



# **AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE**

**JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA:**  
ZAKŁAD KOMUNIKACYJNYCH TECHNOLOGII MORSKICH

## **INSTRUKCJA**

**ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA**  
**Laboratorium**  
**Ćwiczenie nr 4: Lampa oscyloskopowa**

Opracował:	dr inż. Marcin Mąka, dr inż. Piotr Majzner
Zatwierdził:	dr inż. Piotr Majzner
Obowiązuje od: 24. IX 2012	

## **Spis treści**

**4.1. Cel i zakres ćwiczenia**

**4.2. Opis stanowiska laboratoryjnego**

**4.3. Przebieg ćwiczenia**

**4.4. Warunki zaliczenia**

**4.5. Część teoretyczna**

**4.6. Literatura**

**4.7. Efekty kształcenia**

## 4. LAMPA OSCYLOSKOPOWA

### 4.1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest opanowanie wiedzy z zakresu budowy lampy oscyloskopowej, oscyloskopu, zasad tworzenia obrazów na ekranie lampy oscyloskopowej, zasad wykonywania pomiarów oscyloskopowych, parametrów sygnałów elektrycznych.

### Zagadnienia

1. Budowa lampy oscyloskopowej o odchyłaniu elektrycznym.
2. Budowa lampy oscyloskopowej o odchyłaniu magnetycznym.
3. Tworzenie obrazów na ekranie lampy oscyloskopowej
4. Budowa oscyloskopu.
5. Zasady pomiarów oscyloskopowych.
6. Parametry podstawowych sygnałów elektrycznych.

### Pytania kontrolne

1. Omówić budowę działa elektronowego.
2. Omówić odchyłanie elektryczne w lampie.
3. Omówić odchyłanie magnetyczne w lampie.
4. Opisać ekran lampy oscyloskopowej.
5. Omówić budowę i działanie lampy oscyloskopowej.
6. Wyjaśnić powstawanie przebiegów na lampie oscyloskopowej.
7. W oscyloskopie na płytce X podano przebieg 50 Hz, a na Y 100 Hz o kształcie sinusoidalnym identycznej amplitudzie i zgodnej fazie. Jaki przebieg uzyskano na ekranie ?
8. W oscyloskopie na płytce X podano przebieg piłokształtny o czasie trwania 4 ms, a na Y sygnał sinusoidalny o  $f = 500$  Hz. Jaki przebieg uzyskano na ekranie ? (przebiegi zsynchronizowane).
9. Jak uzyskuje się podświetlenie roboczej części promienia na ekranie lampy oscyloskopowej ?
10. Narysować ruch plamki na ekranie telewizyjnej lampy kineskopowej.
11. Jakie przebiegi należy podać na płytce X i Y aby na ekranie lampy oscyloskopowej uzyskać kwadrat ?
12. Jakie przebiegi należy podać na płytce X i Y aby na ekranie lampy oscyloskopowej uzyskać trójkąt ?
13. Jakie przebiegi należy podać na płytce X i Y aby na ekranie lampy oscyloskopowej uzyskać obraz narysowany na tablicy przez prowadzącego ?
14. Narysować schemat blokowy oscyloskopu i omówić działanie poszczególnych jego części.
15. Jakie parametry można mierzyć oscyloskopem ?
16. Jak dokonuje się pomiarów za pomocą oscyloskopu ?

### 4.2. Zestaw przyrządów

1. Oscyloskop: HC 3502C.
2. Generatory RC PW-13.
3. Płytką badana.
4. Zasilacz.

### 4.3. Wykonanie ćwiczenia

#### 4.3.1. Badanie przebiegów generowanych z płytki

Płytkę badaną podłączyć do zasilacza ustawionego na 12V. Oscyloskop HC 3502C ustawić na pracę dwóch kanałów, ze składową stałą, synchronizacją wewnętrzną, skalą czasową w ms.

- do kanału A oscyloskopu podłączyć przebieg prostokątny generowany na płytce, a następnie do kanału B kolejno przebieg trójkątny i trapezowy;
- przerysować dokładnie jeden pod drugim badane przebiegi zaznaczając poziom zerowy;
- pomierzyć wszystkie parametry czasowe i napięciowe badanych przebiegów.

Uwaga: Przy pomiarach napięcia ustawić za każdym razem poziom zerowy poprzez ustawienie dźwigni AC-GND-DC w położenie GND.

#### 4.3.2. Pomiary napięciowe i czasowe

Włączyć oscyloskop HC 3502C i dwa generatory PW-13.

- do kanału A oscyloskopu podłączyć górny generator. Do wejścia kanału B podłączyć dolny generator. Ustawić na nich kolejno częstotliwości podane przez prowadzącego w tabeli. Zanotować wartości w tabeli. Pokrętła dokładnego ustawienia częstotliwości generatorów powinny być ustawione w pozycji zerowej.
- oscyloskop HC 3502C ustawić na pracę alternatywna bez składowej stałej (AC) synchronizacja automatyczna. Zwrócić uwagę na źródło synchronizacji.
- dokonać pomiaru napięć międzyszczytowych i okresów obu przebiegów wpisując je do tabeli.

#### 4.3.3. Badanie krzywych Lissajous

Oscyloskop ustawić na pracę X-Y (przełącznik TIME/DIV podstawy czasu w pozycję X-Y).

- do kanału A oscyloskopu HC 3502C podłączyć jeden z generatorów PW-13 ustawiony na częstotliwość 1000 Hz. Regulując amplitudą generatora ustawić długość linii pionowej na ok. 6 cm symetrycznie względem środka ekranu.
- odłączyć od kanału A tak ustawiony sygnał. Do kanału B dołączyć drugi generator PW-13 ustawiony na częstotliwość 1000 Hz. Regulując amplitudą drugiego generatora ustawić długość linii poziomej na ok. 6 cm symetrycznie względem środka ekranu.
- podłączyć ponownie do kanału A odłączony wcześniej generator. Zaobserwować krzywą Lissajous. Przerysować krzywe dla przesunięcia fazowego występującego między przebiegami:
  - $\varphi = 0$  stopni,
  - $\varphi = 90$  stopni,
  - $\varphi = 180$  stopni,
  - $\varphi = 270$  stopni.
- zmieniać częstotliwość generatora dołączonego do kanału A na wartości:
  - $f_y = 250$  Hz,
  - $f_y = 500$  Hz,
  - $f_y = 1500$  Hz,
  - $f_y = 2000$  Hz,
  - $f_y = 3000$  Hz,
- przy niezmienniczej częstotliwości generatora dołączonego do kanału B ( $f_x=1000$  Hz), ustawiając w miarę możliwości stabilny obraz (pokrętła dostrojenia częstotliwości) i przerysowując zaobserwowane krzywe. Sprawdzić czy potwierdza się zależność:

$$\frac{n_x}{n_y} = \frac{f_y}{f_x}$$

gdzie:

$f_x$  - częstotliwość sygnału dołączonego do płytek X,

$f_y$  - częstotliwość sygnału dołączonego do płytek Y,  
 $n_x$  - liczba przecięć krzywej Lissajous z linią poziomą,  
 $n_y$  - liczba przecięć krzywej Lissajous z linią pionową,

#### 4.4. Warunki zaliczenia ćwiczenia

Warunkiem zaliczenia ćwiczenia jest:

- napisanie z wynikiem pozytywnym krótkiego sprawdzianu na początku zajęć;
- wykonanie ćwiczenia;
- sporządzenie sprawozdania według instrukcji zawartej poniżej;
- obrona sprawozdania na następnych zajęciach;
- potwierdzenie opanowania zakresu ćwiczenia na ostatnich zajęciach zaliczeniowych;

Sprawozdanie powinno zawierać:

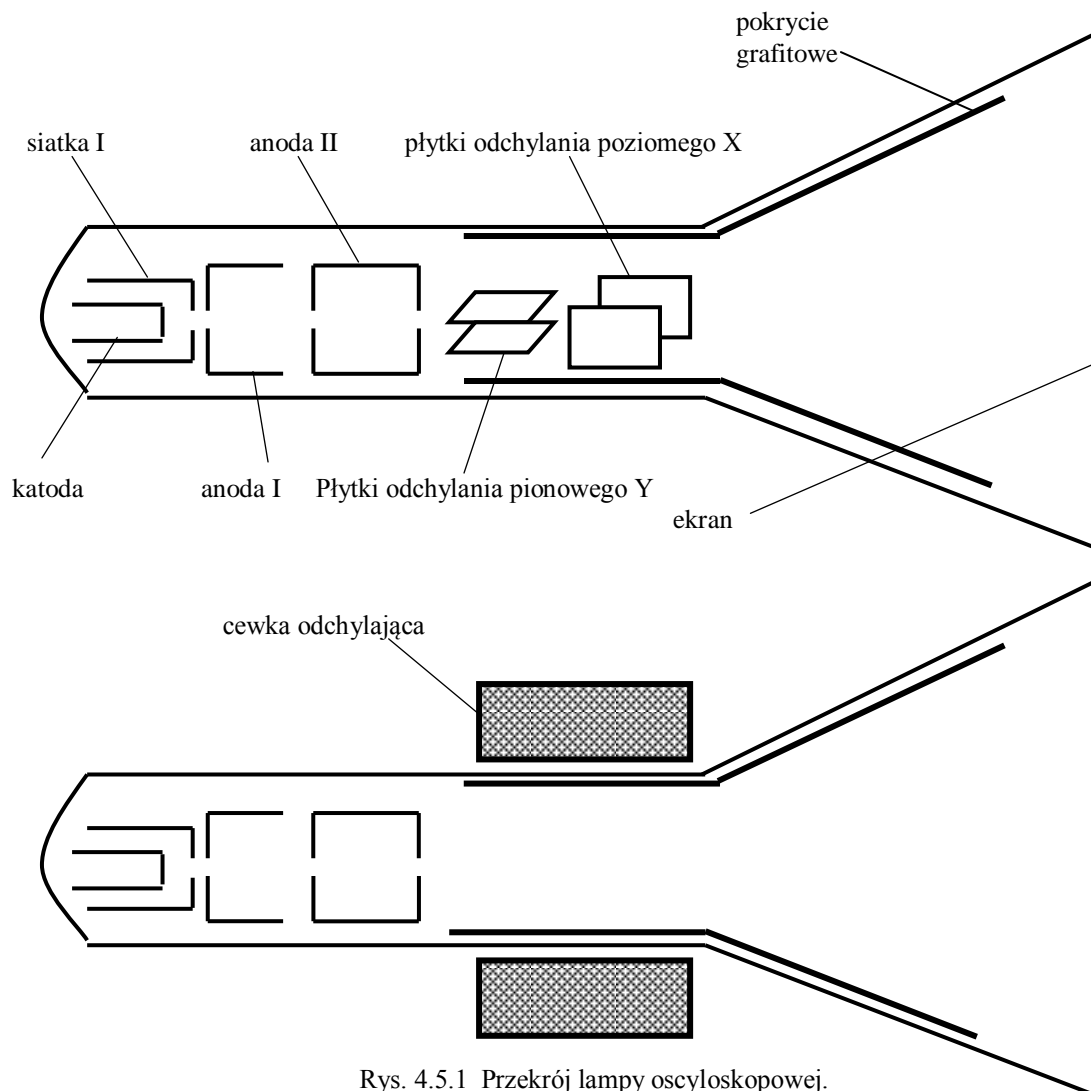
- kartę pomiarową;
- oscylogramy zdjęte w pk. 4.3.1. wraz z zaznaczonymi wartościami napięć i czasami poszczególnych odcinków, zaznaczonymi poziomami zerowymi. Obliczyć częstotliwości badanych przebiegów.
- policzone częstotliwości i wartości skuteczne w tabeli dla pomiarów sinusoidalnych w tabeli,
- przerysowane krzywe Lissajous z punktu 4.3.3. wraz z przebiegami jakie dołączono do płytek X i Y oscyloskopu i sprawdzeniem zależności podanej w tym punkcie;
- własne wnioski i spostrzeżenia

#### 4.5.1 Budowa lampy oscyloskopowej

Lampa oscyloskopowa składa się z trzech podstawowych części:

- działa elektronowego, które emituje i skupia elektrony,
- zespołu odchylającego strumień elektronów,
- ekranu wysyłającego światło pod wpływem bombardowania elektronami.

Całość zamknięta jest w balonie szklanym, z którego usunięto powietrze. Na rys. 4.5.1 przedstawiono przekrój lampy oscyloskopowej z odchyleniem elektrycznym i magnetycznym



Rys. 4.5.1 Przekrój lampy oscyloskopowej.

Działo elektronowe składa się z szeregu elektrod, które tworzą układ soczewek elektrycznych skupiających i przyspieszających strumień elektronów. Źródłem elektronów jest cylindryczna katoda, żarzona za pomocą umieszczonej wewnątrz spirali grzejnej i pokryta na swej części czołowej pastą emisyjną. Katoda mieści się wewnątrz cylindra z niewielkim otworem. Elektroda ta nazywana jest od nazwiska jej wynalazcy cylindrem Wehnelta lub przez analogię do triody siatką I, ponieważ doprowadzone do niej napięcie steruje natężeniem strumienia elektronów. Siatka I spolaryzowana jest ujemnie w stosunku do katody. Im większa jest wartość ujemnego napięcia polaryzującego, tym mniej elektronów dociera do ekranu lampy, a więc uzyskuje się mniej jasny obraz na ekranie. Potencjometr służący do regulacji napięcia polaryzującego umieszczony jest na płycie czołowej oscyloskopu i oznaczony napisem **JASNOŚĆ (INTENSITY)**. Zmianę jasności, (zwaną niekiedy modulacją osi **Z**), można również uzyskiwać automatycznie, np. w radarach. Ustawia się wówczas potencjometrem poziom świecenia poniżej progu widzialności, tak że linia podstawy czasu jest niewidoczna, a dopiero pojawienie się echa powoduje automatyczne obniżenie ujemnego napięcia polaryzującego na czas

trwania echa i wyświetlenie go na ekranie. Za siatką I znajduje się pierwsza elektroda przyspieszająca, spolaryzowana stosunkowo wysokim napięciem dodatnim w stosunku do katody, zwana anodą I. Elektroda ta wykonana jest w postaci cylindra z przesłonami posiadającymi wycięte otwory. Siatka I i anoda I tworzą razem soczewkę elektryczną, która skupia elektrony w jednorodną wiązkę i nadaje im prędkość zależną od napięcia anody. Za anodą I znajduje się jedna lub kilka dodatkowych anod, również spolaryzowanych dodatnio w stosunku do katody. Poprawiają one parametry działła elektronowego, pozwalając na lepsze skupienie wiązki elektronów. Potencjometr służący do regulacji napięcia na anodzie II jest zazwyczaj umieszczony na płycie czołowej oscyloskopu i oznaczony napisem **OSTROŚĆ (FOCUS)**.

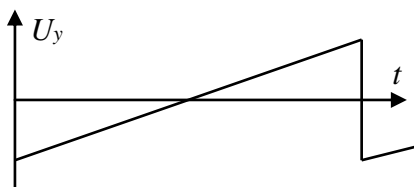
Wytworzona przez działło elektronowe wiązka elektronów jest następnie odchylana w polu elektrycznym, wytworzonym przez płytki odchylenia pionowego i poziomego, umieszczone wewnątrz lampy, lub w polu magnetycznym wytworzonym przez cewkę umieszczoną na zewnątrz lampy. W lampach oscyloskopowych stosuje się najczęściej odchylenie elektryczne, aczkolwiek w najnowocześniejszych oscyloskopach, spotyka się lampy z odchyleniem magnetycznym. W lampach telewizyjnych (kineskopach) i lampach radarowych, stosuje się odchylenie magnetyczne. Odchylenie magnetyczne pozwala na osiągnięcie większych kątów odchylenia, a więc skrócenie długości lampy.

Część przednia lampy oscyloskopowej pokryta jest od wewnątrz warstwą materiału krystalicznego zwanego luminoforem, który ma za zadanie zamianę energii kinetycznej elektronu na energię świetlną. Tak długo jak elektrony padają na ekran, jasność świecenia jest stała. Z chwilą zaniknięcia strumienia elektronów ekran nadal emituje światło o malejącym natężeniu przez czas zależny od rodzaju luminoforu (zjawisko poświaty). Czas poświaty, w zależności od rodzaju luminoforu, zawiera się w granicach od jednej mikrosekundy do kilkudziesięciu sekund. Lampy oscyloskopowe i kineskopy, z uwagi na bardzo szybko zmieniające się obrazy posiadają poświatę bardzo krótką, lampy radarowe posiadają poświatę wydłużoną do kilku sekund.

Wewnętrzna strona stożkowatej części lampy pokryta jest warstwą grafitu (materiał przewodzący prąd elektryczny). Do warstwy tej doprowadzone jest wysokie napięcie dodatnie rzędu kilkunastu kilowoltów. Warstwa ta spełnia podwójne zadanie. Z jednej strony dokonuje dalszego przyspieszania elektronów, a z drugiej strony wyłapuje elektrony wtórne wybijane z luminoforu, zamykając w ten sposób obwód prądowy.

#### 4.5.2 Powstawanie obrazów na ekranie w trybie pracy Y – t

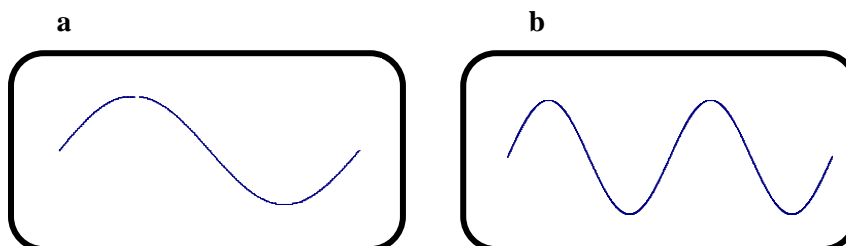
Jeżeli nie ma doprowadzonego napięcia ani do płytek odchylenia poziomego **X**, ani do płytek odchylenia pionowego **Y**, na wiązkę elektronów nie działają żadne siły i trafia ona na środek ekranu rysując obraz pojedynczej kropki. **Uwaga! Taki stan pracy oscyloskopu jest nie wskazany z uwagi na możliwość wypalenia luminoforu na środku ekranu.** Jeżeli do płytek odchylenia poziomego **X** zostanie doprowadzone napięcie piłokształtne, zwane napięciem podstawy czasu, plamka na ekranie będzie poruszała się od lewej strony do prawej w czasie narastania tego napięcia. W momencie gdy napięcie obniża się z wartości maksymalnej do minimalnej, plamka przeskakuje na lewą stronę ekranu i w następnym okresie napięcia ponownie porusza się w prawo. Wskutek bezwładności oka, już przy częstotliwości napięcia podstawy czasu większej od 15 Hz, na ekranie zobaczymy kreśloną linię prostą, nazywaną niekiedy podstawą czasu. Przebieg jednego okresu napięcia podstawy czasu przedstawiono na rys. 4.5.2.



Rys. 4.5.2 Typowe napięcie podstawy czasu

Jeżeli równocześnie na płytki odchylenia pionowego **Y** zostanie podane napięcie badanego przebiegu, np. sinusoidalne, plamka na ekranie zacznie przesuwać się do góry i w dół w takt tego przebiegu. Ponieważ jednocześnie trwa ruch jednostajny plamki z lewej strony ekranu na prawą, w rezultacie nakreślony zostanie obraz badanego przebiegu. Na rys. 4.5.3 pokazano obraz widziany na

ekranie w przypadkach gdy częstotliwość badanego przebiegu jest równa częstotliwości podstawy czasu (a), oraz gdy częstotliwość badanego przebiegu jest dwa razy większa od częstotliwości podstawy czasu (b).



Rys. 4.5.3 Widok ekranu dla sygnałów sinusoidalnych

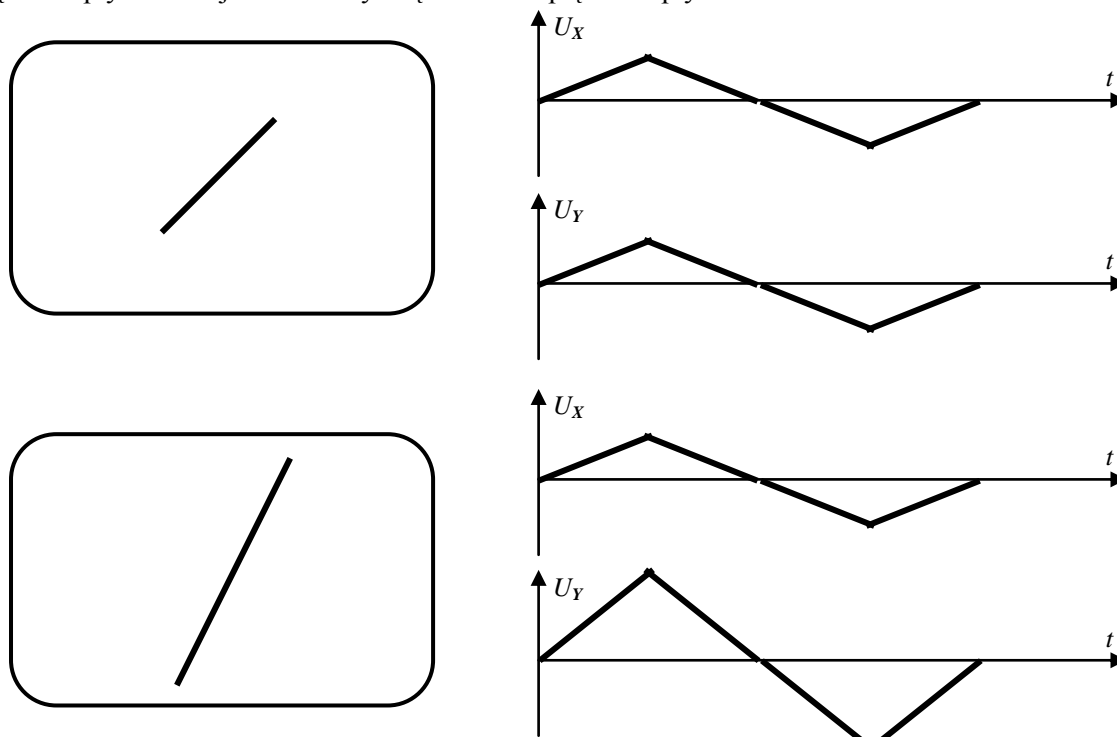
Częstotliwość podstawy czasu można łatwo określić mnożąc aktualnie ustawioną skalę czasową przez aktywną długość ekranu, a następnie obliczając odwrotność, np. jeżeli skala czasowa wynosi 0.1 ms/cm, a ekran ma 10 cm długości, to częstotliwość podstawy czasu wynosi:

$$f = \frac{1}{0.1ms/cm \times 10cm} = \frac{1}{1ms} = 1kHz$$

### 4.5.3 Powstawanie obrazów na ekranie w trybie pracy X – Y

Jeżeli do płytek odchylenia poziomego **X** doprowadzone zostanie inne napięcie okresowe niż liniowe napięcie podstawy czasu, a do płytek odchylenia pionowego dowolne napięcie okresowe, o częstotliwości  $n$  razy większej lub  $n$  razy mniejszej od częstotliwości napięcia z płytek **X**, na ekranie powstanie obraz tzw. krzywej Lissajouss. Kształt krzywej Lissajouss zależy od wzajemnego stosunku amplitud, częstotliwości i przesunięcia fazowego między napięciami na płytkach **X** i **Y**.

Analizę powstawania krzywych Lissajouss rozpoczniemy od najprostszego przypadku, gdy doprowadzone napięcia mają ten sam kształt, tą samą częstotliwość i są w tej samej fazie. Na rys. 4.5.4 przedstawiono obrazy powstające na ekranie w przypadku jednakowych amplitud, oraz gdy napięcie na płytkach **Y** jest dwa razy większe od napięcia na płytkach **X**.



Rys. 4.5.4 Krzywe Lissajouss dla napięć o tej samej częstotliwości i zgodnej fazie

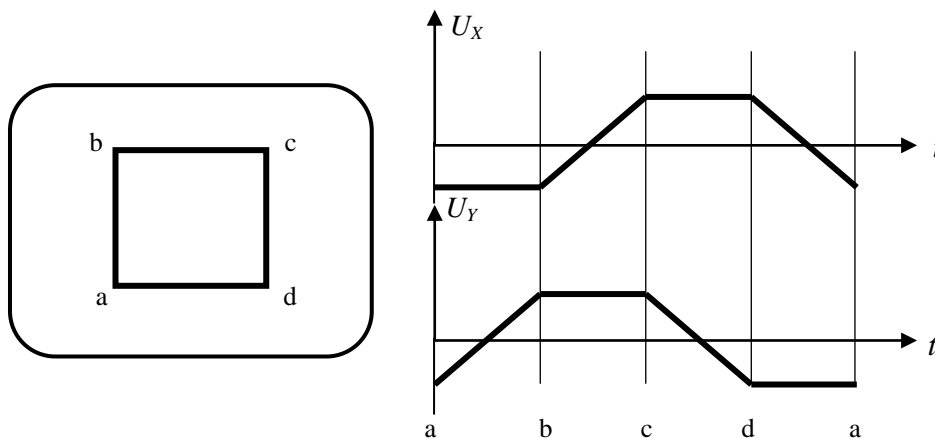


W pierwszym przypadku przyrostom w czasie napięcia na płytkach **X** odpowiadają takie same przyrosty napięcia na płytkach **Y**. Plamka porusza się więc po linii prostej nachylonej o 45 stopni do osi **X**. W drugim przypadku przyrostom w czasie napięcia na płytkach **X** odpowiadają dwa razy większe przyrosty napięcia na płytkach **Y**; odchylenie plamki po osi **Y** będzie więc dwa razy większe niż po osi **X**. W rezultacie linia na ekranie będzie nachylona do osi **X** pod większym kątem (około 63°).

Linie prostą uzyskamy również gdy przedstawione w przykładzie napięcia będą przesunięte w fazie o 180°, z tym że uzyskamy zwierciadlane odbicie linii względem osi **Y**. W omawianym przykładzie posłużono się napięciem trójkątnym. Kształt napięcia nie ma jednak wpływu na obraz na ekranie. Musi być jedynie zachowany warunek, że oba napięcia są okresowe, mają taką samą częstotliwość i są przesunięte o 0° lub 180°.

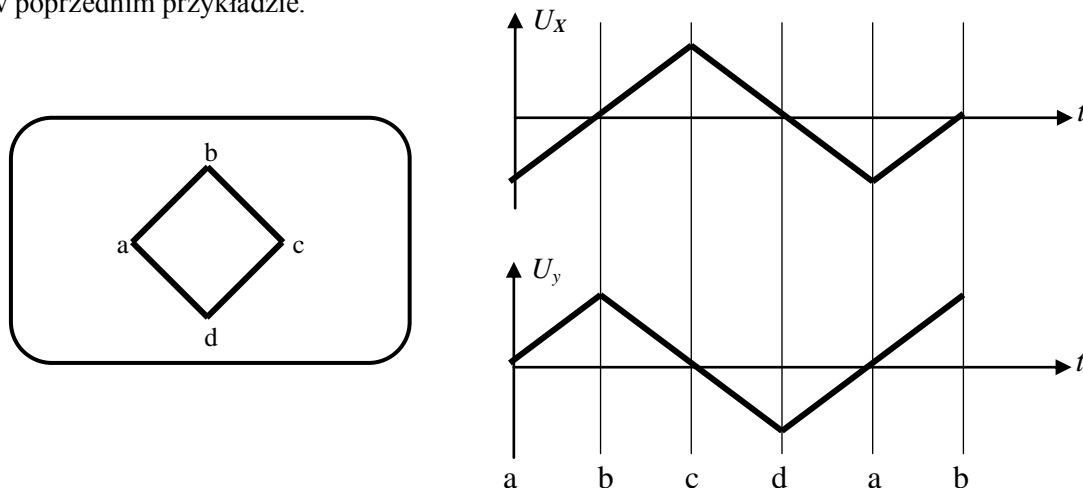
Jeżeli do płytek **X** i **Y** doprowadzimy napięcia okresowe, o tej samej częstotliwości ale przesunięte w fazie o 90° lub 270°, na ekranie pojawi się obraz krzywej zamkniętej. Kształt rysunku na ekranie będzie zależał od kształtu doprowadzonych napięć. Na rys. 4.5.5 przedstawiono obraz na ekranie dla napięć trapezowych przesuniętych w fazie o 90°.

Na odcinku czasu *a-b* napięcie na płytkach **X** jest stałe, plamka nie wykonuje więc żadnego ruchu po osi **X**. W tym samym czasie napięcie na płytkach **Y** liniowo narasta plamka porusza się więc wzdłuż osi **Y** kreśląc linię pionową. Na odcinku czasu *b-c* napięcie na płytkach **Y** jest stałe, plamka nie wykonuje więc żadnego ruchu po osi **Y**. W tym samym czasie napięcie na płytkach **X** liniowo narasta plamka porusza się więc wzdłuż osi **X** kreśląc linię poziomą itd. W rezultacie otrzymujemy na ekranie obraz kwadratu, jeśli amplitudy napięć są takie same, lub obraz prostokąta jeśli amplitudy będą różne.



Rys. 4.5.5 Powstawanie obrazu kwadratu na ekranie lampy

Na rys. 4.5.6 przedstawiono obraz na ekranie lampy w przypadku doprowadzenia do płytek **X** i **Y** napięć trójkątnych o tej samej częstotliwości i przesuniętych w fazie o 90°. Analiza ruchu plamki jak w poprzednim przykładzie.

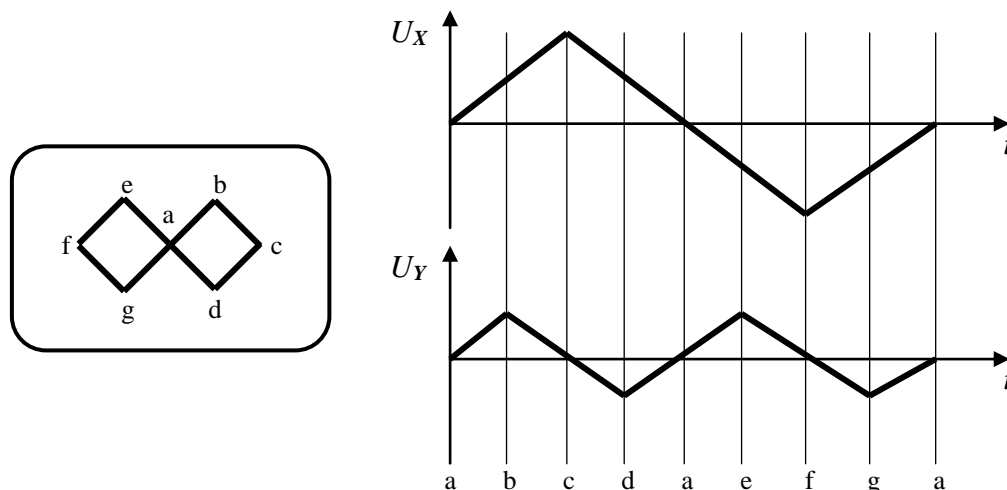


Rys. 4.5.6 Powstawanie obrazu kwadratu obróconego o 45°

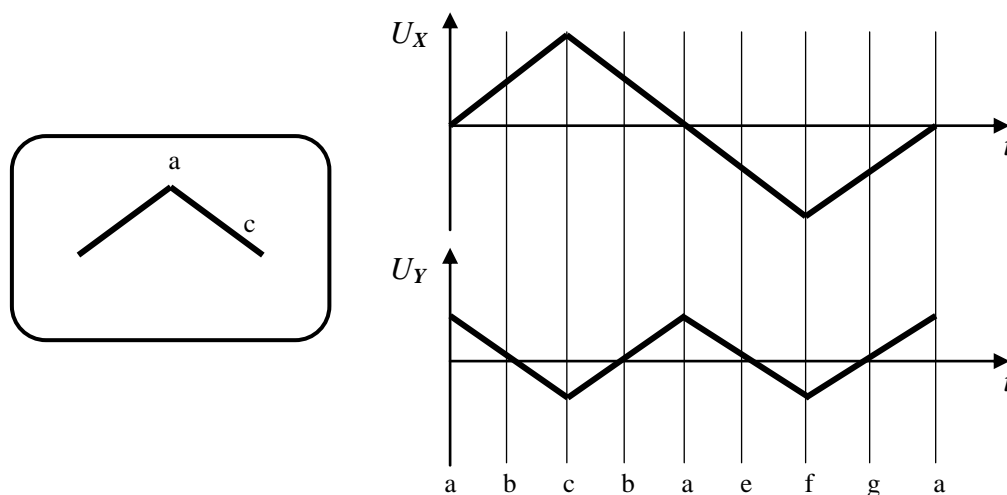
Na rysunkach 4.5.5 i 4.5.6 przedstawiono powstawanie na ekranie obrazów w przypadku doprowadzenia na płytki **X** i **Y** napięć trójkątnych bądź trapezowych. W przypadku, gdy napięcia te będą miały inny kształt, np. sinusoidalny, na ekranie uzyskamy okrąg w przypadku tych samych amplitud, a elipsę gdy amplitudy będą różne.

Rozpatrzmy teraz obraz powstający na ekranie lampy w przypadku gdy doprowadzone napięcia różnią się częstotliwością. Przyjmijmy znowu napięcia trójkątne, z tym, że napięcie na płytkach **Y** będzie miało dwa razy większą częstotliwość niż napięcie na płytkach **X**. Załóżmy dalej, że napięcia te są przesunięte w fazie o ćwierć okresu napięcia  $U_Y$ . Analizowany przypadek został przestawiony na rys. 4.5.7.

Na rys. 4.5.8 przedstawiono z kolei obraz uzyskiwany na ekranie lampy w przypadku tych samych napięć, ale przy zerowym przesunięciu fazowym.



Rys. 4.5.7. Obraz na ekranie lampy w przypadku napięć o różnych częstotliwościach



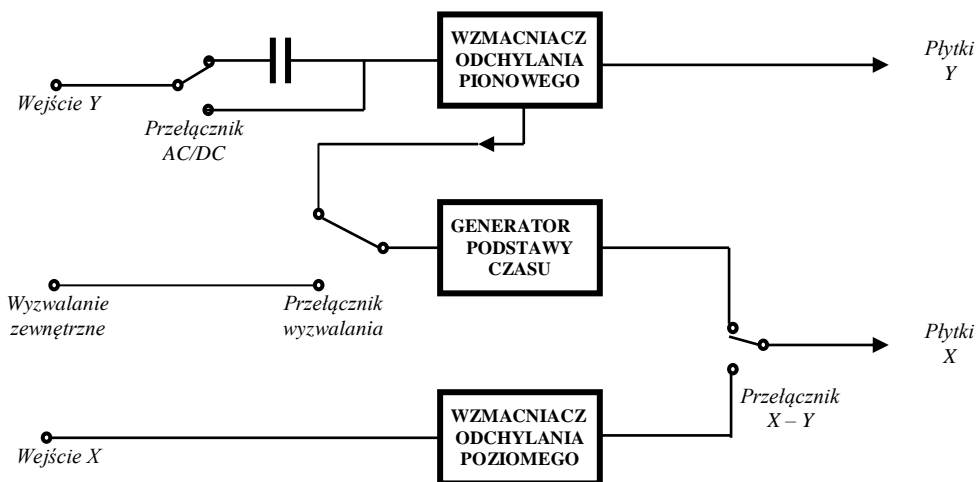
Rys. 4.5.8 Obraz na ekranie lampy w przypadku napięć o różnych częstotliwościach, przy zerowym przesunięciu fazowym

Na rysunkach 4.5.7 i 4.5.8 przedstawiono powstawanie na ekranie obrazów w przypadku doprowadzenia na płytki **X** i **Y** napięć trójkątnych. W przypadku, gdy napięcia te będą miały inny kształt, np. sinusoidalny, na ekranie uzyskamy obraz leżącej „ósemki” w pierwszym przypadku, a łuku w drugim przypadku.

#### 4.5.4 Zasada pracy oscyloskopu

Na rys. 4.5.9 przedstawiono w sposób maksymalnie uproszczony zasadę pracy oscyloskopu. Generator postawy czasu wytwarza napięcie piłokształtne podawane na płytki **X** w przypadku pracy

oscyloskopu w trybie **Y – t**. Moment startu przebiegu piłokształtnego, zwany też momentem wyzwalania podstawy czasu jest sterowany albo przebiegiem badanym, pobieranym ze wzmacniacza odchylenia pionowego, albo przebiegiem dostarczanym ze źródła zewnętrznego. Aby uzyskać nieruchomy obraz na ekranie podstawa czasu musi być zawsze wyzwalana przy tym samym poziomie napięcia badanego. Przebieg badany podawany jest przez przełącznik AC/DC na wzmacniacz odchylenia pionowego, a następnie na płytki **Y** lampy oscyloskopowej. Przy ustawieniu przełącznika w pozycji DC na ekranie będzie widoczna zarówno składowa stała jak i zmienna przebiegu. Przy ustawieniu przełącznika w pozycji AC widoczna będzie jedynie składowa zmienna przebiegu.



Rys. 4.5.9 Schemat blokowy oscyloskopu

Przełącznik X – Y podaje napięcie na płytce **X** albo z wewnętrznego generatora podstawy czasu, wówczas gdy chcemy oglądać przebiegi czasowe sygnałów, albo z wejścia **X** gdy chcemy oglądać krzywe Lissajous.

#### 4.6 Literatura

1. Rusek M., Pasierbiński J., *Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach*, WNT 1997.
2. Koziej E., Sochoń B., *Elektrotechnika i elektronika*, Warszawa 1986.
3. Przeździecki F., *Elektrotechnika i elektronika*, Warszawa, PWN 1985.
4. *Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków*, Praca zbiorowa, WNT 2006.
5. Jaczewski J., Opolski A., Stolz J., *Podstawy elektroniki i energoelektroniki*, WNT 1981.
6. Pilawski M., *Podstawy elektrotechniki*, WSiP 1982.
7. Rusek A., *Podstawy elektroniki*, WSiP 1989.
8. Stacewicz T., Kotlicki A., *Elektronika w laboratorium naukowym*, PWN 1994.

## 4.7 Efekty kształcenia

<b>Metody i kryteria oceny</b>				
<b>EK1</b>	Ma podstawową wiedzę w zakresie pojęć, praw z zakresu elektrotechniki i elektroniki.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
<i>Kryterium 1</i> Wiedza w zakresie pojęć elektrotechniki i elektroniki.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe pojęcia i definicje Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe i rozszerzone pojęcia, definicje.	Zna i potrafi przeanalizować pojęcia i definicje oraz wskazać możliwości ich wykorzystania w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
<i>Kryterium 2</i> Wiedzę w zakresie praw elektrotechniki i elektroniki.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie praw związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie praw związanych z tematem.	Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe prawa Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe i rozszerzone prawa.	Zna i potrafi przeanalizować prawa oraz wskazać możliwości ich wykorzystania w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
<b>EK2</b>	Posiada umiejętność wykorzystania podstawowych praw elektrotechniki i elektroniki do analizy rachunkowej podstawowych elementów i obwodów elektronicznych.			
Metody oceny	zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5

<i>Kryterium 1</i> Umiejętność wykorzystania podstawowych praw elektrotechniki i elektroniki do analizy rachunkowej podstawowych elementów i obwodów elektronicznych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie wykorzystania pojęć, definicji i praw związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie wykorzystania pojęć, definicji i praw związanych z tematem.	Zna i potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia, definicje i prawa do analizy podstawowych obwodów Zna i potrafi wykorzystać podstawowe i pochodne pojęcia, definicje i prawa do analizy podstawowych obwodów w technice morskiej.	Zna i potrafi wykorzystać podstawowe i pochodne pojęcia, definicje i prawa oraz wzajemne zależności między nimi w technice morskiej Biegle zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
<b>EK3</b>	Ma podstawową wiedzę teoretyczną w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów elektrycznych.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
<i>Kryterium 1</i> Podstawowa wiedza teoretyczna w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów elektrycznych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów.	Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe i rozszerzone pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej.	Zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej Biegle zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej.
<b>EK4</b>	Posiada umiejętności pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów			

	elektrycznych.			
Metody oceny	zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
<i>Kryterium 1</i> Umiejętności pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów elektrycznych.	Brak lub niewystarczające podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów i analizy sygnałów.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów Opanowane w stopniu dobrym podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów występujących w technice morskiej.	Opanowane w stopniu bardzo dobrym podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania podstawowych sygnałów występujących w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu pomiarów, analizy i przetwarzania złożonych sygnałów występujących w technice morskiej.
<b>EK5</b>	Ma podstawową wiedzę w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5

<p><i>Kryterium 1</i></p> <p>Wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.</p>	<p>Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.</p>	<p>Opanowana podstawowa wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.</p>	<p>Zna i potrafi scharakteryzować /omówić podstawowe i rozszerzone pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.</p>	<p>Zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń Biegłe zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń występujących w technice morskiej.</p>
<p><b>EK6</b></p>	<p>Posiada umiejętność analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.</p>			
<p>Metody oceny</p>	<p>zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.</p>			
<p>Kryteria/ Ocena</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>3,5 - 4</p>	<p>4,5 - 5</p>

<p><i>Kryterium 1</i></p> <p>Umiejętność analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.</p>	<p>Brak lub niewystarczające podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk .</p>	<p>Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania i pomiaru parametrów podstawowych obwodów i urządzeń.</p>	<p>Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń</p> <p>Opanowane w stopniu dobrym podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń.</p>	<p>Opanowane w stopniu bardzo dobrym analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń</p> <p>Biegłe opanowane umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń występujących w technice morskiej.</p>
---	---	---	---	---