

KATEDRA ELEKTRONIKI

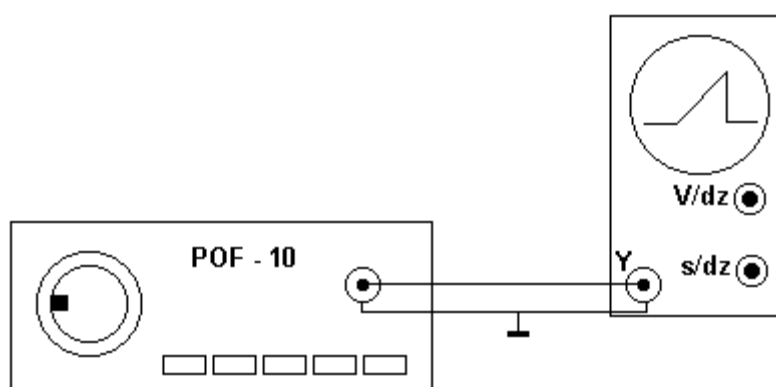
LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI

**POMIARY OSCYLOSKOPOWE**

## 1. Zadania do wykonania:

1. Zapoznać się z obsługą generatora funkcyjnego i oscyloskopu
2. Ustawić na generatorze, zaobserwować na ekranie oscyloskopu i odrysować przebiegi: sinusoidalny, prostokątny i trójkątny
3. Odczytać z oscyloskopu wartość amplitudy, wartość międzyszczytową napięcia oraz okres obserwowanych przebiegów
4. Obliczyć wartość skuteczną napięcia oraz częstotliwość zaobserwowanych przebiegów

## 2. Określenie wielkości charakterystycznych przebiegu elektrycznego



Rys. 1. Schemat układu do pomiaru wielkości charakterystycznych sygnału elektrycznego

Tabela pomiarowa

Typ przebiegu	Amplituda	Wartość międzyszczytowa	Wartość skuteczna	Okres	Częstotliwość	Czas narastania	Czas opadania	Współczynnik wypełnienia
Stały								
Harmoniczny								
Harmoniczny+stały								
Fala prostokątna								
Przebieg trójkątny								
Impuls prostokątny								

## 3. POMIAR NAPIĘĆ – Informacje ogólne

### 3.1. Wstęp

Pomiar napięć w układach elektronicznych w sposób istotny różni się od pomiaru napięć w obwodach elektrycznych. Jest to spowodowane specyficznymi cechami sygnałów występujących w obwodach elektronicznych:

1. Bardzo szeroki zakres częstotliwości — od napięć stałych i napięć bardzo małych

częstotliwości (setne części herca) do napięć bardzo wielkich częstotliwości (1 GHz).

2. Duży zakres wartości mierzonych napięć — od części mikrowolta do kilkudziesięciu (a nawet kilkuset) kilowoltów.

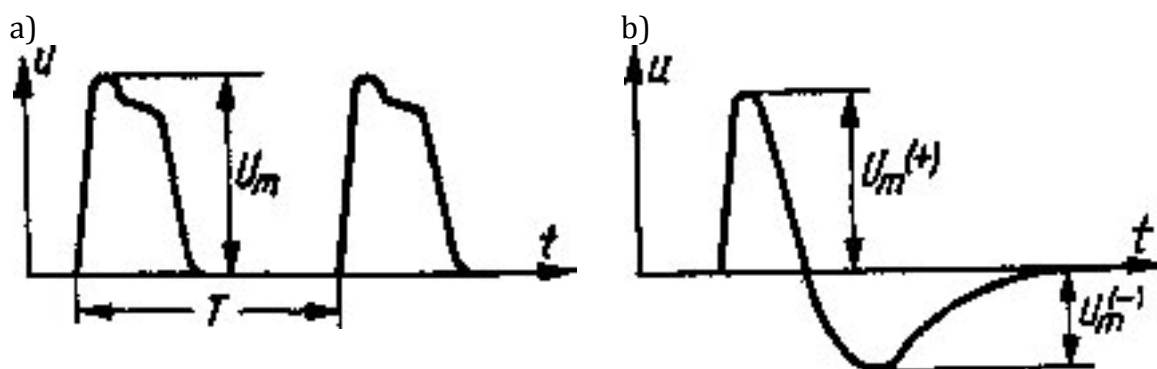
3. Różnorodne kształty napięć.

Źródła badanych napięć mają zwykle małą moc, co dodatkowo komplikuje pomiary. Przyrządy do pomiaru napięć będą należycie spełniać swoją rolę, jeśli ich pobór mocy będzie nieznaczny, gdyż w przeciwnym przypadku będą miały wpływ na pracę badanego układu.

### 3.2. Wielkości charakteryzujące przebieg okresowy

Napięcie zmienne może być opisane przez podanie jego wartości szczytowej, skutecznej lub średniej.

Wartość szczytowa  $U_m$  napięcia (amplituda) jest to największa wartość chwilowa, jaką przyjmuje napięcie w czasie obserwacji (lub w czasie trwania okresu) – rys.2.a. Dla napięć niesymetrycznych rozróżniamy dwie wartości szczytowe: dodatnią i ujemną – rys.2.b.



Rys. 2. Ilustracja pojęcia szczytowej wartości napięcia

Wartość skuteczna  $U$  napięcia jest to wartość średniokwadratowa wartości chwilowych tego napięcia w czasie trwania pomiaru (lub za okres):

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

Jak wiemy, kwadrat wartości skutecznej niesinusoidalnego napięcia okresowego jest równy sumie kwadratów składowej stałej i wartości skutecznej wszystkich harmonicznym:

$$U^2 = U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + \dots$$

Inaczej mówiąc wartość skuteczna napięcia okresowego jest równa

$$U = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} u_k^2}$$

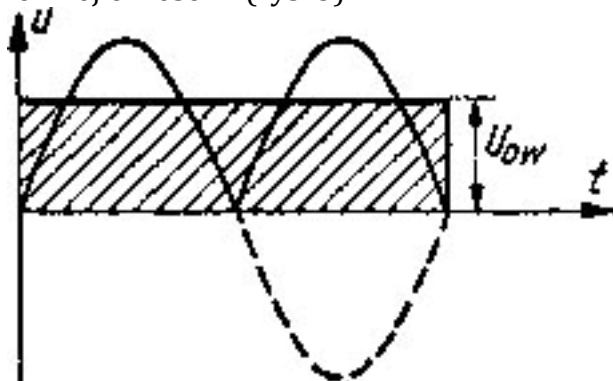
Wartość średnia (składowa stała)  $U_0$  napięcia jest określana jako średnia arytmetyczna wartości chwilowych napięcia w czasie pomiaru (lub za okres):

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

Wartość średnią (składową stałą) uzyskaną przy prostowaniu pełnookresowym określa zależność

$$U_{0w} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

Składowa stała przebiegu wyprostowanego może być określona jako wysokość prostokąta o powierzchni równej powierzchni zawartej pod krzywą badanego napięcia i podstawie równej okresowi (rys. 3).



Rys. 3. Określenie wartości średniej przebiegu wyprostowanego

Wartość średnia napięć jednokierunkowych jest równa wartości średniej przy prostowaniu pełnookresowym. Dla napięć dwukierunkowych wielkości te są różne. Na przykład dla napięcia sinusoidalnego  $U_0 = 0$ , a  $U_{0w} = 0,637U_m$ .

Wartość skuteczna przebiegu jest często podawana w odniesieniu do jego wartości maksymalnej.

Wielkością, która zazwyczaj charakteryzuje przebieg okresowy, jest tzw. współczynnik kształtu  $k_k$ , definiowany jako stosunek wartości skutecznej do wartości średniej tego przebiegu przy prostowaniu pełnookresowym

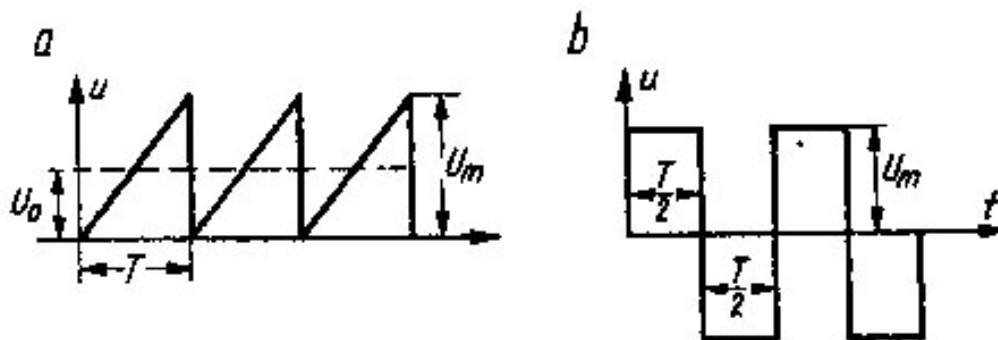
$$k_k = \frac{U}{U_{0w}}$$

Przykładowo, określimy stosunek wartości skutecznej do szczytowej oraz współczynnik kształtu różnych przebiegów.

#### 1. Napięcie sinusoidalne

$$U_m = \sqrt{2}U = 1,41U, \quad \text{stąd} \quad U = \frac{1}{\sqrt{2}}U_m = 0,707U_m$$

oraz  $U_{0w} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}U = 0,9U$ , stąd  $k_k = 1,11$  (dla prostowania pełnookresowego, oraz  $k_k = 2,22$  dla prostowania półokresowego).



Rys. 4. Przykłady napięć o różnych kształtach

2. Napięcie trójkątne (rys.4.a.) o wartości szczytowej  $U_m$  i okresie  $T$ .

Wartość chwilowa

$$u(t) = \frac{U_m}{T} t$$

Wartość skuteczna

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \frac{U_m^2}{T^2} t^2 dt} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

Wartość średnią  $U_{0w} = \frac{U_m}{2}$  znajdujemy z wykresu (rys.4.a.) dzieląc powierzchnię trójkąta przez długość okresu.

Otrzymujemy stąd

$$U = \frac{1}{\sqrt{3}} U_m$$

oraz

$$k_k = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,16$$

3. Napięcie prostokątne o współczynniku wypełnienia  $\frac{1}{2}$  (rys.4.b.).

Wartości chwilowe

$$u(t) = \begin{cases} U_m & 0 \leq t \leq \frac{T}{2} \\ -U_m & \frac{T}{2} < t \leq T \end{cases}$$

Wartość skuteczna  $U=U_m$ , wartość średnia przy prostowaniu pełnookresowym  $U_{0w}=U_m$ , współczynnik kształtu  $k_k=1$ .