

# ELEKTRYCZNE WŁAŚCIWOŚCI TKANEK

## I. Zagadnienia

1. Prawa przepływu prądu elektrycznego.
2. Przepływ prądu w przewodnikach I-szego i II-giego rodzaju.
3. Potencjały elektryczne komórek nerwowych i mięśni.
4. Rodzaje prądów stosowanych w elektrolecznictwie.

## II. Zadania

1. Pomiar oporu elektrycznego skóry i oporu elektrycznego opornika.
2. Określenie zależności impedancji skóry od częstotliwości impulsów.

## III. Wykonanie ćwiczenia

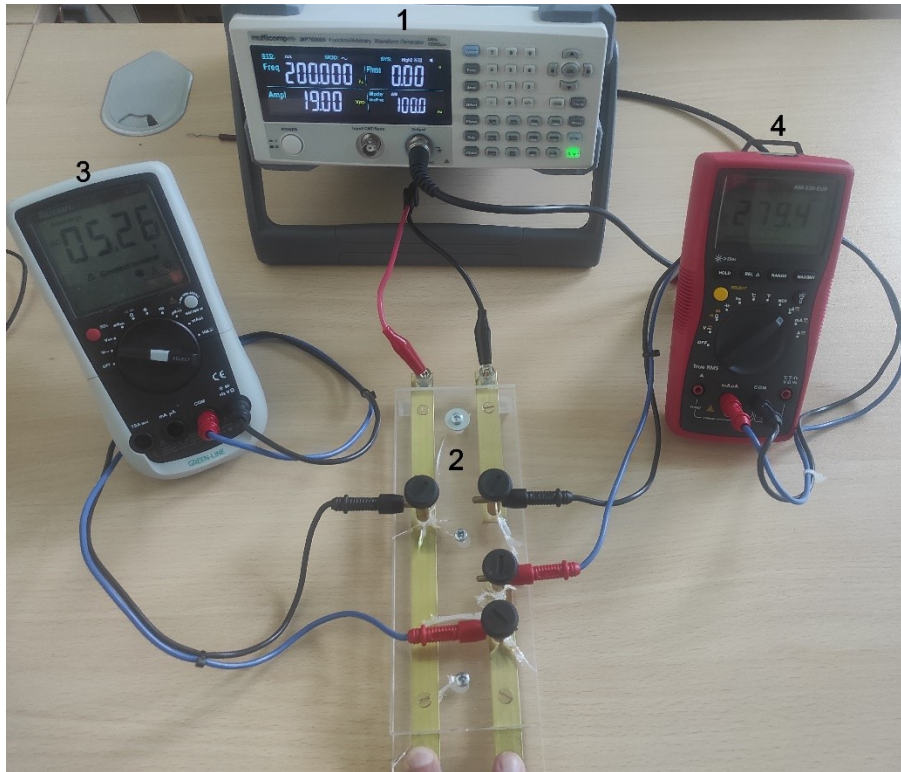
**UWAGA!!!** W ćwiczeniu dozwolone jest wykorzystanie do pomiarów **tylko i wyłącznie** palców u ręki.

### 1. Pomiar oporu elektrycznego skóry i oporu elektrycznego opornika.

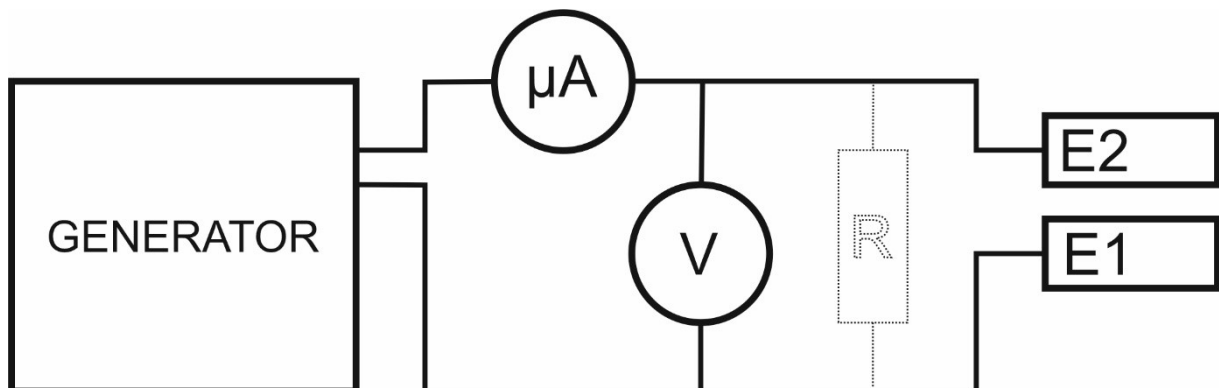
Pierwsza część ćwiczenia polega na wyznaczeniu zależności pomiędzy natężeniem prądu ( $I$ ) płynącego przez skórę i tkanki miękkie palców, a obserwowanym napięciem ( $U$ ). Na podstawie pomiarów wyznaczony zostanie opór tkanek palców. Podobne pomiary należy wykonać dla opornika. Otrzymane wyniki należy porównać, a w szczególności charakter uzyskanych zależności. Przedni panel wykorzystywanego w ćwiczeniu generatora *multicompPRO MP750065* pokazano na rys.1. Układ pomiarowy pokazano na rys. 2, a schemat połączeń na rys. 3.



Rys.1 Panel sterujący generatora **multicompPRO MP750065**. 1 – Przycisk wyzwalający ustawienie częstotliwości, 2 – przycisk wyzwalający ustawienie amplitudy, 3 – zestaw przycisków pozwalających na ustawienie wartości amplitudy i częstotliwości, 4 – zestaw przycisków pozwalających na ustawienie rodzaju generowanego sygnału, 5 – przycisk wyzwalający przesyłanie sygnału z generatora do układu pomiarowego (przycisk jest aktywny, jeśli świeci na zielono).



Rys 2. Układ pomiarowy wykorzystywany w ćwiczeniu. 1 – Generator **multicompPRO MP750065** używany jako źródło prądu zmiennego, 2 – płytki pleksiglasowa służąca do połączenia urządzeń, wyposażona w elektrody (E1, E2), do których przykładają się palce, 3 – multimetr podłączony i ustawiony do pomiaru napięcia prądu zmiennego (V, AC), 4 – multimetr podłączony i ustawiony do pomiaru natężenia płynącego przez palce prądu zmiennego w zakresie mikroamperów ( $\mu\text{A}$ , AC).



Rys. 2. Schemat połączeń. Przerywaną linią pokazano sposób podłączenia opornika.

- W celu przeprowadzenia pomiarów należy sprawdzić czy urządzenie **multicompPRO MP750065** i dwa multimetry zostały połączone do pleksiglasowej płytki z elektrodami (rys. 2) według schematu pokazanego na rys. 3. W przeciwnym razie proszę połączyć urządzenia według schematu, a następnie poprosić asystenta o sprawdzenie połączeń PRZED uruchomieniem generatora.
- Proszę pamiętać o ustawieniu odpowiednich opcji pomiaru na obydwu multimetrach. Jeden powinien pracować jako woltomierz (V), a drugi jako mikroamperomierz ( $\mu\text{A}$ ). Obydwa multimetry powinny być ustawione w tryb pomiaru prądów zmiennych (AC).
- Podczas badania przepływu prądu przez tkanki palców przykładamy palec wskazujący i środkowy do elektrod oznaczonych na rysunku przez E1 i E2. W przypadku pomiarów z użyciem opornika wpinamy krokodylki połączone z elektrodami opornika do tych samych elektrod, do których podłączony jest woltomierz.
- Pomiary przeprowadzamy dla częstotliwości 50 Hz, w zakresie amplitud pomiędzy dla amplitud napięcia **0, 2, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 V**.
- Amplituda sygnałów regulowana jest strzałkami na panelu sterującym generatora (rys.1)- Pomiar odbywa się poprzez przyłożenie palców do elektrod i zmianę amplitudy sygnałów na coraz wyższą. Dla każdej ustawionej amplitudy proszę odczytać z multimetrów napięcie i natężenie płynące przez palce prądu.
- Pomiar przerywamy, gdy amplituda jest na tyle duża, że płynący prąd odczuwalny.
- Podobne pomiary należy przeprowadzić dla opornika. W ćwiczeniu zamiast pojedynczego opornika wykorzystany jest układ dwóch oporników o wartości nominalnej 220 k $\Omega$  połączonych równolegle. Należy obliczyć opór takiego układu w celu porównania z otrzymywanymi wynikami.
- Wykonać w programie **Statistica** wykresy zależności napięcia od natężenia płynącego prądu dla tkanek palców i dla opornika.
- Wyznaczyć opór tkanek palców i opór opornika poprzez dopasowanie do punktów pomiarowych prostej.
- Wykresy i wyniki obliczeń umieścić w sprawozdaniu.
- Skomentować różnice kształtu otrzymanych krzywych.
- Porównać wartość oporu badanego układu rezystorów z wartością otrzymaną w pomiarze.
- Podpinając, w miejsce generatora źródło prądu stałego o napięciu 10 V, proszę wyznaczyć opór skóry dla prądu stałego, a następnie korzystając z powyższej informacji oraz impedancji skóry palców, wyznaczonej dla częstotliwości 50 Hz, proszę obliczyć pojemność układu pomiarowego C.

## 2. Określenie zależności impedancji skóry od częstotliwości impulsów.

- Celem drugiej części ćwiczenia jest sprawdzenie, czy impedancja tkanek zależy od częstotliwości impulsów w zakresie częstotliwości stosowanych w generatorze. Pomiary należy przeprowadzić w podobny sposób, jak w pierwszej części zarówno dla palców, jak i dla opornika. Pomiary należy wykonać dla ustalonej amplitudy impulsów na takim poziomie, który pozwala poczuć przepływ prądu, ale płynący prąd nie jest nieprzyjemny i nie sprawia bólu.
- Pomiary należy przeprowadzić dla następujących częstotliwości: **10 Hz, 20 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 10 kHz, 20 kHz, 100 kHz, 1 MHz**.

- Pomiary należy również wykonać dla opornika.
- Uzyskane w pomiarach dane dla palca i opornika należy wprowadzić do programu **Statistica**. W jednej kolumnie proszę wpisać kolejne częstotliwości, w drugiej zmierzone natężenia prądu, a w trzeciej obserwowane napięcia. Wykorzystując opcje przeliczania danych proszę wyliczyć impedancję dla każdej częstotliwości wykorzystując wartość prądu i napięcia ( $Z=U/I$ ).
- Proszę stworzyć wspólny wykres zależności impedancji od częstotliwości dla tkanek palców i dla opornika. Wykres umieścić w sprawozdaniu i skomentować kształt uzyskanych zależności.

## **II. Sprawozdanie (opory\_tkanek.dotx)**

- Wyniki pomiarów napięcia i natężenia prądu płynącego przez palce.
- Wykres zależności  $U(I)$  dla palców wraz z dopasowaną prostą.
- Wyniki pomiarów napięcia i natężenia prądu płynącego przez oporniki.
- Obliczenia wartości zastosowanego oporu.
- Wyniki pomiarów impedancji dla palców i opornika.
- Wyliczenia wartości pojemności układu pomiarowego.
- Wyniki pomiarów napięcia i natężenia prądu płynącego przez opornik dla różnych częstotliwości.
- Wykres zależności impedancji od częstotliwości dla palców.
- Wyniki pomiarów napięcia i natężenia prądu płynącego przez opornik dla różnych częstotliwości.
- Wykres zależności impedancji od częstotliwości dla opornika.
- Uzyskane wyniki powinny zostać skomentowane.

## **III. Instrukcje**

- Instrukcja programu **Statistica**.