

CZĘSTOŚCIOMIERZ-CZASOMIERZ LICZĄCY
TYP C 549A

Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej
"MERATRONIK"

Warszawa

ul. Białobrzeska 53

SPIS TRESCI

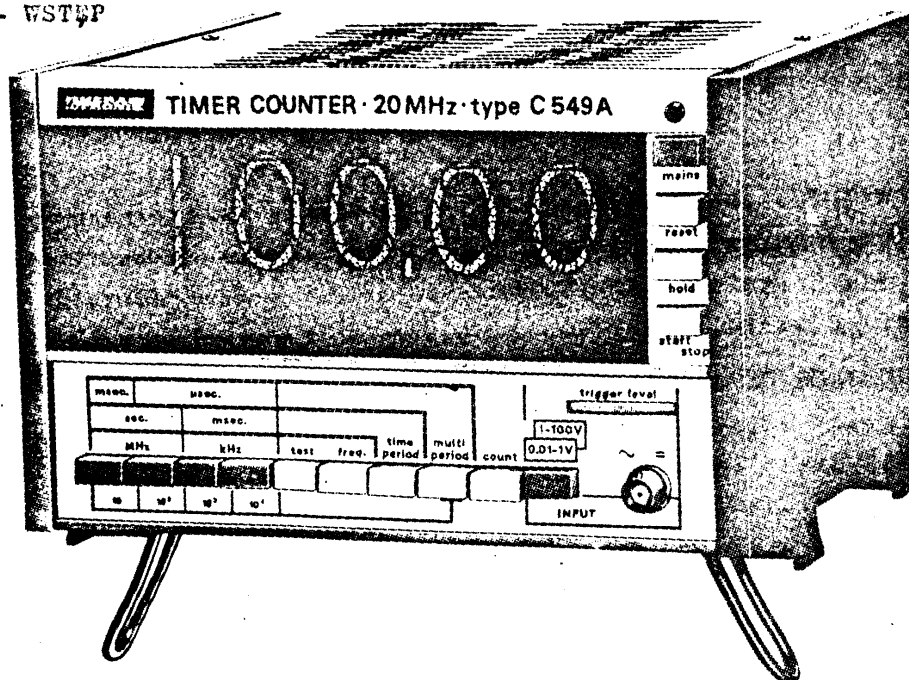
	Str.
I - WSTĘP	2
1/ Przeznaczenie przyrządu.....	2
2/ Dane techniczne przyrządu.....	4
3/ Wyposażenie.....	8
II- ZASADA DZIAŁANIA PRZYRZĄDU	9
1/ Pomiar częstotliwości.....	9
2/ Zliczanie impulsów elektrycznych.....	12
3/ Pomiar odstępu czasu i okresu	
Pomiar wielokrotności okresu.....	13
4/ Pomiar stosunku dwóch częstotliwości.....	17
5/ Kontrola wewnętrzna przyrządu.....	18
III-OPIS TECHNICZNY POSZCZEGÓLNYCH	
PODZESPOLÓW PRZYRZĄDU	20
1/ Układ wejściowy WF20.....	20
2/ Układ generatora wzorcowego GN1/II.....	21
3/ Zespół obniżaocy częstotliwości OB6/II.....	22
4/ Układ bramki sterowania i kasowania BSK.....	23
5/ Licznik elektroniczny LE5.....	26
6/ Opis konstrukcji mechanicznej.....	23
IV- POMIARY	32
1/ Pomiar częstotliwości.....	34
2/ Zliczanie ^{liczby} impulsów elektrycznych.....	37
3/ Pomiar czasu i okresu.....	38
4/ Pomiar wielokrotności okresu.....	40
5/ Pomiar stosunku dwóch częstotliwości F1/F2.....	41
6/ Kontrola wewnętrzna przyrządu.....	42
7/ Wykorzystanie wyjść i wejść przyrządu doprowadzonych do gniazd wielokontaktowych.....	42
V - WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU I PRZECHOWYWANIA	44
SCHEMATY	
1/ Schemat połączeń przełączników P1 i P2.....	45
2/ Schemat ideowo logiczny częstotlicmierza.....	49
3/ Schemat ideowy zasilacza Z5.....	51

Wykonał	mgr inż. A. Czerniewska	9.09.71	PC		
Sprawdził	inż. M. Wojski	9.09.71			
Zatwierdził	mgr inż. J. Woźniński	11.07.71			
				Ark. 1	A-szy 51

OPIS TECHNICZNY
CZĘSTOŚCIOMIERZA-CZASOMIERZA LICZĄCEGO
TYP C549A

OT-070

I - WSTĘP



Fot.1 Widok z przodu częstotściomierza czasomierza liczącego typ C549A

1/ Przeznaczenie przyrządu

Częstotściomierz czasomierz liczący typ C549A jest uniwersalnym przyrządem pomiarowym wykonanym w oparciu o technikę zliczania liczby impulsów, całkowicie na obwodach scalonych monolitycznych grupy TTL.

Charakteryzuje się dobrymi parametrami technicznymi, małymi wymiarami i małą masą oraz wysoką niezawodnością działania w szerokim zakresie temperatur od 0 do +50°C.

Przyrząd zapewnia bezpośredni pomiar częstotliwości od zera do 20MHz z dużą czułością. Możliwy jest więc pomiar bardzo słabych sygnałów, wolno zmieniających się w czasie lub wręcz pojedynczych impulsów dowolnie rozłożonych w czasie.

Dokładność pomiarów m.inn. uzależniona jest od dokładności użytego wzorca podstawy czasu. Przyrząd typowo jest wyposażony w kwarcowy generator wewnętrzny, którego dokładność jest wystarczająca do znacznej większości pomiarów.

Poza tym istnieje możliwość zastosowania zewnętrznego wzorca częstotliwości.

ZJEDNOCZONE ZAKŁADY ELEKTRONICZNEJ
APARATURY POMIAROWEJ

Ark. 2 | A-szy 51

Jednorzędowy pięciocyfrowy odczyt jest zrealizowany na neonowych wskaźnikach typu "Nixie". Dodatkową zaletą przyrządu jest duże pole odczytowe oraz duża jasność świecenia cyfr, co zapewnia bardzo dobrą czytelność wyniku nawet z dużej odległości.

Przyrząd może współpracować z rejestratorem wyniku w kodzie 1248 o polaryzacji dodatniej. Można również sterować ręcznie lub z zewnątrz układem branki i powtarzaniem pomiaru.

Częstościomierz czasomierz liczący typ C549A może być wykorzystany jako:

- miernik częstotliwości przebiegów elektrycznych;
- przelicznik ogólnego zastosowania;
- miernik czasu i okresu przebiegów elektrycznych;
- miernik wielokrotności okresu przebiegów elektrycznych;
- miernik stosunku dwóch częstotliwości.

Ze względu na zastosowanie bardzo dużego wzmacniacza prądu stałego o dużej rezystancji wejściowej, przyrząd można również wykorzystać do zliczania niepowtarzalnych zjawisk w obwodach elektrycznych.

Jeżeli ponadto zastosuje się odpowiednie czujniki lub przetworniki przetwarzające wielkości fizyczne na impulsy elektryczne przyrząd można wykorzystać do pomiarów szeregu wielkości nieelektrycznych/jak np.: pomiar średniej prędkości obrotowej, pomiar naprężeń i.t.p./.

Omawiany częstościomierz może stanowić wyposażenie w laboratoriach badawczych placówek naukowych, w biurach konstrukcyjnych oraz na stanowiskach kontrolnych i pomiarowych obsługujących taśmy montażowe w zakładach przemysłowych.

Dzięki zastosowaniu modułowej obudowy przyrząd może pracować jako urządzenie przenośne lub wbudowane w pulpit sterowniczy, względnie stojak.

2/ Dane techniczne

- POMIAR CZĘSTOTLIWOŚCI

1. Zakres pomiaru : 0 do 20kHz
2. Dokładność pomiaru : ± 1 na ostatnim miejscu
 \pm dokładność użytego generatora podstawy czasu
3. Parametry wejściowe
- dla przebiegu sinusoidalnego
napięcie wejściowe : 0,02V do 1V wart. skut.
1V do 100V wart. skut.
- dla przebiegu impulsowego
napięcie wejściowe : 0,1V do 10V wart. ampl.
10V do 100V wart. ampl.
- szerokość impulsu : min. 30ns.
- polaryzacja : dodatnia i ujemna
- Impedancja wejściowa
- rezystancja wejściowa : $> 1M\Omega$
równoległa pojemność wejściowa : $\leq 20pF$
4. Czas pomiaru : 1ms, 10ms, 100ms, 1s
5. Wynik pomiaru : w "kHz" lub "MHz"
z uwzględnieniem przecinka

- ZLICZANIE IMPULSÓW ELEKTRYCZNYCH

1. Pojemność licznika : 10^5 impulsów
2. Parametry wejściowe : jak przy pomiarze częstotliwości
3. Sterowanie bramki : ręczne lub z zewnątrz

- POMIAR ODSTĘPU CZASU I OKRESU

1. Zakres pomiaru : 1ps do 10^2 s
2. Dokładność pomiaru : ± 1 na ostatnim miejscu
 \pm dokładność użytego generatora podstawy czasu \pm błąd trygera

OPIS TECHNICZNY
CZĘSTOŚCIOMIERZA-CZASOMIERZA LICZĄCEGO
TYP C549A

07-070

Błąd trygera dla przebiegów
sinusoidalnych

: mniejszy niż 0,3% wartości mierzonego okresu przy $U_{we}=100mV$ wart. skut.: $S/N \geq 40dB$

3. Parametry wejściowe

: jak przy pomiarze częstotliwości

4. Jednostka pomiarowa

: $\mu s, 10\mu s, 100\mu s, 1ms$

5. Wynik pomiaru

: w "ms" lub "s" w zależności od wybranej jednostki pomiarowej z uwzględnieniem przecinka

- POMIAR WIELOKROTNOŚCI OKRESU

1. Zakres pomiaru

: 0,1 μs do 10ms

2. Dokładność pomiaru

: jak dla pojedynczego okresu

Błąd trygera dla
przebiegów sinusoidalnych

: błąd trygera jak przy pomiarze pojedynczego okresu dzielony przez liczbę mierzonych okresów

3. Pomiar wejściowe

: jak przy pomiarze częstotliwości

4. Jednostka pomiarowa

: μs

5. Liczba mierzonych okresów

: $10; 10^2; 10^3; 10^4$

6. Wynik pomiaru

: w "ms" lub "s" z uwzględnieniem przecinka

- POMIAR STOSUNKU DWÓCH CZĘSTOTLIWOŚCI

1. Zakres pomiaru $\frac{F_1}{F_2}$

: 10^{-6} do 10^2

2. Parametry sygnału F_1
zakres częstotliwości

: $10^{-3}Hz \div 20MHz$

Parametry wejściowe

: jak przy pomiarze częstotliwości

3. Parametry sygnału F_2
zakres częstotliwości

: 1kHz do 10MHz

ZJEDNOCZONE ZAKŁADY ELEKTRONICZNEJ
APARATURY POMIAROWEJ

Ark. 5 A-52y 51

Parametry wejściowe	: jak przy sterowaniu przyrządu z zewnętrznego źródła
4. Współczynnik podziału częstotliwości F_2	: $10^3; 10^4; 10^5; 10^6$ w zależności od pozycji przełącznika jednostek
5. Wynik pomiaru	: podany liczbą odczytaną ze wskaźnika bez uwzględnienia przecinka podzieloną przez współczynnik podziału
- PARAMETRY OGÓLNE	
1. Wzorzec wewnętrzny	: 1MHz
Dokładność częstotliwości w temp. $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$: $\pm 1 \times 10^{-5}$
Zakres przestrajania częstotliwości	: ok. 30Hz
Niestabilność częstotliwości przy zmianach temperatury pracy w zakresie 0 do $+50^{\circ}\text{C}$: $0,5 \times 10^{-6} / 1^{\circ}\text{C}$
2. Wzorzec zewnętrzny	
zakres częstotliwości	: 1kHz do 10MHz
Parametry wejściowe napięcie	: 0,3 do 10V wart. szczytowej
kształt napięcia	: sinusoidalny lub odkształcony bez dodatkowych przejść przez zero
Impedancja wejściowa	
rezystancja wejściowa	: $\geq 2\text{k}\Omega$
równoległa pojemność wejściowa	: $< 30\text{pF}$
3. Odczyt	: 5-cie cyfrowy, rzędowy na lampach typu "Nixi"

OPIS TECHNICZNY
CZĘSTOŚCIOMIERZA-CZASOMIERZA LICZĄCEGO
TYP C549A

OT-070

4. Czas odczytu
 5. Pamięć licznika
 6. Sterowanie bramki
 7. Kontrola wewnętrzna
 8. Wejście i wyjście w przyrządzie
 Wejście koncentryczne
 Wejście i wyjście cyfrowe
 a/ wyjścia informacyjne
 b/ Wyjście do sterowania
 układu zewnętrznego
 poziom "1"
 poziom "0"
 max. prąd wpływający
 c/ Wejście do sterowania
 układu kasowania
 poziom "1"
 poziom "0"
 max. prąd wyphywający
- oraz znak dziesiętny
 Wysokość cyfr=30mm
 : 2s \pm 20% przy kasowaniu
 automatycznym oraz
 nieograniczony przy
 kasowaniu ręcznym.
 : W przyrządzie jest
 przewidziane włączenie
 układu pamięci.
 : ręczne lub z zewnątrz
 : przez pomiar częstotli-
 wości wewnętrznej
 100kHz w czasie od 1ms
 do 1s zmienianym w sko-
 kach dziesiętnych.
 : typ BNC-50-0/W
 : gniazdo nożowe
 wielokontaktowe
 : kod 1248
 logiką dodatnią
 : zakończenie pomiaru
 jest sygnalizowane
 przez zmianę poziomu
 logicznego "0" na "1"
 : \geq 2,4V
 : \leq 0,4V
 : 16mA
 : sygnałem kasującym
 wynik pomiaru jest
 zmiana poziomu logicz-
 nego "0" na "1"
 : +2V do +5,5V
 : 0V do +0,8V
 : 1,6mA

ZJEDNOCZONE ZAKŁADY ELEKTRONICZNEJ
APARATURY POMIAROWEJ

Ark. 7 A-szy 51

d/ Wejścia do zewnętrznego
sterowania bramki

: sygnałem sterującym
bramkę jest zmiana
poziomu logicznego
"0" na "1"

poziomy logiczne

: jak dla wejścia steru-
jącego układ kasowania

9. Zasilanie przyrządu

napięcie sieci zasilającej
częstotliwość
pobór mocy

: 220V $\pm 10\%$
: 50Hz ± 2 Hz
: ok. 18VA

10. Zakres temperatur

zakres temperatur pracy
zakres temperatur
składowania

: 0 do $+50^{\circ}\text{C}$
: -25°C do $+60^{\circ}\text{C}$

11. Wymiary przyrządu

wysokość
szerokość
głębokość

: 128mm
: 220mm
: 208mm

12. Masa

: ok. 3,5kg

3/ Wyposażenie

- 1 przewód koncentryczny zakończony wtykiem BNC
- 1 przewód sieciowy
- 2 wtyki nożowe wielokontaktowe
- 1 pokrowiec ochronny
- 2 bezpieczniki topikowe 0,315A
- 1 instrukcja obsługi

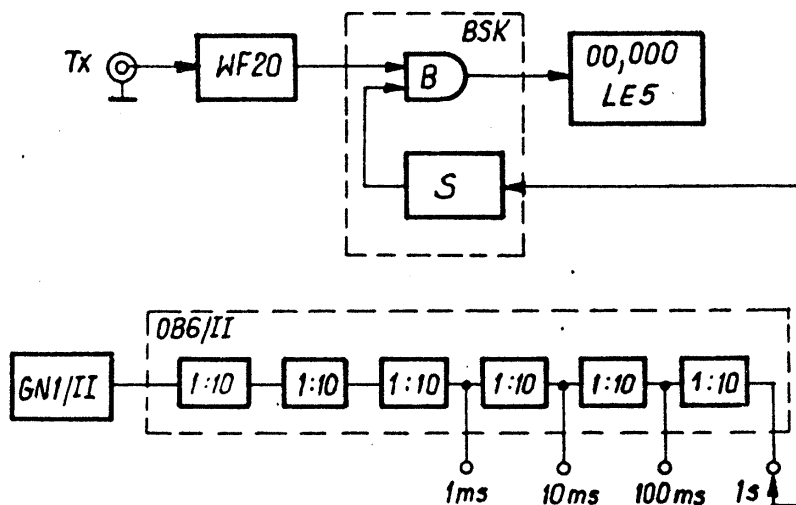
II - ZASADA DZIAŁANIA PRZYRZĄDU

Działanie częstotliwościomierza czasomierza liczącego typ C549A ogólnie mówiąc, opiera się na zasadzie zliczania przez licznik elektroniczny liczby impulsów elektrycznych w określonym przedziale czasu.

Szczegółowo praca przyrządu zostanie rozważona oddzielnie dla każdego rodzaju dokonywanego pomiaru.

1. Pomiar częstotliwości

Pomiar częstotliwości polega na zliczaniu we wzorcowym odstępie czasu liczby impulsów, których częstotliwość odpowiada częstotliwości sygnału badanego. Zasadę tę ilustruje rys. 1.



Rys. 1. Schemat funkcyjny pomiaru częstotliwości

W celu dokonania pomiaru częstotliwości F_x , przebieg badany po wzmacnieniu i uformowaniu na ciąg impulsów należy doprowadzić do jednego wejścia bramki głównej B. Jest to układ, który zależnie od poziomu utrzymywanego na drugim wejściu przenosi lub nie dostarczone do wejścia impulsy na swoje wyjście.

Impulsy przechodzące przez bramkę w stanie jej otwarcia zostają zliczone przez dekadowy licznik elektroniczny.

Czas trwania pomiaru jest więc odstępem czasu, w ciągu którego bramka jest otwarta. Czas ten wyznaczają impulsy o wzorcowych częstotliwościach powtarzania uzyskane bądź to z wewnętrznego generatora kwarcowego bądź doprowadzone z zewnętrznego źródła. Takie źródło częstotliwości wzorcowych zwane jest również generatorem podstawy czasu.

Szereg różnych wzorcowych czasów otrzymuje się dalej w zespole dziesiętnych obniżaczy częstotliwości oraz całego systemu przełączania na drodze prądu stałego z udziałem bramek elektronicznych typu "AND-OR-INVERT".

Przed każdym pomiarem przeprowadzana jest ręcznie lub automatycznie operacja "kasowania", po której licznik i układ sterowania znajduje się w stanie początkowym.

Następuje otwarcie bramki głównej na ustawiony wzorcowy odstęp czasu i zliczanie impulsów przez licznik.

Liczbę zliczonych impulsów odczytuje się ze wskaźnika, który składa się z lamp cyfrowych "Nixie". Liczba ta z uwzględnionym przecinkiem i odczytanym mianem jednostki jest wartością częstotliwości mierzonej.

Jest to średnia wartość częstotliwości określona w odstępnie czasu otwarcia bramki.

Jeżeli we wzorcowym odstępnie czasu T_w licznik zliczył N impulsów to, częstotliwość średnią określa zależność:

$$F_x = \frac{N}{T_w}$$

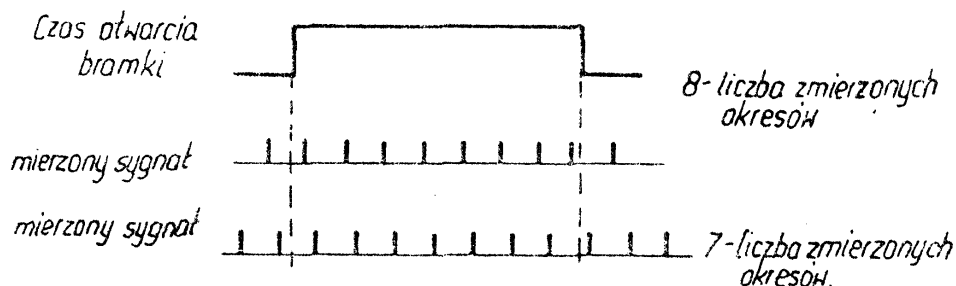
Względny błąd pomiaru częstotliwości średniej można na podstawie tego wzoru określić jako:

$$\frac{\Delta F_x}{F_x} = \pm \frac{\Delta N}{N} \pm \frac{\Delta T_w}{T_w}$$

Pierwszy składnik błędu wynika z zasady pomiaru.

Liczba zliczonych impulsów jest bowiem liczbą całkowitą i może się różnić od liczby okresów przebiegu mierzonego zawartych w odstępnie czasu otwarcia bramki. Ilustruje to rys.2.

Różnica ta nazywa się błędem metody.



Rys. 2. Błąd metody cyfrowej.

Liczba okresów sygnału przedstawionego na Rys. 2 mierzona metodą analogową wynosi 7,2,
Błąd bezwzględny metody cyfrowej

$$|\Delta N| \leq 1$$

a błąd względny

$$\left| \frac{\Delta N}{N} \right| \leq \frac{1}{N}$$

Ponieważ $N = F_x \cdot T_w$

zatem wartość pierwszego składnika błędu popełnionego przy pomiarze częstotliwości zależy od liczby impulsów zliczanych czyli od wartości częstotliwości mierzonej i czasu trwania pomiaru.

Drugi składnik błędu jest błędem wzorcowego odstępu czasu i zależy w pierwszym rzędzie od dokładności częstotliwości wzorcowej.

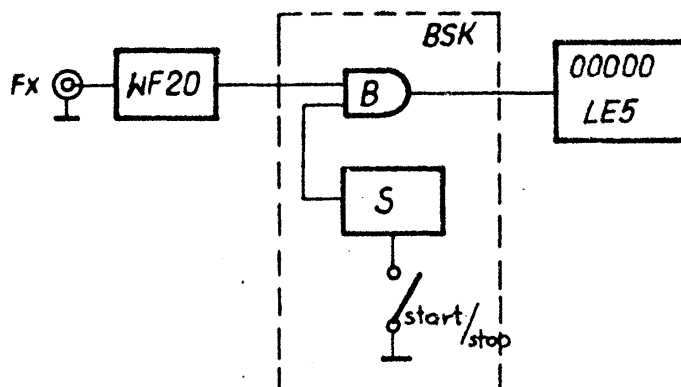
Decydujący wpływ ma tu dokładność częstotliwości wzorcowej. W celu uzyskania dużej dokładności pomiaru należy dążyć do otrzymania dużej liczby N impulsów zliczanych. Przy małych wartościach częstotliwości mierzonej można powiększyć N przez wydłużenie czasu pomiaru. Ponieważ jednak przyrząd mierzy częstotliwość średnią na czas trwania pomiaru, powiększenie T_w jest celowe tylko przy pomiarach stabilnych wartości częstotliwości.

Chocąc uzyskać informacje o tym jak zmienia się, w krótkich odstępach czasu, częstotliwość mierzona należy skrócić czas pomiaru rezygnując tym samym z dużej dokładności. Przy pomiarach małych częstotliwości może się okazać, że większą dokładność pomiaru można uzyskać przez pomiar okresu przebiegu badanego.

2. Zliczanie impulsów elektrycznych.

Pomiar polega na zliczaniu w sposób ciągły wszystkich impulsów elektrycznych doprowadzonych do wejścia.

Schemat funkcyjny dla tego rodzaju pomiaru przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Schemat funkcyjny zliczania impulsów elektrycznych.

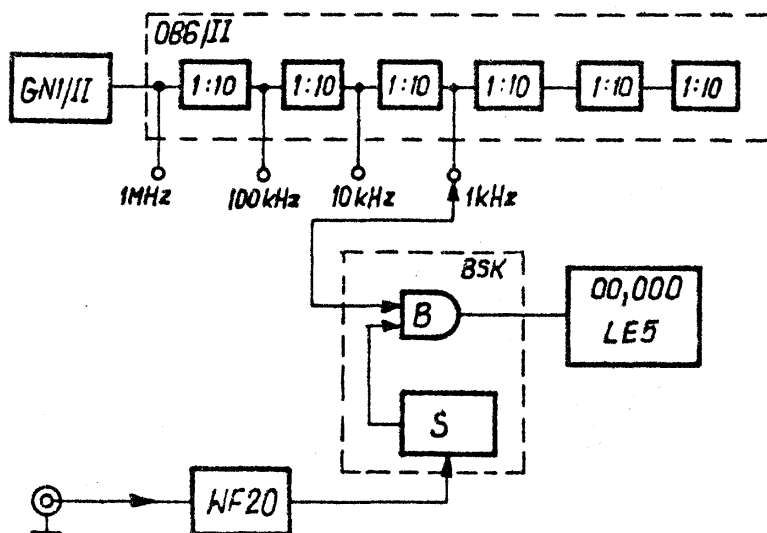
Pomiar w sposób ciągły uzyskuje się przez otwarcie bramki na stałe impulsem startowym. Czas zliczania może być ograniczony przez sterowanie bramki impulsami elektrycznymi wyznaczającymi przedział czasu. Sterowanie może odbywać się ręcznie przyciskiem "start/stop" lub z zewnętrznego źródła przez zmianę poziomów logicznych doprowadzanych do odpowiedniego wejścia. Błąd pomiaru wynika tylko ze skończonej

Wydolności rozdzielczej licznika impulsów. Minimalny odstęp czasu między kolejnymi impulsami, które licznik może prawidłowo zliczyć wynosi 50 ns.

3. Pomiar odstępu czasu i okresu

Pomiar wielokrotności okresu

Istota pomiaru polega na porównaniu mierzonego okresu z okresem wzorcowym, co ilustruje schemat funkcyjny na rys. 4 i 5.

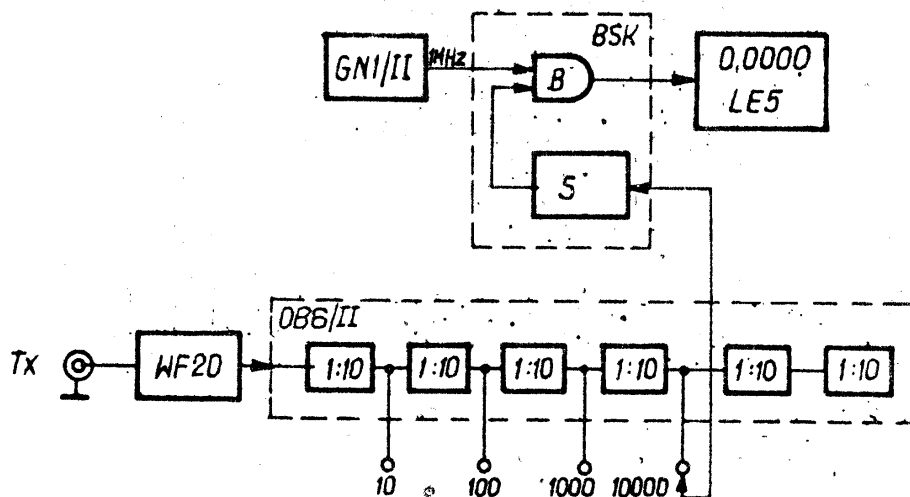


Rys. 4. Schemat funkcyjny pomiaru okresu.

Branka B otwierana jest podczas pomiarów na odstęp czasu równy jednemu lub wielokrotności badanego przebiegu.

Przebieg mierzony w układzie wejściowym podlega wzmacnieniu i uformowaniu na ciąg impulsów. Impulsy te poprzez układ sterowania bramki B powodują jej otwieranie i zamykanie. Wielokrotność okresu badanego przebiegu uzyskuje się przy pomocy dekadowych obniżaczy częstotliwości.

W czasie otwarcia bramki licznik elektroniczny zlicza impulsy o wzorcowej częstotliwości powtarzania. Zarejestruje więc



Rys. 5. Schemat funkcyjny pomiaru wielokrotności okresu. Liczbę okresów wzorcowych /jednostek pomiarowych/, które mieszczą się w 1, 10, 100, 1000 lub 10 000 okresach mierzonych. W wyniku pomiaru uzyskuje się liczbę wyrażającą stosunek czasu trwania okresu przebiegu badanego do wzorcowego.

Dzięki zastosowaniu jednostek pomiarowych: 1ns, 10ns, 100ns, 1000ns liczba ta odczytana wraz z przecinkiem i odpowiednim mianem jest wartością mierzonego okresu.

Jeżeli licznik zliczył w ciągu jednego okresu przebiegu mierzonych N impulsów o wzorcowym okresie powtarzania T_w to, okres mierzony wynosi:

$$T_x = N \cdot T_w$$

Względny błąd pomiaru okresu wynosi

$$\frac{\Delta T_x}{T_x} = \pm \frac{\Delta N}{N} \pm \frac{\Delta T_w}{T_w}$$

Podobnie jak przy pomiarze częstotliwości można udowodnić, że wynikający stąd błąd bezwzględny:

$$|\Delta N| \leq 1$$

a błąd względny:

$$\left| \frac{\Delta N}{N} \right| \leq \frac{1}{N}$$

Ponieważ: $N = \frac{T_x}{T_w}$

zatem względny błąd przy pomiarze okresu można zapisać:

$$\frac{\Delta T_x}{T_x} = \pm \frac{T_w}{T_x} \pm \frac{\Delta T_w}{T_w}$$

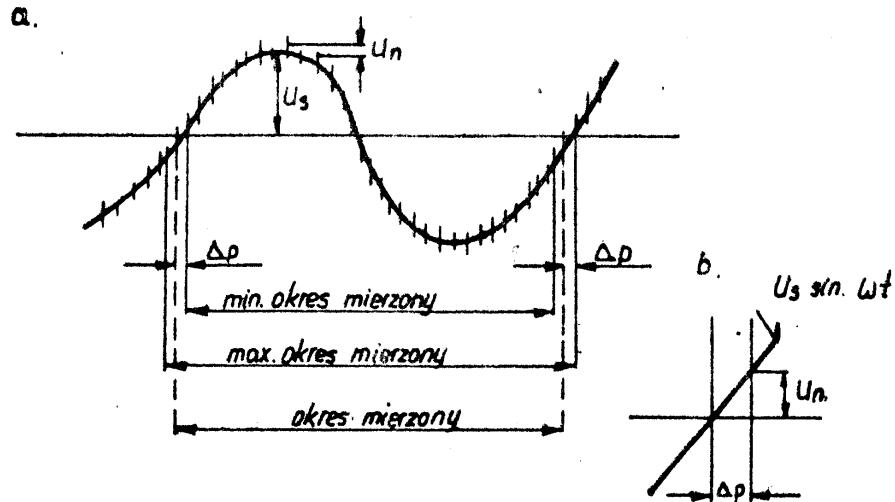
O wartości pierwszego składnika błędu decyduje liczba zliczonych impulsów.

Błąd ten maleje ze zmniejszeniem T_w , czyli ze zmniejszeniem jednostki pomiarowej.

Przy dokonywaniu wyboru T_w należy jednak pamiętać o skończonej pojemności licznika, która ogranicza możliwość jednoznacznego odczytania wartości N . Błąd pomiaru maleje ze wzrostem N . Dlatego może okazać się korzystne mierzenie nie jednego okresu lecz jego wielokrotności. Wynik pomiaru jest wówczas wartością okresu uśrednioną, na czas trwania pomiaru.

Powiększanie liczby okresów mierzonych zmniejsza również błąd dodatkowy, nie wymieniony wyżej, zwany błędem trygara. Jest on spowodowany niestabilnością progu działania układów formujących impulsy sterujące na skutek np.: wpływu napięć szkodliwych.

Przy pomiarach okresu przebiegu sinusoidalnego lub ogólnie przebiegów impulsowych o szybkościach narastania osza gorszych od 10^6 V/s należy się liczyć z możliwością istnienia tego dodatkowego błędu. Ilustruje to rys. 6.



Rys. 6. Błąd trygера spowodowany zakłóceniem.

Jeżeli sygnał wejściowy w punkcie zasilania trygера aproksymujemy linią prostą /rys. 6b/ to szybkość narastania $/N/s/$ sygnału wejściowego możemy określić jako

$$s = \operatorname{tg} \angle = \frac{U_n}{\Delta p} \quad /1/$$

dla sygnału wejściowego

$$U = U_s \sin \omega t$$

nachylenie stocna wyrażone jest różniczką

$$\frac{du}{dt} = U_s \cos \omega t$$

Jeżeli okres p mierzony jest przy $t = 0$

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{dU}{dt} = U_s \omega = U_s \frac{2\pi}{p} \quad /2/$$

Porównując zależności /1/ i /2/ otrzymujemy

$$\frac{U_n}{\Delta p} = \frac{2\pi U_s}{p}$$

stąd

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{U_n}{2\pi U_s}$$

Zakładając, że przy starcie i stopie trygera popełniamy taki sam błąd powyższą zależność możemy zapisać

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{2U_n}{2U_s \pi}$$

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{U_n}{\pi U_s}$$

Δp - błąd trygera w czasie pomiaru jednego okresu.

Z otrzymanego wzoru wynika, że błąd popełniany przy pomiarze okresu jest proporcjonalny do stosunku sygnału do zakłócenia i jest tym mniejszy im szybsze jest zbicie sygnału w punktach nadziałania trygera. Wynika stąd, że punkty pracy układu trygerującego powinny być możliwie jak najbliższe punktów przejścia przez poziom zerowy sygnału wejściowego. Wartość błędu trygera w typowych układach formujących wynosi dla pomiaru 1 okresu ok. 0,3% wartości mierzonej, natomiast dla wielokrotności okresu ulega zmniejszeniu proporcjonalnie do liczby mierzonych okresów.

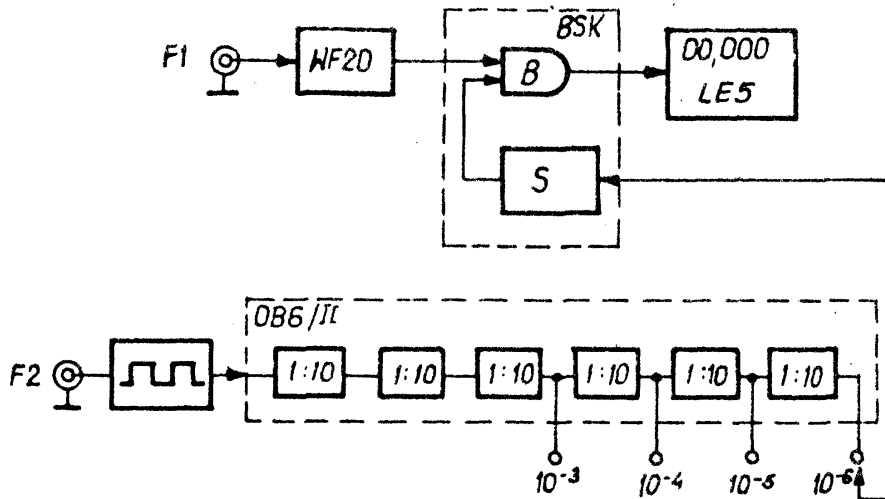
4. Pomiar stosunku dwóch częstotliwości F_1/F_2 .

Wyznaczanie stosunku dwóch częstotliwości F_1/F_2 odbywa się w układzie pokazanym na rys. 7

Zasada pomiaru jest identyczna jak przy pomiarze częstotliwości, z tym że bramkę otwierają impulsy uzyskane z podziału częstotliwości F_2 doprowadzonej do wejścia przeznaczonego dla zewnętrznego generatora podawcy czasu, natomiast liczone są impulsy ukształtowane w układzie wejściowym o częstotliwości F_1 .

Liczba impulsów zliczanych przez licznik wynosi:

$$N = \frac{F_1}{F_2} \cdot p \quad \text{stąd} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{N}{p}$$



Rys. 7. Schemat funkcyjny pomiaru stosunku dwóch częstotliwości.

gdzie: p - współczynnik podziału częstotliwości F_2 w układzie obniżaczy.

Względny błąd popełniony przy wyznaczaniu stosunku dwóch częstotliwości wyniku z błędów popełnianych przy pomiarze częstotliwości i przy pomiarze okresu i wynosi:

$$\frac{\Delta A}{A} = \pm \frac{1}{N} \pm \Delta t \quad \text{gdzie} \quad A = \frac{F_1}{F_2}$$

Błąd trygера Δt - określono w p. 3 niniejszego rozdziału.

5. Kontrola wewnętrzna przyrządu.

Kontrolę w przyrządzie przeprowadza się zgodnie ze schematem funkcyjnym przedstawionym na rys. 8.

Odbywa się ona przez pomiar obniżonej do 100 kHz częstotliwości wewnętrznej generatora podstawy czasu, która jest sliczana we wzorcowych odstępach czasu: od 1 ms do 1 s zmieniających w skokach dziesiętnych.

Wzorcowe czasy otwarcia bramki uzyskiwane są również przez odpowiednie obniżenie częstotliwości 1 MHz z wewnętrznego

generators.

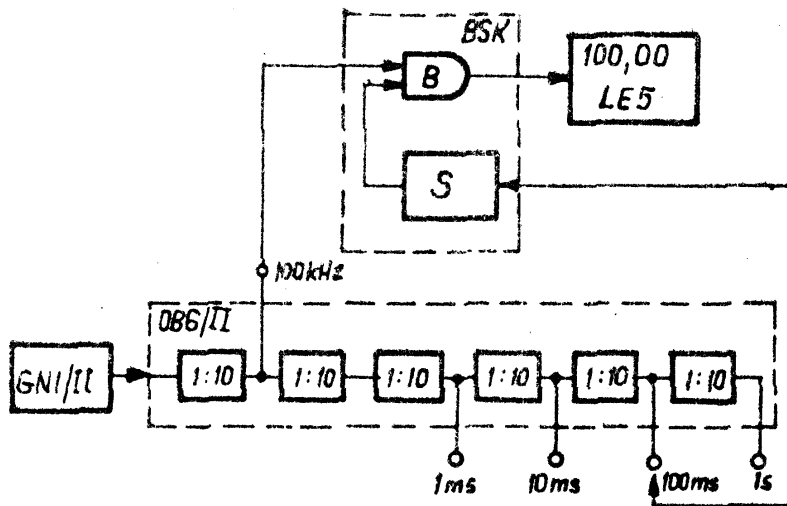
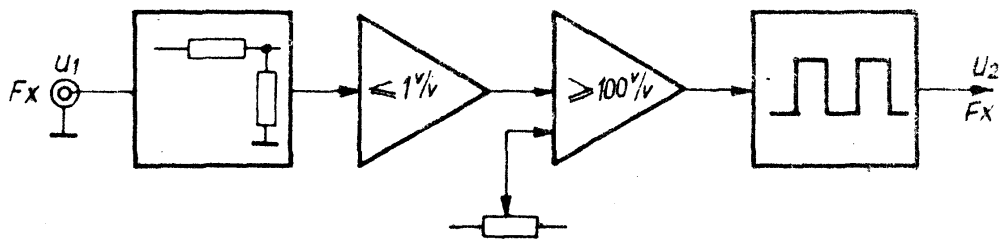


Fig. 8. Schemat funkcyjny wewnętrznej kontroli przyrządu.

III - OPIS TECHNICZNY POSZCZEGÓLNYCH PODZESPÓŁÓW PRZYRZĄDU

1. Układ wejściowy WF20.

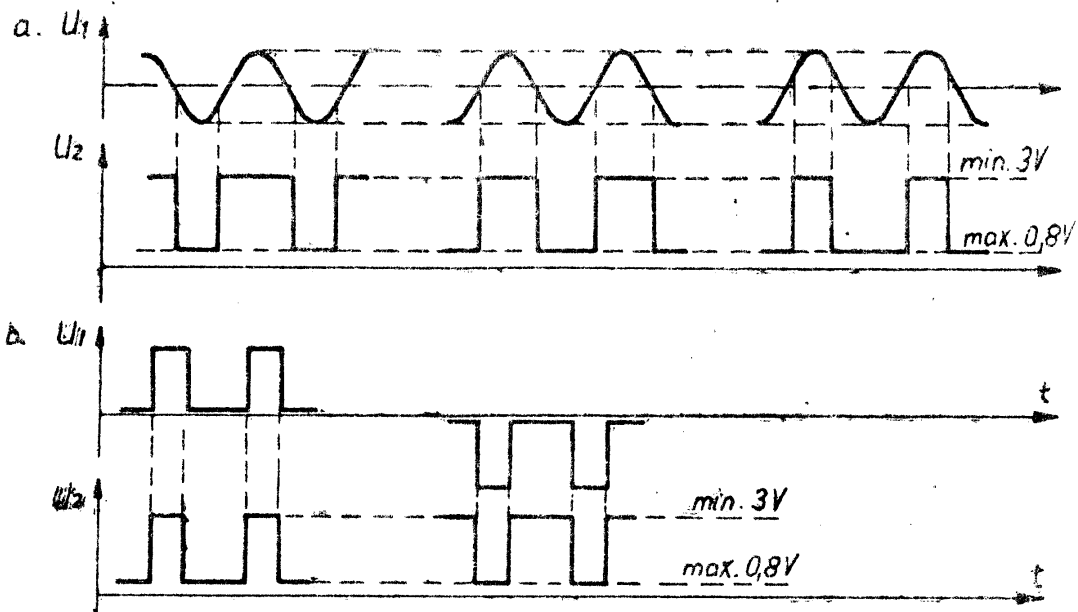
Schemat blokowy układu wejściowego przedstawia rys. 9,



Rys. 9. Schemat blokowy układu wejściowego WF20.

Układ wejściowy zbudowany jest z bardzo czułego wzmacniacza prądu stałego z dzielnikiem napięcia 1:100 na wejściu, oraz układu formującego impulsy. Wzmocnienie całego toru wzmacniającego jest rzędu 100 V/V co zapewnia zastosowany szerokopasmowy wzmacniacz scalony w obudowie T099 /OS 12/. Dużą rezystancję wejściową uzyskuje się dzięki zastosowaniu tranzystora polowego T4 pracującego w układzie wtórnika źródłowego.

Wzmacniacz posiada dwa wejścia. Do jednego z nich doprowadzony jest sygnał, natomiast w drugim regulowany jest poziom napięcia stałego przy pomocy potencjometru oznaczonego "trigger level". Regulacja ta powoduje zmiany średniego poziomu napięcia na wyjściu wzmacniacza w zakresie $+0,5V \div 4,5V$ i zapewnia dobór odpowiedniego punktu pracy dla układu formującego "Schmitta" zbudowanego na dwóch bramkach typu NAND /Os-19/. Rys. 10 przedstawia przebiegi napięć na wyjściu układu formującego.



Rys. 10. Przebiegi napięć w układzie WF20

- a/ napięcie wyjściowe w zależności od położenia potencjometru "trigger level",
- b/ napięcie wyjściowe w zależności od polaryzacji napięcia wejściowego.

2. Układ generatora wzorcowego 6N1/II.

Wewnętrzny generator podstawy czasu pracuje z rezonatorem kwarcowym jako elementem dodatniego sprzężenia pomiędzy dwoma brankami typu "NAND" /05 i1/.

Generator wytwarza sygnał o częstotliwości 1000 kHz i amplitudzie 5V.

Po zdjęciu spodu obudowy istnieje możliwość dostrojenia generatora wewnętrznego przy pomocy trymera C16. W ten sposób można skompensować zmianę częstotliwości wynikającą ze starzenia się kwarcu w czasie.

W celu umożliwienia sterowania przyrządu z zewnętrznego gene-

ratora wzorcowego zastosowano specjalny układ z wtórnikiem emiterowym na wejściu T_1 oraz układem formującym "Schmitta" na dwóch brankach typu "NAND" /Os 11/.

Przełączanie wzorców odbywa się przez zmianę położenia przełącznika P4, który zapewnia odpowiednią polaryzację wejść bramek 1 i 4.

3. Zespół obniżaczy częstotliwości OB6.

Zespół obniżaczy stanowi układ dziesiętny dekad liczących i jest złożony z 6-ciu obwodów scalonych /Os1 - Os6/.

Dzięki systemowi przełączeń poprzez bramki "AND/NOR" /Os7 - Os10/, ten sam układ dekad wykorzystywany jest jako 6-stopniowy dzielnik częstotliwości podstawy czasu oraz 4-stopniowy dzielnik częstotliwości mierzonej.

Z zespołu obniżaczy otrzymuje się:

Na wyjściu B:

- sygnały o wzorcowych czasach trwania wykorzystane do sterowania bramki głównej czyli czasy pomiaru: 1ms, 10 ms, 100 ms, 1s.
- sygnał brankujący uzyskany z podziału częstotliwości mierzonej podczas pomiaru wielokrotności okresu t.zn. liczbę mierzonych okresów 10 , 10^2 , 10^3 , 10^4 ,
- sygnał brankujący uzyskany podczas określania stosunku dwóch częstotliwości t.zn. podziału częstotliwości doprowadzonej do wejścia zewnętrznego generatora podstawy czasu: 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 .

Na wyjściu C:

- wzorcowe impulsy zliczane podczas pomiaru czasu i okresu czyli jednostki pomiarowe: 1ms, 100µs, 10µs, 1µs,
- wzorcowe impulsy zliczane podczas pomiaru wielokrotności okresu czyli jednostkę pomiarową 1µs.

Wszystkie te zależności realizowane są przy pomocy przełącznika jednostek oraz przełącznika funkcji przyrządu.

Przełączanie obniżaczy odbywa się prądem stałym na zasadzie przesyłania lub nie, sygnału przez zespół bramek z wejścia na jej wyjście.

Przesłaniu sygnału na wyjście odpowiada przyłożenie wysokiego poziomu /rozwarcie/ na drugie wejście odpowiedniej bramki i odwrotnie niski poziom /uziemienie/ na tym wejściu zamyka drogę dla sygnału.

Stan każdej z bramek w dowolnym momencie można odczytać ze schematu połączeń przełączników P1 i P2. Na schemacie przedstawiono przełączniki w stanie spoczynkowym /wyciśniętych przycisków/.

Przełącznik jednostek spełnia jeszcze jedną rolę, mianowicie wybiera odpowiedni przecinek wyświetlany z wynikiem pomiaru w zależności od rodzaju pracy przyrządu.

Kadania, które spełnia przełącznik jednostek ilustruje rys. 11.

/gate time/ Czas pomiaru	1ms	10ms	100ms	1s	freq. test.
	③	②	④	③	
Standard freq. Częstotliwości Mierzona	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	time period
	③	②	④	③	
(N= of periods) Liczba okresów	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	multi period
	②	③	④	②	
UNITS [P2]					

Uwaga: ②③④ - nr. kolejny przetaczonego przecinka odpowiadający kolejnej cyfrze wyniku, przed którą się pojawia.

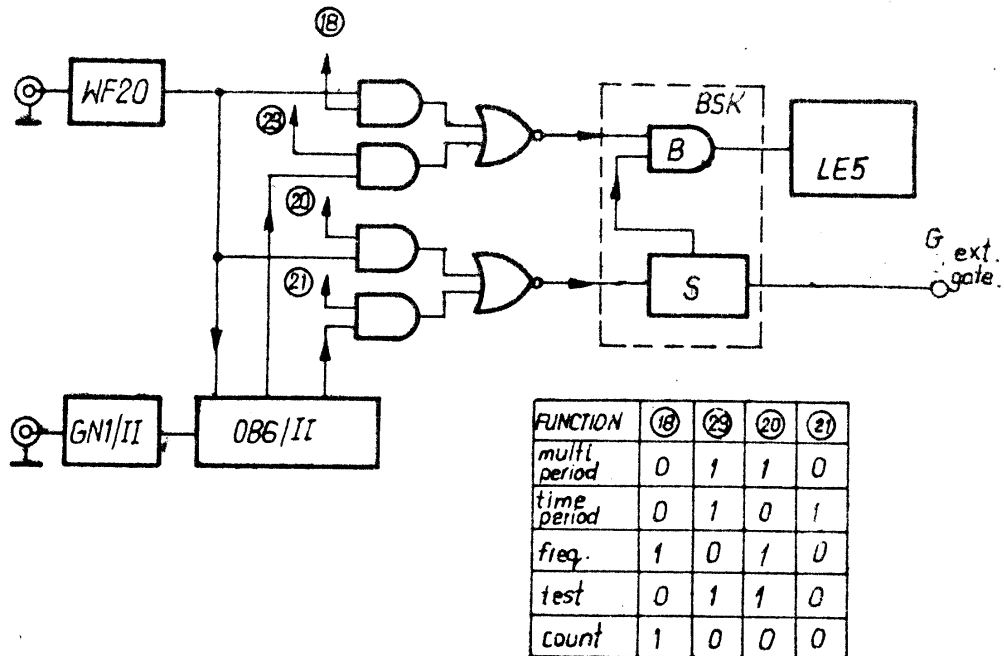
Rys. 11. Wielkości przetaczone przełącznikiem jednostek /P2/ w zależności od wybranej pozycji przełącznika funkcji /P1/.

4. Układ bramki sterowania i kasowania BSK₂

W skład tego układu wchodzi takie zespoły funkcjonalne jak:

- Bramka główna typu "NAND" /bramka 3 z obwodu Ds 18/.
- Bramki typu "AND-OR-INVERT" /Ds 17/ przy pomocy których odbywa się przełączanie torów podczas realizowania poszczególnych funkcji przyrządu.

Sposób przełączania torów ilustruje rys. 12.



Rys. 12. Schemat przełączania torów i tabela poziomów logicznych.

- Układ automatyki, który spełnia następujące zadania:
1. po zamknięciu bramki głównej ustala czas odczytu;
 2. po zakończeniu odczytu kasuje dokady oraz przygotowuje zespół sterujący bramkę główną do następnego cyklu;
 3. blokuje wejście przerzutnika sterującego bramką główną na czas odczytu i kasowania;
 4. umożliwia ponadto zatrzymanie automatycznego powtarzania pomiaru i ręczne skasowanie wyniku poczym inicjuje następny pomiar.

Sterowanie bramki odbywa się za pomocą przerzutnika głównego typu J-K /Os 15/ impulsem o polaryzacji dodatniej.

Na wejście jego zegara przychodzi z obniżaczy sygnał brankujący. Po zamknięciu bramki głównej przerzutnik monostabilny /Os 13/ ustala czas odczytu ok. 2 sek. Po zakończeniu odczy-

tu drugi przerzutnik monostabilny /OS 14/ wytwarza impulsy kasujące o czasie trwania ok. 300 ms,

Impulsy te z wyjścia Q mają polaryzację dodatnią i kasują dekadę licznika, natomiast odwrotnie spolaryzowane impulsy z wyjścia \bar{Q} kasują przerzutnik główny i dwa pomocnicze przerzutniki /OS 18/.

Przez czas odczytu i kasowania przerzutnik pomocniczy /2 z obwodu OS 18/ blokuje wejście K przerzutnika głównego. Po impulsie kasującym cały układ jest gotowy do ponownego cyklu.

Automatyka w przyrządzie może zostać zatrzymana dla każdego rodzaju pracy przez wciśnięcie przycisku "hold" t.zn. podanie wysokiego poziomu na jedną z wejść przerzutnika ustalającego czas odczytu.

Następny pomiar jest możliwy po wysłaniu impulsu kasującego na skutek ręcznego wciśnięcia przycisku "reset".

Podczas pracy przyrządu jako przelicznika ogólnego zastosowania, sterowanie branki odbywać się może ręcznie przez przycisk start/stop lub z zewnątrz przez wejście G na gnieździe wielokontaktowym na skutek odpowiednich zmian poziomu sygnału sterującego.

Otwarcie branki w przyrządzie jest sygnalizowane podświetleniem się napisu "gate" umieszczonego w polu wskaźników.

Dla krótkich czasów brankowania podświetlenie napisu zostało wydłużone do zauważalnego dzięki zastosowaniu układu na tranzystorze T10.

W przyrządzie zastosowano jeszcze jedną sygnalizację, mianowicie przepełnienie licznika. Jeżeli licznik zostaje wypełniony impulsami powyżej swojej pojemności, zostaje podświetlony napis "full" i taki stan trwa do momentu skasowania wyniku.

Sygnalizację tą zrealizowano przy pomocy przerzutnika J-K /4 z obwodu OS 18/, na którego wejście zegara podawany jest sygnał z wyjścia ostatniej dekady licznika.

Dodatni poziom na wyjściu \bar{Q} powoduje świecenie żarówki umieszczonej w obwodzie tranzystora T8.

Natomiast na wejście K przyłożony jest impuls blokujący,

który utrzymuje stan na wyjściu Q do momentu skasowania wyniku.

5. Licznik elektroniczny LES.

Zliczanie w określonym czasie impulsów doprowadzonych do wejścia P odbywa się przez dekadowy licznik częstotliwości. Zbudowany jest on wyłącznie z obwodów scalonych. Składa się z 5-ciu jednakowych układowo sekcji. W skład każdej z nich wchodzi dekada licząca, układ pamięci oraz reszyfrator i lampa cyfrowa typu "Nixie".

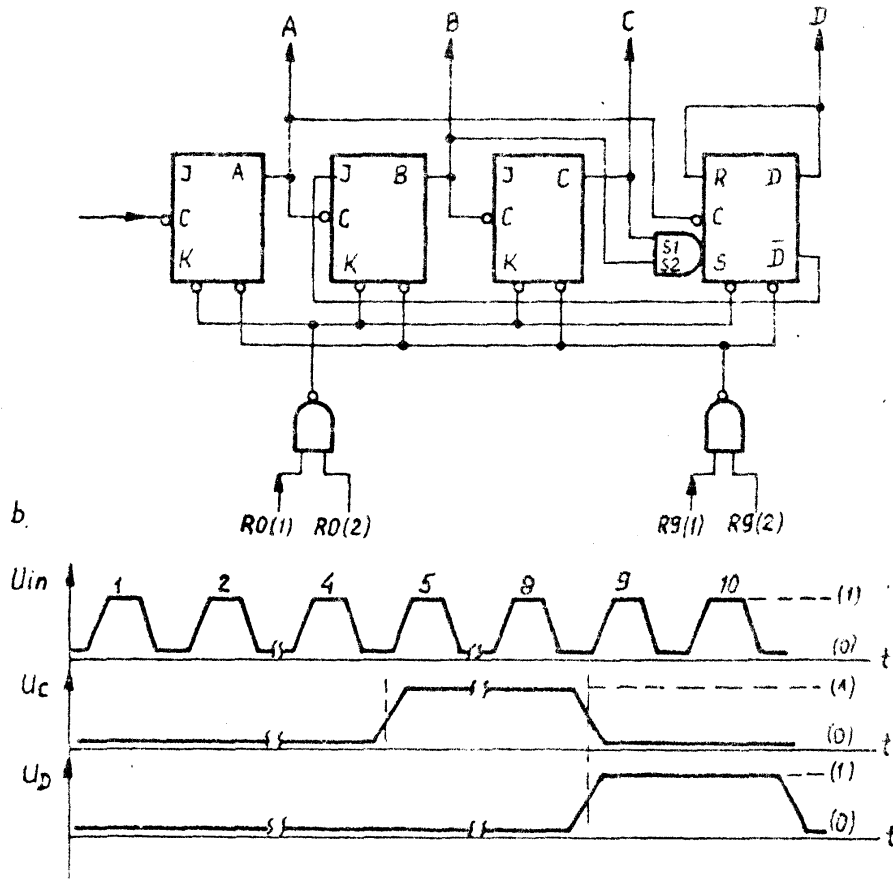
Układy logiczne zawarte w odpowiednich obwodach scalonych przedstawione są w objaśnieniach do schematu elektrycznego. Dekada licząca /Os 20 - 24/ pracuje w układzie 4-ch przerzutników typu J-K z właściwymi sprzężeniami zwrotnymi w kodzie 1248.

Stany na poszczególnych wyjściach ABCD przerzutników po każdym impulsie oraz przebiegi na wyjściu D dekady przedstawiono na rys. 13.

Wyjścia z poszczególnych dekad połączone z odpowiednimi wejściami przerzutników pracujących w układzie wykorzystanym do zapamiętania wyniku /Os 26-30/. Do połączonych wejść zegarów tych przerzutników doprowadzony został sygnał sterujący. Przez czas trwania pomiaru aż do jego zakończenia na wejściach tych utrzymuje się niski poziom, który uniemożliwia przedostanie się na wyjście informacji, natomiast droga dla informacji zostaje otwarta po zakończeniu procesu pomiaru na krótki okres czasu ok. 1 μ s. Działanie pamięci polega więc na utrzymaniu się wyniku pomiaru przez okres następnego pomiaru.

Informacja podana w kodzie 1248 z wyjść układu pamięci przekazywana zostaje na odpowiednie wejścia reszyfratora /Os 32-36/ i tu powoduje zapalenie się właściwej cyfry wskaźnika.

W zależności od wciśniętego przycisku przełącznika jednostek oraz wybranej funkcji przyrządu zostanie wyświetlony odpowiedni przecinek, który uwzględniony z odczytaną ze wskaźnika liczbą i mianem z opisu przełącznika jednostek stanowi wynik pomiaru.



	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Rys. 13 Praca dekady liczącej
 a. schemat logiczny dekady
 b. przebiegi na wyjściach ACD dekady
 c. tabela poziomów logicznych na wyjściach poszczególnych przelutników po kolejnym impulsie.

Sygnaly informujące o wyniku pomiaru w kodzie 1248 z wyjść układu pamięci, ^{oraz z wyjść dekodera przecinków /płytki DP2/} doprowadzone są również do gniazd wielokontaktowych.

Układ połączeń gniazd przedstawia tabela 1.

Nr. wypr.	Gniazdo 20-kontaktowe			
	lewe		prawe	
	a	b	a	b
0	A1	A2	A4	A5
9	B1	B2	B4	B5
8	C1	C2	C4	C5
7	D1	D2	D4	D5
6	A3	C3	S	Ap
5	B3	D3	K2	Bp
4	G	L	L Dp	Cp
3				
2				
1				

Objaśnienia:

1/ An, Bn, Cn, Dn - sygnały wyjściowe informujące o wyniku pomiaru podane w kodzie 1248

n - kolejna dekada licząc od wejścia licznika /

2/ K2 - sygnał wejściowy przeznaczony do sterowania układu kasowania wyniku. /"ext.reset"/

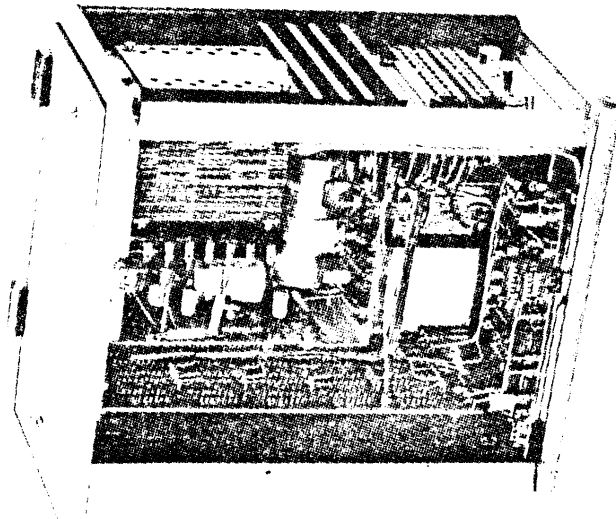
3/ G - sygnał wejściowy przeznaczony do zewnętrznego sterowania branki. /"ext.gate"/

4/ S - sygnał wyjściowy przeznaczony do sterowania dowolnego układu zewnętrznego. Podczas sterowania przelazcznik "memory" powinien być ustawiony w poz. "On".

5/ Ap, Bp, Cp, Dp - sygnały wyjściowe informujące o kolejnym przecinku, podane w kodzie 1248 /patrz rys. 11/.

6. Opis konstrukcji mechanicznej.

1/ Częstościomierz-czasomierz liczący typ C549A wyróżnia się niezwykłą prostotą budowy, przejrzystością i lekkością konstrukcji. Konstrukcja tego wyrobu oparta jest o najnowszą technikę obwodów scalonych monolitycznych grupy TTL.



Fot. 2. Widok częstościomierza-czasomierza liczącego typ C549A z góry /otwarty/.

Zastosowanie tej techniki pozwoliło m.in., w porównaniu z aparaturą dotąd produkowaną, na radykalne zmniejszenie wymiarów i masy całego przyrządu oraz na równoczesne zachowanie dużych wymiarów pola odczytowego i wygodnego dostępu do organów regulacyjnych.

2/ Przyrząd wykonano w typowej modułowej obudowie co pozwala na wykorzystanie go jako urządzenia przenośnego lub wmontowanego w stojak względnie pulpit sterowniczy. Przyrząd może pracować w pozycji pionowej lub pod kątem. Nachylenie przyrządu można uzyskać przez ustawienie go na podpórkach umieszczonych w podstawie obudowy.

3/ W przyrządzie wyodrębniono konstrukcyjnie pięć zespołów:

- Licznik elektroniczny /LE5/ złożony z płytki drukowanej połączonej z listwą wykorzystaną do zamocowania lamp cyfrowych oraz neonówek wyświetlających przecinki i napisy. Na płycie drukowanej umieszczono pięć jednakowych elementarnych obwodów drukowanych. Każdy taki obwód zawiera układy scalone dekady liczącej, pamięci, resyfratora oraz oporniki szeregowo dla wyświetlaczy i neonówek.

Do lamp cyfrowych uzyskuje się łatwy dostęp po odkręceniu ramki przedniej z ekranem oraz po zdjęciu ekranu czernionego.

- Zespół obniżaczy /OB3/II w skład którego wchodzi 8-dekadowy obniżacz częstotliwości podstawy czasu, 4-dekadowy obniżacz częstotliwości mierzonej, układ przełączania obniżaczy i przełączania torów złożony z przełączników i odpowiednich bramek oraz układ wejściowy /WF20/ z przełącznikiem zakresów, gniazdem wejściowym i regulatorem poziomu.

- Układ bramki, sterowania i kasowania /BSK2/, który zawiera bramkę główną z układem automatyki, zespół przełączników programujących pracę bramki, układy sygnalizacji oraz przełącznik sieciowy.

- Zespół wzorców /GN1/II/, który zawiera generator kwarcowy o częstotliwości 1 MHz oraz układ wejściowy dla zewnętrznej częstotliwości wzorcowej. Całość wraz z gniazdem wejściowym i przełącznikiem wzorców "clock" zmontowana jest na wspólnej płycie z dwoma gniazdami wielokontaktowymi oraz z przełącznikiem pamięci.

- Zespół zasilaczy /ZS/ złożony z trzech zasilaczy stabilizowanych: +5V /ZS3/, +6V -6V /ZS12/ oraz zasilacza wysokiego napięcia /ZS4/ dla zasilania lamp cyfrowych i neonówek. Całość wraz z transformatorem sieciowym zmontowana jest na tylnej ścianie obudowy.

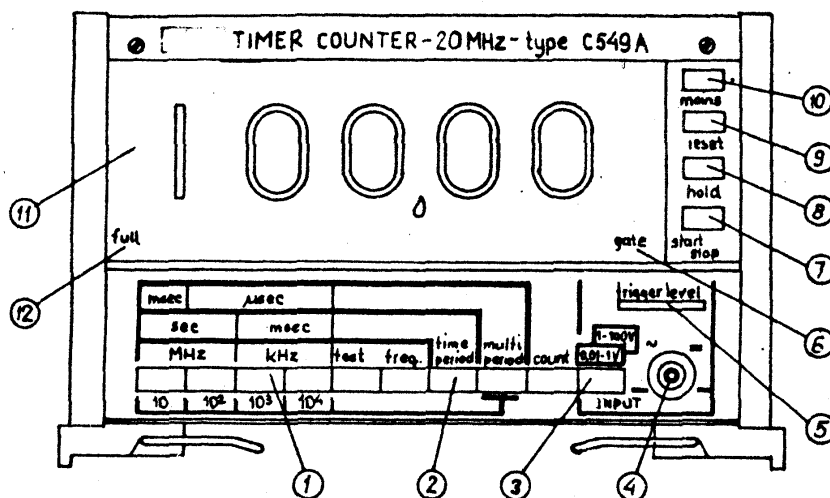
Wszystkie omówione podzespoły /oprócz płytek zasilaczy/ wykonane są na płytkach drukowanych z laminatu dwustronnie foliowanego.

Połączenia obwodów /ścieżki/ drukowane są po obu stronach płyty, natomiast elementy montowane są tylko z jednej strony co umożliwia lutowanie na fali. Powierzchnie wolne od ścieżek po stronie elementów pokryte są folią i spełniają rolę ekranów. Podzespoły konstrukcyjne są niezależne i można je składać w różnej kolejności.

Pomiędzy sobą są one połączone przewodami zgrupowanymi w wiązki. Wyprowadzenia z poszczególnych podzespołów umieszczone są na skrajnych krawędziach płyt i łatwo dostępne po odkręceniu odpowiedniej osłony obudowy.

IV. POMIARY

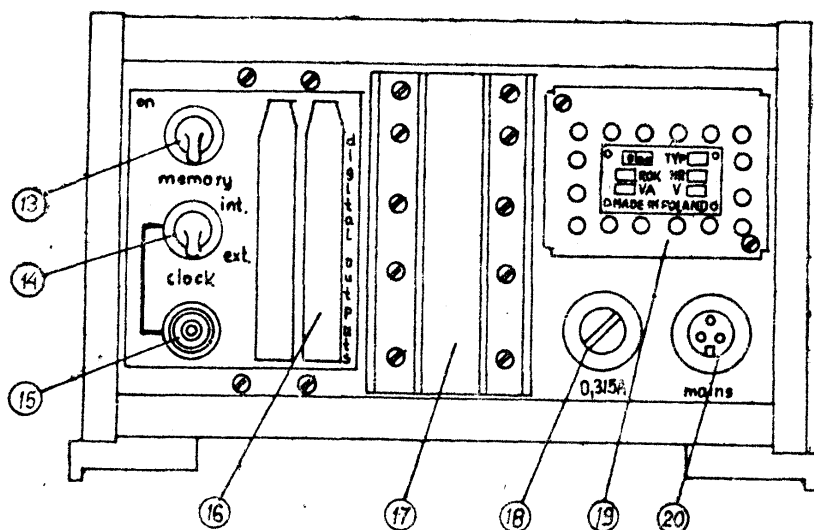
Poszczególne pomiary zostaną omówione w oparciu o rys. 14 płyty przedniej i tylnej rys. 15, na których są pokazane wszystkie elementy manipulacyjne.



Rys. 14. Widok płyty przedniej.

- 1 - Przełącznik P1 "UNITS", - przełączanie przecinków oraz jednostek w zależności od funkcji przyrządu.
- 2 - Przełącznik P2 "FUNKTION" - wybór jednego z pięciu rodzajów pracy przyrządu.
- 3 - Przełącznik P3 "INPUT" - wybór zakresu napięć w zależności od wartości napięcia przebiegu mierzonego.
- 4 - Gniazdo wejściowe BNC - wejście przebiegów stało i zmiennoprądowych.
- 5 - Pokrętło potencjometru R25 "trigger level" - regulacja poziomu napięcia na wejściu wzmacniacza.
- 6 - Sygnalizacja "gate" - podświetlany napis podczas otwarcia bramki.

- 7 - Przełącznik P9 "start/stop" - ręczne sterowanie branki.
- 8 - Przełącznik P8 "hold" zatrzymanie automatyki pomiarów.
- 9 - Przełącznik P7 "reset" - kasowanie wyniku pomiaru podczas wyłączonej automatyki pomiaru.
- 10 - Przełącznik P10 "mains" włączenie napięcia sieci zasilającej 220V.
- 11 - Pole odczytowe z pięcioma cyframi i odpowiednim przecinkiem.
- 12 - Sygnalizacja "full" - podświetlony napis w momencie przepełnienia licznika.



Rys. 15. Widok płyty tylnej.

- 13 - Przełącznik P6 "memory" - włączanie pamięci w liczniku w pozycji "on".
- 14 - Przełącznik P4 "clock" - przełączanie wzorców w przyrządzie.
- 15 - Gniazdo wejściowe wzorca zewnętrznej.
- 16 - Gniazda wielokontaktowe - wyjścia opisane na str.

- 17 - Radiator dla tranzystora regulacyjnego T3
- 18 - Gniazdo bezpiecznika sieciowego Bz-0,315 A.
- 19 - Osłona transformatora sieciowego Tri z tabliczką znamionową przyrządu.
- 20 - Gniazdo sieciowe.

1. Pomiar częstotliwości.

Pomiar częstotliwości przy zastosowaniu wewnętrznego generatora podstawy czasu.

1.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników na płycie przedniej

- a/ Przełącznik funkcji ② w poz. "freq",
- b/ Przycisk "hold" ③ w położeniu spoczynkowym /nie wciśnięty"
- c/ Przełącznik zakresów napięć ③ w poz. wybranej w zależności od poziomu mierzonego sygnału.
Dla zakresu napięć 0,01 → 1V w poz. spoczynkowej /nie wciśnięty/
Dla zakresu napięć 1 → 100V w poz. wciśniętej
- d/ Przełącznik jednostek ① w dowolnie wybranej jednej z czterech możliwych pozycji.

Ustawienie przełączników na płycie tylnej.

- a/ Przełącznik pamięci ④ w poz. nieozn.
- b/ Przełącznik wzorców ④ w poz. wewnętrznego generatora "int".

1.2. Sposób przeprowadzania pomiarów.

Po doprowadzeniu sygnału do wejścia "input" przyrządu pracującego jako miernik częstotliwości, przeprowadzenie pomiaru będzie możliwe po właściwym ustawieniu pokrętła "trigger level".

Dla większych napięć sygnału wejściowego /rzędu kilkudziesięciu mV/ ustawienie tego pokrętła nie sprawia żadnych trudności.

Pomiar powinien być wykonywany w środkowym położeniu zakresu ustawienia potencjometru "trigger level", w którym przyrząd mierzy częstotliwość sygnału wejściowego.

Przy sygnałach wejściowych o bardzo małych amplitudach /10 mV/ mogą wystąpić trudności z właściwym ustawieniem potencjometru z uwagi na stosunkowo wąski zakres jego ustawienia, w którym przyrząd pracuje prawidłowo. Znacznym ułatwieniem może tu być właściwość przyrządu występująca w poz. "freq" przełącznika funkcji, która polega na tym, że poza obszarem liczenia każdorazowe otwarcie bramki na dowolny okres czasu po jej zamknięciu powoduje wyświetlenie wyniku "00000" lub "00001" w zależności od ustawienia pokrętki "trigger level".

Korzystając z powyższej informacji należy powoli obracając pokrętkę znaleźć zakres jego ustawienia pomiędzy tymi dwoma wynikami. Pomiar należy wykonywać w środkowym położeniu tego zakresu. Przy małych amplitudach sygnału wejściowego obszar ten jest stosunkowo wąski i w miarę wzrostu amplitudy ulega przesunięciu, co w konsekwencji powoduje, że przy odpowiednich parametrach sygnału wejściowego /duża amplituda, współczynnik wypełnienia ok. 0,5/ prawidłowy wynik można uzyskać niezależnie od ustawienia pokrętki "trigger level".

Innym sposobem ustawienia omawianego potencjometru dla dowolnego sygnału wejściowego określonego danymi technicznymi przyrządu polega na tym, że należy początkowo wcisnąć przycisk "count" /przelicznik/, otworzyć przyciskiem "start/stop" bramkę na stałe i obracając powoli potencjometrem znaleźć zakres położenia, w którym jest widoczny proces zliczania /układ pamięci powinien być wyłączony/. Środkowy punkt tego zakresu jest poszukiwanym położeniem potencjometru, w którym należy go pozostawić. Po wykonaniu tej czynności można przyrząd przełączyć przełącznikiem funkcji na dowolny rodzaj pracy.

Omówione sposoby ustawienia potencjometru "trigger level" przy małych sygnałach wejściowych wymagają pewnej wprawy, którą zresztą uzyskuje się dość łatwo. To niewątpliwe, mimo wszystko utrudnienie w posługiwaniu się przyrządem wynika z dużej czułości układu wejściowego, szerokiego zakresu częstotliwości napięć wejściowych oraz dużej

dowolności co do kształtu i polaryzacji tych napięć.

1.3. Odczyt zmierzonej częstotliwości.

Miejsca dziesiętne oznaczone odpowiednim przecinkiem zależą od wciśniętego przycisku przełącznika jednostek. Przełącznik ten w przypadku pomiaru częstotliwości przełącza czasy pomiaru 1 ms, 10 ms, 100ms, 1s i jest w pierwszych dwóch pozycjach opisany w "MHz" /Megahercach/, w pozostałych w "kHz" /kilohercach/. Wynik pomiaru jest więc określony w "MHz" lub "kHz" liczbą odczytaną ze wskaźnika z uwzględnieniem przecinka.

W zależności od tego jaka częstotliwość i z jaką dokładnością ma być pomierzona, należy wybrać najkorzystniejszą pozycję przełącznika jednostek,

1.4. Sygnalizacja w liczniku.

Podczas przeprowadzania pomiarów działają dwie sygnalizacje. Jedna oświetla napis "gate" i sygnalizuje otwarcie bramki. Druga oświetla napis "full" wówczas gdy licznik zostanie przepełniony impulsami powyżej jego pojemności.

1.5. Zastosowanie pamięci licznika.

Dokonując pomiarów można włączyć w liczniku pamięć. W tym celu przełącznik "memory" należy ustawić w pozycji "on". Wtedy proces zliczania nie będzie widoczny a wynik będzie ulegał zmianie tylko po zmianie sygnału mierzonego.

1.6. Ręczne sterowanie pomiarem.

Jeżeli podczas pomiaru wymagany jest inny od 2 sekund czas odczytu wyniku, należy w tym celu wcisnąć przycisk "hold" zatrzymując w ten sposób automatykę pomiaru. Wtedy przyrząd jednorazowo zliczy i wyświetli wynik a następny pomiar również pojedynczy może być dokonany po ręcznym skasowaniu wyniku przez wciśnięcie przycisku "reset".

Pomiary częstotliwości przy zastosowaniu zewnętrznego generatora podstawy czasu.

Jeżeli dokładność wewnętrznego generatora, w który przyrząd jest wyposażony jest nie wystarczająca, lub z innych powodów istnieje konieczność zastosowania wzorca zewnętrznego, należy przełącznik wzorców "clock" ustawić w pozycji "ext".

Pomiary powinny być wykonywane w sposób opisany poprzednio dla pracy z generatorem wewnętrznym. Jeżeli częstotliwość wzorca wynosi 1000 kHz to wynik pomiaru jest zgodny z opisem płyty czołowej. Natomiast dla innej częstotliwości wzorcowej wynik pomiaru należy określić w zależności

$$F_x = \frac{N \cdot F_w}{p}$$

gdzie: N - liczba odczytana ze wskaźnika bez uwzględnienia przecinka

F_w - częstotliwość wzorca

p - współczynnik podziału

Przy obliczeniach należy pamiętać, że częstotliwość zastosowanego wzorca zostanie podzielona odpowiednio przez 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 w odpowiednich pozycjach przełącznika jednostek licząc od lewej strony.

2. Zliczanie liczby impulsów.

2.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników i przycisków.

a/ przełącznik funkcji ② w poz. "count"

b/ pozostałe przełączniki i przyciski ustawione w położeniach jak przy pomiarach częstotliwości.

2.2. Sposób przeprowadzania pomiarów.

Jeżeli do wejścia "input" przyrządu, pracującego jako przelicznik ogólnego zastosowania, zostanie doprowadzony sygnał, to po otwarciu bramki przyciskiem "start/stop" /podświetli się napis "gate"/ i po właściwym ustawieniu pokrętła "trigger level" licznik rozpocznie kolejne zliczanie impulsów.

Czynności związane z właściwym ustawieniem pokrętła

"trigger level" dla funkcji "count" zostały opisane w punkcie 1.3.

W celu zakończenia procesu sliczenia należy powtórnie wcisnąć przycisk "start/stop", co spowoduje zamknięcie branki. Wtedy wynik pomiaru będzie utrzymywał się przez czas odczytu ok. 3s, po czym zostanie automatycznie skasowany i licznik będzie oczekiwał na ponowne otwarcie branki.

Jeżeli istnieje potrzeba utrzymywania wyniku dłużej niż 2 sekundy, to przed otwarciem branki należy wcisnąć przycisk "hold". Wówczas po zakończeniu sliczenia na skutek zamknięcia branki wynik będzie utrzymywał się do momentu skasowania go przyciskiem "reset".

Jeżeli ręczne sterowanie pomiarem na płycie przedniej jest nie dogodne, to można stosować sterowania zewnętrzne poprzez wejście G na gnieździe wielokontaktowym /patrz tabela 1 ark.28/.

3.0. Pomiary czasu i okresu.

Pomiary czasu i okresu przy zastosowaniu wewnętrznego generatora podstawy czasu.

3.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników i przycisków.

- a/ przełącznik funkcji ② w pozycji "time/period"
- b/ pozostałe przełączniki i przyciski jak przy pomiarach częstotliwości.

3.2. Sposób przeprowadzania pomiarów.

Jeżeli do wejścia "input" przyrządu, pracującego jako miernik czasu i okresu zostanie doprowadzony sygnał, to po właściwym ustawieniu pokrętła "trigger level" zostanie pomierzony odstęp czasu lub okresu przebiegu badanego.

Dla sygnałów wejściowych o małych amplitudach przełącznik funkcji należy przełączyć w poz. "count" i wówczas znaleźć właściwe położenie pokrętła "trigger level".

Sposób postępowania został opisany przy omawianiu

pomiarów częstotliwości w p. 1.2.

Po wykonaniu tej czynności przełącznik funkcji należy ponownie ustawić w poz. "time/period" i przeprowadzić pomiar.

3.3. Odczyt zmierzonego czasu lub okresu.

Miejsca dziesiętne oznaczone odpowiednim przecinkiem zależą od pozycji wciśniętego przycisku przełącznika jednostek. Przełącznik ten w przypadku pomiaru czasu lub okresu przełącza jednostki pomiarowe licząc od lewej strony przyrządu 1 ms, 100 μs, 10ns, 1us i jest w pierwszych dwóch pozycjach opisany w "s" /dekundach/ a w pozostałych w "ms" /milisekundach/.

Wynik pomiaru jest więc określony w "ms" lub w "s" liczbą odczytaną ze wskaźnika z uwzględnieniem przecinka. W zależności od tego jaki czas lub okres i z jaką dokładnością ma być pomierzony należy wybrać najkorzystniejszą pozycję przełącznika jednostek.

3.4. Sygnalizacja w liczniku, pamięć i ręczne sterowanie pomiarem działają w sposób opisany przy pomiarach częstotliwości.

Pomiary czasu i okresu przy zastosowaniu zewnętrznego generatora podstawy czasu.

Jeżeli istnieje potrzeba zliczania impulsów z zewnętrznego generatora wzorcowego, to przełącznik wzorcowy ⑨ "clock" należy ustawić w pozycji "ext".

Pomiary powinny być wykonywane w sposób opisany poprzednio. Jeżeli częstotliwość wzorca wynosi 1000 kHz, to wynik pomiaru jest zgodny z opisem płyty czołowej. Natomiast dla innej częstotliwości wzorcowej wynik pomiaru należy określić z zależności:

$$T_x = \frac{N \cdot p}{F_w}$$

gdzie: N - liczba odczytana ze wskaźnika bez uwzględnienia przecinka

F_w - częstotliwość wzorca

p - współczynnik podziału

Przy obliczeniach należy pamiętać, że częstotliwość zastosowanego wzorca zostanie podzielona odpowiednio przez: 10^3 , 10^2 , 10^1 w odpowiednich pozycjach przełącznika jednostek licząc od lewej strony.

4. Pomiary wielokrotności okresu.

Pomiary wielokrotności okresu przy zastosowaniu wewnętrznego generatora podstawy czasu.

4.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników i przycisków.

a/ przełącznik funkcji ② w pozycji "multi period"

b/ pozostałe przełączniki i przyciski jak przy pomiarach częstotliwości.

4.2. Sposób przeprowadzenia pomiarów.

Przyrząd w tym przy adku pracuje jako miernik okresu i pomiary przeprowadza się podobnie jak przy pomiarach pojedynczego okresu.

4.3. Odczyt zmierzonego okresu.

Miejsca dziesiętne oznaczone odpowiednim przecinkiem zależą od wciśniętego przycisku przełącznika jednostek. Przełącznik ten w przypadku pomiaru wielokrotności okresu ustala liczbę mierzonych okresów licząc od lewej 10 , 10^2 , 10^3 , 10^4 jest w pierwszych dwóch pozycjach opisany w "ms" /milisekundach/ a w pozostałych w "μs" /mikrosekundach/. Wynik pomiaru jest więc określony w "μs" lub "ms" liczbą odczytaną ze wskaźnika z uwzględnieniem przecinka. W zależności od tego jaki okres i z jaką dokładnością ma być mierzony, należy wybrać najkorzystniejszą pozycję przełącznika jednostek.

4.4. Sygnalizacja w liczniku, pamięć i ręczne sterowanie pomiarem działają w sposób opisany przy pomiarach częstotliwości.

Pomiary wielokrotności okresu przy zastosowaniu wewnętrznego generatora podstawy czasu.

Jeżeli istnieje potrzeba zliczenia impulsów z zewnętrznego generatora wzorcowego, to przełącznik wzorców (14) "clock" należy ustawić w pozycji "ext".

Pomiary powinny być wykonywane w sposób opisany poprzednio. Jeżeli częstotliwość wzorca wynosi 1000 kHz, to wynik pomiaru jest zgodny z opisem płyty czołowej.

Natomiast dla innej częstotliwości wzorcowej wynik pomiaru należy określić z zależności:

$$T_x = \frac{N}{p \cdot F_w}$$

gdzie: N - liczba odczytana ze wskaźnika bez uwzględnienia przecinka

F_w - częstotliwość wzorcowa

p - współczynnik podziału

Przy obliczeniach należy pamiętać, że częstotliwość mierzona zostaje podzielona odpowiednio przez 10, 10², 10³, 10⁴ w odpowiednich pozycjach przełącznika jednostek licząc od lewej strony, natomiast częstotliwość wzorcowa /zliczana/ nie ulega podziałowi.

5. Pomiary stosunku dwóch częstotliwości $\frac{F_1}{F_2}$

5.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników i przycisków.

a/ przełącznik wzorców (14) "clock" w pozycji zewnętrznego generatora "ext."

b/ pozostałe przełączniki i przyciski jak przy pomiarach częstotliwości.

5.2. Sposób przeprowadzania pomiarów.

Jeżeli do wejścia "input" przyrządu pracującego jako miernik częstotliwości zostanie doprowadzony sygnał F_1 a do wejścia wzorca zewnętrznego "clock" sygnał F_2 , to po właściwym ustawieniu pokrętki "trigger level" jak przy pomiarach częstotliwości zostanie pomierzony stosunek dwóch częstotliwości.

5.3. Odczyt zmierzonego stosunku.

Wynik pomiaru jest określony liczbą odczytaną ze wskaźnika /bez przecinków i miana/ podzieloną przez współczynnik podziału częstotliwości podstawy czasu.

Współczynnik ten w zależności od pozycji przełącznika jednostek licząc od lewej strony przyrządu wynosi odpowiednio: 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 .

6. Kontrola wewnętrzna przyrządu.

W przyrządzie jest możliwa do przeprowadzenia kontrola przyrządu przez pomiar wewnętrznej częstotliwości wzorcowej 100 kHz w czasach pomiaru: 1 ms, 10 ms, 100 ms, 1 s.

6.1. Czynności wstępne.

Ustawienie przełączników i przycisków.

a/ przełącznik funkcji (2) w pozycji "test"

b/ przełącznik zakresów napięć (3) w pozycji dowolnej

c/ pozostałe przełączniki i przyciski jak przy pomiarach częstotliwości.

6.2. Sposób przeprowadzania kontroli.

Kontrolę przyrządu należy przeprowadzić obserwując przebieg zliczania wewnętrznej częstotliwości kontrolnej 100 kHz w czterech położeniach przełącznika jednostek odpowiadającym czasem pomiaru.

Wyniki odczytane na wskaźniku powinny być następujące:

poz. przełącznika licząc od lewej strony przyrządu	1	2	3	4
czas pom. /s/	0,001	0,01	0,1	
wynik pom.	00,100	0,1000	100,00	00,000
jednostka	MHz	MHz	kHz	kHz

7. Wykorzystanie wyjść i wejść przyrządu.

Przyrząd jest wyposażony w gniazda umożliwiające dołączenie układów zewnętrznych. Do kontaktów gniazd zgodnie z tabelą połączeń (ark 28) dołączone są wyjścia informacyjne oraz wyjścia

1 wejścia sterujące przyrządu.

Sygnały wyjściowe informujące o wyniku pomiaru podane są w kodzie 1248, przy czym poziom logiczny "1" określa informację, natomiast poziom logiczny "0" oznacza jej brak. Sygnałem wyjściowym przeznaczonym do sterowania dowolnego układu zewnętrznego np.: rejestratora wyniku jest zmiana poziomu logicznego "0" na poziom logiczny "1" /PG w poz. „On”/. Sygnałem wejściowym przeznaczonym do sterowania układem kasowania przyrządu /zewnętrznego sterowanie automatyką pomiaru/ jest zmiana poziomu logicznego "0" na poziom logiczny "1".

Parametry odpowiednich poziomów logicznych dla sygnałów wejściowych i wyjściowych podane w rozdziale I p. 2.

V. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU I PRZECHOWYWANIA

WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

Podczas transportowania przyrząd powinien znajdować się w opakowaniu ochronno-transportowym. Opakowanie powinno być zaplombowane lub w miejscu jego otwarcia zabezpieczone nalepką. Na opakowaniu powinny znajdować się napisy informacyjno-ostrzegawcze zalecające ostrożne obchodzenie się z przesyłką.

W czasie transportu powinny być zachowane następujące warunki:

zakres temperatury otoczenia: -25° do $+60^{\circ}\text{C}$

wilgotność względna nie większa niż 95% przy 25°C

udary: nie więcej niż 80 uderzeń/min. przy przyspieszeniu mniejszym niż 12g.

Po przetransportowaniu w w/w warunkach przyrząd można włączyć do sieci po czasie nie krótszym niż 2 godz. przebywania w warunkach określonych dla składowania.

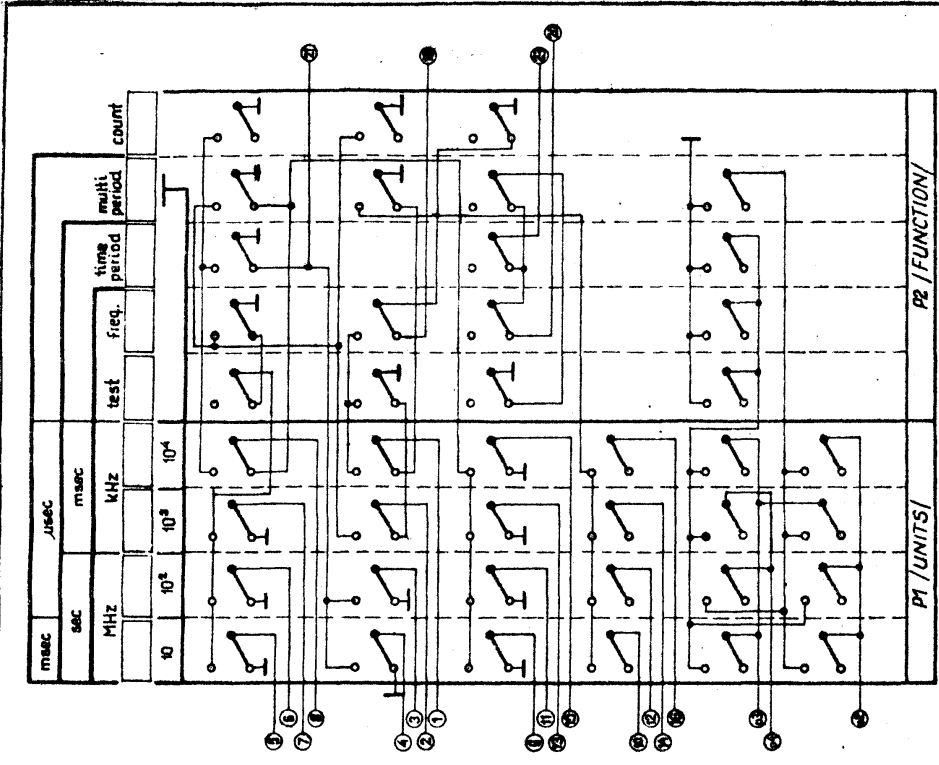
WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZECHOWYWANIA /SKŁADOWANIA/

Czas przechowywania przyrządu w opakowaniu ochronno-transportowym nie powinien być dłuższy niż 6 miesięcy.

Przyrząd spełnia wymagania techniczne po dowolnie długim okresie składowania bez opakowania w warunkach podanych w tabeli 2.

Tabela 2.

Wielkość wpływająca	Warunki dopuszczalne podczas przechowywania
Temperatura	0 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna	do 80% przy 30°C
Pary kwasów, zasad i innych substancji	Brak par kwasów, zasad i innych subst. powodujących korozję
Wibracje i udary	Brak odczuwalnych wibracji i uderzeń



Uwaga: Przełączniki ustawiane w stanie spoczynkowym (nie wciśniętych przycisków).

Nazwa		Podpis		Data	
Zmiana nazwy					
Wzrost poprawki					
Wzrost zmian					
Data oprac.		M. Biełkowski		13.10.05.78	
Sprawdził		M. ADUSKI		10.06.78	
Zakład					
Diagram of P1 and P2 Switches.				Schemat (roboczo - ekspl.)	
Przełączniki P1 i P2				C-549A	
				Nr 45 W-51	

L.p.	Ozn. schem.	Typ i dane techniczne	L.p.	Ozn. schem.	Typ i dane techniczne
1		R E Z Y S T O R Y			
		<u>GN1/11 Generator wzorcowy</u>		<u>BSK 2</u>	<u>Układ bramki i sterowania</u>
1	R1	MET-0,125-220Ω-5%	24	R34 ^{*)}	MET-0,125-15k -5%
2	R2	MET-0,125-560Ω-5%	25	R35	MET-0,125-10k -5%
3	R3	MET-0,125-220Ω-5%	26	R36	MET-0,5-82k -5%
4	R4	MET-0,125-1,8k -5%	27	R37	MET-0,125-10k -5%
5	R5	MET-0,125-4,7k -5%	28	R38	MET-0,125-620Ω-5%
6	R6	MET-0,125-3,3k -5%	29	R39	MET-0,125-22k -5%
7	R7	MET-0,125-470Ω-5%	30	R40	MET-0,5-82k -5%
8	R8	MET-0,125-75Ω-5%	31	R52	MET-0,125-2k -5%
9	R9	MET-0,125-2,4k -5%	32	R53	MET-0,125-100Ω-5%
			33	R54	MET-0,125-22k -5%
	<u>WF20</u>	<u>Obwody wejściowe</u>	34	R55	MET-0,125-100Ω-5%
11	R15	MET-0,125-10k -5%	35	R56	MET-0,125-22k -5%
12	R16	MET-0,125-1M -5%	36	R57 ^{*)}	MET-0,125-1,2k -5%
13	R17	MET-0,125-100k -5%			
14	R19	MET-0,125-220Ω-5%		<u>LE5</u>	<u>Licznik elektroniczny</u>
15	R20	MET-0,125-1,2k -5%	37	R41	MET-0,5-15k -5%
16	R22	MET-0,125-4,7k -5%	38	R42	MET-0,5-15k -5%
17	R23	MET-0,125-15k -5%	39	R43	MET-0,5-15k -5%
18	R24	MET-0,125-1,8k -5%	40	R44	MET-0,5-15k -15%
19	R25	PR101-1k -A-0,25-10-P1-766	41	R45	MET-0,5-15k -5%
20	R26 ^{*)}	MET-0,125-100Ω-5%	42	R46	MET-0,5-180k -5%
21	R28	MET-0,125-75Ω-5%	43	R48	MET-0,5-180k -5%
22	R29	MET-0,125-3,9k -5%	44	R49	MET-0,5-180k -5%
23	R30	MET-0,125-2k -5%			
Spis elementów Schemat ideowo-eksploatacyjny Częstościomierz-czasomierz liczący typ C-549A			Opr. Spr.		OT-070 Ark. 46 A-III 51

L.p.	Ozn. Schem.	Typ i dane techniczne	L.p.	Ozn. Schem.	Typ i dane techniczne
		K O N D E N S A T O R Y	66	WF20	Obwody wejściowe
		<u>GN1/II Generator wzorcowy</u>	66	T4	BFW11
45	C1	MKSE-011-0,1μ-20%-250V	67	T5	2N3605 lub BFP183
46	C2*)	KCR-3-P33-3x8-18-10- -160-656	68	D5	BAY55
47	C3	KFPr-IIF-12x12-47000 /-20+50/-25-776	69	D1	} BAY55
48	C16	TCR-3-N750-2/10-350- -656	70	D2	
49			71	D6	
		<u>WF20 Obwody wejściowe</u>	72	D7	
50	C4	KCR-N47-3x8-30-5-160	73	D4	BZ11/D3V3
51	C5	KSO-1-250-W-150-I	74		
52	C6	KES-100μ/12V-676		<u>BSK2</u>	<u>Układ bramki i sterowania</u>
53	C9	KES-100μ/12V-676	75	T8	BSX21 lub BFP227
54			76	T9	2N3605 lub BF519 gr. II
	<u>BSK2</u>	<u>Układ bramki i sterowania</u>	77	T10	BSX21 lub BFP227
55	C10	KEM-M1-100μ/15V/10x21/	78	D31	BAY55
56	C11	KEM-M1-100μ/15V/10x21/	79		
57	C12	KSO-1-250-W-51-I			L A M P Y
58	C13	KSO-1-250-W-470-I	80	<u>LB5</u>	<u>Licznik elektroniczny</u>
59	C14	KEM-2μ/25V/4,5x16,5/	80	V1	} Z566M "Nixie" RFT
60	C15	KSO-1-250-W-470-I	81	V2	
61	C17	KSO-1-250-W-470-I	82	V3	
62			83	V4	
			84	V5	
		T R A N Z Y S T O R Y I D I O D Y			
		<u>GN1/II Generator wzorcowy</u>	85	V12	
63	T1	2N3605 lub BF519 gr.V	86	V13	LTS220
65			87	V14	U _z < 105V~
Spis elementów Schemat ideowo-eksploatacyjny Częstościomierz-czasomierz liczący typ C-549A			Opr. _____ Spr. _____		07-070 Ark. 47 A-asy 51

L.p.	Ozn. schem.	Typ i dane techniczne	L.p.	Ozn. schem.	Typ i dane techniczne
88	V15	LTS220 $U_1 < 105V_{\sim}$	109	Os15	SN7472N lub UCY74A72N
89	Q1	Rezonator kwarcowy 1000kHz typ RS-1A22L-18/WT-4641-407	110	Os16	SN7476N
		O B W O D Y S O A L O N E	111	Os17	SN7450N lub UCY74A50N
	OB6/II	Obniżacze	112	Os18	SN7400N lub UCY74A00N
90	Os1		113	Os19	
91	Os2		114	Os25	SN7450N lub UCY74A50N
93	Os3	SN7490N lub MA7490 „Tesla”	115		
94	Os4			LE5	Licznik elektroniczny
95	Os5		116	Os20	
96	Os6		117	Os21	
97	Os7	SN7450N lub UCY74A50N	118	Os22	SN7490N lub MH7490 „Tesla”
98	Os8		119	Os23	
99	Os9	SN7453N lub UCY74A53N	120	Os24	
100	Os10		121	Os26	
101			122	Os27	
	GN1/I	Generator wzorcowy	123	Os28	SN7475N lub MH7475
102	Os11	SN7400N lub UCY74A00N	124	Os29	
103			125	Os30	
	WF20	Obwody wejściowe	126	Os32	
104	Os12	SN7510L	127	Os33	
105	Os31	SN7400N	128	Os34	SN7441N
106			129	Os35	
	B3K2	Układ bramki i sterowania	130	Os36	
				DP2	Dekoder przecinków
107	Os13	SN74121N	131	Os37	SN7400N lub UCY74A00N
108	Os14		132	Os38	SN7441N
Spis elementów Schemat ideowo-eksploatacyjny Częstościomierz-czasomierz liczący typ C-549A			Opr. Spr.		OT-070
					Ark. 48 A-527 51

L.p.	Ozn. Schem.	Typ i dane techniczne	L.p.	Ozn. Schem.	Typ i dane techniczne
		R E Z Y S T O R Y	25		
1	R1	Rezystor 2 Ω /50mA karkas:MET-0,5-180k -5%			T R A N Z Y S T O R Y I D I O D Y
2	R2	ATR-F-0,125-7,32k -1%	26	T1	} 2N2905 lub BSYP05
3	R3	ATR-F-0,125-2,87k -1%	27	T2	
4	R4	Rezystor 2 Ω /50mA karkas:MET-0,5-180k -5%	28	T3	BUY54
5	R5	ATR-0,125-7,32k -1%	29	T4	2N2905 lub BSYP05
6	R6	ATR-F-0,125-2,87k -1%	30	D1	} MC19 lub BAP618
7	R7	MET-0,125-68 Ω -5%	31	D2	
8	R8	Rezystor 0,2 Ω /1,5A karkas:MET-0,5-180k -5%	32	D3	
9	R9	ATR-F-0,125-6,04k -1%	33	D4	} BYP680-50R
10	R10	ATR-F-0,125-3,16k -1%	34	D5	
11	R11	MET-0,5-180k -5%	35	D6	} MC51 lub BYP405
12			36	D7	
		K O N D E N S A T O R Y			O B W O D Y S C A L O N E
13	C1	KED-500 μ /15V/16x35/	37	Os1	} SF.C2300
14	C2	KTF-2 μ /25V/6,7x27/	38	Os2	
15	C3	KCR-N750-3x8-47-5-250-657	39	Os3	
16	C4	KEL-L1-100 μ /15V/10x21/			
17	C5	KTF-2 μ /25V/6,7x27/			
18	C6	KCR-N750-3x8-47-5-250			
19	C7	3300 μ /25V typ 12.18.1.017 DUCATI			
20	C8	KTF-2 μ /25V/6,7x27/			
21	C9	KCR-N750-3x8-47-5-250-657			
22	C10	KEK-20 μ /350V/25x45/			
23	C11	KPpz-015-0,1 μ -2x2500 μ F			
24	C12	KFPr-11F-12x12-47000- -/-20+50/-25-778			
Spis elementów Zasilacz ZS Częstościomierz-czasomierz liczący typ C-549A					OT-070
			Opr.		
			Spr.		
					Ark. 50 A-ssy 51

