

MIERNIK OKRESU, CZĘSTOTLIWOŚCI I CZASU

MODEL TSL-30

/Komunikat/

KD: 621.317.36

Komunikat podaje dane techniczne, zasadę działania i zastosowanie miernika okresu, częstotliwości i czasu TSL-30, opracowanego w Katedrze Urządzeń Radiotechnicznych i Telewizyjnych Politechniki Warszawskiej.

1. W s t ę p

W roku 1966 w Katedrze Urządzeń Radiotechnicznych i Telewizyjnych PW opracowano tranzystorowy częstotściomierz - okresomierz-czasomierz liczący do pomiarów okresu i częstotliwości w zakresie 20 Hz - 30 MHz, wyposażony w jednorzędowy wskaźnik stanu o cyfrach złożonych ze świecących segmentów.

Schemat blokowy i zasada pracy opisywanego tu miernika czasu, częstotliwości i okresu z odczytem cyfrowym typu TSL-30 są identyczne jak opisywanych poprzednio podobnych mierników typów FL-26 /Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej, "Elektryka" nr 38, str.188-195/, TSL-12 i TSL-12 B.

Miernik typu TSL-30 różni się od swych poprzedników TSL-12 i TSL-12B podwyższoną częstotliwością graniczną licznika elektronicznego z 10 MHz do 30 MHz. W związku z tym zakres pomiarów częstotliwości został rozszerzony do 30 MHz, zaś minimalna jednostka pomiarowa przy pomiarach czasu i okresu wynosi $\frac{1}{30}$ μ sek. Pozostałe dane techniczne są podobne jak w modelu TSL-12.

2. Przeznaczenie przyrządu

Tranzystorowy czasomierz-częstościomierz liczący model TSL-30 jest przyrządem pomiarowym działającym na zasadzie liczenia impulsów. Za pomocą przyrządu można mierzyć:

- odstęp czasu między dwoma impulsami elektrycznymi,
- czas trwania okresu przebiegu periodycznego,
- częstotliwość przebiegu periodycznego,
- liczbę impulsów występujących we wzorcowym odstępie czasu.

3. Dane techniczne czasomierza-częstościomierza

3.1. Pomiar odstępu czasu

Zakres pomiaru T_x : od 5 μ s do 10^7 s

Amplitudy impulsów początku i końca pomiaru: od 1 V do 100 V /impulasy dodatnie lub ujemne/

Stromość zbocza impulsów: $S_1 \geq 1$ V/ms

Impedancja wejść dla impulsów: $R \geq 100$ k Ω ; $C \leq 50$ pF

Jednostki pomiarowe: $T_w = \frac{1}{F_w} = \frac{1}{30}$ μ s; 0,1 μ s, 1 μ s... 0,1 s; 1 s

Dokładność pomiaru: $\frac{\Delta T_x}{T_x} = \frac{1}{N} + \frac{\Delta F_w}{F_w} + P_p + P_k + \frac{30\text{ns}}{T_x}$

gdzie: N - liczba wskazywana przez licznik,

$\frac{\Delta F_w}{F_w}$ - błąd względny wzorca częstotliwości = $2 \cdot 10^{-7}$,

P_p - błąd względny zależny od stromości zbocza impulsu początku pomiaru,

P_k - błąd względny zależny od stromości zbocza impulsu końca pomiaru.

Błędy P_p i P_k wyznaczyć można z następującej zależności:

$$P \leq \frac{10^{-3}}{S_1 T_x}$$

gdzie: T_x - zmierzony odstęp czasu wyrażony w μs ,

S_1 - stromość czynnego zbocza impulsów początku i końca pomiaru wyrażone w $V/\mu s$.

3.2. Pomiar okresu

Zakres pomiaru T_x :

- przebiegu sinusoidalnego: od 5 μs do 50 ms

- przebiegu impulsowego o
stromości zbocza $S_1 \geq 1 V/ms$: od 5 μs do $10^7 s$

Amplituda przebiegu wejściowego
/sinusoida lub impulsy/: od 0,3 V do 100 V

Impedancja wejściowa: $R \geq 100 k\Omega$; $C \leq 30 pF$

Liczba mierzonych okresów: $k = 1, 10$ lub 100

Jednostki pomiarowe: $T_w = \frac{1}{F_w} = \frac{1}{30} \mu s$; 0,1 μs ; 1 μs ... 0,1 s; 1 s

Dokładność pomiaru okresu:
$$\frac{\Delta T_x}{T_x} = \frac{1}{N} + \frac{\Delta F_w}{F_w} + P + \frac{30 ns}{T_x k}$$

gdzie:

N - liczba wskazywana przez licznik,

$\frac{\Delta F_w}{F_w}$ - błąd względny wzorca częstotliwości = $2 \cdot 10^{-7}$,

P - błąd względny zależny od kształtu przebiegu mierzonego;
dla kształtu:

a/ impulsowego

$$P \leq \frac{10^{-3}}{S_1 T_x k}$$

b/ sinusoidalnego

$$P \leq \frac{3 \cdot 10^{-3}}{k}$$

gdzie: k - liczba mierzonych okresów,

S_1 - stromość zbocza impulsów wyrażona w $V/\mu s$,

T_x - okres mierzony wyrażony w μs .

3.3. Pomiar częstotliwości

Zakres pomiaru F_x : od 20 Hz do 30 MHz

Amplituda przebiegu wejściowego /kształt
przebiegu sinusoidalny, względnie im-
pulsy dodatnie lub ujemne o czasie
trwania ≥ 30 ns/;

od 0,2 V do 50 V

Impedancja wejściowa:

$R \geq 100 \text{ k}\Omega$; $C \leq 40 \text{ pF}$

Czas pomiaru:

1 ms, 10 ms, 100 ms, 1 s, 10 s, 100 s

Dokładność pomiaru częstotliwości:

$$\frac{\Delta F_x}{F_x} = \frac{1}{N} + \frac{\Delta F_w}{F_w} + \frac{1}{30 \cdot 10^6 \cdot m}$$

gdzie:

N - liczba wskazywana przez licznik: $m = \frac{\text{czas pomiaru}}{1 \text{ sek}}$

$\frac{\Delta F_w}{F_w}$ - błąd względny wzorca częstotliwości

U w a g a: W wyrażeniu na dokładność pomiaru nie uwzględniono wpływu za-
klóceń zewnętrznych.

3.4. Pomiar liczby impulsów przebiegu aperiodycznego

Czas rozdzielczy licznika:

0,033 μ s

Amplitudy impulsów wejściowych

/impulsy dodatnie, względnie

ujemne o czasie trwania ≥ 30 ns/; od 0,2 V do 50 V

Impedancja wejściowa:

$R \geq 100 \text{ k}\Omega$; $C \leq 40 \text{ pF}$

Czas pomiaru dowolny względnie

od 1 ms do 100 s

wzorcowy:

Pojemność licznika:

$10^8 - 1$

U w a g a: dokładność pomiaru zależy od rozkładu czasowego impulsów.

3.5. Wzorzec częstotliwości

Dokładność wewnętrznego wzorca często-

tliwości /po 2 godzinach od chwili

włączenia przyrządu do sieci/:

$$\frac{\Delta F_w}{F_w} = 2 \cdot 10^{-7}$$

Wejście dla zewnętrznego wzorca czę-
stotliwości:

100 kHz

Napięcie wejściowe sinusoidalne:

od 2 V do 10 V

Impedancja wejściowa:

$R \geq 10 \text{ k}\Omega$; $C \leq 30 \text{ pF}$

Wyjście i częstotliwości wzorcowych:
Wartości częstotliwości wzorcowych /wybierane 1 Hz, 10 Hz...1 MHz, 10 MHz przełącznikiem/:

Wartości napięć o częstotliwościach wzorcowych mierzone na obciążeniu:

$R = 100\text{ k}\Omega$, $C = 40\text{ pF}$

a/ dla częstotliwości od 1 Hz do 100 kHz
impulsy dodatnie o amplitudzie:

$\geq 4\text{ V}$

b/ dla częstotliwości 1 MHz i 10 MHz przebieg zbliżony do sinusoidy o amplitudzie:

$\geq 1\text{ V}$

Dokładność częstotliwości wzorcowych takie same jak dokładność użytego wzorca częstotliwości /wewnętrznego lub zewnętrznego/

Osobne wyjście

30 MHz, 0,2 V

3.6. Inne dane techniczne

Zakres temperatur pracy:

$+5^{\circ}\text{C} - +30^{\circ}\text{C}$

Kasowanie licznika:

ręczne lub automatyczne^{1/} po czasie od ok.0,2 s do ok.8 s, od zakończenia pomiaru

Zasilanie:

- napięcie zmienne 50 Hz $\pm 5\%$

od 190 V do 230 V

- moc pobierana

ok. 60 VA

Wskaźnik stanu licznika jednopoziomowy:

cyfry o wysokości 26 mm zestawione z ośmiu segmentów oświetlanych żarówkami

Rozmiary przyrządu:

470 mm x 180 mm x 320 mm

Ciężar przyrządu:

ok. 15 kg

1/ Kasowanie automatyczne stosujemy wówczas, gdy czas pomiaru jest większy od ok.3 μs .

4. Opis działania przyrządu

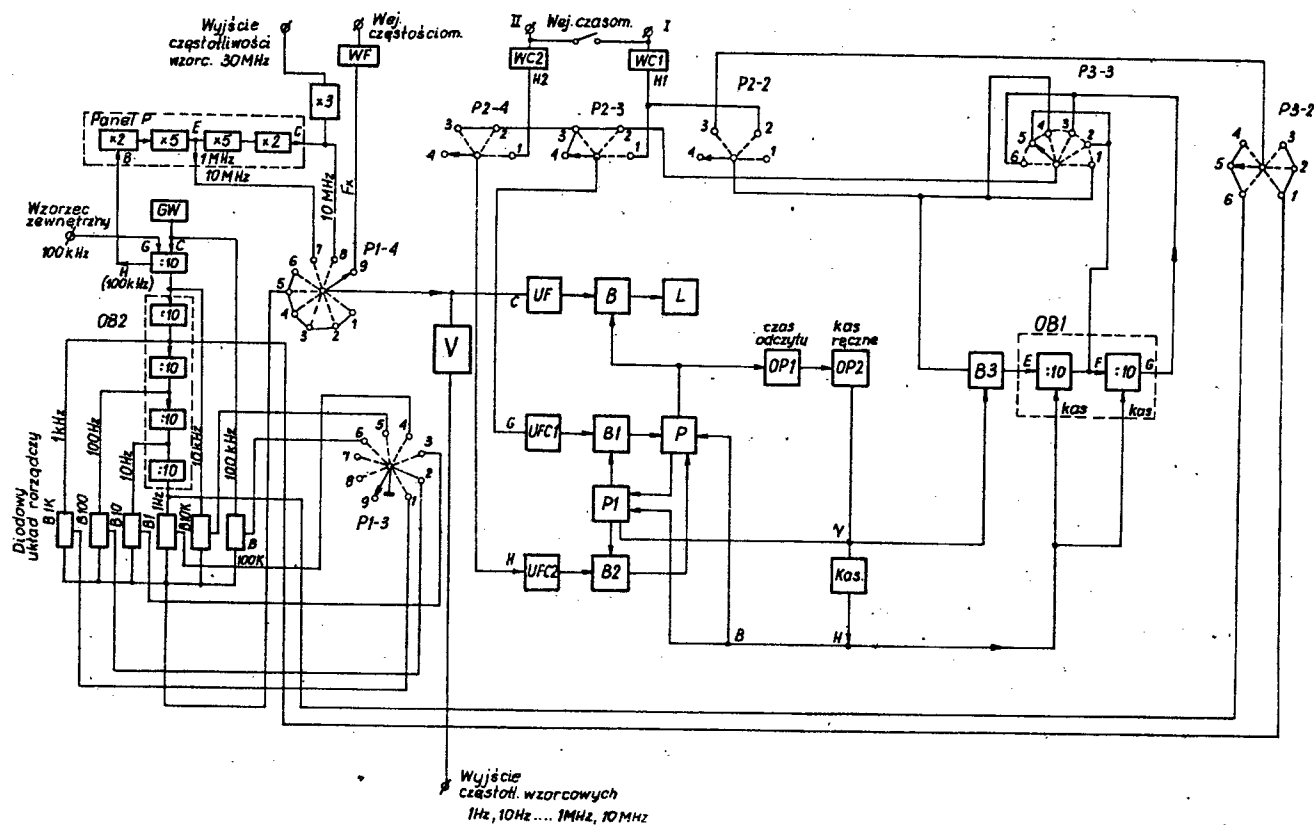
Przyrząd pracuje w dwóch podstawowych układach:

- przy pomiarze częstotliwości przebieg badany kierowany jest z wejścia poprzez układ formujący UF i bramkę B do licznika, a bramka B sterowana jest wzorcowymi odstępami czasu z generatora wzorcowego;
- przy pomiarze czasu i okresu bramka B sterowana jest z wejść czasomierza impulsami początku i końca mierzonego odstępu czasu, a do licznika dostają się impulsy z generatora wzorcowego.

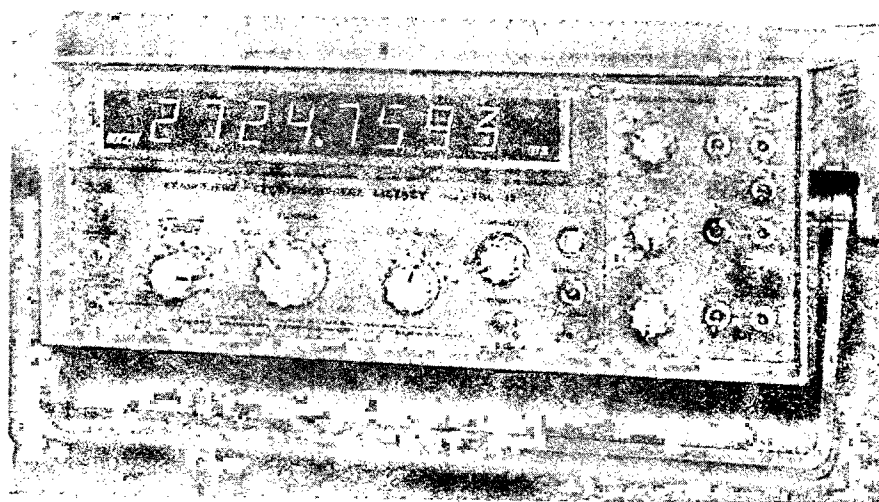
Uproszczony schemat blokowy podano na rys.1. Przełącznik P2 "FUNK-CJA" jest przełącznikiem rodzaju pracy. W pozycji 1 "ODSTĘP CZASU" do wejścia licznika elektronicznego doprowadzone są poprzez bramkę główną B impulsy o częstotliwości wzorcowej, wybierane skokowo przełącznikiem P1. Częstotliwości te otrzymuje się przez powielenie lub obniżenie częstotliwości 200 kHz z wewnętrznego generatora wzorcowego lub częstotliwości 100 kHz z zewnętrznego źródła częstotliwości wzorcowej.

Przed rozpoczęciem pomiaru następuje skasowanie poprzedniego pomiaru i ustawienie licznika w pozycji zerowej. Operacja kasowania powoduje jednocześnie ustawienie przerzutnika P w pozycji zamknięcia bramki B, a przerzutnika P1 w pozycji otwarcia bramki B2, a zamknięcia B1. Po czasie opóźnienia opóźniacza OP2 /ok.300 msek/ następuje przerzut P1 i otwarcie bramki B1, a zamknięcie B2.

Przy pomiarze odstępu czasu impuls elektryczny początku pomiaru z wejścia I czasomierza przechodzi przez otwartą bramkę B1, powoduje zmianę stanu przerzutnika P i otwarcie bramki B, a więc otwarcie drogi impulsem wzorcowym do licznika, który może je zliczać. Zmiana stanu przerzutnika P powoduje zmianę stanu przerzutnika P1, a więc zamknięcie B1, a otwarcie B2. Impuls końca pomiaru pojawiający się na wejściu II czasomierza może obecnie przejść przez otwartą bramkę B2 i, zmieniać stan przerzutnika P, zamykając tym samym bramkę B i uruchamiając regulowany opóźniacz OP1 /czas opóźnienia regulowany jest w zakresie 0,5sek-6sek/.



Rys.1. Miernik okresu, częstotliwości i czasu TSL-30 /schemat/



Rys.2. Miernik okresu, częstotliwości i czasu TSL-30 /widok zewnętrzny/

który po pewnym czasie powoduje automatyczne skasowanie stanu licznika i przygotowanie przyrządu do następnego pomiaru. W chwili skasowania następuje jednocześnie uruchomienie opóźniacza OP2, który po czasie ok. 300 msek otworzy bramkę B1 i umożliwi powtórny pomiar.

Jeśli przełącznik P1 znajduje się w pozycji "MIERNIK OKRESU", to przyrząd przystosowany jest do pomiaru okresu napięć okresowych dowolnego kształtu. Praca układu sterowania bramki głównej B jest zupełnie podobna do opisanej poprzednio. Wejścia układów formujących UFC1 i UFC2 są ze sobą zwarte i używa się tylko jednego wzmacniacza wejściowego. Dla powiększenia dokładności pomiaru małych okresów można mierzyć nie jeden okres, lecz 10 lub 100 okresów przebiegu mierzonego. W tym celu obniżacz dodatkowy OB1 zostaje nastawiony przełącznikiem P3 na podział 10:1 lub 100:1.

W pozycji "CZĘSTOŚCIOMIERZ" przełącznika P2 przyrząd przystosowany jest do pomiaru częstotliwości. Bramki B1, B2 i B sterowane są impulsami z wewnętrznego generatora wzorcowego. Do tego celu używa się napięć z obniżacza OB2 o częstotliwości 1 Hz i 1 kHz. Do wejścia licznika poprzez wzmacniacz WF, układ formujący UF i bramkę główną B doprowadzone jest napięcie ze źródła dołączonego do wejścia częstościomierza. Jeżeli czas pomiaru wynosił 1 sek, to stan licznika po pomiarze odpowiada średniej częstotliwości napięcia wejściowego za okres 1 sek.

5. Konstrukcja

Poszczególne zespoły przyrządu zmontowane są na wyjmowanych płytkach z połączeniami drukowanymi. Również połączenia między gniazdami płytek wykonane są w technice drukowanej. Wygląd zewnętrzny przyrządu przedstawia rys.2.

Wskaźnik segmentowy, elektroniczny reszyfrator kodu dekady na kod wskaźnika oraz konstrukcja mechaniczna przyrządu zostały opracowane przez mgr inż. E. Porządkowskiego.