

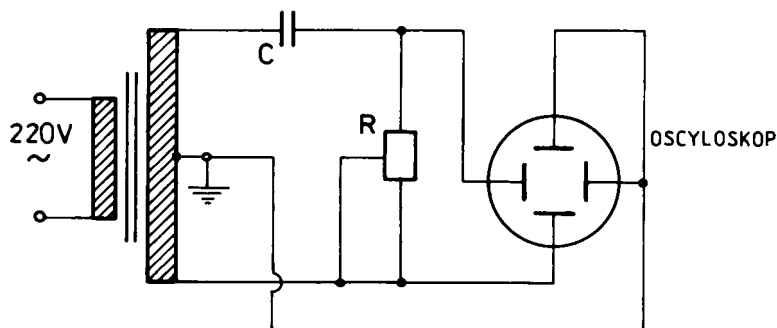
POMIARY OSCYLOSKOPOWE

Cel ćwiczenia: wykonanie pomiarów wielkości elektrycznych charakteryzujących przebiegi przemienne.

Zagadnienia: prąd przemienny, składanie drgań, pomiar amplitudy, fazy i częstotliwości.

51.1. Zasada działania oscyloskopu

Oscyloskop elektroniczny umożliwia wizualną obserwację przebiegów elektrycznych oraz pomiar prawie wszystkich podstawowych wielkości elektrycznych. Na rysunku 51.1 przedstawiono schemat blokowy oscyloskopu elektronicznego.



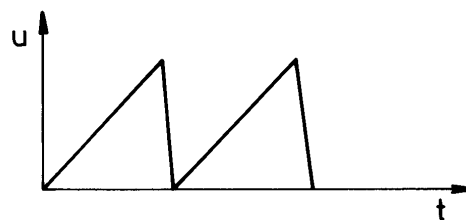
Rys. 51.1. Schemat blokowy oscyloskopu elektronicznego

Głównymi jednostkami funkcjonalnymi oscyloskopu są: lampa oscyloskopowa wraz z zasilaczem wysokiego napięcia, wzmacniacze torów X i Y oraz synchronizowany generator podstawy czasu niezbędny do obserwacji przebiegów w funkcji czasu. Zasada działania lampy oscyloskopowej została przedstawiona w opisie do ćwiczenia 50. W każdym oscyloskopie znajdują się pokręta regulacji ostrości (zmiana dodatniego potencjału pierwszej anody lampy oscyloskopowej, tzw. elektrody ogniskującej) oraz jasności (zmiana ujemnego potencjału siatki lampy oscyloskopowej, tzw. cylindra Wehnelta).

Badane napięcie elektryczne podłącza się do płytek odchyłania pionowego Y . Wzmacniacz napięciowy Y wzmacnia to napięcie tak aby możliwa była jego obserwacja. Wybór wzmocnienia umożliwia pokrętko $WZM Y$ regulacji współczynnika wzmocnienia, w_y , który jest równy odwrotności czułości odchyłania Y . Mierząc odległość h w kierunku osi Y między dwoma punktami badanego przebiegu, możemy obliczyć odpowiadającą mu wartość napięcia zgodnie ze wzorem

$$U_y = w_y \cdot h \quad (51.1)$$

Aby umożliwić obserwację badanego przebiegu elektrycznego w funkcji czasu do płytek X podłącza się napięcie z generatora podstawy czasu (klucz K na rys. 51.1 w położeniu I). Napięcie to ma przebieg piłokształtny, jak przedstawiono na rysunku 51.2. Podczas wzrostu

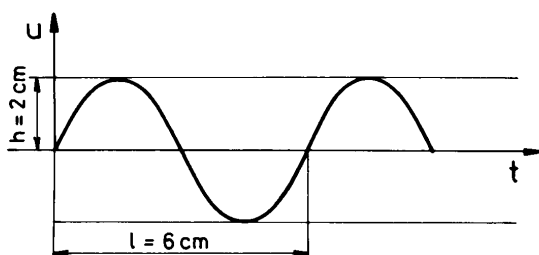


Rys. 51.2. Przebieg piłokształtnego napięcia z generatora podstawy czasu

napięcia plamka na ekranie oscyloskopu wędruje z lewa na prawo, zapewniając tym samym oś czasową dla przebiegu podłączonego do płytek Y .

Oscyloskop wyposażony jest w pokrętkę regulacji skokowej częstotliwości generatora podstawy czasu. Pozwala ono na dostosowanie czasu przesuwu plamki na ekranie do okresu badanego przebiegu elektrycznego. To pokrętkę jest wycechowane w jednostkach skali czasu w_t czyli w s/cm. Mierząc w cm odległość l między dwoma punktami na osi x badanego przebiegu, możemy jej przyporządkować czas zgodnie z relacją

$$t = w_t \cdot l . \quad (51.2)$$



Rys. 51.3. Oscylogram przebiegu sinusoidalnie zmiennego

Na rysunku 51.3 przedstawiono przykładowy oscylogram przebiegu przemiennego i obliczone na podstawie wzorów (51.1) i (51.2): amplitudę i okres obserwowanego przebiegu.

W celu otrzymania stabilnego obrazu konieczna jest synchronizacja napięcia otrzymywanego z generatora podstawy czasu z napięciem badanym (patrz schemat blokowy – rys. 51.1). W oscyloskopie znajdują się odpowiednie przyciski zapewniające możliwość wyboru źródła synchronizacji oraz pokrętkę regulacji ciągłej synchronizacji (poziom wyzwalania).

Ponadto każdy oscyloskop jest wyposażony w pokrętkę regulacji położenia początkowego plamki na ekranie (zmiana stałego potencjału początkowego płytek Y i X). Zakres częstotliwości generatora podstawy czasu stanowi o pasmie częstotliwości oscyloskopu.

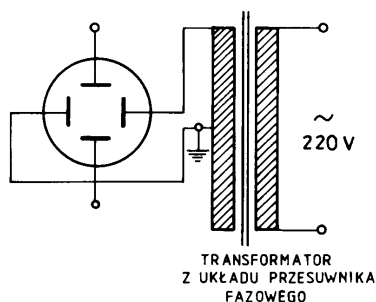
Należy pamiętać, że pokręta współczynników wzmocnienia $WZM Y$ i $WZM X$ oraz pokrętko regulacji częstotliwości generatora podstawy czasu zostały wycechowane w pozycji **Kalibracja**.

51.2. Układy pomiarowe

51.2.1. Pomiar napięcia przy pomocy oscyloskopu

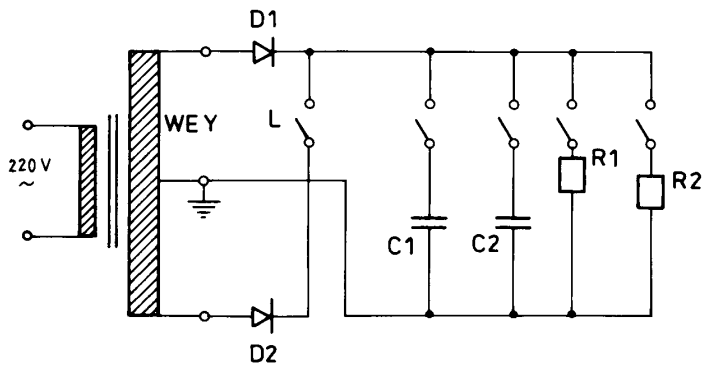
Uwaga! Podczas tych pomiarów generator podstawy czasu jest włączony.

Na rysunku 51.4 przedstawiono schemat układu pomiarowego do obserwacji napięcia na wyjściu uzwojenia wtórnego transformatora sieciowego. W celu dokonania pomiaru tego napięcia należy podłączyć wyjście uzwojenia wtórnego przesuwника fazowego na $WE Y$ oscyloskopu zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.4.

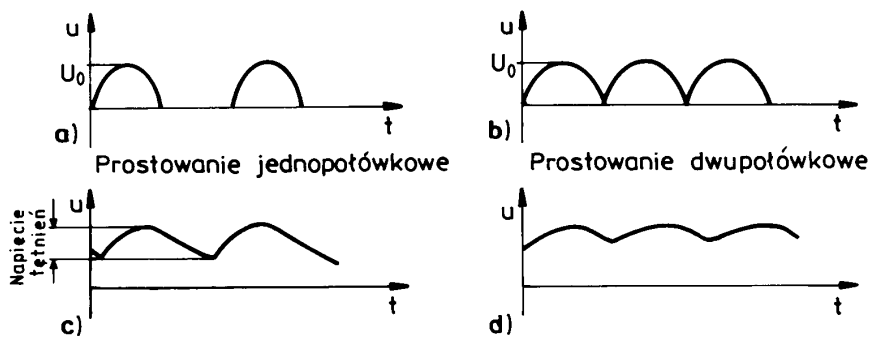


Rys. 51.4. Schemat układu do pomiaru napięcia na wyjściu transformatora sieciowego

Na rysunku 51.5 przedstawiono schemat układu pomiarowego do obserwacji napięć na wyjściu układów prostowania jedno- (klucz L otwarty) i dwupołwkowego (klucz L zamknięty). W celu dokonania pomiaru tego napięcia należy podłączyć wyjście układu prostownika z $WE Y$ oscyloskopu zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.5. Na rysunku 51.6 przedstawiono przykładowe oscylogramy napięć dla układu pomiarowego przedstawionego na rys. 51.5. Zaznaczono również napięcia tętnień.

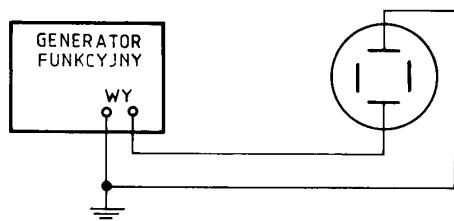


Rys. 51.5. Schemat układu do pomiaru napięć na wyjściu prostownika jednopołówkowego i dwupołówkowego



Rys. 51.6. Przykładowe oscylogramy przebiegów otrzymanych w wyniku prostowania:
 a) jednopołówkowego b) dwupołówkowego
 Napięcia tętnień w przypadku: a) prostowania jednopołówkowego b) prostowania dwupołówkowego

Na rysunku 51.7 przedstawiono schemat układu pomiarowego do obserwacji napięć na wyjściu generatora funkcyjnego. W celu dokonania pomiaru tego napięcia należy połączyć wyjście generatora z *WE Y* oscyloskopu zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.7.

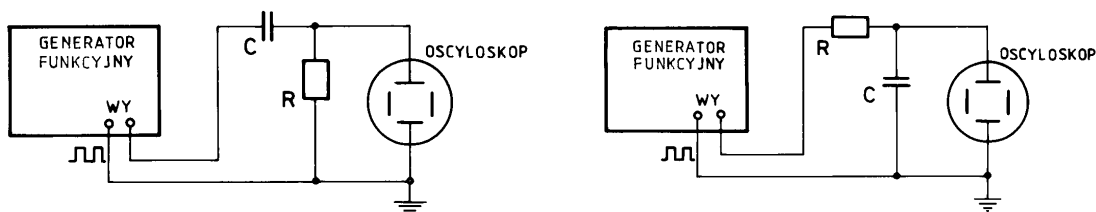


Rys. 51.7. Schemat układu do obserwacji napięć otrzymywanych za pomocą generatora funkcyjnego

51.2.2. Określenie i wyznaczenie wielkości charakteryzujących przebiegi przemienne na wyjściu układów formujących impulsy: różniczkującego i całkującego

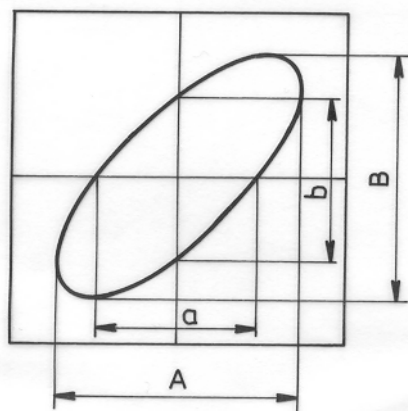
Uwaga! Generator podstawy czasu jest włączony.

Na rysunkach 51.8a i 51.8b przedstawiono schematy układów pomiarowych do obserwacji napięć na wyjściu układu różniczkującego i całkującego. W celu obserwacji napięć należy na wejście tych układów podać napięcie prosto-kątne z generatora funkcyjnego zaś napięcia z wyjścia tych układów na *WE Y* oscyloskopu.



Rys. 51.8. Schemat stanowiska do obserwacji przebiegów na wyjściu: a) układu różniczkującego b) układu całkującego

51.2.3. Pomiar różnicy faz dwóch drgań harmoniczych

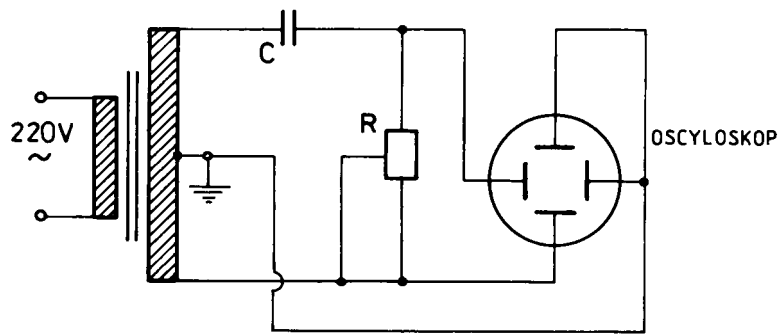


Rys. 51.9. Elipsa otrzymana w wyniku złożenia dwóch przebiegów sinusoidalnych względem osi prostopadłych

Na płytce Y i X podaje się dwa przebiegi sinusoidalnie zmienne o tej samej częstotliwości lecz przesunięte w fazie. Generator podstawy czasu jest odłączony (klucz K na rys. 51.1. w pozycji II). W wyniku złożenia dwóch drgań o różnych fazach, różnych amplitudach i o tej samej częstotliwości otrzymuje się na ekranie oscyloskopu elipsę. Można pokazać, że różnicę faz między przebiegami można otrzymać mierząc długość odcinków a i A lub b i B , tak jak to przedstawiono na rys. 51.9 i korzystając ze wzoru :

$$\sin \varphi = \frac{a}{A} = \frac{b}{B} . \quad (51.3)$$

Na rysunku 51.10 przedstawiono schemat układu do pomiaru różnicy faz przy pomocy oscyloskopu.



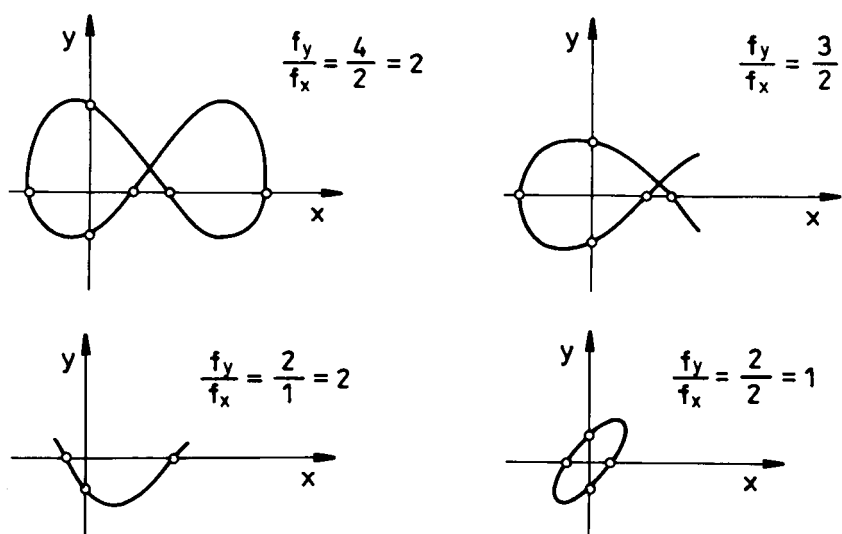
Rys. 51.10. Schemat układu do pomiaru przesunięcia fazowego

51.2.4. Pomiar częstotliwości przy pomocy figur Lissajous

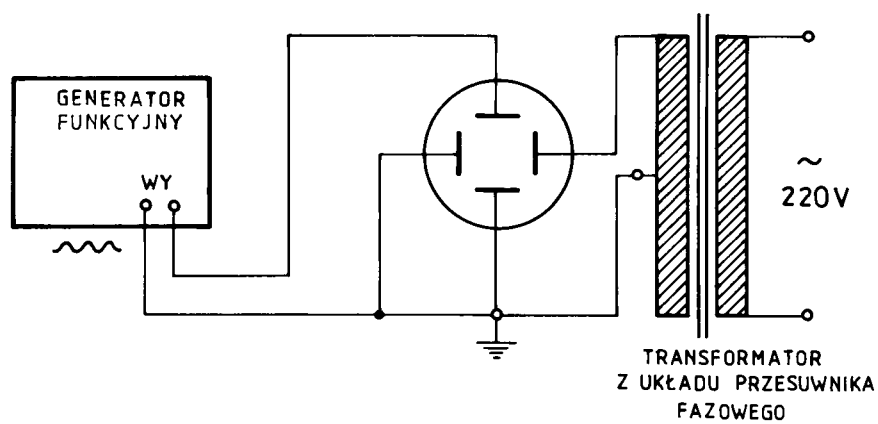
Na płytki Y i X podaje się dwa przebiegi sinusoidalnie zmienne o różnych, bądź takich samych amplitudach i różnych częstotliwościach. W wyniku złożenia tych drgań elektrycznych na ekranie oscyloskopu obserwuje się tzw. figury Lissajous. Jeśli częstotliwość jednego z tych przebiegów jest znana (np. f_x) to częstotliwość drugiego (f_y) obliczyć można korzystając z następującego wzoru

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{m}{n}, \quad (51.4)$$

gdzie m i n to liczba przecięć obserwowanej na ekranie oscyloskopu figury Lissajous odpowiednio z sieczną poziomą i pionową Y (patrz przykładowe figury Lissajous na rys. 51.11). Żadna ze siecznych nie może przechodzić przez punkty węzłowe krzywej. Schemat układu do pomiaru częstotliwości metodą figur Lissajous przedstawiono na rysunku 51.12.



Rys. 51.11. Przykładowe figury Lissajous, objaśnienia w tekście



Rys. 51.12. Schemat układu do obserwacji figur Lissajous

51.3. Zadania do wykonania

A) Pomiary

- Wykonać pomiary amplitudy, okresu i częstotliwości napięć okresowo przemiennych odczytując wartość h oraz l (rys. 51.3):
 - Na wyjściu uzwojenia wtórnego przesuwnika fazowego.
Podłącz układ zgodnie ze schematem na rys. 51.4.
 - Na wyjściu układu prostownika jednopółkowego i dwupółkowego.
Podłącz układ zgodnie ze schematem na rys. 51.5. Zdejmij oscylogramy napięć z punktów 1–1 (prostowanie jednopółkowe), 2–2 (prostowanie dwupółkowe), 3–3 (na wyjściu układu filtrującego z kondensatorem CI), 4–4 (na wyjściu z kondensatorem $C2$).
 - Na wyjściu generatora funkcyjnego.
Podłącz układ zgodnie ze schematem na rys. 51.7. Wyznacz amplitudę i okres dla kilku różnych częstotliwości generatora i różnych napięć wyjściowych
- Zdjąć oscylogramy napięć na wyjściu układów: różniczkującego i całkującego.
Podłącz układ różniczkujący i całkujący zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.8.
- Wykonać pomiar różnicy faz dwóch drgań harmoniczných.
Połącz układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.10. Tu zmianę przesunięcia fazowego realizuje się poprzez zmianę oporności układu RC . Zdejmij obserwowane oscylogramy dla kilku położenia suwakowego.
- Zmierzyć częstotliwość przy pomocy figur Lissajous.
Połącz układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 51.12. Zdejmij obserwowane oscylogramy dla kilku wybranych częstotliwości generatora funkcyjnego. Powinny to być takie częstotliwości aby m/n było niewielką liczbą naturalną.

B) Opracowanie wyników

ad 1) i 2).

Przerysuj obserwowane oscylogramy na papier milimetrowy. Na rysunkach zaznacz wartości obliczonych przy pomocy wzorów (51.1) i (51.2) amplitud, okresów i częstotliwości napięć przemiennych. Opisując napięcia na wyjściu prostownika zaznacz obliczone wartości napięcia tętnień.

ad 3)

Przerysuj oscylogramy. Zaznacz a , A , b i B na rysunku i oblicz przesunięcia fazowe wg wzoru (51.3).

ad 4).

Przerysuj oscylogramy. Zaznacz punkty przecięcia figury z sieczną poziomą i pionową. Oblicz nieznaną częstotliwość korzystając ze wzoru (51.4).

Literatura

1. Karkowski Z., *Miernictwo elektroniczne*, WSiP, Warszawa 1980
2. Sawieliew I. W., *Wykłady z fizyki*, Tom I, PWN, Warszawa 1994