

## POMIAR PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH SKÓRY

(WERSJA SKRÓCONA)

### I. Zagadnienia:

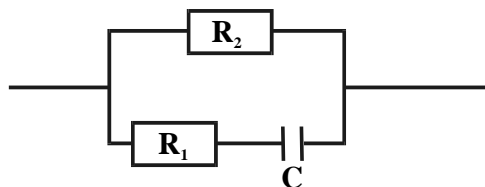
1. Budowa i funkcja skóry ludzkiej.
2. Natężenie prądu elektrycznego, opór właściwy i przewodnictwo właściwe.
3. Rezystancja (opór) i pojemność.
4. Łączenie oporów.
5. Obwód RC. Ładowanie i rozładowanie kondensatora.
6. Podstawy pomiarów oscyloskopowych. Znajomość obsługi oscyloskopu.

### II. Literatura:

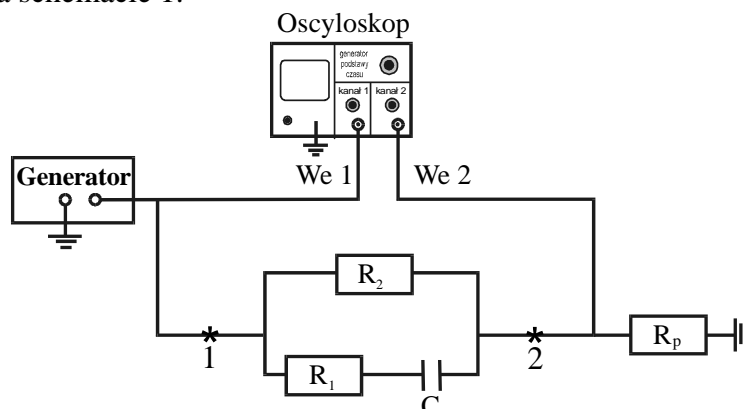
1. Podręczniki kursowe do fizyki.
2. B. Kędzia, *Materiały do ćwiczeń z biofizyki i fizyki*.
3. R. Glaser, *Wstęp do biofizyki* (rozdział 5.4.2)
4. J. Terlecki, *Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki i fizyki*.

### III. Wprowadzenie teoretyczne:

Skóra ludzka składa się z dwóch warstw: naskórka i skóry właściwej. Istnieje ścisły związek pomiędzy stanem czynnościowym skóry, a jej właściwościami fizycznymi. W ćwiczeniu mierzone będą właściwości elektryczne skóry ujawnione przy przepływie przez nią prądu elektrycznego wywołanego zewnętrzną różnicą potencjałów. Ze względu na ogromną liczbę elementów składowych (rozproszonych) skóry układ jest bardzo skomplikowany. Dlatego aby zbudować układ zastępczy skóry ("model elektryczny") należy dokonać upraszczających założeń, przy których parametry elektryczne układu są zbliżone do parametrów elektrycznych skóry. Układ taki przedstawiono na schemacie 1.



schemat 1. Elektryczny układ zastępczy skóry.



schemat 2. Układ pomiarowy

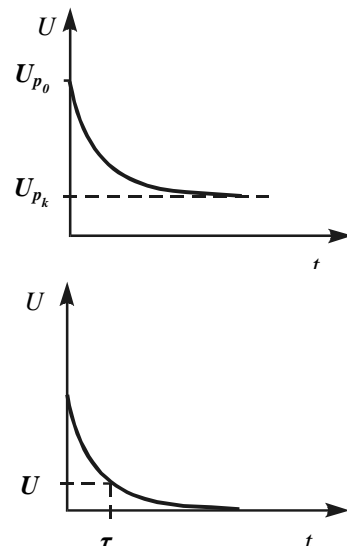
### IV. Wykonanie ćwiczenia:

Jako źródło skokowej zmiany napięcia stosowany jest generator impulsów prostokątnych. Na schemacie 2 przedstawiono układ pomiarowy (zawierający elementy  $R_2$ ,  $R_1$ ,  $C$  o znanych wartościach) imitujący własności elektryczne skóry. Do układu dołączono szeregowo opór  $R_p$ . Zmiany napięcia na tym oporze  $U_p = I \cdot R_p$  obserwujemy na ekranie oscyloskopu.

#### A. Elektryczny obwód zastępczy

1. Połączyć obwód według schematu 2.
2. Sprawdzić ustawienia generatora:
  - generowanie impulsów prostokątnych;
  - częstotliwość  $f = 500 \text{ Hz}$ .
3. Sprawdzić ustawienia oscyloskopu:
  - kanał 1 – wzmacnienie napięciowe 2V/działkę;
  - kanał 2 – 50mV/działkę (ewentualnie zwiększyć czułość);
  - wzmacnienie generatora podstawy czasu ustawić na 0,2 ms/działkę;
  - pokrętki regulacji płynnej znajdują się w pozycji kalibrowanej (cal).

4. Włączyć oscyloskop i generator impulsów prostokątnych. Za pomocą pokrętki poziomu wyzwania uzyskać stabilny obraz.
5. Ustalić wartość amplitudy sygnału zasilającego układ  $U_0 = 5V$  (tj. przy ustawieniu wzmocnienia kanału 1 na 2 V/dz, wskazanie powinno wynosić 2,5 działki).
6. Dobrać tak czułość kanału 2 (pomiar spadku napięcia na oporze  $R_p$ ) aby wartości  $U_{p_0}$  odpowiadało 6-8 działek na ekranie. Ustawienie generatora podstawy czasu musi być tak dobrane aby można było wyznaczyć wartość  $t = \tau$  (patrz rysunki obok)

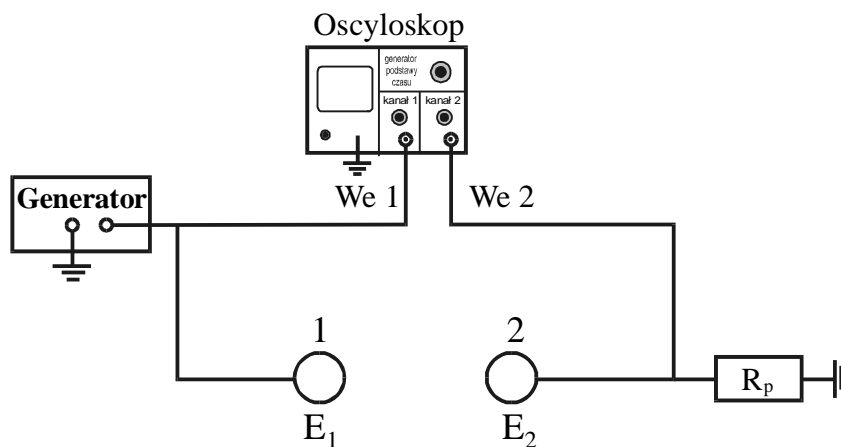


$$\text{dla którego napięcie } U = \left( \frac{U_{p_0} - U_{p_k}}{e} \right)_{t=\tau}$$

7. Zapisać wzmocnienie kanału 1 i 2 oraz generatora podstawy czasu. Zmierzyć wartości napięć  $U_0$ ,  $U_{p_0}$  i  $U_{p_k}$ .
8. Wyznaczyć  $\tau$  z ekranu oscyloskopu i przerysować obserwowane przebiegi sygnału.
9. Korzystając z zależności  $R_2 \approx \frac{U_0}{U_{p_k}} R_p$  i  $R_1 \approx \frac{U_0}{U_{p_0} - U_{p_k}} R_p$  obliczyć wartości oporów  $R_2$  i  $R_1$  wiedząc, że  $R_p = 1 \text{ k}\Omega$ .
10. Z zależności  $\tau = R_1 C$  obliczyć pojemność  $C$ . Porównać uzyskane wyniki z rzeczywistymi wartościami  
 $R_2 = 55 \cdot \text{k}\Omega$ ,  $R_1 = 40 \cdot \text{k}\Omega$ ,  $C = 4,5 \text{ nF}$ .

### B. Pomiar parametrów skóry

1. Rozłączyć obwód w punktach 1,2 (schemat 2).
2. Obwód  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C$  zastępujemy elektrodami włączonymi w punktach 1,2 (schemat 2).



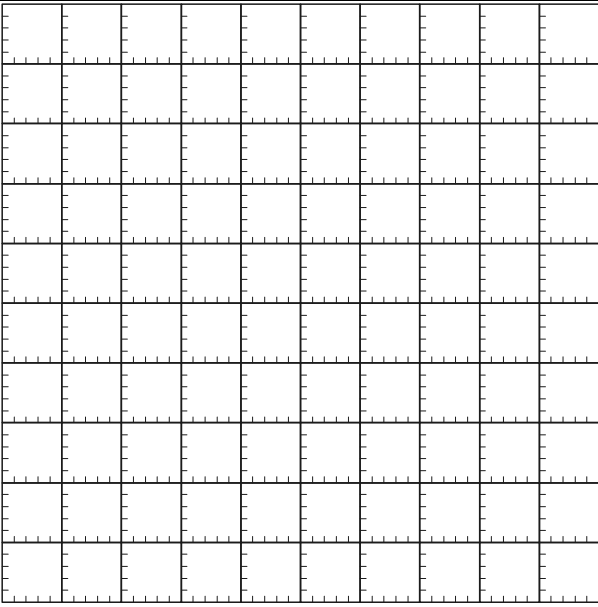
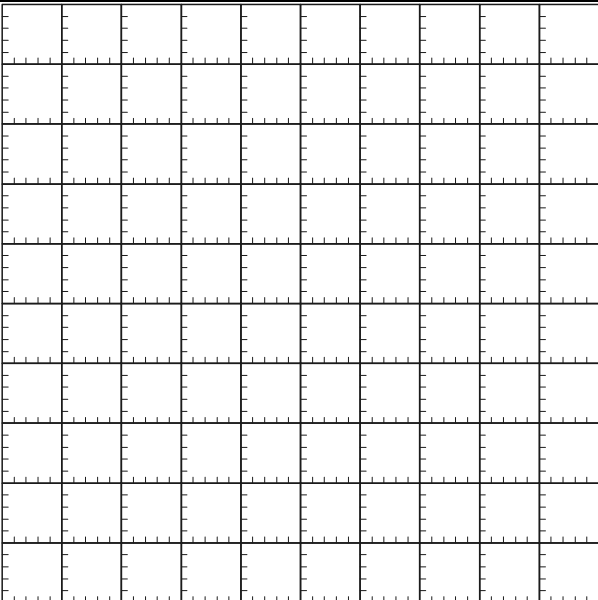
schemat 3

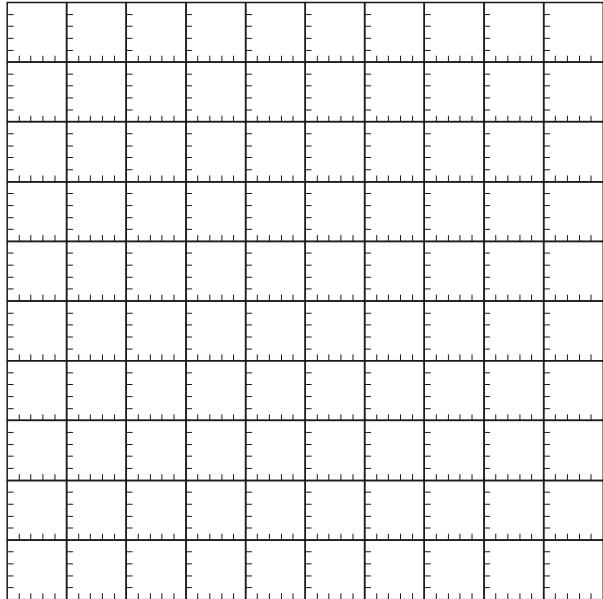
3. Powierzchnię elektrod należy posmarować cieniutką warstwą żelu i przyłożyć do skóry przedramienia badanej osoby. Odległość pomiędzy elektrodami powinna być równa  $d = 5 \text{ cm}$ .
4. Włączyć generator i powtórzyć czynności wymienione w punktach A (4-7).
5. Po przemyciu elektrod alkoholem te same czynności pomiarowe powtarza druga osoba wykonująca ćwiczenie.
6. Porównać obserwowany przebieg zmian napięcia w funkcji czasu z przebiegiem zarejestrowanym w punkcie A7.
7. Obliczyć stałą czasową  $\tau$ ,  $R_2$ ,  $R_1$  i  $C$  dla pierwszej i drugiej osoby.
8. Przeprowadzić dyskusję wyników uzyskanych w części A i B.

Imię i Nazwisko: .....

Rok i Kierunek: .....

**POMIAR PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH SKÓRY**

| Układ zastępczy        |   |                      |                    |
|------------------------|---|----------------------|--------------------|
| Ustawienia oscyloskopu | Obraz na oscyloskopie   | Wartości zmierzone   | Wartości wyliczone |
|                        |   | $U_0 = \quad \pm$    | $R_1 =$            |
|                        |   | $U_{p0} = \quad \pm$ | $R_2 =$            |
|                        |   | $U_{pk} = \quad \pm$ | $C =$              |
|                        |   | $\tau = \quad \pm$   |                    |
| Osoba A                |   |                      |                    |
| Ustawienia oscyloskopu | Obraz na oscyloskopie   | Wartości zmierzone   | Wartości wyliczone |
|                        |  | $U_0 = \quad \pm$    | $R_1 = \quad \pm$  |
|                        |   | $U_{p0} = \quad \pm$ | $R_2 = \quad \pm$  |
|                        |   | $U_{pk} = \quad \pm$ | $C = \quad \pm$    |
|                        |   | $\tau = \quad \pm$   |                    |

| Osoba B                |   |                      |                    |
|------------------------|---|----------------------|--------------------|
| Ustawienia oscyloskopu | Obraz na oscyloskopie   | Wartości zmierzone   | Wartości wyliczone |
|                        |  | $U_0 = \quad \pm$    | $R_1 = \quad \pm$  |
|                        |   | $U_{p0} = \quad \pm$ | $R_2 = \quad \pm$  |
|                        |   | $U_{pk} = \quad \pm$ | $C = \quad \pm$    |
|                        |   | $\tau = \quad \pm$   |                    |

**Wnioski**

.....

.....

.....

.....