	R20	Położenie środkowe wskazówki miernika przy potencjometrze RV3 ustawionym w położeniu środkowym.
6	R23	Położenie końcowe wskazówki miernika przy napięciu $10mV \pm 0,1\%$ na wejściu przyrządu.
7	R100 R111 R112 R113	Położenie środkowe przełącznika SW100 przy napięciach $+10,5V$ na anodach lamp V100 i V101 i wyzerowanym przyrządzie.
8	R115	Napięcie żarzenia $+1,2V$ lamp V100 i V101.
9	R203	Napięcie $+55V$ na anodzie lampy V201 przy wyzerowanym przyrządzie.
10	R221	Napięcie wyjściowe $+130V$ stabilizatora $+130V, -85V$.
11	R229	Współczynnik stabilizacji stabilizatora $+130V, -85V$.
12	R307	Napięcie wyjściowe $+12,5V$ stabilizatora $+12,5V, +90V, -90V$.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 48

Arkuszy 78

TABLICA Nr 6.

Napięcia statyczne na elektrodach lamp elektronowych.
/w voltach/

Nr nóżki Nr lampy	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V100	10,5	6,8	3,5	2,3	-	-	0	-	-
V101	10,5	6,8	3,5	2,3	-	-	0	-	-
V200	55	12,3	12,3	6,25	12,5	55	12,3	12,3	10,5
V201	55	12,3	12,3	0	6,25	55	12,3	12,3	10,5
V202	66	-2	0	6,25	0	90	-2	0,2	0
V203	250	127,5	130	12,5	6,25	127,5	64	66	66
V204	0	-85	-	-85	0	-	-85		-

- Objaśnienia:**
1. Napięcia stałe na elektrodach lamp V100, V101, V200, V201 mierzone elektrometrem o rezystancji wejściowej co najmniej 1000M. Napięcia stałe na pozostałych lampach mierzone woltomierzem lampowym o rezystancji wejściowej równej co najmniej 100M.
 2. Wartości napięć podane są w odniesieniu do przewodu "0", który jest połączony z masą przyrządu poprzez przełącznik "POMIAR ustawiony w pozycjach "A", "C" i "Q".
 3. Wartości napięć obowiązują przy wyzerowanym przyrządzie.

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 49 | Arkuszy 78

TABLICA Nr 7.

Napięcia statyczne na wyprowadzeniach tranzystorów.
/w voltach/

Wprowadzenie Nr tranzystora	E	B	C
T100	4,7	5,3	12,7
T101	13	12,7	10
T102	11,6	14,7	0
T303	17,4	17,2	12,5
T301	17,4	17,2	12,5
T302	17,2	17,0	12,5
T303	4,5	5	17,0
T304	11,6	15	0
T305	11,6	15	0

- Objaśnienia:
1. Napięcia stałe mierzone woltomierzem magnetoelektrycznym o czułości 1000 i rozdzielczości 0,1 woltowej równocześnie co najmniej 20k/V.
 2. Wartości napięć tranzystorów T100 i T101 podane są w odniesieniu do przewodu "a".
 3. Wartości napięć pozostałych tranzystorów podane są w odniesieniu do przewodu "0", który jest połączony z masą przyrządu poprzez przełącznik "POMIAR" ustawiony w pozycjach "A", "C" i "0".

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 50

Arkuszy 78

6. SPECYFIKACJA MATERIAŁÓW

6.1. Elektrometr typ 219A

Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
1	2	3	4
REZYSTORY			
R1	OWS-221-0,25W-12om ±5% - II	RN-57/MPM-14008	Telpod
R2	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R3	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R4	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R5	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R6	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R7	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R8	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R9	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R10	OWS-221-0,25W-12om " - II	" "	"
R11	AT-E-0,25W-2k ±0,2%	I-033-042	Omig
R12	AT-E-0,25W-700om ±0,2%	"	"
R13	AT-E-0,25W-200om "	"	"
R14	AT-E-0,25W-70om "	"	"
R15	AT-E-0,25W-20om "	"	"
R16	AT-E-0,25W-10om "	"	Metal Lux
R18	MLT-0,5W-20k " A	WT-I-270-005	Omig
R19	" " -1,3M " A	" "	"
R20 ^x	" " -240k " A	" "	"
R21	" " -6,8k " A	" "	"
R22	" " -6,8k " A	" "	"
R100 ^x	MLT-0,5W-4,3k " A	WT-I-270-005	Omig
R101	" " -100om " A	" "	"
R102	" " " " A	" "	"
R103	" " " " A	" "	"
R104	" " " " A	" "	"
R105	" " " " A	" "	"
R106	" " " " A	" "	"
R107	" " " " A	" "	"
R108	" " " " A	" "	"
R109	" " " " A	" "	"
R110	" " " " A	" "	"
R111 ^x	" " -680om " A	" "	"
R112	" " -4,3k " A	" "	"
R113 ^x	" " -1k " A	" "	"
R114	" " -270om " A	" "	"
R115 ^x	" " -3k " A	" "	"
R116	" " -180om " A	" "	"
ELEKTROMETR TYP 219A		IT-219A	ZRK
		Ark. 51	Arkuszy 78

1	2	3	4
R117	MLT-0,5W-3k ±5% - A	WT-I-270-005	Omig
R118	" " -1k " A	" "	"
R119	" " -10k " A	" "	"
R120	OWS-123-0,125W-100m ±10%	RN-67/3281-10	Telpod
R121	MLT-0,5W-1000m +5% A	WT-I-270-005	Omig
R122	MLT-0,5W-2,2k ±5% A	" "	"
R123	MLT-0,5W-1000m +5% A	WT-I-270-005	"
R124	AT-0,5W-1M ±1% A	I-033-042	"
R125	AT-0,5W-1M ±1%	"	"
R126	Megistor 10 ⁷ om ±1%		Morganite
R127	Megistor 10 ⁸ om ±1%		"
R128	" 10 ⁹ om ±1%		"
R129	" 10 ¹¹ om ±2%		"
R130	MLT-1W-10M ±5% A	WT-I-270-005	Omig
R131	" " " " A	" "	"
R132	" " " " A	" "	"
R133	" " -6,2M " A	" "	"
R134	" " -10M " A	" "	"
R135	" " -10M " A	" "	"
R136	OWS-123-0,123W-100m ±10%	BN-67/3281-10	Telpod
R200	MLT-0,5W-330k ±5% A	WT-I-270-005	Omig
R201	" " -5,1M " A	" "	"
R202	" " -300k " A	" "	"
R203 ^x	" " -820k " A	" "	"
R204	" " -820k " A	" "	"
R205	" " -390k " A	" "	"
R206	" " -390k " A	" "	"
R207	" -1W-6,2M " A	" "	"
R208	" -0,5W-510k " A	" "	"
R209	" -1W-6,8M " A	" "	"
R210	" -0,5W-3M " A	" "	"
R211	" -0,5W-2,4M " A	" "	"
R212	" -0,5W-1k " A	" "	"
R213	" -0,5W-6,8k " A	" "	"
R214	OWS-221-0,25W-68 ±5% II	RN-57/MPM-14008	Telpod
R215	MLT-2W-30k ±5% A	WT-I-270-005	Omig
R216	" -0,5W-2M " A	" "	"
R217	" -0,5W-1k " A	" "	"
R218	" -0,5W-68k " A	" "	"
R219	" -0,5W-68k " A	" "	"
R220	" " " " A	" "	"
R221	" - " -510k " A	" "	"
R222	" - " -100k " A	" "	"
R223	" - " -3,9k " A	" "	"
R224	AT-1W-18k ±1%	I-033-042	"
R225	AT-0,5W-1,8k "	"	"
R226	AT-E-0,25W-2000m ±0,2%	"	"
R227	MLT-0,5W-33k ±5% A	WT-I-270-005	"
R228	" " -390k ±5% A	" "	"
R229 ^x	" " -68k " A	" "	"
R300	" 2W-1000m " A	" "	"
R301	" -1000m " A	" "	"

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

1	2	3	4
R302	Drutowy-0,5W-10m $\pm 5\%$	wg rys.219.60.00	ZRK
R303	" " " "	" "	"
R304	MLT-0,5W-1k $\pm 5\%$ A	WT-I-270-005	Omig
R305	" " -1,8k " A	" "	"
R306	" " -750om A	" "	"
R307 ^x	" " -4,7k $\pm 5\%$ A	" "	"
R308	" " -100om " A	" "	"
R309	" " -270om " A	" "	"
R310	" " -2,2k " A	" "	"
R311	OVS-123-0,125W-10om $\pm 10\%$	BN-67/3281-10	Telpod
R312	MLT-0,5W-100om $\pm 5\%$ A	WT-I-270-005	Omig
POTENCJOMETRY			
RV1	CLR-4001-3W-100k-10%		Colvern
RV2	typ 354-5k		Vitrohm
RV3	CLR-1106-1W-50k-10%/11s		Colvern
RV200	CLR-1106-1W-50k-10%/11s		Colvern
RV201	typ 354-5k		Vitrohm
KONDENSATORY			
C1	KEK-50 μ F/50V	RN-60/MPC-14036	Elwa
C100	KEK-50 μ F/50V	" "	"
C101	KTF-1 μ F/25V	L-17/TWT-318	"
C102	KSF-010-10000pF $\pm 10\%$ -250V	WT-64/i-KSF-010	Miflex
C103	KSF-010-100000pF $\pm 2\%$ -250V	" "	"
C104	KSF-010-10000pF $\pm 2\%$ -250V	" "	"
C105	KSF-010-1000pF $\pm 2\%$ -250V	" "	"
C106	KSF-017-100pF $\pm 2\%$ -250V	WT-65/i-KSF-010	"
C107	KSF-010-100pF $\pm 10\%$ -250V	WT-64/i-KSF-010	"
C108	KSF-010-100pF $\pm 10\%$ -250V	" "	"
C109	KSF-010-22pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C110	KSF-010-22pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C111	KSF-010-10pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C112	KSF-010-10pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C113	KSF-010-22pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C114	KSF-010-22pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C115	KSF-010-22pF $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C116	MKSE-011-0,1 μ F $\pm 20\%$ -250V	WT-67/i-MKSE-011	"
C200	MKSE-011-0,1 μ F $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C201	KSF-010-10pF $\pm 20\%$ -250V	WT-64/i-KSF-010	"
C202	KSF-010-10000pF $\pm 10\%$ -250V	" "	"
C203	KEN-50 μ F/350V izolow.	RN-60/MPC-14036	Elwa
C204	MKSE-011-0,1 μ F $\pm 20\%$ -250V	WT-67/i-MKSE-011	Miflex
C205	MKSE-011-0,1 μ F $\pm 20\%$ -250V	" "	"
C300	KEK-500 μ F/25V izolow.	RN-60/MPC-14036	Elwa
C301	KTF-1 μ F/25V	L-17/TWT-318	"
C302	KSF-010-10000pF $\pm 10\%$ -250V	WT-64/i-KSF-010	Miflex
C303	KEK-20 μ F-250V	RN-60/MPC-14036	Elwa

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 53

Arkuszy 78

1	2	3	4
C304	KEK-20 μ F-250V	RN-60/MPC-14036	Elwa
C400	KEN-50 μ F/450V izolow.	" "	"
C401	KEN-500 μ F/70V "	" "	"
C402	KEN-500 μ F/70V "	" "	"
C403	KSE-011-10000pF \pm 20%-1000V	WT-64/1-KSE-011	Miflex
C404	KSE " " "	" "	"
DIODY			
D1	BZ1/C4V7		Tewa
D100	BZ1/C5V6		"
D101	BZ1/C5V6		"
D102	BZ1/C5V6		"
D103	BA-562		"
D104	BZ1/C8V2		"
D200	BZ1/C8V2		"
D300	BZ1/C8V2		"
D301	DOG-56		"
D302	DOG-56		"
D303	DOG-56		"
D304	DOG-56		"
D305	BA-562		"
D306	BA-562		"
D400	BA-563		"
D401	BA-563		"
D402	BA-563		"
D403	BA-563		"
D404	DMG-4		"
D405	DMG-4		"
TRANZYSTORY			
T100	BF519		Tewa
T101	OC 30		Mullard
T102	TG72		Tewa
T300	TG72		"
T301	TG72		"
T302	OC 30		Mullard
T303	BF519		Tewa
T304	OC 30		Mullard
T305	OC 30		Mullard
LAMPY ELEKTRONOWE			
V100	XE5886 lub DF 708		Hivao
V101	XE5886 lub DF 708		"
V200	ES0F		Philips

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 54 | Arkuszy 78

1	2	3	4
V201	E80F		Philips
V202	E88CC		"
V203	E88CC		"
V204	STR 85/10		RFT
TRANSFORMATORY I DŁAWIKI			
Tr100	Transformator przetwornicy		ZRK
Tr300	Transformator przetwornicy		"
Tr400	Transformator sieciowy		"
L400	Dławik sieciowy		"
PRZEŁĄCZNIKI			
SW1	Obrotowy TRN 24		ZRK 300
SW2	Obrotowy C-214		"
SW3	Obrotowy C-214		"
SW4	Obrotowy C-214		"
SW5	Przechylny T3/43-45-41-108-20-5		ZRK
SW100	Obrotowy TRN 24	wg rys. 219.11.00	ZRK
SW101	Obrotowy TRN 24	wg rys. 219.11.00	"
SW102	Przyciskowy		DZWAF
ELEMENTY RÓŻNE			
F400	Wkł. bezp. W-Ba-630mA		DZWAF
F401	Wkł. bezp. W-Ba-315mA		"
M1	Mikroamper. MEA-1-100 μ A /ze zmien. skalą/	nr kat. 252426	A-3
B1	Żarówka 4V/0,1A/2E10		Polam
SK100	Gniazdo współosiowe C-50-0/6-2		BUT
TL1	Zacisk laboratoryjny ZL-32		Telos
TL2	Zacisk laboratoryjny "		Telos
TL100	Zacisk laboratoryjny "		"
TL200	Gniazdo teletechn. PE-012		"
TL201	Gniazdo teletechn. "		"
TL202	" "		"
TL203	" "		"
TL400	" "		"
TL401	" "		"
TL402	" "		"

x/ Rezystor dobierany

ELEKTROMETR
TYP 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 55 | Arkuszy 78

6.2. Przewód wejściowy typ 219-1.

Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
L1	Przewód współosiowy WL _{xek} 75-1,2/7,25		Centrokabel Katowice
SK1	Wtyk współosiowy C-50-7/W1		BUTI

6.3. Dzielnik napięcia typ 219-2

Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
R1	Rezystor HVBW 10.000M $\pm 1\%$		Victoreen
R1	Przewód współosiowy WL _{xek} 75-1,2/7,25		Centrokabel Katowice
SK1	Wtyk współosiowy C-50-7/W1		BUTI

6.4. Booznik prądu typ 219-3A

Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
R1	Rezystor AT-0,25W-100om $\pm 0,5\%$	I-033-042	Omig
TL1	Zacisk laboratoryjny ZL 32		Telos
SK1	Wtyk współosiowy C-50-7/W1		BUTI

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 56 | Arkuszy 78

6.5. Boecznik prądu typ 219-3B

Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
R1	Rezystor drutowy 4W-10m ±1%		ZRK
TL1	Zacisk laboratoryjny ZL32		Telos
SK1	Wtyk współosiowy C-50-7/W1		

6.6. Przystawka do pomiaru rezystancji typ 219-4

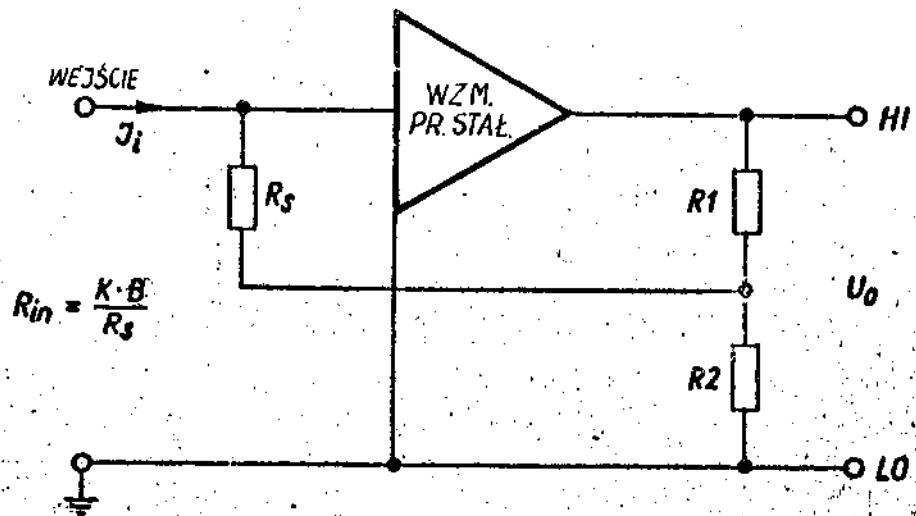
Oznaczenie na schem.	Nazwa i oznaczenie	Norma lub WT	Producent
R1	Rezystor MLT-1W-10M ±5% A	WT-I-270-005	Omig
C1	Kond. KSF-010-22pF ±20%-250V	WT-64/1-KSF-010	Miflex
SW1	Przełącz. błysk. T-3/13-4541-108-2		ZRK
TL1	Zacisk laboratoryjny ZL 32		Telos
TL2	Zacisk laboratoryjny "	"	"
TL3	Zacisk laboratoryjny "	"	"
TL4	Zacisk laboratoryjny "	"	"
SK1	Gniazdo współos. C-50-0/G2	<i>przystosowane</i>	
SK2	Wtyk współos. C-50-7/W1	"	
SK3	Wtyk współos.		
L1	Przewód współos. WL _{xok} 75-1,2/7.25		Centrokabel Katowice

ELEKTROMETR
TYP 219 A

IT-219A

ZRK

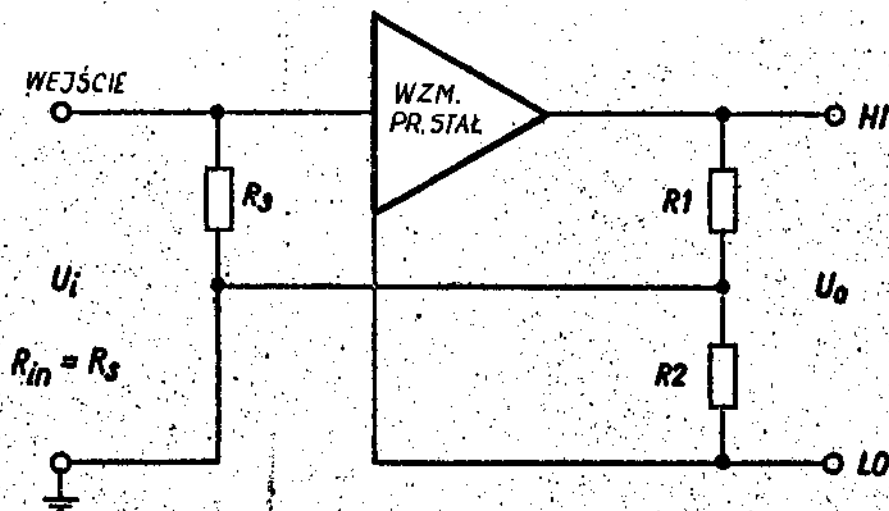
Ark. 57 | Arkuszy 78



$$R_{in} = \frac{k \cdot B}{R_s}$$

$$J_i = -\frac{1}{R_s} \cdot \frac{U_o R_2}{R_1 + R_2} = -\frac{1}{R_s} U_o B$$

Fig. 2 Zasada pomiaru prądu.



$$R_{in} = R_s$$

$$U_i = -\frac{U_o R_2}{R_1 + R_2} = -U_o B$$

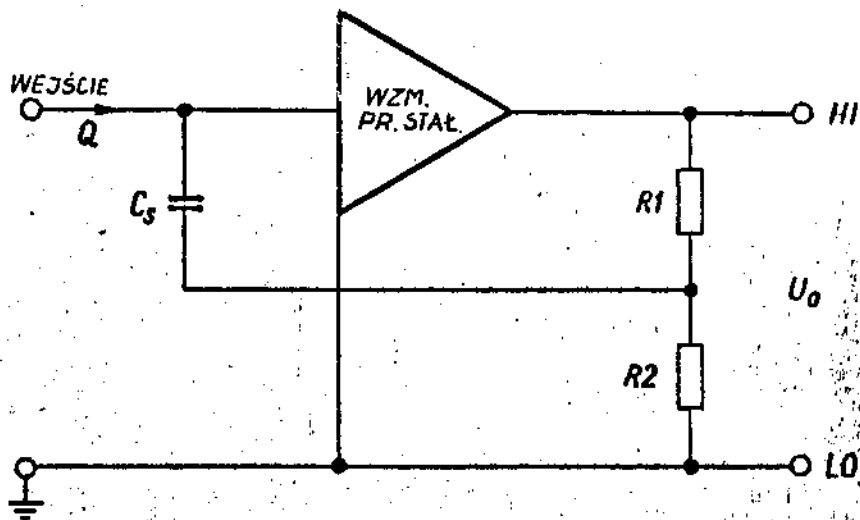
Fig. 3 Zasada pomiaru napięcia.

ELEKTROMETR
Typ 219 A

IT-219A

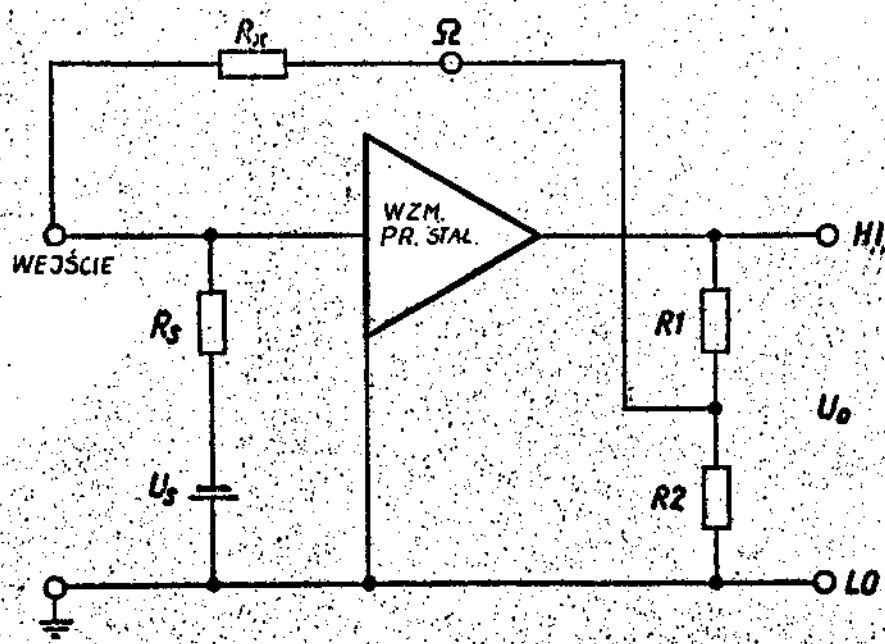
ZRK

Ark. 59; Ark. 78



$$Q = -C_s \frac{U_o R_2}{R_1 + R_2} = -C_s U_o B$$

Fig. 4 Zasada pomiaru ładunku.



$$R_x = \frac{R_s}{U_s} \cdot \frac{U_o R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_s}{U_s} U_o B$$

Fig. 5 Zasada pomiaru rezystancji.

ELEKTROMETR Typ 219 A	IT-219A Ark. 60 Ark. 78	ZRK
--------------------------	----------------------------	-----

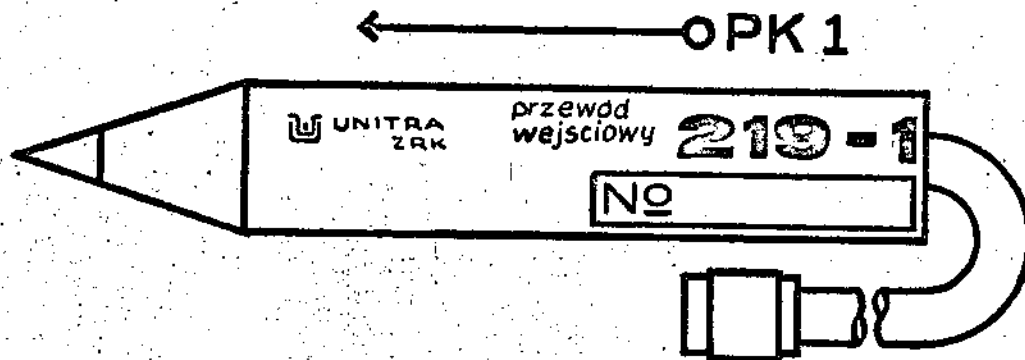


Fig. 6 Przewód wejściowy typ 219-1

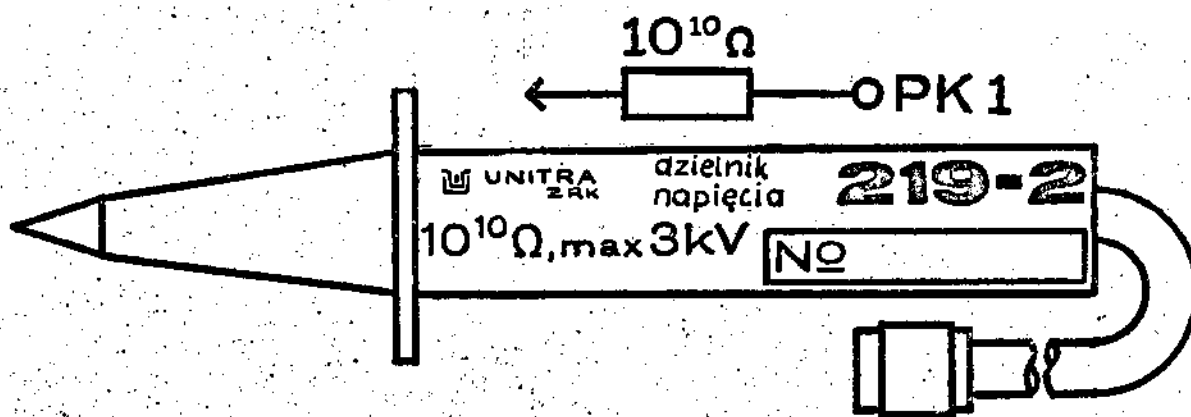


Fig. 7 Dzielnik napięcia typ 219-2

ELEKTROMETR
Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 61

Arkusz 78

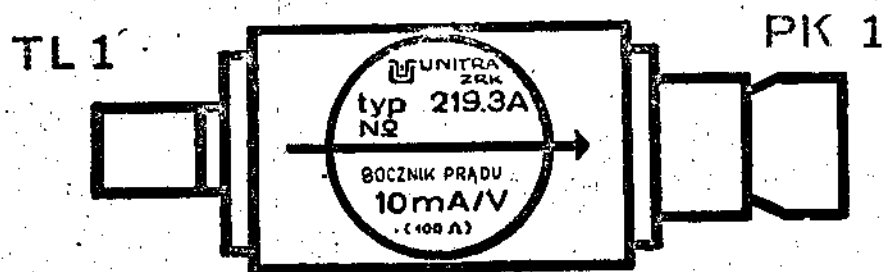


Fig. 8 Bocznik prądu typ 219-3A

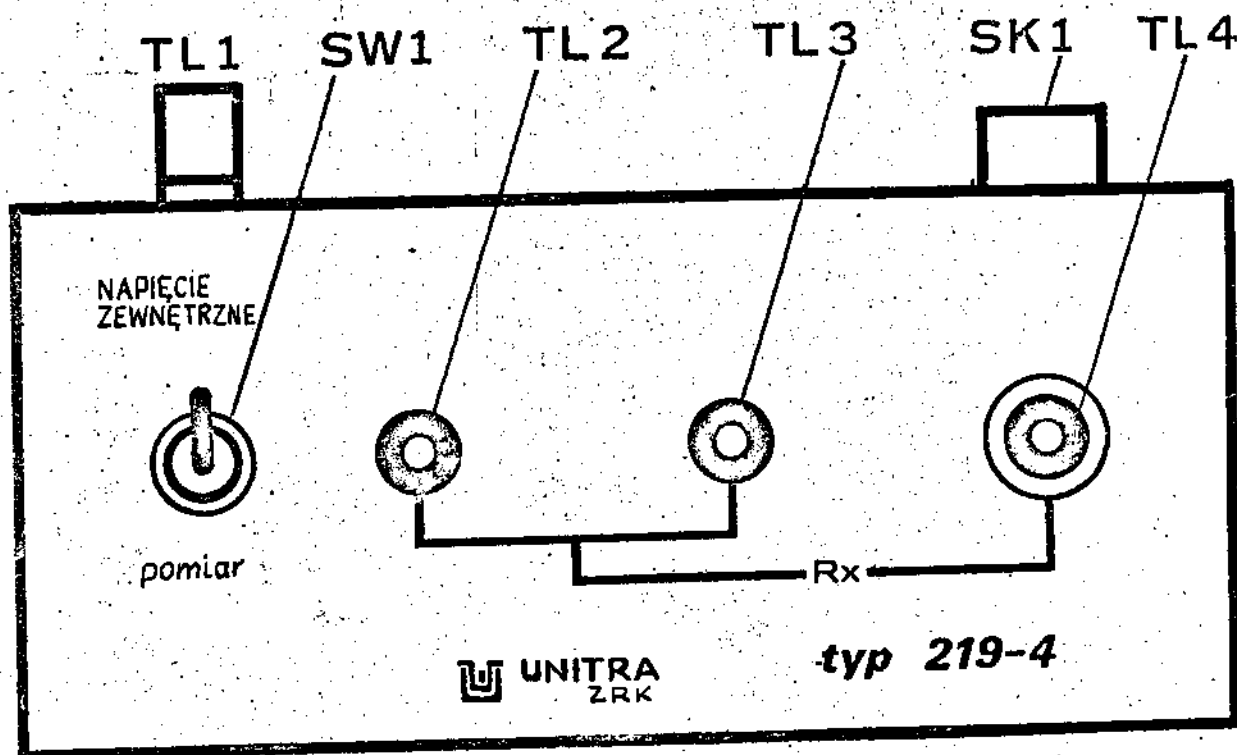
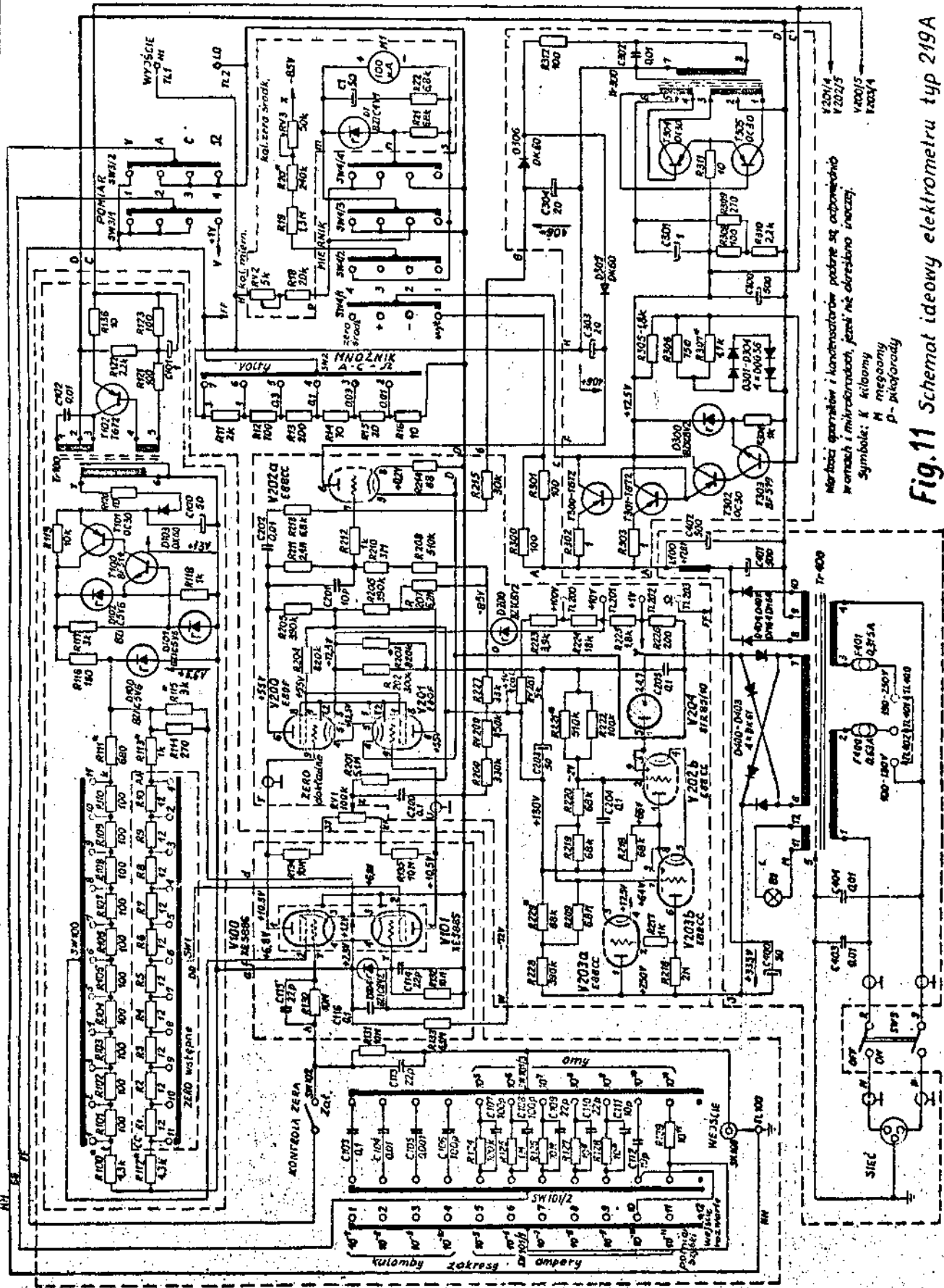


Fig. 9 Przystawka do pomiaru rezystancji typ 219-4

ELEKTROMETR. typ 219A	IT-219A Ark. 62	ZRK Arkuszy 78
--------------------------	--------------------	-------------------



Wartości oporników i kondensatorów podane są odpowiadają
 w omach i mikrofaradach, jeżeli nie określono inaczej.
 Symboliki: K - kilobomy
 M - megabomy
 P - pikofarady

Fig.11 Schemat ideowy elektrometru typ 219A

ELEKTROMETR
 typ 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 64

Arkuszy 78

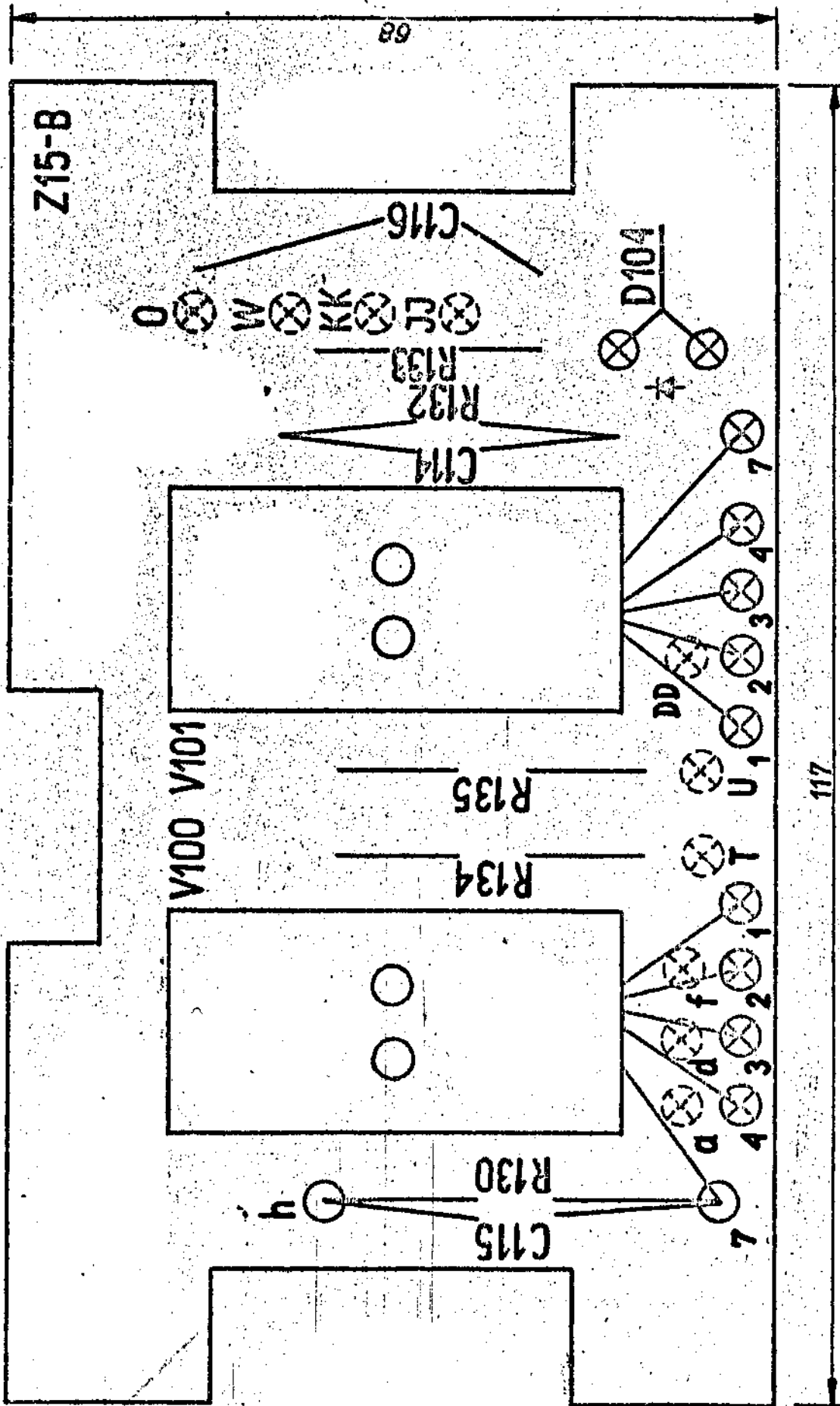


Fig.12 Płytką drukowaną przedwzmacniacza.

ELEKTROMETR
Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 65

Ark. 78

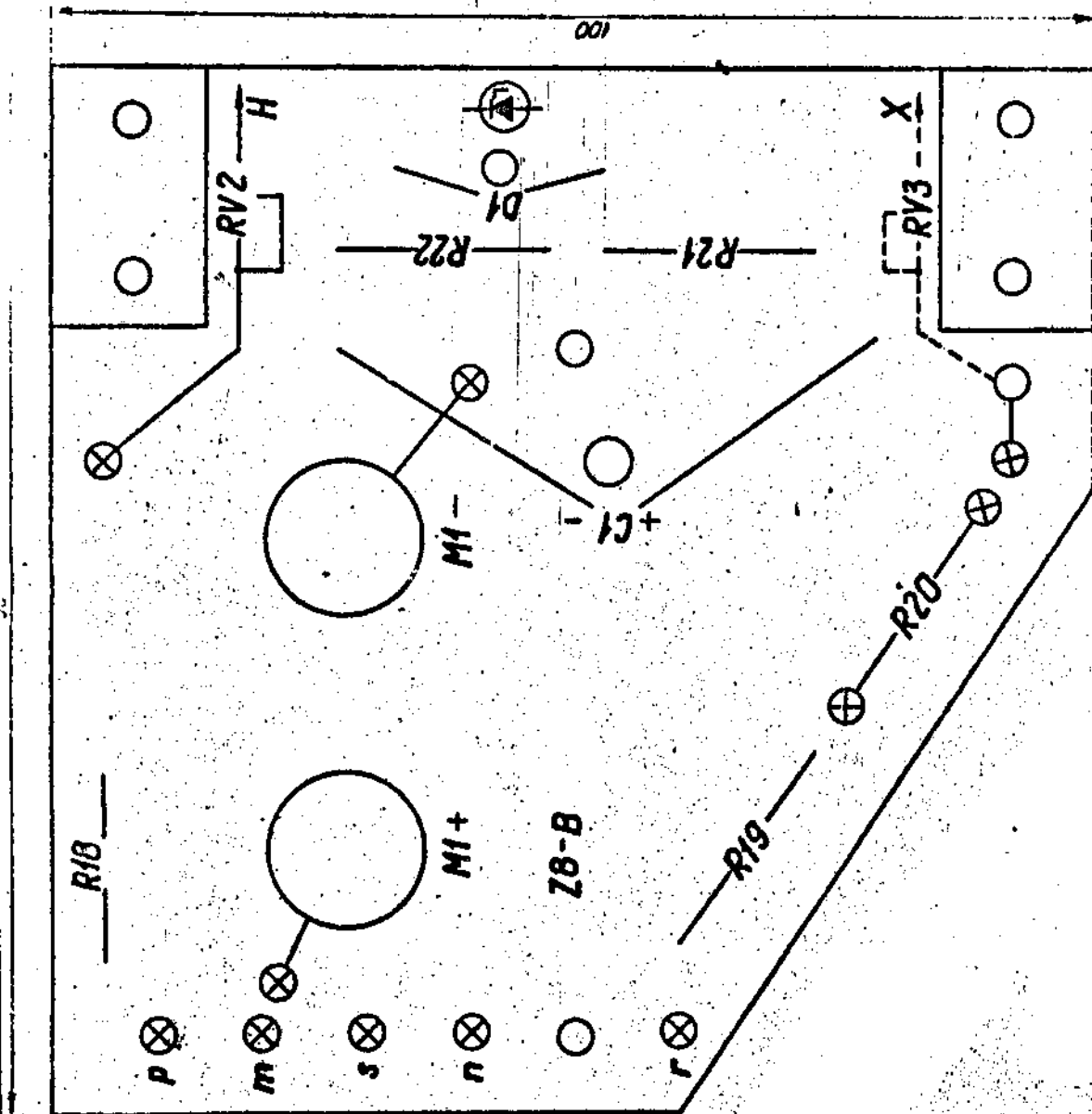


Fig.13 Płytką drukowaną woltmierz.

ELEKTROMETR
Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark.66 | Ark.78

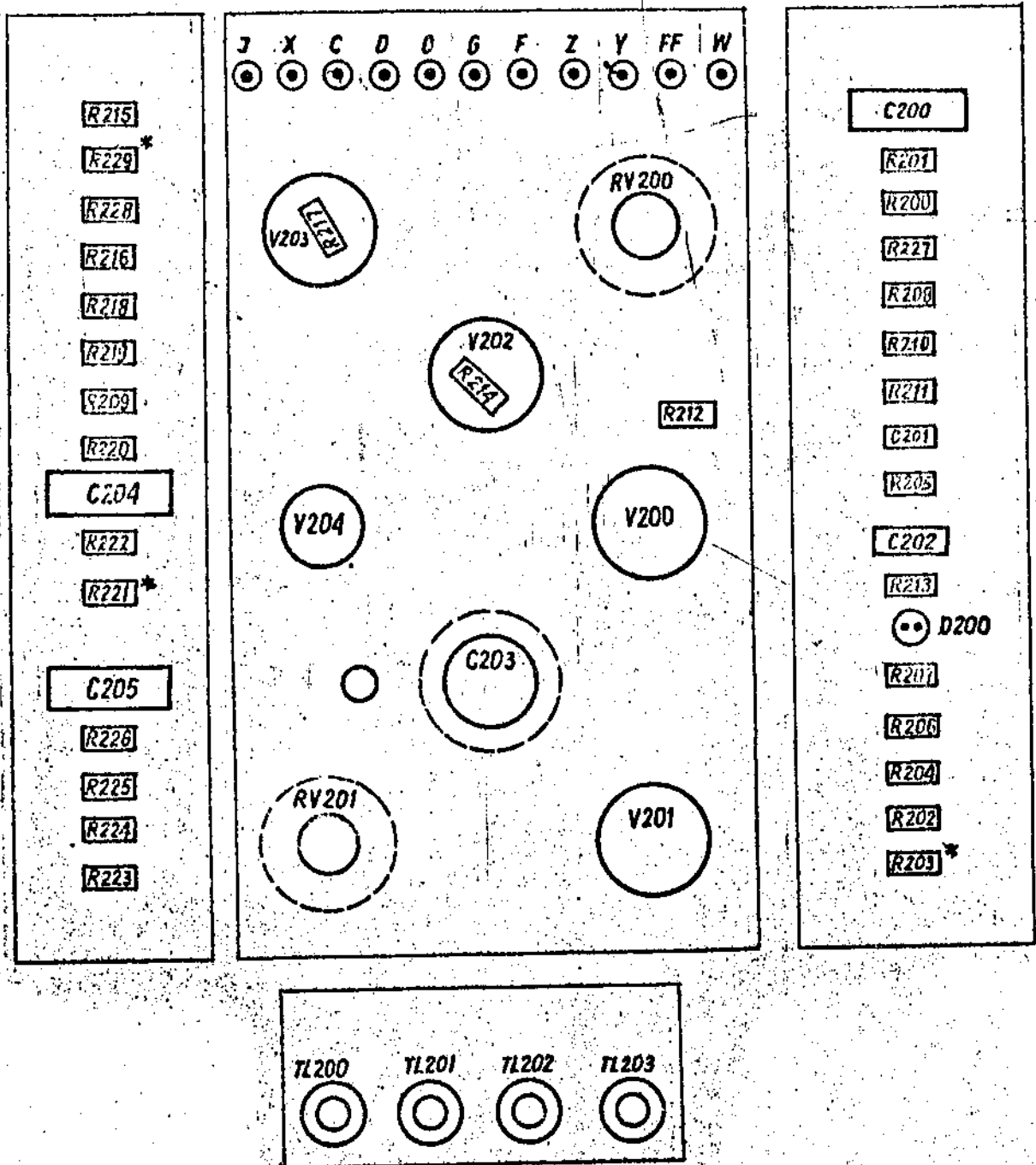


Fig. 14 Rozmieszczenie elementów we wzmacniaczu i zasilaczu stabilizowanym +130V, -85V.

Elektrometr
Typ 219 A

IT-219A

ZRK

Ark. 67 | Ark. 78

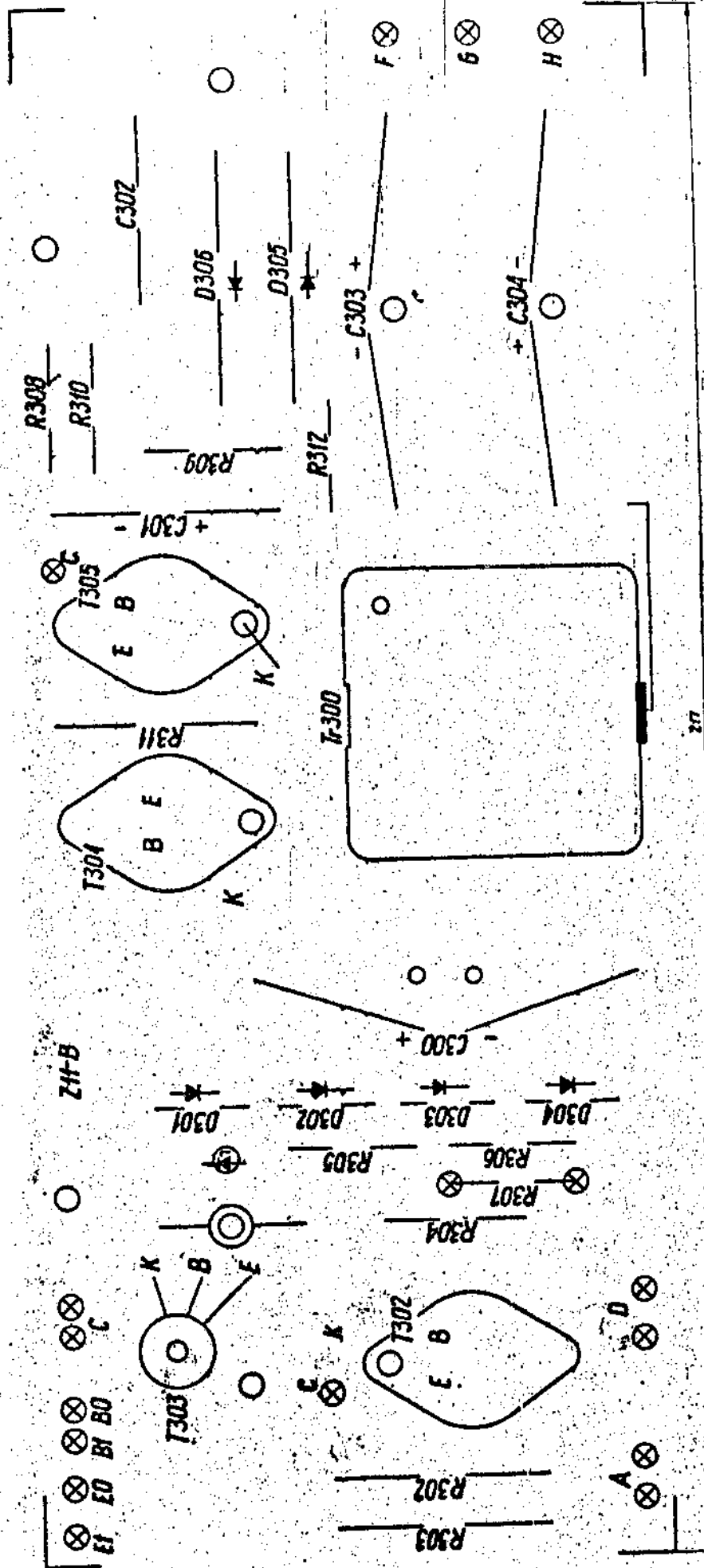


Fig.15 Płytko drukowana zasilacza stabilizowanego +42.5V, +90V, -90V

ELEKTROMETR
Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark.68 | Ark.78

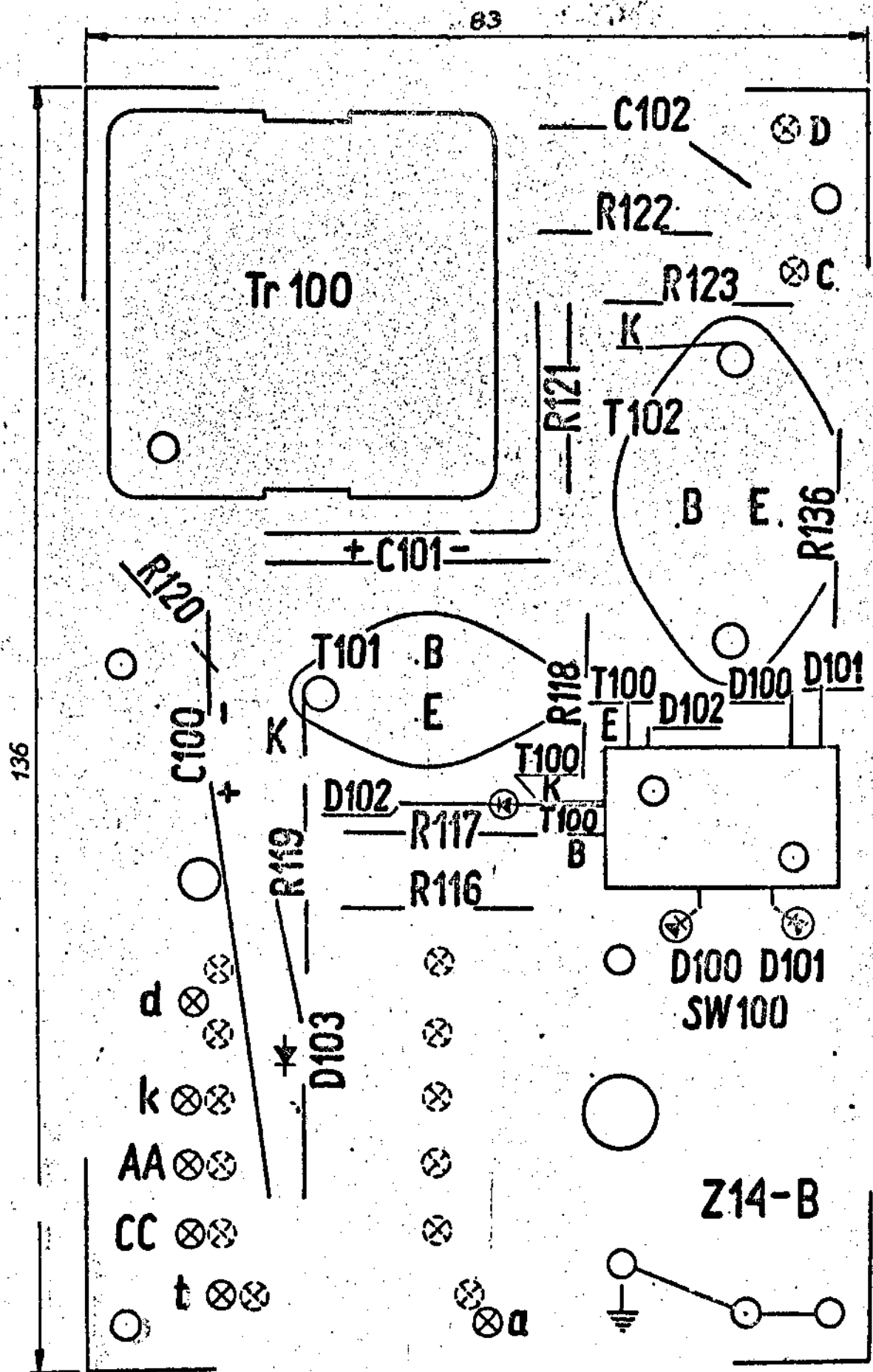


Fig. 16 Płytką drukowaną zasilacza stabilizowanego +5.6V.

ELEKTROMETR Typ 219A	IT-219A	ZRK
	Ark. 69	Ark. 78

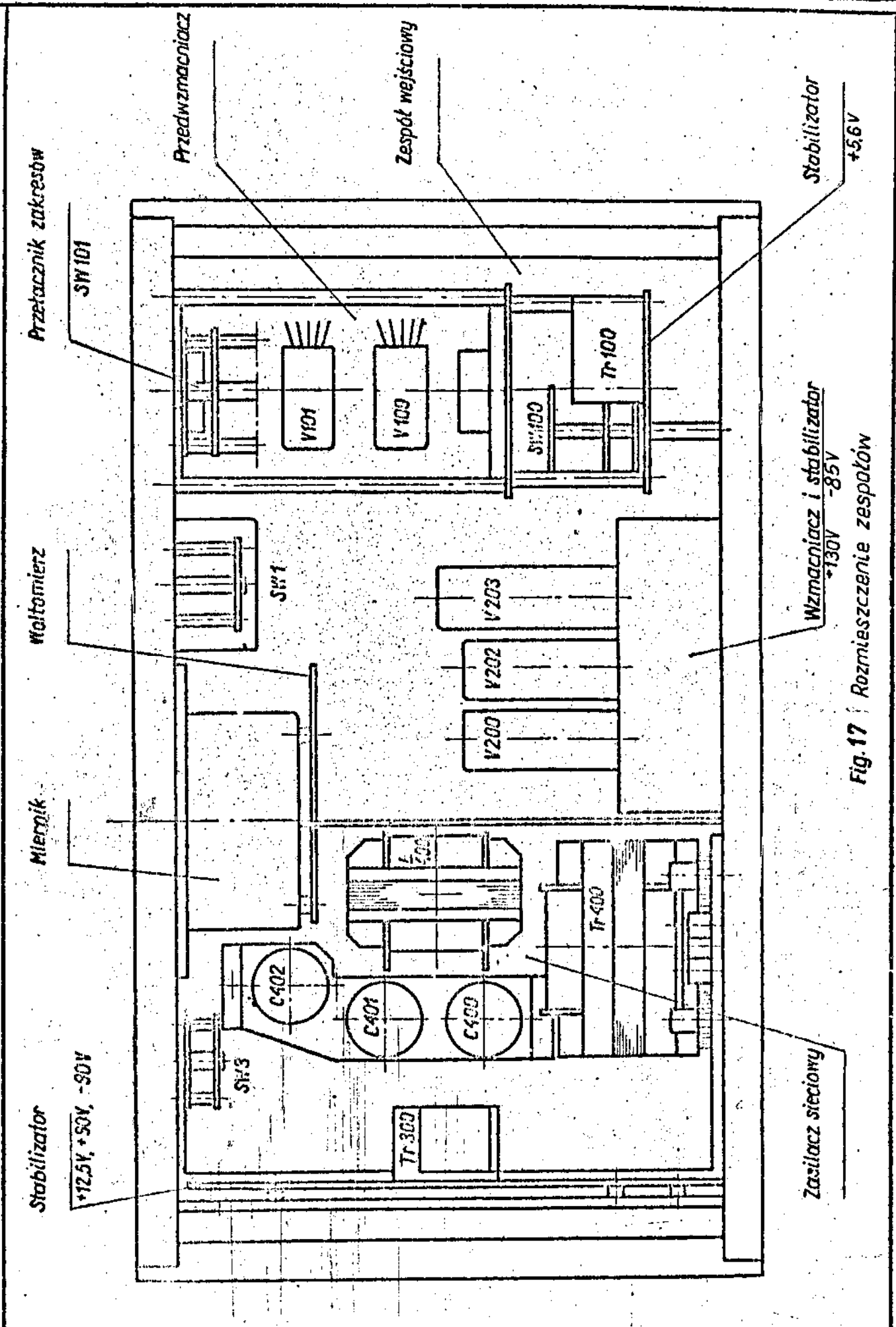


Fig.17 Rozmieszczenie zespołów

<p>ELEKTROMETR Typ 219A</p>	<p>IT-219A</p>	<p>ZRK</p>
<p>Ark. 70</p>	<p>Arkusz 78</p>	

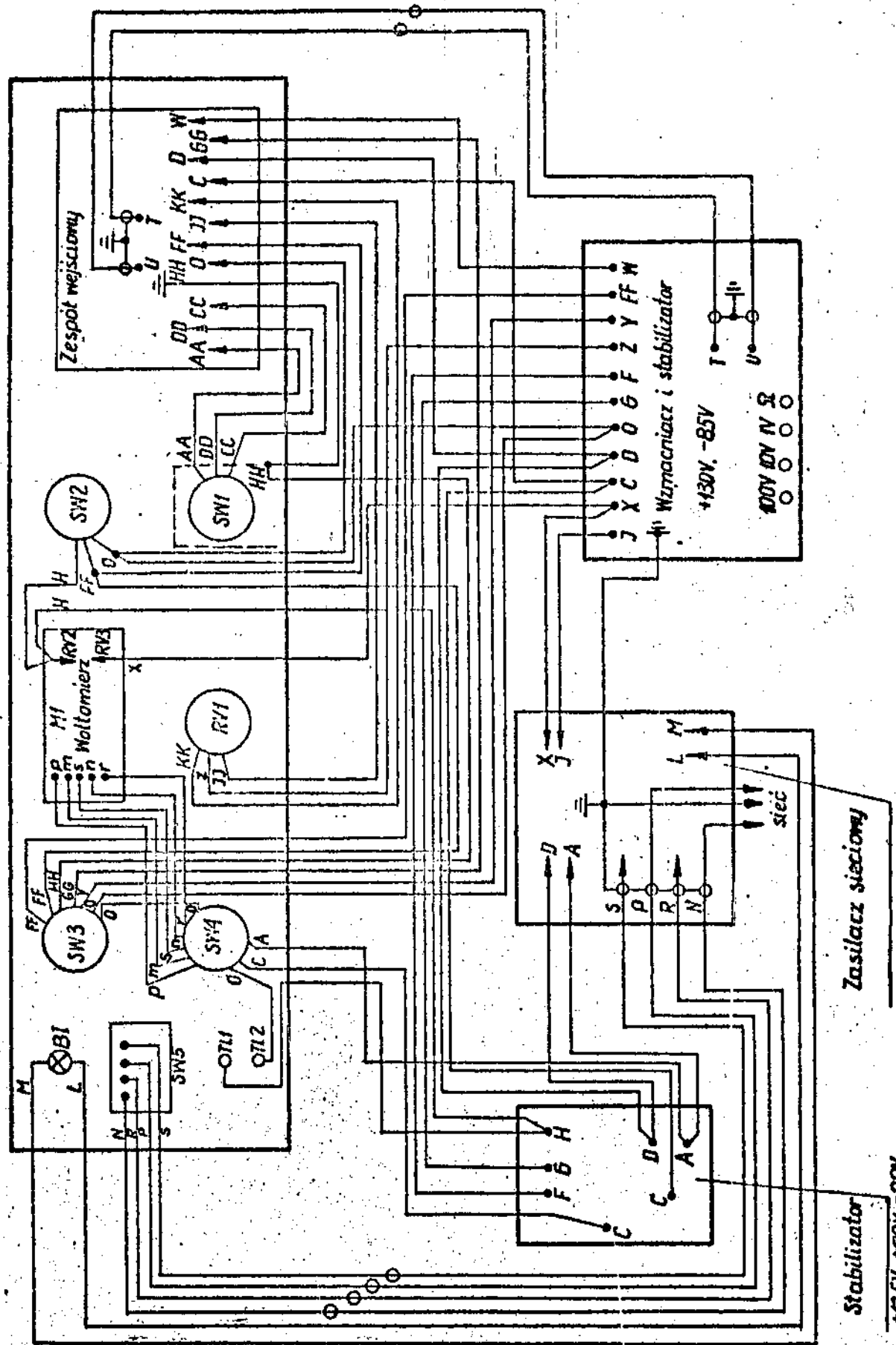


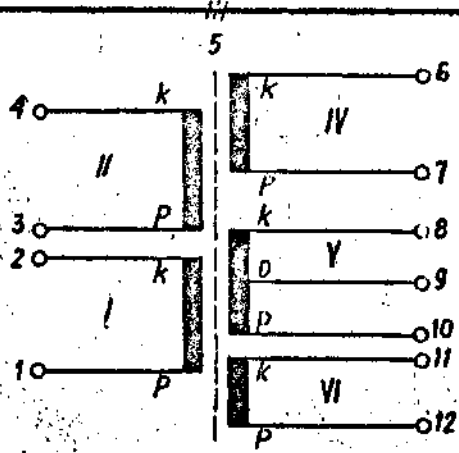
Fig. B Połączenie zespołów

ELEKTROMETR
typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 71 Ark. 78



Dane uzwojenia	I	II	III	IV	V	VI
Sposób uzwojenia	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy
Oznaczenie i wymiar drutu	0,5	0,3	tasma ±0,1	0,16	0,7	0,3
Wymiary marginesów (mm)	1	1	1	2	2	3
Ilość zwojów	632	572	2	1400	206	22
Odczep po zwoju	—	—	—	—	103	—
Izolacja między warstwami	papier kondensatorowy					

- p - początek uzwojenia
- o - środek uzwojenia
- k - koniec uzwojenia

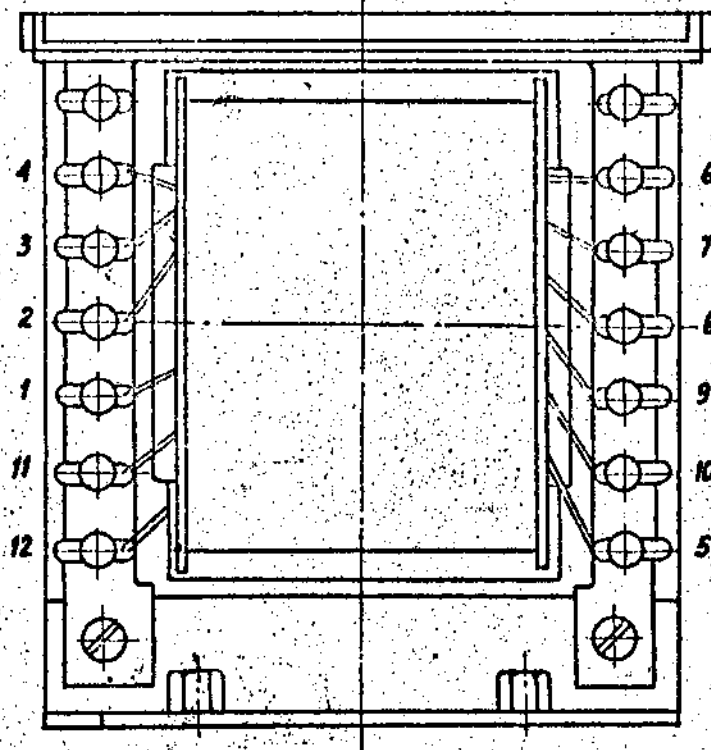


Fig. 19 Transformator sieciowy Tr400.

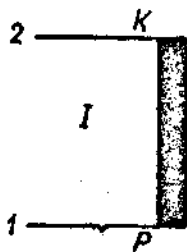
ELEKTROMETR
Typ 219 A

IT-219 A

ZRK

Ark. 72

Ark. 78



DANE UZWOJENIA	
Sposób uzwojenia	warstwowy
Oznaczenie i wymiar drutu	$\phi 0,7$
Wymiary marginesów [mm]	2
Ilość zwojów	462
Odczep po zwoju	—
Izolacja między warstwami	papier kondens.

P - początek uzwojenia
 K - koniec uzwojenia

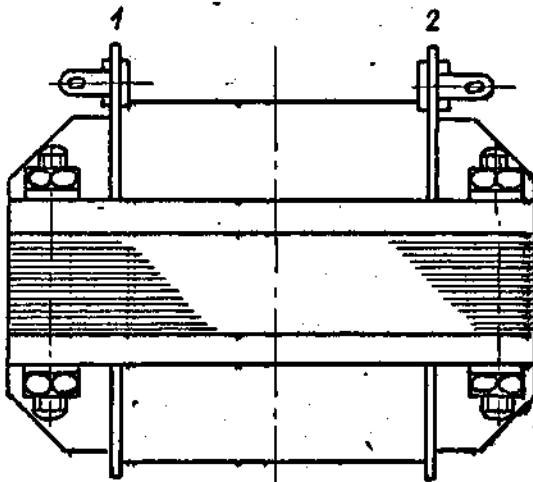


Fig. 20 Dławik sieciowy L-400

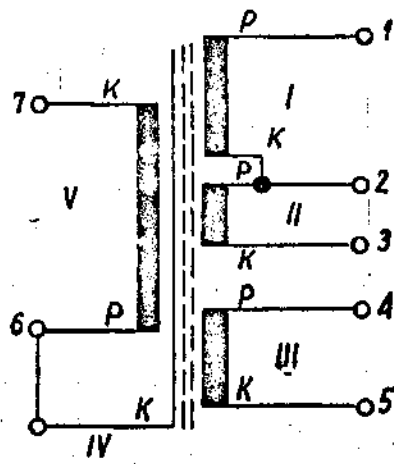
ELEKTROMETR
 Typ 219 A

IT-219 A

ZRK

Ark. 73

Arkuszy 78



Dane uzwojenia	I	II	III	IV	V
Sposób uzwojania	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy
Oznaczenie i wymiar drutu	$\phi 0,12$	$\phi 0,25$	$\phi 0,25$	tasma $\pm 0,1$	$\phi 0,25$
Wymiary marginesow [mm]	1	1	1	1	1
Ilość zwojow	280	30	20	2	48
Odczep po zwoju	—	—	—	—	—
Izolacja między warstwami	papier kondensatorowy				

p - początek uzwojenia
 k - koniec uzwojenia

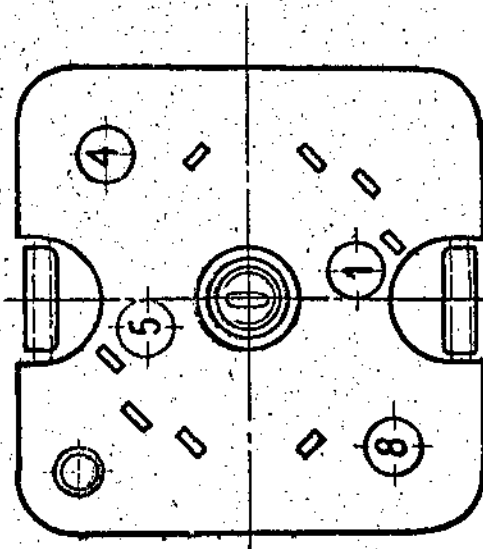


Fig. 21 Transformator przetwornicy T-100.

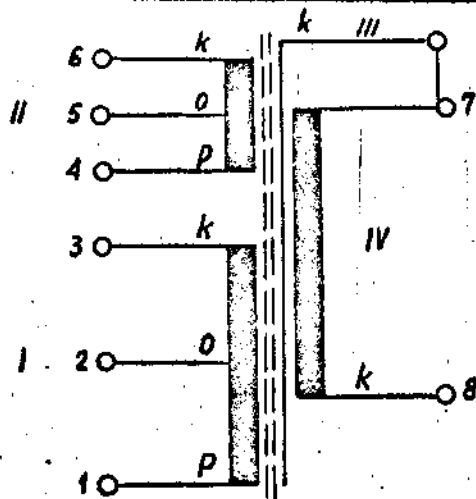
ELEKTROMETR
 Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark. 74

Ark. 78



DANE UZWOJENIA	I	II	III	IV
Sposób uzwojania	warstwowy	warstwowy	warstwowy	warstwowy
Oznaczenie i wymiar drutu	$\phi 0,25$	$\phi 0,25$	tasma $\neq 0,1$	$\phi 0,12$
Wymiary marginesów [mm]	1	1	1	1
Ilość zwojów	60	24	2	248
Odczep pozwoju	30	12	—	—
Izolacja między warstwami	papier kondensatorowy			

p_o - początek uzwojenia
 0 - środek uzwojenia
 k - koniec uzwojenia

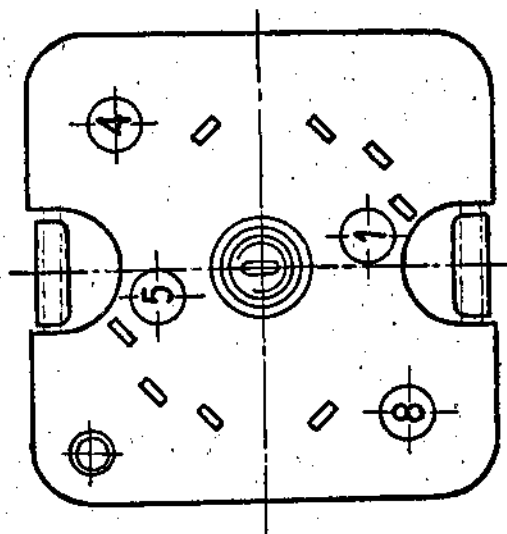


Fig. 22 Transformator przetwornicy Tr 300

ELEKTROMETR
 Typ 219A

IT-219A

ZRK

Ark75

Ark.78

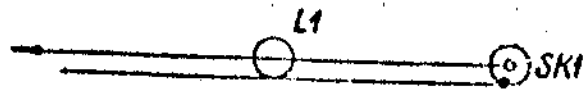


Fig. 23 Schemat ideowy przewodu wejściowego typ 219-1.

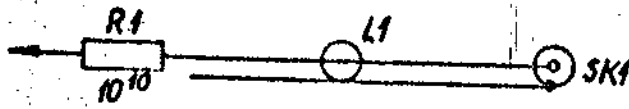


Fig. 24 Schemat ideowy dzielnika napięcia typ 219-2.

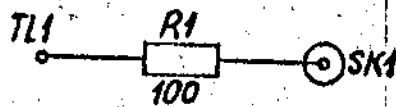


Fig. 25 Schemat ideowy bocznika prądu typ 219-3A.

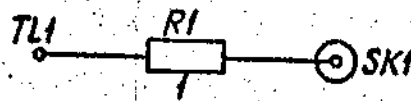


Fig. 26 Schemat ideowy bocznika prądu typ 219-3B.

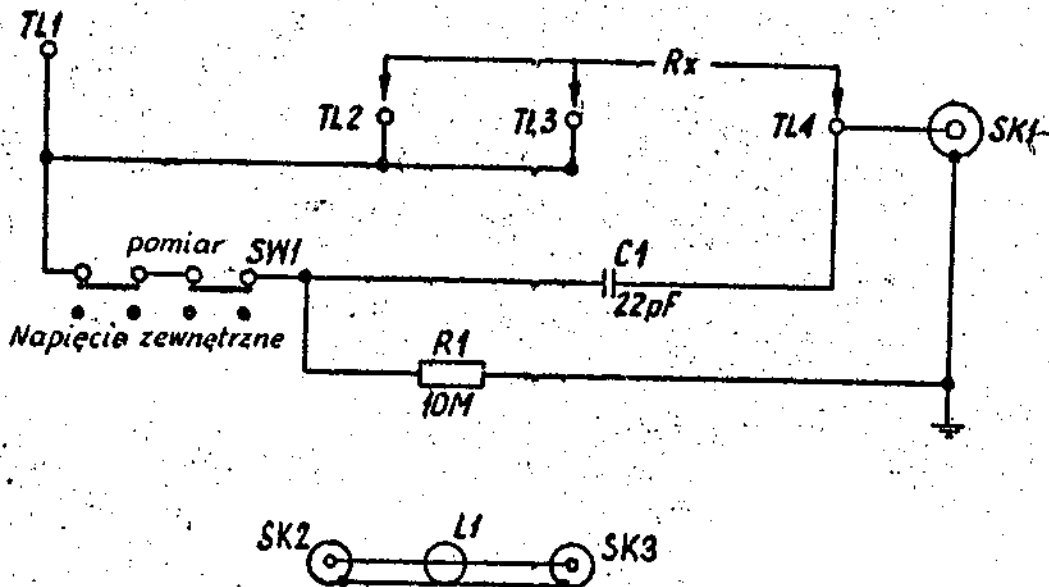


Fig. 27 Schemat ideowy przystawki do pomiaru rezystancji typ 219-4.

ELEKTROMETR
Typ 219 A

IT-219 A

ZRK

Ark. 76

Ark. 78

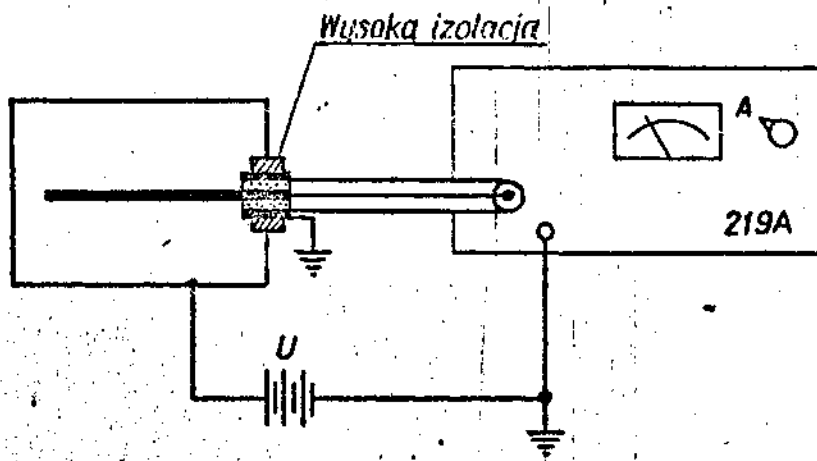


Fig.28 Pomiar prądu komory jonizacyjnej.

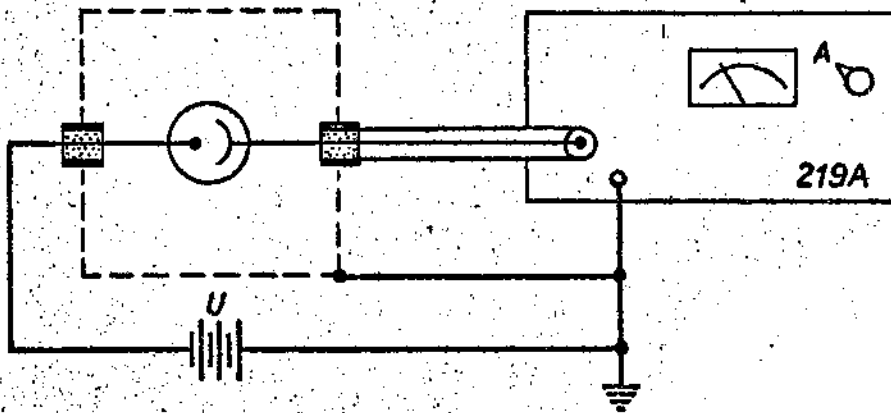


Fig.29 Pomiar prądu fotokomórki.

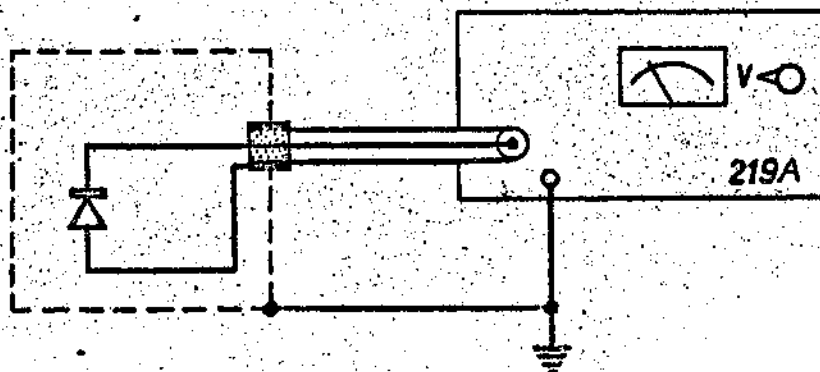


Fig.30 Pomiar napięcia kontaktowego.

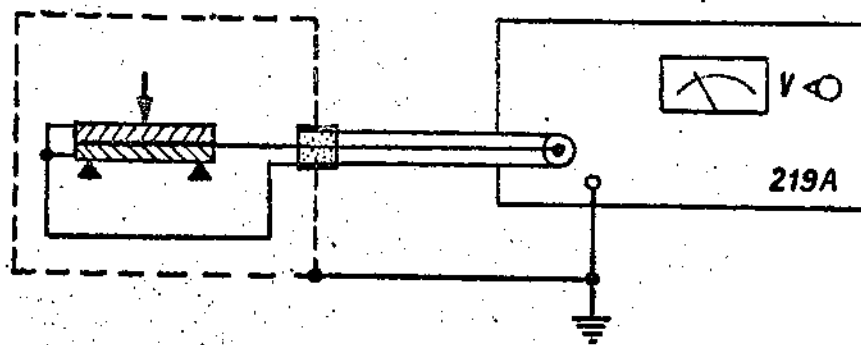


Fig. 31 Pomiar napięcia piezoelektrycznego

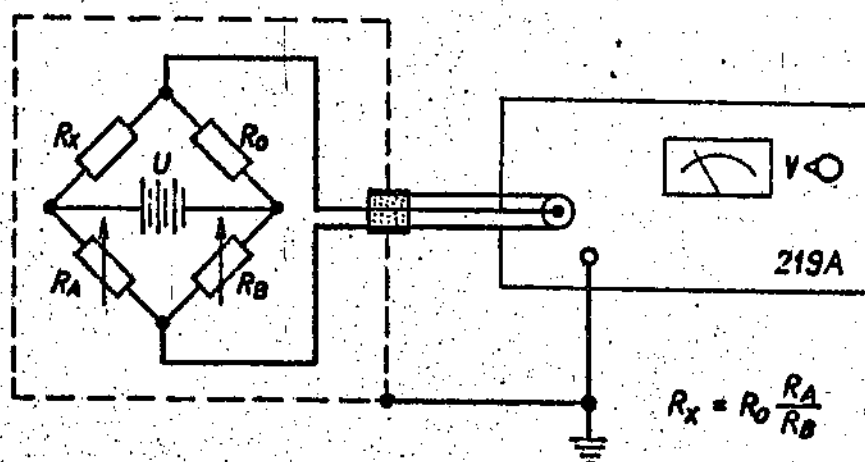


Fig. 32 Pomiar wielkich rezystancji metodą mostkową

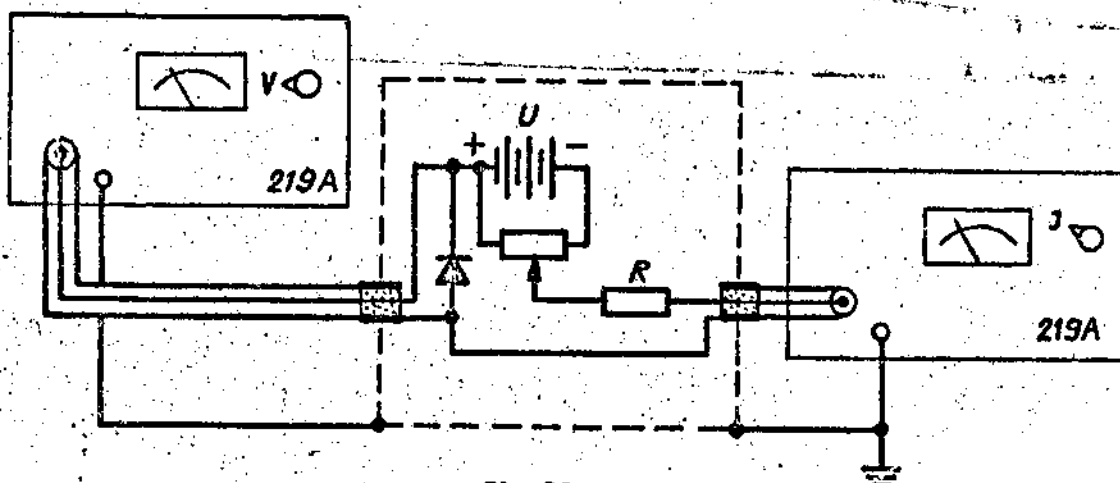


Fig. 33 Pomiar charakterystyki diody $U-f(I)$