

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ENERGETYKI
INSTYTUT MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

LABORATORIUM ELEKTRYCZNE

Przetworniki analogowo-cyfrowe

(E-11)

opracował: dr inż. Włodzimierz OGULEWICZ,
mgr inż. Aleksandra DRYJAŃSKA
sprawdził: dr inż. Włodzimierz OGULEWICZ
zatwierdził: prof. dr hab. inż. Janusz KOTOWICZ

1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest poznanie metod przetwarzania analogowo-cyfrowego (ang. Analog-to-Digital Converter), a w szczególności metody kompensacyjnej wagowej oraz poznanie przetworników napięcie-częstotliwość (U/f), rezystancja-szerokość impulsu (R/t) i przetwornika bezpośredniego równoległego porównania.

2. WPROWADZENIE

PRZETWARZANIE ANALOGOWO-CYFROWE. POJĘCIA PODSTAWOWE

Przetworniki (konwertery) analogowo-cyfrowe (P A/C) to urządzenia, przetwarzające ciągle analogowy sygnał wejściowy (jedno wejście) na odpowiadający mu dyskretny sygnał wyjściowy (n wyjść dwustanowych). W procesie konwersji analogowo-cyfrowej zachodzi:

- kwantowanie sygnału (dyskretyzacja w poziomie przeważnie w dziedzinie napięcia),
- próbkowanie sygnału (dyskretyzacja w dziedzinie czasu),
- kodowanie sygnału.

Procesy te mogą przebiegać równocześnie lub kolejno. [Patrz również instrukcja M-15 LABORATORIUM METROLOGII]

METODY PRZETWARZANIA A/C

Metody przetwarzania A/C dzielimy na:

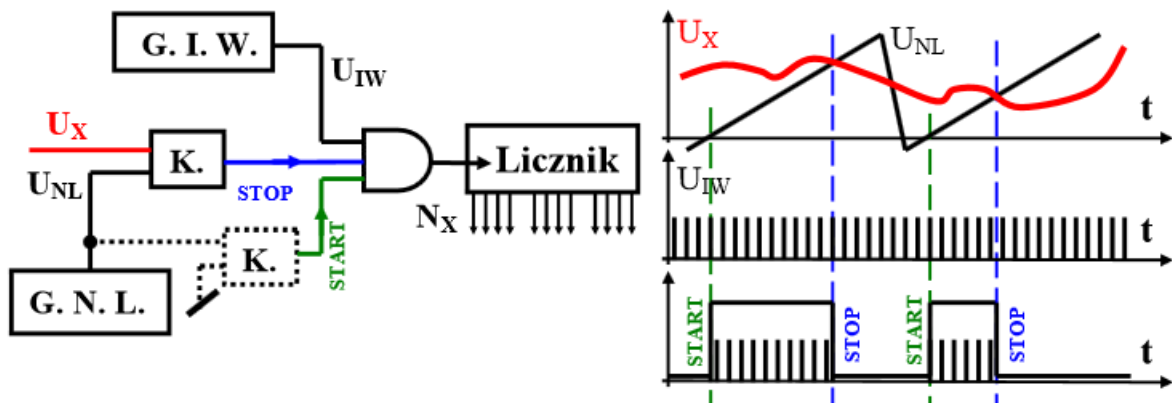
- METODY POŚREDNIE
 - metoda czasowo-impulsowa
 - prosta (pojedynczego całkowania)
 - z podwójnym całkowaniem
 - z potrójnym całkowaniem
 - metoda częstotliwościowa
 - prosta
 - z podwójnym przetwarzaniem
 - delta - sigma ($\Delta - \Sigma$)
- METODY BEZPOŚREDNIE
 - metoda kompensacyjna
 - kompensacji równomiernej
 - kompensacji wagowej
 - metoda bezpośredniego porównania
 - równoległego porównania
- METODY KOMBINOWANE
 - szeregowo-równoległego porównania
 - częstotliwościowo-kompensacyjna
 - częstotliwościowo-czasowa

PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD PRZETWARZANIA ANALOGOWO - CYFROWEGO

Przegląd zawiera: schematy blokowe, wykresy czasowe i opis podstawowych własności poszczególnych metod.

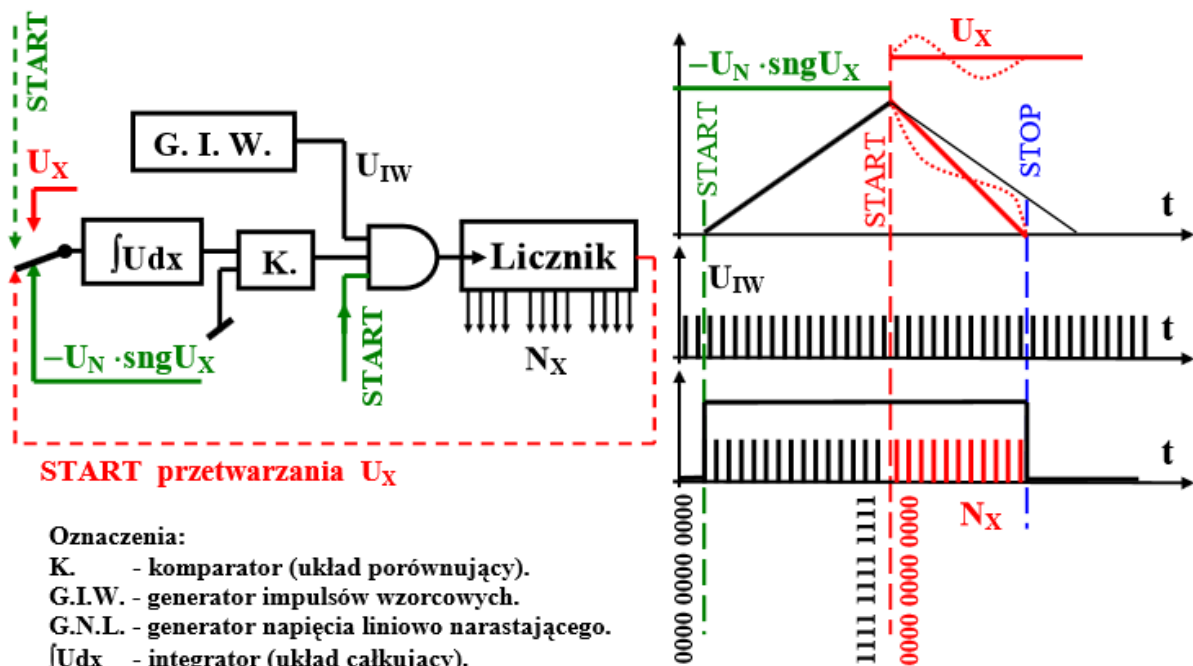
METODA CZASOWO-IMPULSOWA PROSTA

Metoda czasowo-impulsowa prosta przetwarzania A/C jest mało dokładna i stosunkowo wolna (*im większe napięcie mierzone tym dłuższy czas odpowiedzi*). Metoda ta przetwarza wartości chwilowe wejściowego przebiegu analogowego.



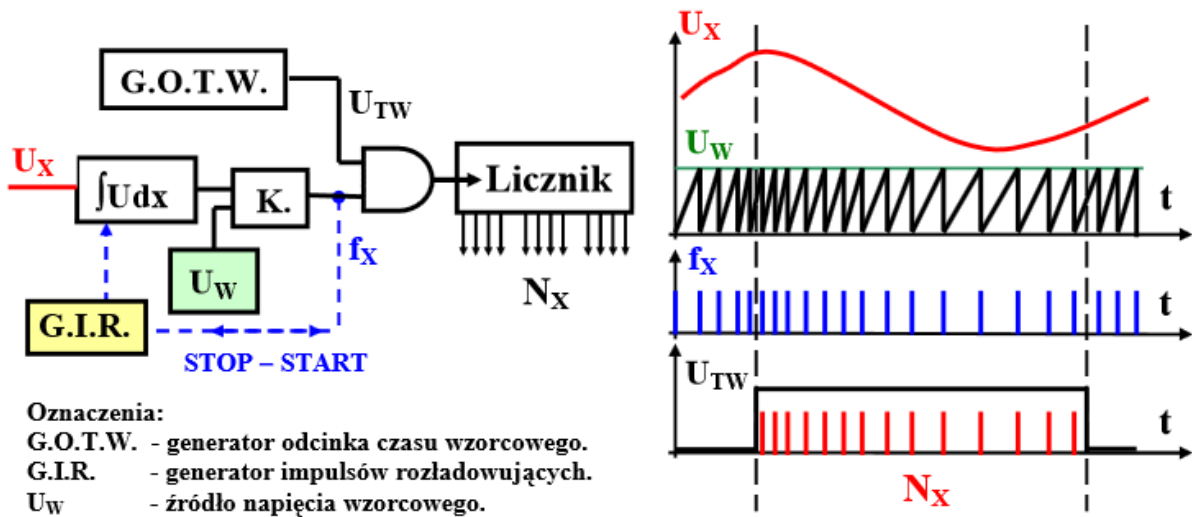
METODA CZASOWO-IMPULSOWA Z PODWÓJNYM CAŁKOWANIEM

Metoda przetwarzania A/C czasowo-impulsowa z podwójnym całkowaniem jest średnio dokładna i wolna (*czas odpowiedzi zależy od wartości napięcia mierzonego*). Metoda ta przetwarza wartości średnie wejściowego przebiegu analogowego (*czas uśredniania jest zmienny, zależy od wartości napięcia*).



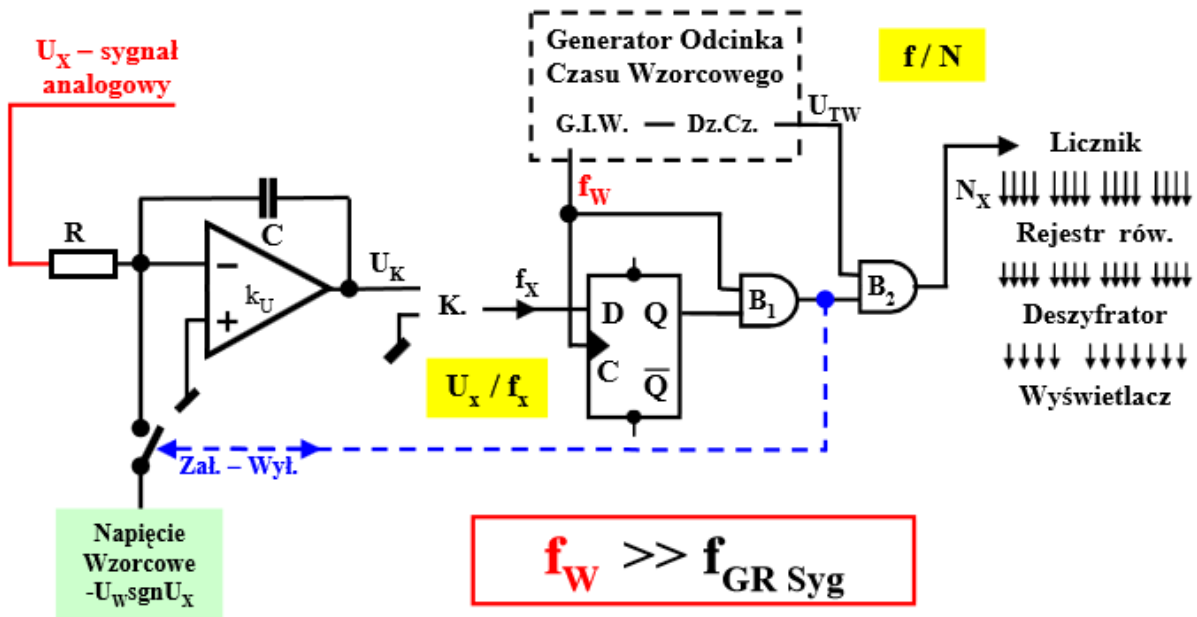
METODY CZĘSTOTLIWOŚCIOWE

Metody częstotliwościowego przetwarzania A/C są średnio dokładne i wolne (czas odpowiedzi nie zależy od wartości napięcia wejściowego). Metody te przetwarzają wartości średnie wejściowego przebiegu analogowego (czas uśredniania jest stały). Metoda częstotliwościowa z podwójnym przetwarzaniem jest znacznie szybsza od metody prostej.



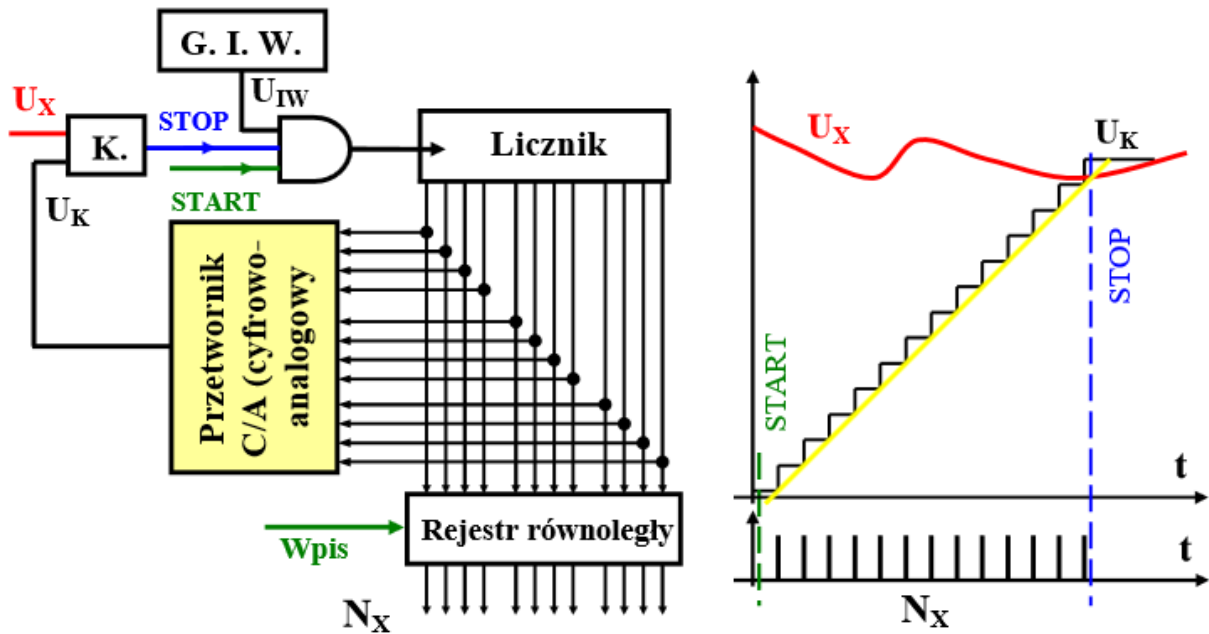
- METODA DELTA - SIGMA ($\Delta - \Sigma$)

Metoda przetwarzania A/C częstotliwościowa delta - sigma ma cechy analogiczne do metody częstotliwościowej prostej.



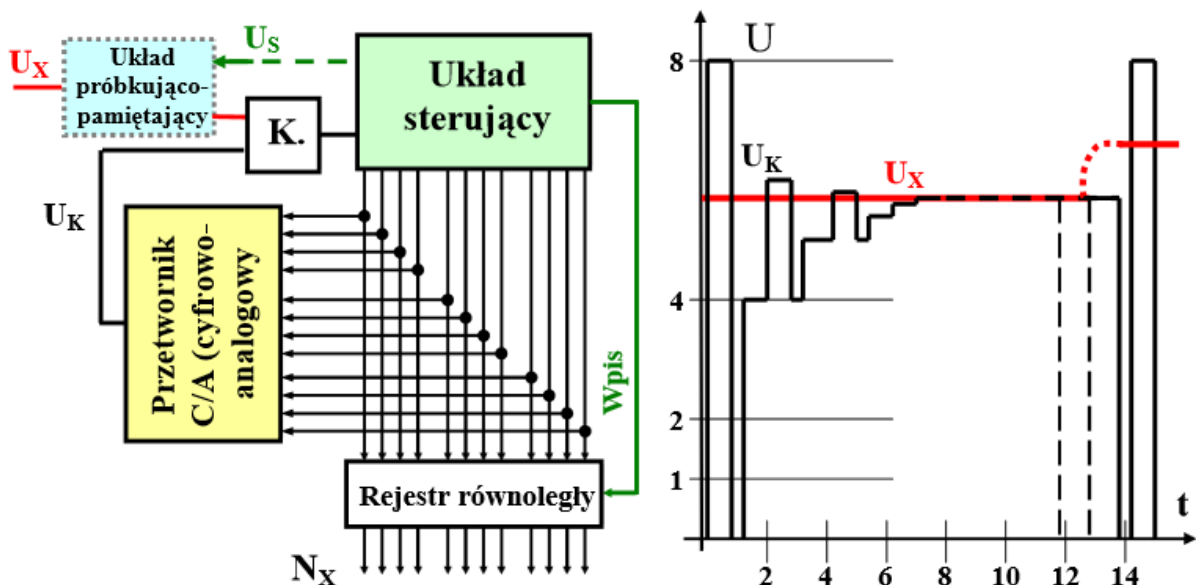
METODA KOMPENSACYJNA RÓWNOMIERNA

Metoda kompensacyjna równomierna przetwarzania A/C jest dokładna i wolna (*im większe napięcie mierzone tym dłuższy czas odpowiedzi*). Metoda ta przetwarza wartości chwilowe analogowego sygnału wejściowego.

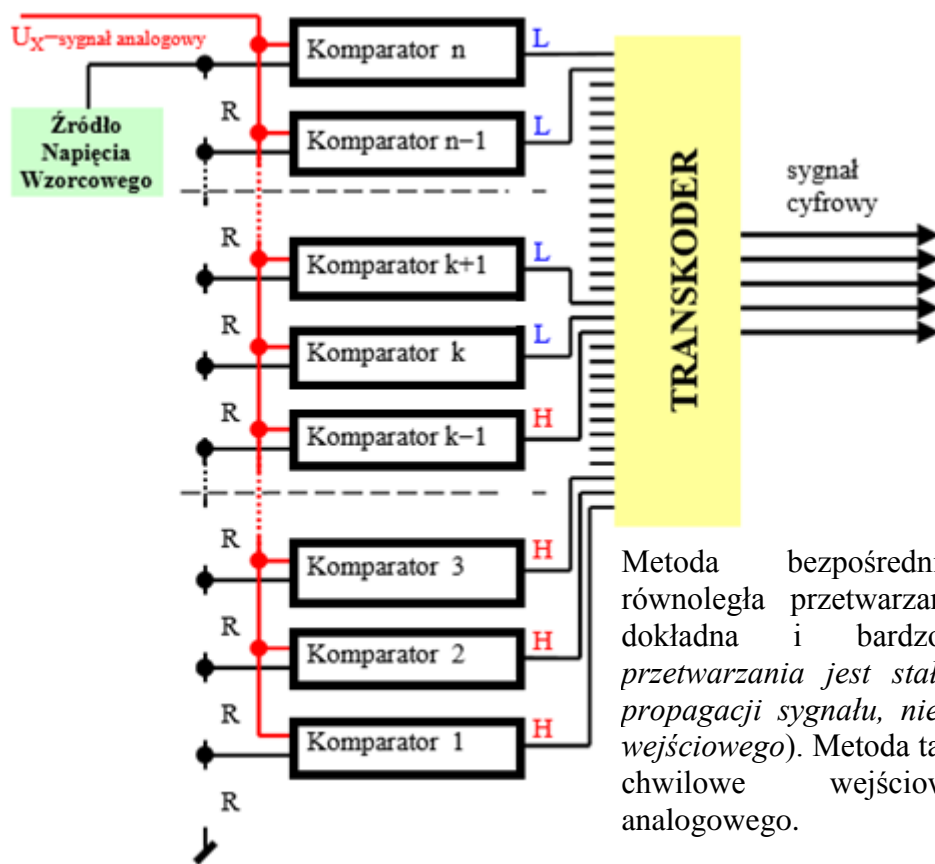


METODA KOMPENSACYJNA WAGOWA

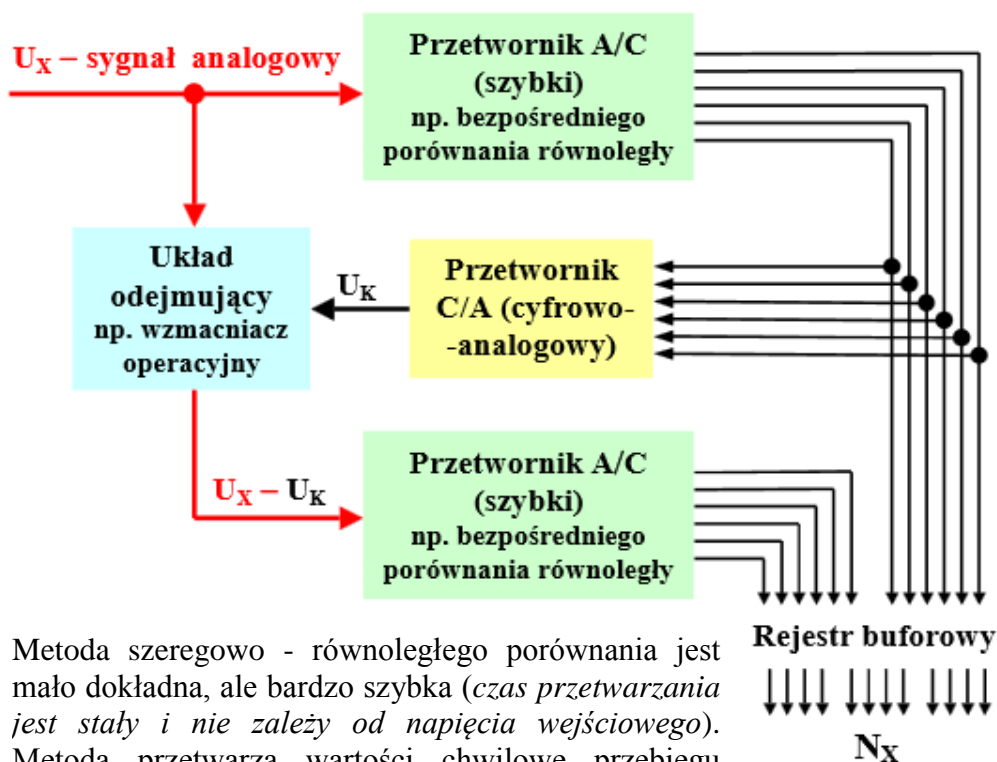
Metoda kompensacyjna wagowa przetwarzania A/C jest dokładna i szybka (*czas przetwarzania jest stały nie zależy od napięcia wejściowego*). Metoda ta (z koniecznym układem próbkująco-pamiętającym) przetwarza wartości chwilowe wejściowego przebiegu analogowego.



METODA BEZPOŚREDNIEGO PORÓWNANIA RÓWNOLEGLA



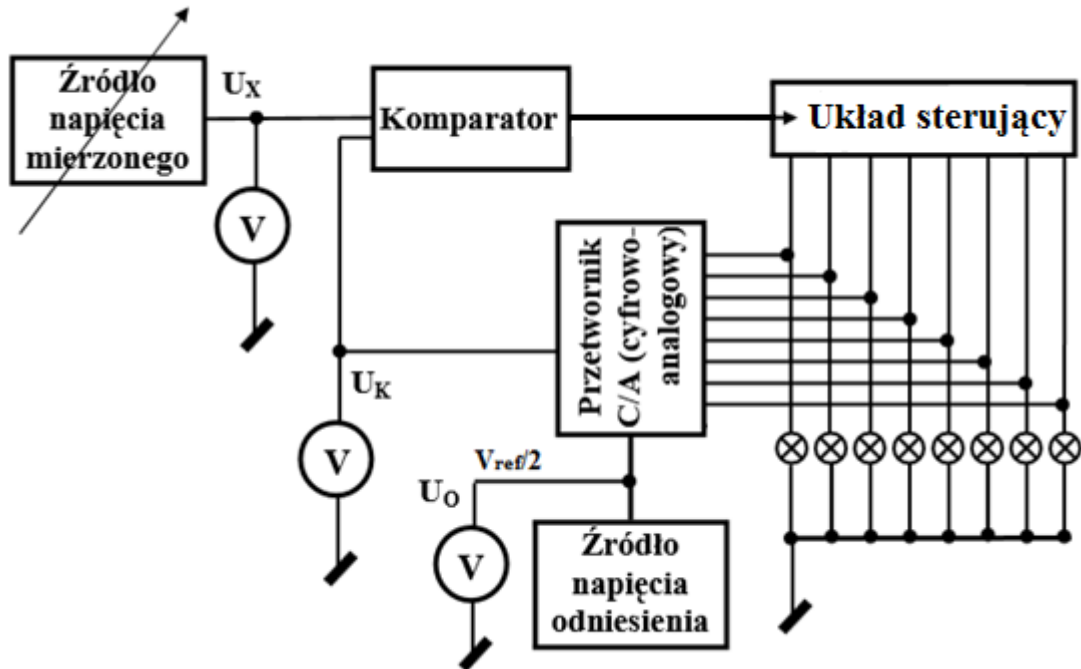
METODA DWUSTOPNIOWA SZEREGOWO - RÓWNOLEGLĘGO PORÓWNANIA



3. BADANIA I POMIARY

SCHEMATY UKŁADÓW POMIAROWYCH

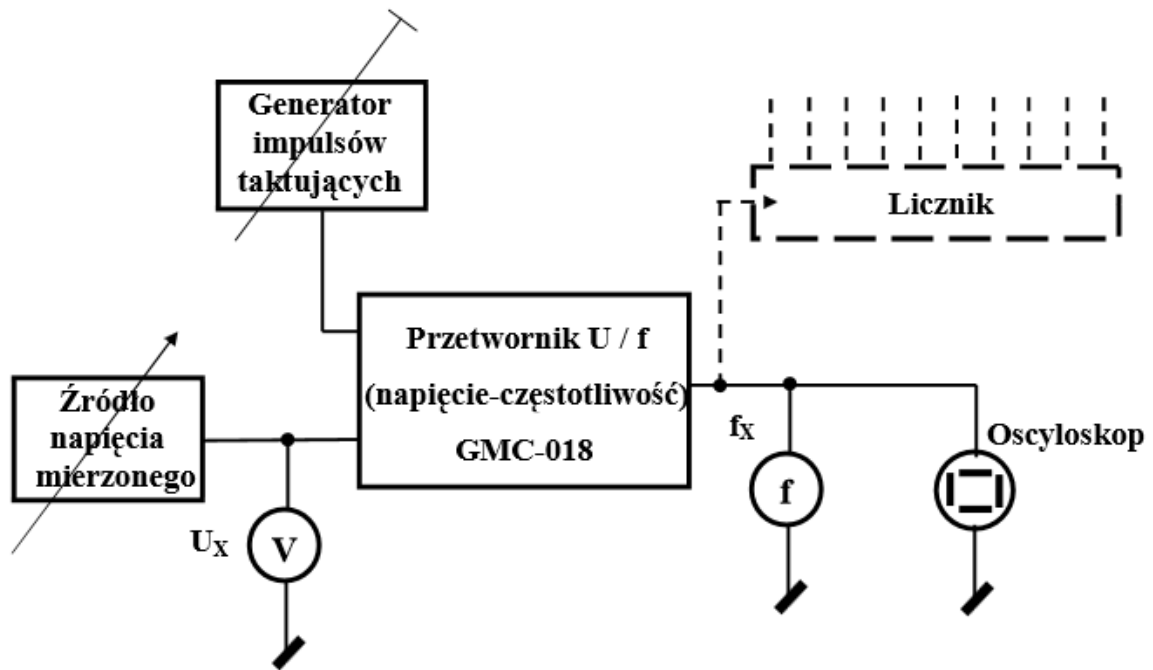
Ćwiczenie wykonuje się kolejno na czterech stanowiskach pomiarowych. Schematy układów pomiarowych przedstawiono na poniższych rysunkach.



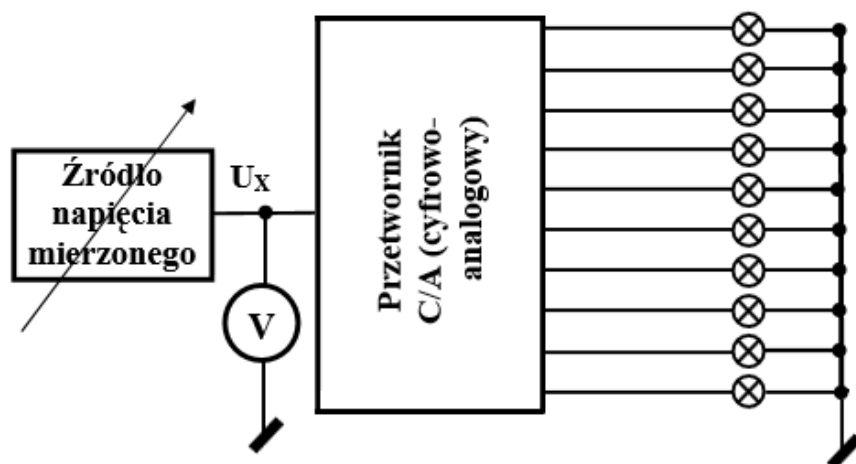
Rys. 1. Układ pomiarowy przetwornika kompensacyjnego wagowego



Rys. 2. Układ pomiarowy przetwornika rezystancja - przedział czasu



Rys. 3. Układ pomiarowy przetwornika napięcie - częstotliwość



Rys. 4. Układ pomiarowy przetwornika bezpośredniego równoległego porównania

PRZEBIEG ĆWICZENIA

A. W układzie pomiarowym przetwornika kompensacyjnego wagowego (Rys 1.) należy dokonać odczytu słowa binarnego 8 - bitowego z wyświetlacza złożonego z ośmiu diod elektroluminescencyjnych LED (*dioda świecąca* $\equiv 0$, *dioda zgaszona* $\equiv 1$) dla kolejnych podanych przez prowadzącego zajęcia, napięć wejściowych. Należy ustalić moment przepełnienia licznika i wyznaczyć wartość napięcia odniesienia (referencji). Przed kolejnym pomiarem licznik trzeba wyzerować! Wyniki pomiarów należy notować w tabeli pomiarowej Tabela 1. Po wykonaniu pomiarów liczbę binarną należy przeliczyć na dziesiętną.

Tabela 1. Tabela pomiarowa dla układu przetwornika kompensacyjnego wagowego

PRZETWORNIK KOMPENSACYJNY WAGOWY (U_x/N_x)									
U	N_x								n_x
[V]	liczba binarna								liczba dziesiętna
0,05									
0,50									
itd.									

B. W układzie pomiarowym przetwornika rezystancja - przedział czasu (Rys. 2.) należy dokonać pomiaru czasu trwania impulsu prostokątnego na wyjściu przetwornika $R_x/\Delta t_x$ w funkcji rezystancji wejściowej (*wartości rezystancji podaje prowadzący ćwiczenia*). Pomiaru czasu trwania impulsu dokonuje się oscyloskopem umożliwiającym, oprócz obserwacji przebiegu, cyfrowy pomiar odcinka czasu pomiędzy ustawianymi na ekranie znacznikami początku i końca impulsu prostokątnego. Wyniki pomiarów należy notować w tabeli pomiarowej Tabela 2.

Tabela 2. Tabela pomiarowa dla układu przetwornika rezystancja - przedział czasu

PRZETWORNIK $R_x/\Delta t_x$	
R_x, Ω	$\Delta t_x, ms$
100	
103	
itd.	

UWAGA: Wskazania wyświetlacza pomiaru czasu zsynchronizowane są z nastawami generatora podstawy czasu oscyloskopu - co znacznie ułatwia pomiar.

C. W układzie pomiarowym przetwornika napięcie - częstotliwość (Rys. 3.) należy dokonać pomiaru częstotliwości na wyjściu przetwornika U/f w funkcji napięcia wejściowego (*wartości napięć wejściowych podaje prowadzący zajęcia*). Do wyjścia przetwornika podłączony jest również oscyloskop dwukanałowy umożliwiający obserwację przebiegu wyjściowego (kanał 2) na tle przebiegu odniesienia - napięcie z generatora impulsów taktujących (kanał 1). Przetwornikiem badanym jest monolityczny układ hybrydowy GMC-018-1 o napięciu wejściowym $0 \div 2 V$. Proponowana częstotliwość odniesienia 10 kHz. (*Karta katalogowa przetwornika napięcie - częstotliwość do wglądu u prowadzącego zajęcia*). Wyniki pomiarów należy notować w tabeli pomiarowej Tabela 3.

Tabela 3. Tabela pomiarowa dla układu przetwornika napięcie - częstotliwość

PRZETWORNIK $R_x/\Delta t_x$	
U , V	f , kHz
0,05	
0,10	
itd.	

D. W układzie pomiarowym przetwornika bezpośredniego równoległego porównania (Rys. 4.) należy dokonać odczytu wartości napięcia nastawianego w chwili osiągnięcia stanu logicznego 1 kolejnej diody (dioda zaświecona) dla kolejnych wartości napięcia z zakresu od $0 \div 10 \text{ V}$. Teoretycznie każdej kolejnej zaświeconej diodzie odpowiadać powinien 1 V. Wyniki należy noować w tabeli pomiarowej Tabela 4.

Tabela 4. Tabela pomiarowa dla układu przetwornika liniowego

PRZETWORNIK "LINIJKĄ"	
U, V	ilość zapalonych diod
0	
1	
itd.	

4. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Sporządzić wykresy zależności:

- $N_x = f(U_x)$ (dla przetwornika kompensacyjnego wagowego)
- $\Delta t_x = f(R_x)$ (dla przetwornika rezystancja - przedział czasu)
- $f_x = f(U_x)$ (dla przetwornika napięcie częstotliwość)
- (ilość diod świecących $\equiv 1$) = $f(U_x)$ (dla przetwornika liniowego)

2. Na wykresach należy nanieść linie trendu wraz z podaniem współczynników regresji liniowej ($y = ax + b \rightarrow$ prosta regresji).

5. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Stronę tytułową (nazwę ćwiczenia, numer sekcji, nazwiska i imiona ćwiczących oraz datę wykonania ćwiczenia)
2. Schematy układów pomiarowych
3. Tabele pomiarowe z wynikami ze wszystkich stanowisk
4. Wykresy podanych (w punkcie 4) zależności.
5. Uwagi i wnioski (dotyczące przebiegu charakterystyk, ich odstępstw od przebiegów teoretycznych, rozbieżności wyników różnych serii pomiarowych, itp.)