

# Pracownia pomiarów elektrycznych i elektronicznych

## TEMAT: POMIARY OSCYLOSKOPOWE

### 1. Prąd przemienny i jego badanie

Możliwość wykorzystania w technice prądu przemiennego stało się podstawą II rewolucji przemysłowej zwanej Erą Elektryczności.

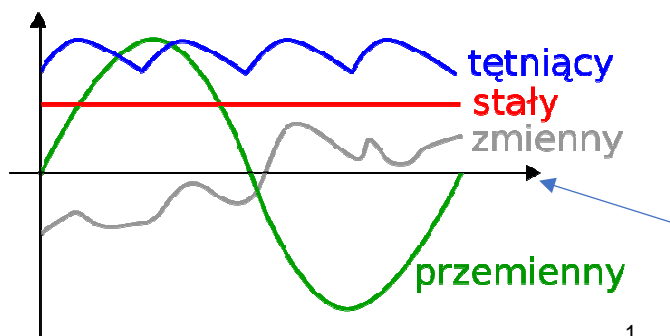
Proszę, jako wstęp, wykorzystać informacje pod adresem

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Historia\\_elektrotechniki](https://pl.wikipedia.org/wiki/Historia_elektrotechniki)

Pod koniec XIX wieku w drodze postępu pojawiły się jeszcze inne znaczące postacie. Ostatecznie prąd przemienny okazał się bardziej nadający się do przesyłu energii elektrycznej na duże odległości. Przesyłanie energii elektrycznej w postaci prądu przemiennego zawsze wygra z prądem stałym. Już to udowodniła rywalizacja Tesla - Edison. Prąd stały podlega silnemu tłumieniu w ośrodku przewodnikowym, wynikającym z prawa Oma. Rezystancja przewodnika bowiem zależy między innymi wprost proporcjonalnie od jego długości. Tak więc prąd stały w miarę wzrostu długości linii przesyłowej podlega coraz większemu tłumieniu. Przewaga prądu przemiennego wynika z tego, że im wyższa częstotliwość tym lepsze przewodnictwo. Po drugie wraz ze wzrostem częstotliwości prądu maleje wielkość odbiorników energii elektrycznej. Częstotliwość 50-60 Hz wynika z kompromisu: z jednej strony tłumienie sygnału (mniejsze, gdy częstotliwość większa), a z drugiej prędkości obrotowej wału wirnika elektrowni (nie może być zbyt duża). Prąd przemienny okazał się także niezwykle przydatny w konstrukcjach silników elektrycznych i konstrukcjach elektromagnetycznych, wykorzystujących wzajemny wpływ pola magnetycznego i elektrycznego (patrz temat z fizyki)

#### **Na czym polega prąd przemienny?**

Ogólnie można powiedzieć, że na okresowej zmianie kierunku prądu, pod wpływem przemiennego napięcia. Nie każdy prąd zmienny jest przemienny. Określenie przemienny jest zarezerwowane dla przebiegu sinusoidalnego – przebieg zielony



Na tej osi poziomej jest zawsze **czas  $t$** , zaś oś pionowa może być oznaczona jako  **$I$  – natężenie lub  $U$  – napięcie.**

Dodatnie wartości przyjmuje natężenie lub napięcie powyżej osi czasu, ujemne - poniżej

Ta zmiana kierunku spowodowała, że wartość natężenia prądu  $I$ ,  $i - I$ , a także  $U$   $i - U$  stały się równoważnymi, ale nie równymi zapisami. Minus nie jest brakiem czy niedostatkim, a jedynie **przeciwnym kierunkiem przepływu prądu czy napięcia.**

A zatem i działania matematyczne na obu wartościach muszą być jednakowe. Co zrobić zatem z pierwiastkowaniem np.  $\sqrt{I1}$  i  $\sqrt{-I1}$ , gdy zgodnie z zapisami matematyki nie istnieje pierwiastek z liczby ujemnej. To spowodowało wprowadzenie liczb zespolonych, gdzie istnieje pierwiastek z liczby ujemnej

$$j^2 = -1$$

*$j$  to jest liczba urojona*

*czasem używa się zapisu*

$$j = \sqrt{-1}$$

Można się też spotkać z oznaczeniem  $i$

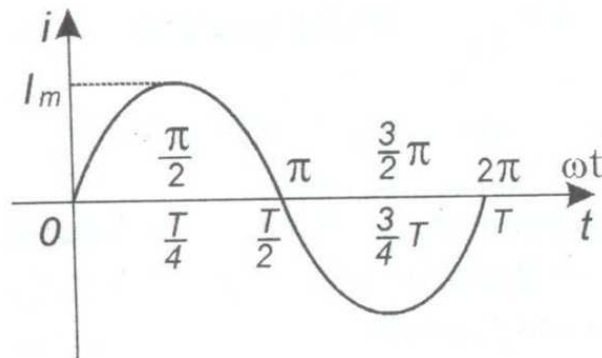
Nie będziemy się zagłębiać w matematykę liczb zespolonych, ale ze względu na to, że spotkacie się z tym pojęciem uznaliśmy, że należy tę kwestię wyjaśnić.

*Przemiennosc prądu zachodzi w specyficzny sposób, który opisuje równanie*

**$I = I_m \sin(\omega t + \psi)$**   **$\psi$  to** przesunięcie fazowe (wystąpi wtedy, gdy przebieg  $I$  nie zaczyna się od zera w początku układu współrzędnych)

<sup>1</sup> <https://fizyka.uniedu.pl/prad-przemienny/>

dla  $\psi = 0$  równanie prądu przybiera postać  $I = I_m \sin(\omega t)$  i przedstawione jest na wykresie.



Rysunek 3 Wykres przebiegu prądu przemiennego (sinusoidalnego)

$\omega = 2\pi f$  – nazywa się pulsacją prądu, zaś wyrażenie  $\omega t$  jest kątem wyrażonym w radianach i może przyjmować wartości jak na osi  $\omega t$ .

$I_m$  – Jest amplitudą, czyli najwyższą wartością natężenia, oznacza to, że  $-I_m$  jest także amplitudą.

**Jest oczywiste, że aby uzyskać taki przebieg prądu musi być przyłożone przemiennie napięcie, co obrazuje równanie**

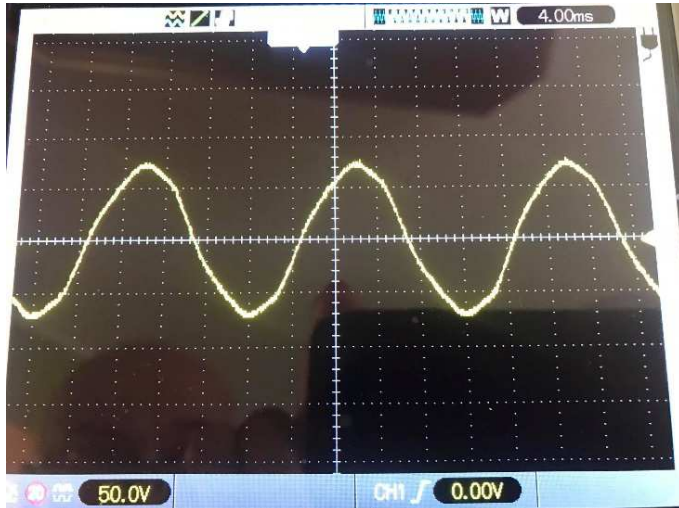
$$U = U_m \sin(\omega t + \psi)$$

### **Zadanie 1. (3p)**

Znajdźcie w internecie 3 przebiegi prądu i zmiany napięcia z przesunięciem fazowym, a zatem dla  $\psi \neq 0$ ; i zamieście je w tym miejscu.

Takie zatem obrazy prądu przemiennego można zaobserwować na oscyloskopie.

### Zadanie 2. (2p)

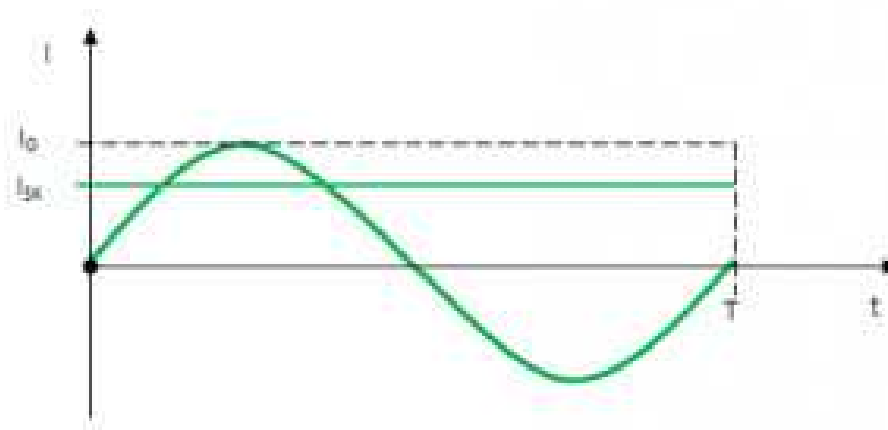


Wyjaśnij jaki parametr prądu przedstawia obraz oscyloskopu napięcia czy natężenia i czy przebieg jest z przesunięciem fazowym czy bez?

Z takiego przebiegu i takiej zmienności prądu przemiennego wynikają także nowe pojęcia

**Natężenie skuteczne** ( $I_{sk}$ ) prądu przemiennego, to takie natężenie, przy którym prąd stały wykona pracę (lub wydzieli ciepło) równą co do wartości pracy wykonanej przez dany prąd przemienny podczas jednego pełnego okresu zmian. Dla prądów sinusoidalnie zmiennych wartość natężenia skutecznego jest równa:

$$I_{sk} = \frac{I_m}{\sqrt{2}},$$
 gdzie  $I_m$  lub inne oznaczenie  $I_0$  to amplituda natężenia (największa jego wartość)

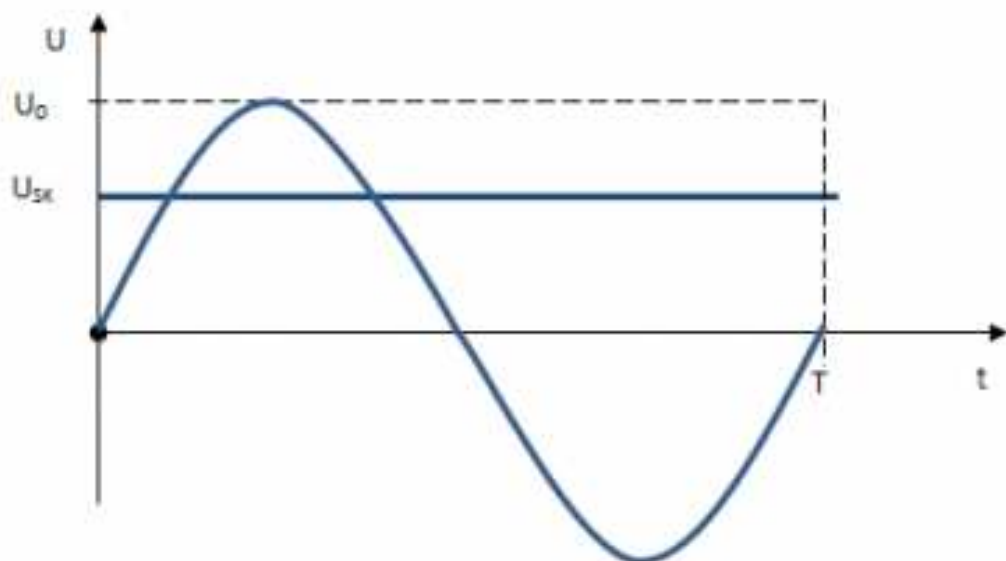


### *Napięcie skuteczne*

**Napięcie skuteczne** ( $U_{sk}$ ) definiuje się w analogiczny sposób. Jest ono równe takiemu napięciu, przy którym prąd stały wykona taką samą pracę co dany prąd przemienny podczas jednego pełnego okresu.

Dla prądów zmieniających się w sposób sinusoidalny napięcie skuteczne jest równe:

$U_{sk} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ , gdzie  $U_m$  lub inne oznaczenie  $U_0$  to amplituda napięcia (największa jego wartość)



## Oscyloskop

Oscyloskop sam w sobie stanowi doskonałe narzędzie pomiarowe stosowane w obserwacjach odkształconych przebiegów elektrycznych oraz do pomiarów rozmaitych parametrów tych przebiegów. Właściwie dobrany układ pracy oscyloskopu umożliwia nie tylko mierzenie parametrów przebiegu odkształconego, lecz także pozwala na obserwacje charakterystyk statycznych i dynamicznych przyrządów elektronicznych oraz na mierzenie ich przesunięcia fazowego, rezystancji dynamicznej oraz innych parametrów.

### Budowę i rodzaje oscyloskopów przedstawia film pod adresem

<https://www.youtube.com/watch?v=Ox7r5EHj1A>

### Zadanie 3. (6p)

W oparciu o film i inne źródła przeanalizuj:

- jakie są elementy płyty czołowej oscyloskopu
- jakie są funkcje elementów regulacyjnych płyty czołowej oscyloskopu zaprezentuj:
- przebiegi prądu przemiennego na oscyloskopie opisz:
- wykonywanie pomiarów napięcia za pomocą oscyloskopu – obrazy przebiegu napięcia i ustawienia oscyloskopu
- wykonywanie pomiarów przesunięcia fazowego i częstotliwości - obrazy z przesunięciem fazowym i ustawienia oscyloskopu
- sposoby wyznaczania częstotliwości w oparciu o pomiary i obraz z oscyloskopu

**Uwaga:** Zadanie jest wyjściem naprzeciw potrzebie realizacji chociaż części treści w ramach realizacji pracowni, w tym przypadku pracowni pomiarów elektrycznych i elektronicznych. Założono, że po powrocie do szkoły w przyspieszonym tempie realizować się będzie tylko wykonywanie pomiarów. Pracownia realizowana jest w ramach kształcenia modułowego.