

## 19. Badanie napięcia w obwodzie RC

(1 tydzień, 8 pkt.)

*Zagadnienia: opór, pojemność, prąd, napięcie, prawo Ohma, prądy i napięcia w obwodzie RC, opór wewnętrzny woltomierza, woltomierz elektrostatyczny.*

*literatura: Hal80,191÷197; Hal98,105÷111, 165÷170; Rew1, 221÷224, 231÷232  
Szy75,367÷370,341; Szy99,217÷217,224; Szy2,287÷297.*

Celem doświadczenia jest wyznaczenie zależności napięcia od czasu w obwodzie RC oraz porównanie z odpowiednimi zależnościami teoretycznymi.

*Uwaga: Elementy obwodu (wyjście zasilacza oraz okładki kondensatora) mogą znajdować się pod wysokim napięciem. Nie należy dotykać ręką do niez izolowanych elementów obwodu. Wszelkie zmiany w obwodzie robimy po uprzednim zmniejszeniu napięcia na zasilaczu do 0, wyłączeniu zasilacza i rozładowaniu kondensatora. W celu rozładowania kondensatora ustawiamy przełącznik w pozycji 1 i zwieramy okładki kondensatora metalowym elementem z izolującym uchwytem (podczas wyładowania widać iskrę i słychać trzask).*

### 1. Ładowanie kondensatora

#### a) przeprowadzenie pomiarów

W układzie znajduje się opornik o oporze kilku MΩ oraz kondensator o pojemności rzędu 1 μF. Budujemy układ według schematu przedstawionego na rysunku 19.1.

Przełącznik ustawiamy w pozycji 1, włączamy zasilacz i czekamy, aż przestanie piszczeć (piszczenie sygnalizuje wstępne ustawianie parametrów lub przeciążenie zasilacza). Ustawiamy zasilacz na 300V.

Ustawiamy przełącznik w pozycji 2 i jednocześnie uruchamiamy zegar. Notujemy wskazania woltomierza i zegara. Warto przeprowadzić pomiary kilkakrotnie w celu określenia powtarzalności i błędów. W tym celu ustawiamy przełącznik w pozycji 1 i zwieramy okładki kondensatora metalowym elementem z izolującym uchwytem.

Wartości oporu i pojemności mierzymy bezpośrednio miernikiem uniwersalnym.

#### b) opracowanie danych

W czasie ładowania (przełącznik w pozycji 2) napięcie wskazywane przez woltomierz w chwili  $t$  jest równe:

$$U(t) = U_{\infty} \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right), \quad (19.1)$$

gdzie  $U_{\infty}$  jest napięciem na kondensatorze po bardzo długim czasie (czy to napięcie jest równe napięciu na zasilaczu?),  $t$  czasem,  $R$  opornością opornika a  $C$  pojemnością kondensatora. Przekształcamy (12.1) do postaci:

$$t = -RC \ln \left( 1 - \frac{U(t)}{U_{\infty}} \right). \quad (19.2)$$

Przedstawiamy wyniki pomiarów na wykresie, gdzie współrzędnymi są czas oraz logarytm z  $1-U(t)/U_\infty$ . Sprawdzamy, czy punkty układają się na linii prostej i jeśli tak, to ze współczynnika kierunkowego określamy wartość  $RC$ . Dyskutujemy, czy ta wartość jest zgodna z iloczynem  $RC$  otrzymanym drogą bezpośredniego pomiaru  $R$  i  $C$ .

## 2. Rozładowanie kondensatora

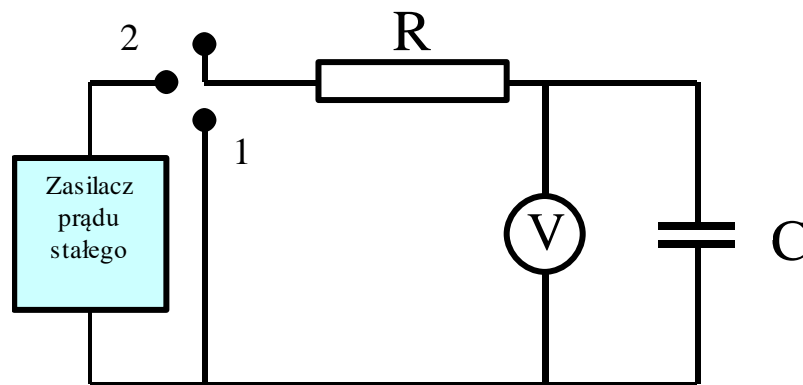
Ustawiamy przełącznik w pozycji 2 i czekamy aż kondensator całkowicie się naładuje. Przesuwamy przełącznik do pozycji 1, uruchamiamy zegar i notujemy wskazania przyrządów. Podczas rozładowania napięcie wskazywane przez woltomierz w chwili  $t$  jest równe:

$$U(t) = U_0 e^{\frac{-t}{RC}}, \quad (19.3)$$

gdzie  $U_0$  jest napięciem na kondensatorze w chwili  $t=0$ . Przekształcamy (19.3) do postaci:

$$t = -RC \ln\left(\frac{U(t)}{1V}\right) + RC \ln\left(\frac{U_0}{1V}\right). \quad (19.4)$$

Wyniki pomiarów na wykresie, gdzie współrzędnymi są czas oraz logarytm z  $U(t)/1V$  ( $1V$  jest jednostką napięcia i pojawia się w mianownikach wyrażenia (19.4) po to, by logarytmować wielkość bezwymiarową). Sprawdzamy, czy punkty układają się na linii prostej i jeśli tak, to ze współczynnika kierunkowego określamy wartość  $RC$ . Dyskutujemy, czy ta wartość jest zgodna z iloczynem  $RC$  otrzymanym drogą bezpośredniego pomiaru  $R$  i  $C$ .



Rys. 19.1 Schemat układu do badania napięcia w obwodzie RC.