

# Zespół Szkół Technicznych im. J. i J. Śniadeckich w Grudziądzu



Laboratorium Elektryczne . Pracownia Automatyki  
i Robotyki (s.48)

## Instrukcja Laboratoryjna: **13. ZASTOSOWANIE OSCYLOSKOPU**

Opracował mgr inż. Marcin Jabłoński

### **Cel wiczenia**

wiczenie umożliwia poznanie podstawowych właściwości oscyloskopu, sposobów pomiarów parametrów oscyloskopu oraz zastosowania oscyloskopu w technice pomiarowej.

### **Program wiczenia:**

1. Wiadomości wstępne.
  - 1.1. Budowa i działanie oscyloskopu.
  - 1.2. Podstawowe parametry oscyloskopu.
  - 1.3. Zastosowanie oscyloskopu w technice.
  
2. Wykonanie pomiarów.
  - 2.1. Badanie czułości oscyloskopu.
  - 2.2. Określanie rezystancji wejściowej oscyloskopu.
  - 2.3. Wyznaczanie charakterystyki czułości oscyloskopu.
  - 2.4. Wyznaczanie charakterystyki diody.
  - 2.5. Pomiary przesunięcia fazowego.
  - 2.6. Pomiary mocy.
  
3. Uwagi i wnioski

# 1. Wiadomości wstępne

## 1.1. Budowa i działanie oscyloskopu

Oscyloskop umożliwia pomiary wielkości elektrycznych: napięcia, częstotliwości, czasu oraz innych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych w specjalnych układach pomiarowych.

Główną częścią oscyloskopu jest lampa oscyloskopowa zbudowana w postaci rury próżniowej z ekranem. Wewnątrz lampy umieszczony jest układ elektrod, który formuje strumień elektronów w cienkim wiązku padającym na ekran pokryty od wewnątrz luminoforem. Budowę lampy przedstawia rys.1.

Układ formującego wiązki elektronów złożony jest z termokatody oszczędzającej, siatki sterującej S zwanej cylindrem Wehnelta oraz dwóch anod cylindrycznych  $A_1$  i  $A_2$  tworzących soczewkę elektronową. Pole elektryczne wytworzone przez wysokie napięcie stałe przyłożone do anod powoduje silne przyspieszenie elektronów i ogniskowanie wiązki na ekranie. Do siatki sterującej S doprowadza się potencjał ujemny względem katody. Regulacja napięcia siatki S umożliwia zmianę liczby elektronów przedostających się w kierunku anod, a tym samym intensywność świecenia plamki. Regulacja potencjału anody  $A_1$  umożliwia zmianę ogniskowania wiązki elektronów, służąc do regulacji ostrości plamki na ekranie. Anoda  $A_2$  przyspiesza ruch elektronów, nadając im odpowiedni prędkość. Jest ona pokryta z powłoką grafitową G bocznej części bańki, co umożliwia wychwytywanie i odprowadzenie elektronów odbitych od ekranu.

Możliwość oglądania przebiegów czasowych napięć zapewnia napięcie liniowo narastające podane na płytce X lampy przez układ generatora podstawy czasu. Zasada powstawania obrazu przedstawia rys.2.

Nieruchomy obraz na ekranie powstaje, gdy częstotliwość napięć  $U_X$  i  $U_Y$  są jednakowe lub są wielokrotnie większe. W tym celu moment wyzwalania napięcia piksela w generatorze podstawy czasu musi być synchronizowany za pomocą badanego przebiegu lub też z zewnętrznego źródła synchronizacji.

W celu umożliwienia badania napięć o małych wartościach, obwody wejściowe X i Y są wyposażone w elektroniczne wzmacniacze pomiarowe umożliwiające obserwację przebiegów napięć o wartościach miliwoltów. Różne zakresy napięć wejściowych uzyskuje się przez stosowanie na wejściu dzielników napięcia.

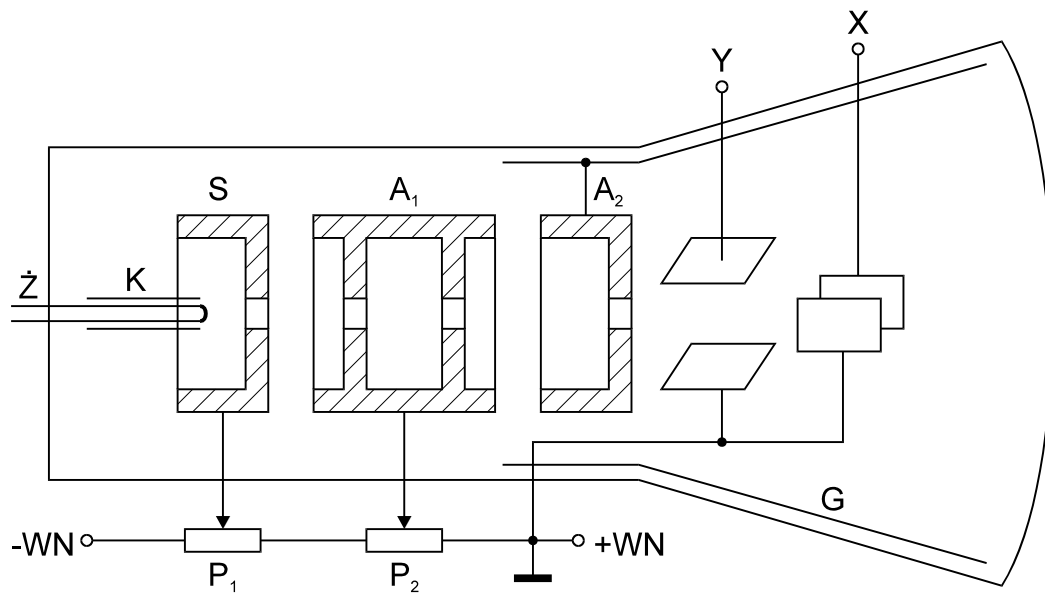
Schemat blokowy oscyloskopu przedstawia rys.3.

Napięcie  $U_Y$  doprowadza się do płytek Y przez dzielnik napięcia  $DN_Y$  i wzmacniacz pomiarowy  $W_Y$ . Na płytce X doprowadza się napięcie z generatora napięcia piksela GNP przy ustawieniu przełącznika P w pozycji 1. Ustawienie przełącznika w pozycji 2 daje możliwość doprowadzenia dowolnego przebiegu do płytek X poprzez dzielnik napięcia  $DN_X$  i wzmacniacz  $W_X$ . Układ UF formuje impulsy ujemne doprowadzone do siatki lampy w celu wygaszania plamki świetlnej w czasie powrotu promienia od prawej do lewej strony ekranu.

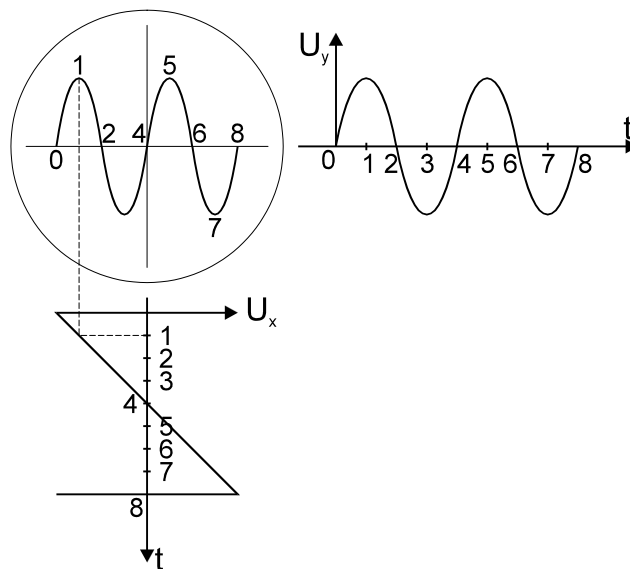
Oscyloskop jest zasilany z dwóch zasilaczy napięcia stałego:

$Z_1$  - zasilacz wysokonapięciowy zasila przez dzielnik DN elektrody lampy oscyloskopowej,

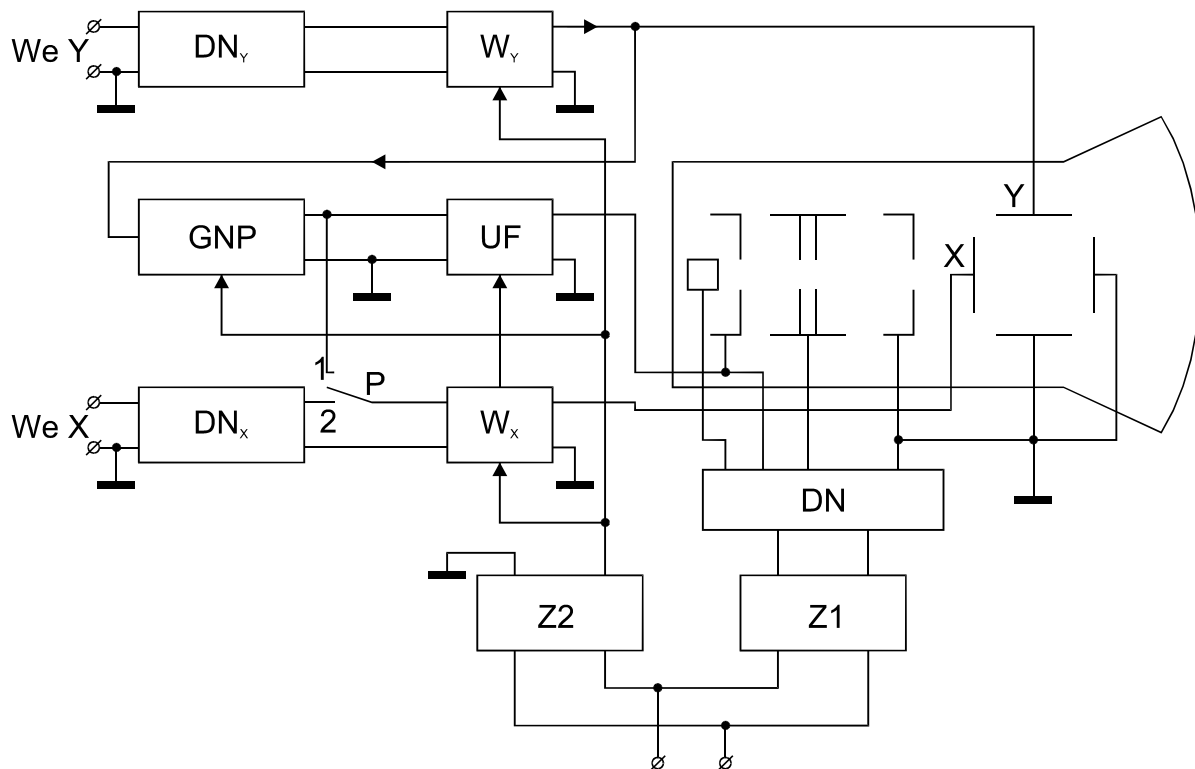
$Z_2$  - zasilacz niskonapięciowy zasila pozostałe układy oscyloskopu.



Rys.1. Budowa lampy oscyloskopowej.



Rys.2. Zasada powstawania obrazu.



Rys.3. Schemat blokowy oscyloskopu.

## 1.2. Podstawowe parametry oscyloskopu

O przydatności oscyloskopu jako narzędzia pomiarowego decydują jego podstawowe parametry: czułość układu wzmacniaczy wejściowych - lampa oscyloskopowa, rezystancja wejściowa i charakterystyka czułościowa wzmacniacza.

Napięcie doprowadzone do płyty Y lampy powoduje wytworzenie pola elektrycznego, które odchyli wiązkę elektronów na ekranie (rys.4). Zaobserwowane odchylenie wyraża się wzorem

$$H = \frac{1}{2} \frac{U_Y L l}{U_a d} \quad (1)$$

w którym:

$U_y$  - napięcie odchylenia doprowadzone do płyty Y,

$U_a$  - napięcie anody w stosunku do katody,

$l$  - długość płyty odchylicy

$L$  - odległość płyty od ekranu,

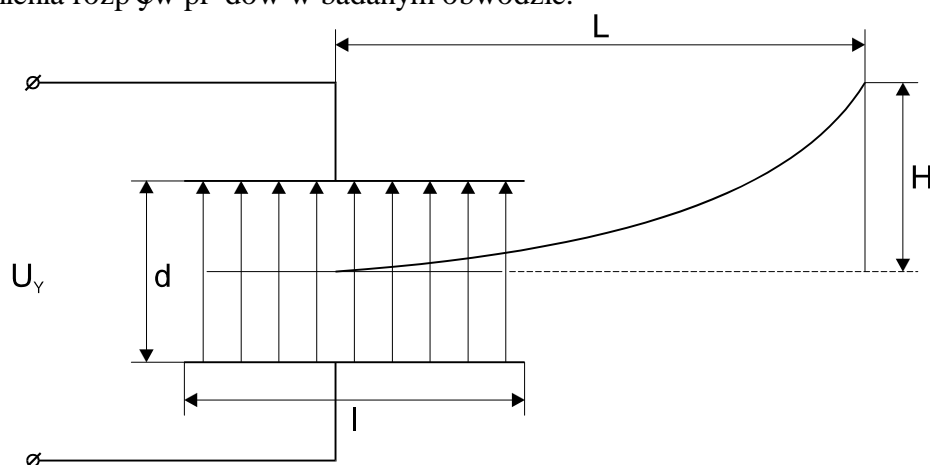
$d$  - odległość między płytami odchylicy.

Czułość płyty odchylicy definiowana jest jako stosunek odchylenia do napięcia, które je spowodowało

$$S = \frac{H}{U_y} \quad (2)$$

Czułość jest definiowana oddzielnie dla każdej pary płyt (X i Y). Impedancja wejściowa oscyloskopu składa się zazwyczaj z rezystancji wejściowej około 1 MΩ i reaktancji pojemnościowej

wej ciowej (kilkadziesi t pF). Dzia ki temu oscyloskop u ywany do pomiarów w niewielkim stopniu zmienia rozpię w pr dów w badanym obwodzie.



Rys.4. Odchylenie wi zki elektronów w lampie oscyloskopu.

Rezystancj wej ciow oscyloskopu mo emy okre li w prosty sposób w uk adzie pokazanym na rys.9.

Przy zamkni tym wy ęcniku W odcinek wiec cy na ekranie

$$a_2 = k \cdot U \quad (3)$$

Przy otwartym wy ęcniku W odcinek wiec cy na ekranie

$$a_1 = k \frac{U}{R + R_{WE}} R_{WE} \quad (4)$$

St d rezystancja wej ciowa

$$R_{WE} = R \frac{a_1}{a_2 - a_1} \quad (5)$$

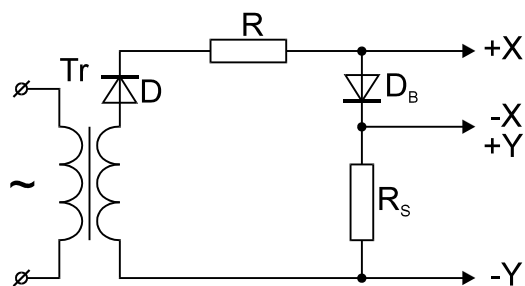
Wzmacniacz wej ciowy powinien mie charakterystyk cz stotliwo ciow pask w szerokim zakresie zmian cz stotliwo ci. Pasma przenoszenia oscyloskopu jest okre lone przez 3 dB spadek warto ci wzmacnienia. Jest ono ograniczone od góry przez wp w pojemno ci i indukcyjno ci monta u oraz cz stotliwo ci graniczne tranzystorów. Od do u przy sprz eniu sta u pr dowym cz stotliwo graniczna wynosi 0 Hz. Pasma przenoszenia typowych oscyloskopów wynosi do kilkadziesi ciu MHz.

### 1.3. Zastosowanie oscyloskopu w technice pomiarowej

Oscyloskop jest szeroko stosowany w technice jako uniwersalne urz dzenie pomiarowe. Niektóre jego zastosowania zostan przedstawione poni ej.

#### A. Pomiar charakterystyk przyrz dów półprzewodnikowych

Pomiar odbywa si w uk adzie przedstawionym na rys.5.



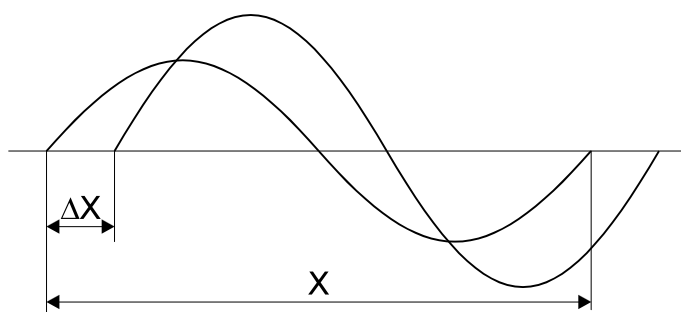
Rys.5. Układ do badania diod.

Elementy Tr, D, R dostarczają napięcie wyprostowane jednofazowe. Oscyloskop jest dołączony do układu w taki sposób, że napięcie na diodzie odchyła plamkę w prawo w osi poziomej (podstawa czasu wyznaczona), a napięcie proporcjonalne do prądu diody pobierane z opornika  $R_s$  odchyła plamkę w osi pionowej. Na ekranie obserwujemy charakterystykę badanej diody  $D_B$  w kierunku przewodzenia.

### B. Pomiar przesunięcia fazowego.

Pomiaru można dokonać używając oscyloskopu dwustrumieniowego. Po ustaleniu miejsca przejścia obu obserwowanych napięć przez zero (rys.6) kąt fazowy obliczamy ze wzoru:

$$\varphi = 360^\circ \frac{\Delta x}{x} \quad (6)$$



Rys.6. Pomiar kąta fazowego.

### C. Pomiar mocy.

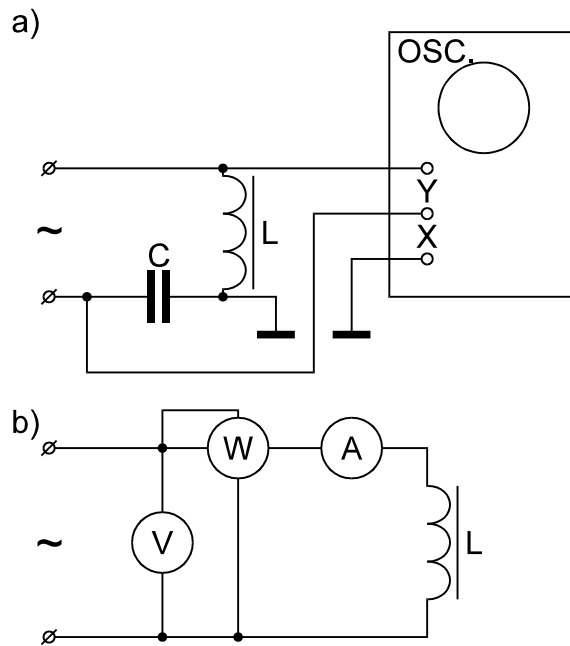
Pomiaru mocy w oscyloskopie dokonuje się w układzie przedstawionym na rys.7.

Pionowe odchylenie plamki na ekranie jest proporcjonalne do napięcia na impedancji obciążenia:

$$y = k_1 u_o \quad (7)$$

Poziome odchylenie jest proporcjonalne do wartości średniej prądu obciążenia:

$$x = k_2 u_c = k_2 \frac{1}{c} \int_0^t i_o dt \quad (8)$$



Rys.7. Układ do pomiaru mocy:  
 a) za pomoc oscyloskopu  
 b) za pomoc watomierza

Element powierzchni  $S$  zakreślonej przez plamkę w ciągu jednego okresu  $T$  przebiegu badanego i całkę powierzchnia wyrażają się wzorami:

$$ds = ydx = \frac{k_1 k_2}{c} u_o i_o dt$$

$$s = \frac{k_1 k_2}{c} \int_0^T u_o i_o dt \quad (9)$$

Wartość średnia mocy czynnej wynosi:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u_o i_o dt \quad (10)$$

a zatem mierzona moc wynosi

$$P = \frac{SC}{k_1 k_2} \cdot \frac{1}{T} = kSCf \quad (11)$$

$$k_1 = \frac{1}{W_x \cdot 20}$$

$$k_2 = \frac{1}{W_y \cdot 20}$$

$W_x, W_y$  - wzmocnienie  $\left[ \frac{V}{cm} \right]$

$S$  - pole powierzchni narysowanej na ekranie przez plamkę  $[cm^2]$

$C$  - pojemność kondensatora  $[F]$

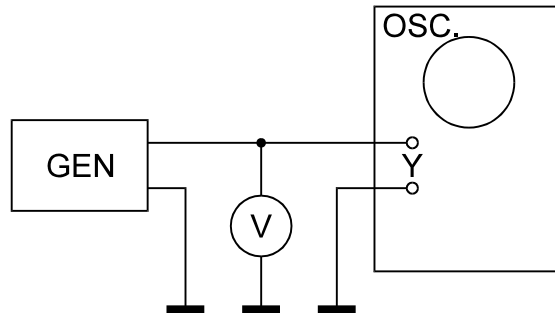
$f$  - częstotliwość napięcia zasilającego  $\left[ \frac{1}{s} \right]$



## 2. Wykonanie pomiarów

### 2.1. Badanie czułości oscyloskopu

W układzie połączonym z rys.8 przy wyznaczonym generatorze podstawy czasu pomierzy czułość oscyloskopu na wejściu Y i X. Zmierzoną czułość porówna ze wzmacnieniem wzmacniacza wejścia Y i X.



Rys.8. Układ do pomiaru czułości oscyloskopu.

Czułość obliczy według wzoru

$$s = \frac{a}{U} \quad (12)$$

gdzie:

s - czułość w mm/V,

a - długość odcinka na ekranie,

U - wartość napięcia na wejściu oscyloskopu.

Wyniki pomiarów zanotować w tabeli 1.

Tabela 1.

Lp.	a	U	s
	[mm]	[V]	[mm/V]
1.			
2.			
3.			
4.			

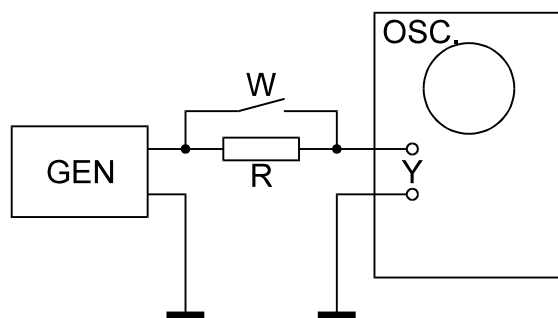
Przykładowo:

z pomiaru  $a = 5 \text{ mm}$  i  $U = 0,5 \text{ V}$  liczymy czułość  $S = 10 \text{ mm/V}$ , wzmacnienie oscyloskopu

$$k = \frac{1}{S} = 1 \text{ V}/10\text{mm} = 1 \text{ V/cm}$$

### 2.2. Określenie rezystancji wejściowej oscyloskopu

W układzie połączonym z rys.9 określi rezystancję wejściową oscyloskopu mierząc długość odcinka  $a_1$  na ekranie przy otwartym wyłączniku W i  $a_2$  - przy zamkniętym tym wyłączniku W. Pomiaru dokonać dla wejścia X i wejścia Y. Generator podstawy czasu należy wyłączyć.



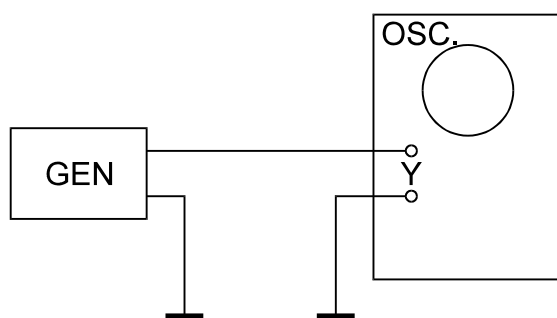
Rys.9. Układ do pomiaru rezystancji wejściowej oscyloskopu.

Rezystancję wejściową obliczy z zależności

$$R_{we} = R \frac{a_1}{a_2 - a_1} \quad \text{gdzie } R=1M\Omega \quad (13)$$

### 2.3. Wyznaczenie charakterystyki czułości oscyloskopu

W układzie pokazanym na rys.10 pomierz długość odcinka na ekranie dla różnych czułości przy stałej wartości napięcia wejściowego.



Rys.10. Układ do badania charakterystyki czułości oscyloskopu.

Wyniki pomiarów zanotować w tabeli 3.

Tabela 3.

f	MHz	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
a	mm										

Narysować charakterystykę czułości  $k=f(f)$

### 2.4. Wyznaczenie charakterystyki diody

W układzie podanym na rys.5 zbadać charakterystykę diody prostowniczej. Wykresy uzyskanych charakterystyk zamieścić w sprawozdaniu podając współczynniki wzmocnienia dla obu osi wykresu. Przyjąć  $R_s=1k\Omega$ .

## 2.5. Pomiary przesunięcia fazowego

Użyj oscyloskopu dwustrumieniowego, generatora i przesuwnika fazowego, dołączonych do wejścia Y oscyloskopu pomierz przesunięcia fazowe między przebiegami w obu kanałach, jak na rys.6.

## 2.6. Pomiary mocy

W układzie podanym na rys.7 dokonaj pomiaru mocy cewki z rdzeniem stalowym. Ustaw  $U_{zas}=220V$ ,  $f=50Hz$ .

**UWAGA!**

Pomiar należy wykonać w obecności prowadzącego ćwiczenie.

Otrzymane wyniki, po splanimetrowaniu powierzchni zakreślonej na ekranie oscyloskopu, należy porównać ze wskazaniem watomierza. Oblicz błąd pomiaru zakreślając, czy wynik pomiaru za pomocą watomierza jest poprawny.

## 3. Uwagi i wnioski

Należy skomentować otrzymane wyniki pomiarów. Podać zauważone różnice w stosunku do wiadomości teoretycznych oraz spróbować je wyjaśnić.