

4. OSCYLOSKOP

Wymagane wiadomości

Budowa lampy oscyloskopowej. Termoemisja. Ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym. Badanie prądów stałych i przemiennych przy pomocy oscyloskopu.

Cel ćwiczenia

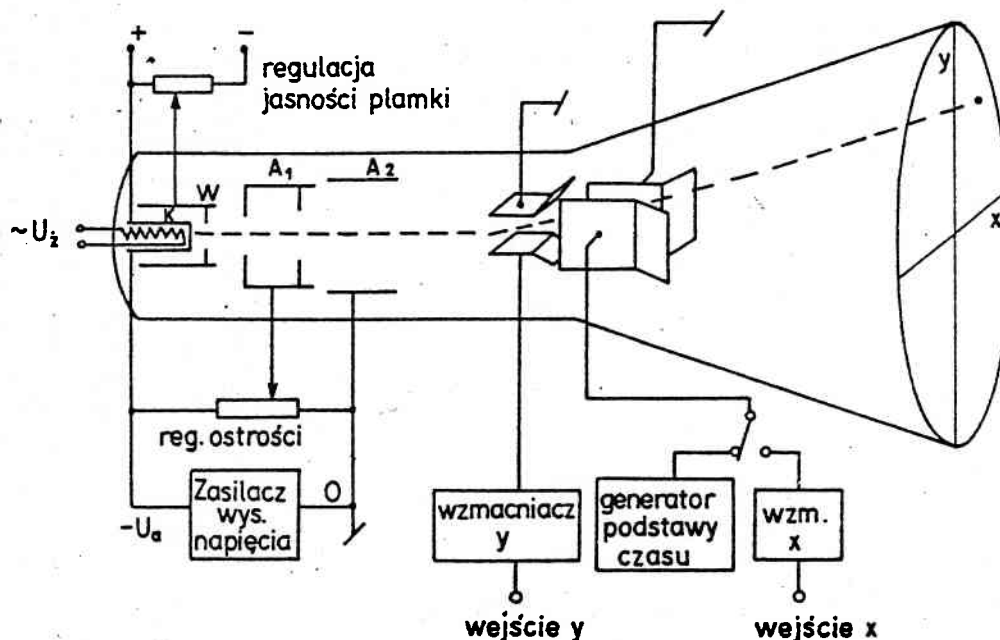
1. Poznanie podstawowych funkcji oscyloskopu
2. Praktyczne posługiwanie się oscyloskopem.
3. Pomiary napięć, czasów trwania przebiegów.

Wykonanie ćwiczenia

1. Włączyć oscyloskop do sieci.
2. Zapoznać się z podstawowymi funkcjami oscyloskopu, sprawdzić działanie poszczególnych pokręteł oscyloskopu.
2. Cechowanie odchylenia pionowego oscyloskopu.
 - a) podać impuls z zasilacza napięcia stałego na kanał CH1 oscyloskopu.
 - b) sprowadzić linię poziomą, przy napięciu z zasilacza równym zero, na środek ekranu.
 - c) wykonać pomiar odchylenia y dla różnych wartości napięcia na zasilaczu (w zakresie od 1 do 12 V). Wybrać odpowiednie ustawienie wzmocnienia przy pomiarze odchylenia y .
 - d) powyższe pomiary wykonać dla 10 różnych wartości napięcia z zasilacza.
 - c) oszacować błędy pomiarów napięcia z zasilacza oraz odchylenia y .
3. Pomiar napięcia przemiennego.
 - a) podać napięcie przemiennie, sinusoidalne z generatora wewnętrznego oscyloskopu na kanał CH1.
 - b) dobrać ustawienie pokręteł oscyloskopu tak aby na ekranie pojawiły się dwa przebiegi.
 - c) zmierzyć amplitudę i okres przebiegu.
 - d) oszacować błędy pomiarów obu wielkości.
 - e) wyrysować na papierze milimetrowym obserwowaną zależność $U(t)$. Opisać oś układu współrzędnych, nanieść odpowiednie jednostki na osiach.

Wprowadzenie

Oscyloskop jest przyrządem, w którym strumień elektronów wykorzystuje się do obserwacji i pomiarów przebiegów zmiennych w czasie oraz funkcyjnych zależności par wielkości fizycznych.

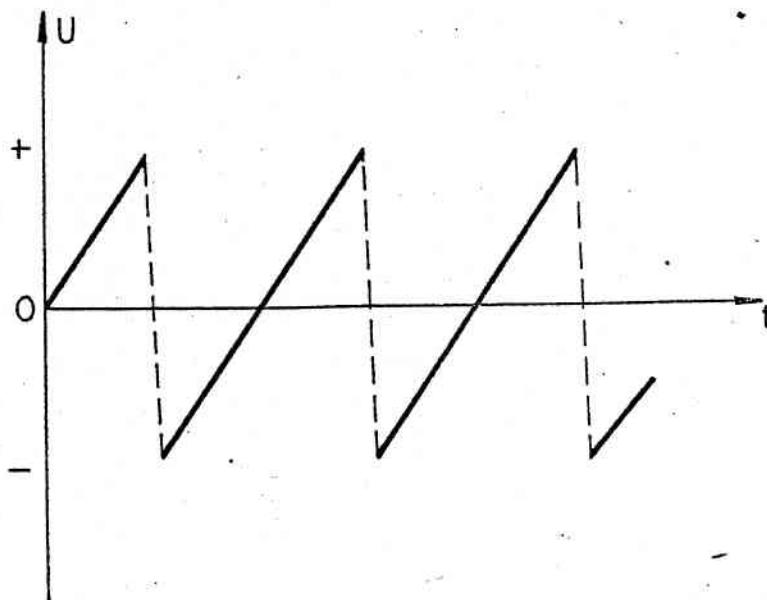


Rys. 1. Schemat oscyloskopu

Główną część przyrządu stanowi lampa oscyloskopowa (rys. 1). W szklanym naczyniu odpompowanym z powietrza znajdują się 3 zasadnicze części lampy: działo elektronowe, płytki odchylające oraz ekran. Zadaniem działu elektro-nowego jest wytworzenie skolimowanej wiązki elektronów. Ich źródło jak w każdej lampie elektronowej stanowi rozżarzona katoda. Otaczający katodę metalowy cylinder z otworkiem tzw. cylinder Wenheltsa spełnia rolę siatki. Zmieniając jego potencjał reguluje się natężenie wiązki, a więc jasność obrazu na ekranie. Zestaw anod służy do przyspieszania elektronów i ogniskowania wiązki na ekranie. Między katodą, cylindrem i anodami przykładane jest wysokie napięcie rzędu kilkunastu kV.

Po opuszczeniu działu wiązka elektronów przechodzi przez prostopadłe do siebie pola elektryczne (pionowe i poziome) wytwarzane przez dwa kondensatory płaskie zwane płytkami odchylającymi x i y. Część lampy za płytkami odchylającymi ma kształt stożka, którego podstawę stanowi ekran pokryty substancją fluoryzującą lub fosforyzującą pod wpływem padającej wiązki elektronów.

Przy badaniu przebiegów periodycznych do płytek x podłącza się generator podstawy czasu dający drgające napięcie piłokształtne (rys. 2). Cechuje je liniowy wzrost w pierwszej części okresu, a następnie raptowny spadek, po czym proces się powtarza. Badane napięcie przykładane do płytek y. Warunkiem uzyskania na ekranie stojącego obrazu jest równość częstotliwości obserwowanego przebiegu i generatora podstawy czasu.



Rys. 2. Napięcie piłokształtne

Gdy chcemy badać zależność wzajemną dwóch różnych wielkości, przykładamy je do odpowiednich płytek odchylających. Na przykład, aby otrzymać pętlę histerezy magnetycznej do płytek x przykładamy napięcie proporcjonalne do prądu magnesującego, do płytek y - napięcie proporcjonalne do namagnesowania.

Płyta czołowa każdego oscyloskopu zawiera dużą liczbę pokręteł, klawiszy etc. Dla łatwiejszego zapamiętania pogrupujemy je w 3 zasadnicze zespoły:

1) Zespół regulacji plamki.

Należą tu pokręta: regulacji jasności, ostrości i astygmatyzm ("okrągłości") plamki oraz ewentualnie podświetlenie skali. Do tego zespołu można zaliczyć też pokręta pionowego i poziomego przesuwu obrazu.

2) Zespół odchylenia pionowego.

Zawiera wejście y zmiennoprądowe ("ac" lub "~") i stałoprądowe ("dc" lub "-"). Sygnał wejściowy przechodzi przez wzmacniacz y, więc na czołowej płycie znajdziemy pokręta skokowej i ciągłej regulacji wzmocnienia często wycechowane w V/cm lub mV/cm. Niektóre oscyloskopy dają możliwość równoczesnej obserwacji dwóch przebiegów, wtedy na płycie czołowej są dwa wejścia y.

3) Zespół odchylenia poziomego.

Przy obserwacji zależności funkcyjnej dwóch napięć korzystamy z wejścia x ("ac", "dc") i wzmacniacza x analogicznie do wzmacniacza y. Najczęściej w praktyce obserwowane przebiegi zmienne w czasie wymagają użycia generatora podstawy czasu. Na płycie czołowej znajdziemy pokręta skokowej i ciągłej regulacji szybkości ruchu plamki (w s/cm, ms/cm). Ponadto znajdziemy mniej lub bardziej rozbudowany układ synchronizacji generatora podstawy czasu z badanym przebiegiem.

Ładunek punktowy w polu elektrycznym

Pole elektryczne działa na cząstkę naładowaną z siłą określoną zależnością (27-2)

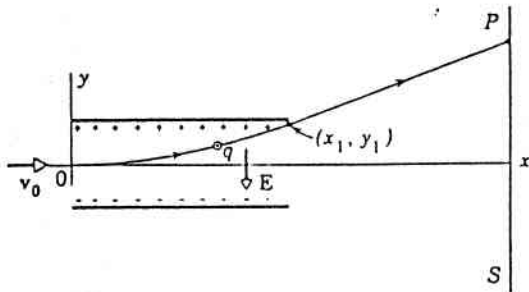
$$F = Eq.$$

Siła ta wytwarza przyspieszenie

$$a = \frac{F}{m},$$

gdzie m jest masą cząstki. Rozważymy dwa przykłady przyspieszania cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrycznym. Takie pole można wytworzyć łącząc dwie końcówki baterii z dwiema równoległymi płytkami metalowymi, odizolowanymi od siebie. Jeżeli odległość pomiędzy płytkami jest mała w porównaniu z rozmiarami płytek, to pole pomiędzy nimi będzie wystarczająco jednorodne z wyjątkiem obszaru położonego blisko brzegów. Zauważmy, że rozważając ruch cząstki w polu wytworzonym przez ładunki zewnętrzne pomijamy pole wytworzone przez samą cząstkę. Podobnie pole grawitacyjne Ziemi nie ma żadnego wpływu na samą Ziemię, a tylko na inne przedmioty, powiedzmy kamień, umieszczone w tym polu.

Odchyłanie wiązki elektronów. Rysunek 3 przedstawia elektron o masie m i ładunku $q = e$, wpadający do jednorodnego pola elektrycznego z prędkością początkową v_0 , prostopadłą do kierunku wektora natężenia pola E . Opisać ruch tego elektronu.



Rys. 3 Elektron o prędkości początkowej v_0 wchodzi w obszar pola elektrycznego wytworzonego przez dwie płytki naładowanego kondensatora. Kierunek prędkości jest prostopadły do kierunku pola

Ruch elektronu będzie podobny do ruchu pocisku wystrzelonego poziomo w polu grawitacyjnym Ziemi. Stosując rozważania z paragrafu 4-3 otrzymujemy następujące wyrażenia na składową poziomą (x) i pionową (y) ruchu

$$x = v_0 t,$$

$$y = \frac{1}{2} at^2 = \frac{eE}{2m} t^2.$$

Eliminując t otrzymujemy równanie toru

$$y = \frac{eE}{2mv_0^2} x^2.$$

Elektron opuszczając obszar zawarty pomiędzy płytkami (rys. 3) porusza się (zaniedbujemy siły ciężenia) po linii prostej, stycznej do paraboli w punkcie wyjścia. Na jego drodze, w pewnej odległości przed płytkami, możemy ustawić fluoryzujący ekran S . Wówczas rozważany elektron razem z innymi elektronami biegnącymi po tej samej drodze będzie widoczny jako mała plamka świetlna; na tym polega zasada działania elektrostatycznego oscyloskopu katodowego.