

Podstawy użytkowania i pomiarów za pomocą OSCYSKOPU

Spis treści

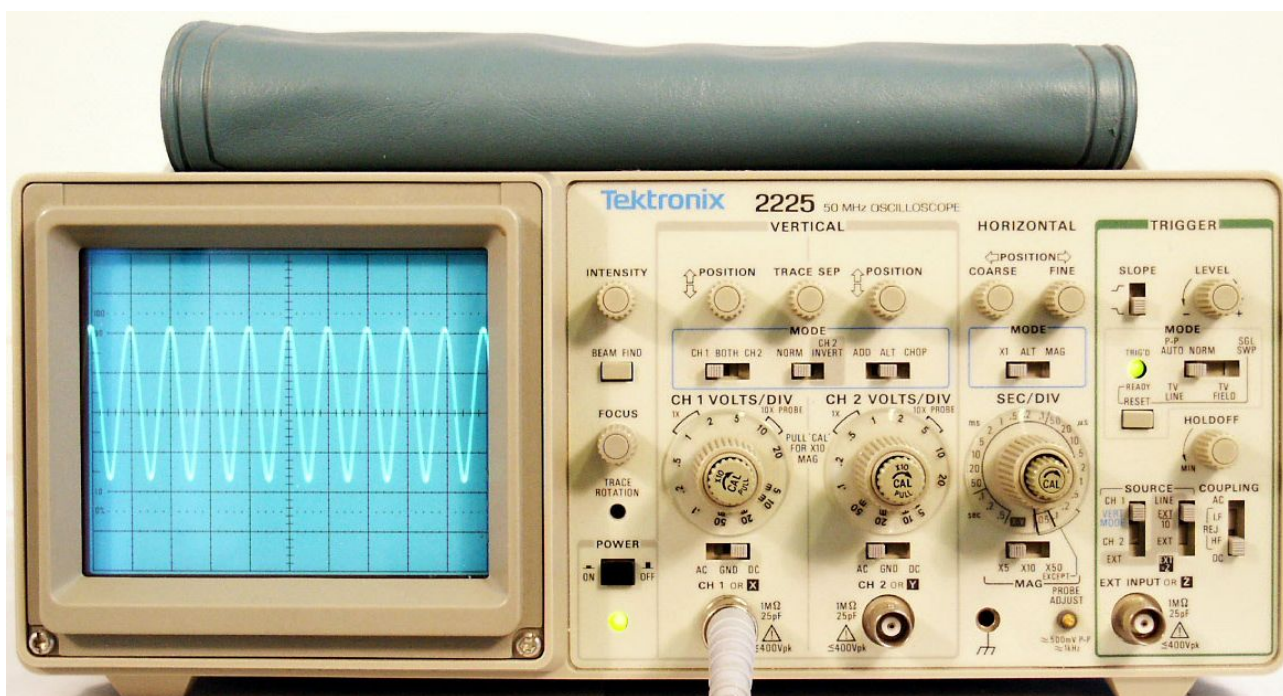
Wstęp.....	2
1. Opis podstawowych przełączników regulacyjnych oscyloskopu.....	3
1.1 Przełączniki sekcji odchylania pionowego (Vertical).....	3
1.2 Przełączniki sekcji odchylania poziomego (Horizontal).....	4
1.3 Przełączniki sekcji wyzwalania generatora podstawy czasu (Trigger).....	4
2. Wskazówki i uwagi pomiarowe.....	6
2.1 Pomiar z użyciem różnych typów sprzężenia – AC, DC, GND.....	6
2.2 Pomiar amplitudy i okresu.....	8
2.3 Pomiar przesunięcia fazowego.....	9
2.4 Pomiar czasu narastania/opadania zbocza.....	11
2.5 Błędy.....	12

dr inż. J.Żmigrodzki, dr inż. B.Leśniak-Plewińska,
Zakład Inżynierii Biomedycznej,
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej,
Wydział Mechatroniki PW,

Wstęp

Oscyloskop jest uniwersalnym przyrządem pomiarowym, który umożliwia obserwację oraz pomiar parametrów przebiegów elektrycznych (lub innych zamienionych na postać elektryczną). Podstawową częścią klasycznego oscyloskopu jest tzw. lampa oscyloskopowa. Jest to rodzaj lampy kineskopowej, w której strumień elektronów odchylany jest w płaszczyźnie pionowej przez pole (elektryczne bądź magnetyczne) proporcjonalne do badanego sygnału, natomiast w płaszczyźnie poziomej odchylenie jest proporcjonalne do cyklicznego sygnału wytwarzanego przez tzw. generator podstawy czasu. Powstająca na ekranie pokrytym luminoforem świecąca krzywa (oscylogram) przedstawia zmiany badanego sygnału w czasie. Odpowiednio dobrany układ pracy oscyloskopu pozwala na pomiar (oprócz podstawowych parametrów takich jak amplituda czy częstotliwość sygnałów okresowych) charakterystyk statycznych i dynamicznych przyrządów elektronicznych, przesunięcia fazowego oraz wielu innych parametrów.

Typowy oscyloskop posiada 2 kanały pomiarowe oznaczone jako CH1 i CH2, A i B lub X i Y. Do przyłączenia przewodów pomiarowych służą gniazda typu BNC oznaczone jako INPUT A i INPUT B (lub inaczej analogicznie do oznaczeni kanałów pomiarowych).



Rysunek 1: Widok typowego panelu czołowego oscyloskopu analogowego.

1. Opis podstawowych przełączników regulacyjnych oscyloskopu

1.1 Przełączniki sekcji odchyłania pionowego (Vertical)

VOLTS/DIV – pokrętko wzmocnienia toru wejściowego, które umożliwia ustawienie przelicznika działek na ekranie oscyloskopu na wartość napięcia wyrażoną w woltach. **Uwaga:** Wartość przelicznika jest zgodna ze skalą tylko jeżeli pokrętko CH VAR znajduje się w pozycji skalibrowanej.

CH VAR – pokrętko służy do płynnej regulacji poziomu wzmocnienia sekcji odchyłania pionowego. Z reguły powinno być ustawione w pozycji CAL, jednak w pewnych sytuacjach (np.: pomiar czasu narastania) wygodna jest płynna regulacja wzmocnienia zamiast skokowej (pokrętko VOLTS/DIV).

POSITION – pokrętko przesuwa pionowo linię zerową danego kanału pomiarowego.

AC, GND, DC – przełącznik umożliwiający zmianę rodzaju sprzężenia wejścia toru ze wzmacniaczem wejściowym:

- **AC** – sprzężenie zmiennoprądowe, wejście jest połączone z „masą” przez kondensator zawierający składową stałą obserwowanego przebiegu,
- **GND** – sygnał wejściowy jest odłączony od wzmacniacza wejściowego, a wejście wzmacniacza jest zwarte do „masy”. Ustawienie to pozwala na zlokalizowanie na ekranie oscyloskopu linii zerowej danego toru pomiarowego i ewentualną korektę położenia za pomocą pokrętki POSITION,
- **DC** – sprzężenie stałoprądowe, umożliwia obserwację napięcia stałego i zmiennego wraz ze składową stałą.

MODE – przełącznik umożliwiający wybór aktywnego kanału pomiarowego:

- **CH1** – umożliwia oglądanie przebiegu podanego na wejście INPUT 1,
- **CH2** – umożliwia oglądanie przebiegu podanego na wejście INPUT 2,
- **DUAL** – umożliwia jednoczesne wyświetlenie przebiegów z obu kanałów (przełącznik ALT/CHOP umożliwia wybór sposobu wyświetlania),
- **ADD** – umożliwia wyświetlenie algebraicznej sumy przebiegów z obu kanałów.

ALT/CHOP – umożliwia wybór pomiędzy dwoma sposobami wyświetlania przebiegów w trybie DUAL:

- **ALT** – wyświetla przebiegi z obydwu torów naprzemiennie (tzn. najpierw rysowany jest przebieg podany na wejście 1 a potem podany na wejście 2),

- **CHOP** – (tryb „siekany”) przebiegi z obydwu torów pokazywane są naprzemiennie małymi fragmentami (tzn. najpierw rysowany jest mały fragment przebiegu podanego na wejście 1 a potem podanego na wejście 2).

INV – umożliwia zmianę polaryzacji obserwowanego przebiegu (zmienia fazę o 180°)

1.2 Przełączniki sekcji odchyłania poziomego (Horizontal)

TIME/DIV - pokrętło regulacji prędkości przesuwu poziomego plamki (podstawy czasu) na ekranie oscyloskopu, które umożliwia ustawienie przelicznika działek na ekranie oscyloskopu na czas wyrażony w sekundach. Uwaga: Wartość przelicznika jest zgodna ze skalą tylko jeżeli pokrętło VAR CAL znajduje się w pozycji skalibrowanej (pokrętło przekreścone maksymalnie w prawo). Jeżeli pokrętło jest w pozycji X-Y plamka jest odchylana w poziomie zgodnie z przebiegiem podanym na CH1 a w pionie zgodnie z przebiegiem podanym na CH2 (umożliwia to obserwację np. krzywych Lissajous).

VAR CAL lub SWP. CAL - pokrętło służy do płynnej regulacji prędkości przesuwu plamki. Z reguły powinno być ustawione w pozycji CAL, jednak w pewnych sytuacjach (np.: pomiar przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami podanymi na wejścia obu torów pomiarowych) wygodna jest płynna regulacja zamiast skokowej (pokrętło TIME/DIV).

POSITION – pokrętło przesuwa poziomo wyświetlane przebiegi.

1.3 Przełączniki sekcji wyzwalania generatora podstawy czasu (Trigger)

SOURCE – przełącznik umożliwia wybór źródła wyzwalania generatora podstawy czasu:

- **CH1** – wyzwalanie sygnałem doprowadzonym do wejścia kanału CH1,
- **CH2** – wyzwalanie sygnałem doprowadzonym do wejścia kanału CH2,
- **LINE** – wyzwalanie przebiegiem sieci zasilającej,
- **EXT** - wyzwalanie sygnałem doprowadzonym do wejścia TRIG IN.

MODE – przełącznik umożliwiający wybór sposobu wyzwalania generatora podstawy czasu:

- **AUTO** – generator podstawy czasu wyzwalany jest za pomocą sygnału wybranego za pomocą przełącznika SOURCE, jeśli sygnał jest poniżej progu wyzwalania to generator podstawy czasu zostanie wyzwolony automatycznie (z częstotliwością około 20Hz). Tryb ten umożliwia np: zobaczenie linii zerowej danego toru pomiarowego przy braku sygnału wejściowego,
- **NORM** – generator podstawy czasu wyzwalany jest sygnałem wybranym za pomocą przełącznika SOURCE. Uwaga: W przypadku braku sygnału generator nie zostanie wyzwolony w ogóle (brak jakiegokolwiek linii na ekranie oscyloskopu),

- **TV-V, TV-H, TV-F, TV-L** – pozwala na uzyskanie stabilnego obrazu podczas kontroli sygnałów telewizyjnych.

SLOPE – przełącznik umożliwia wybór zbocza wyzwalającego generator podstawy czasu:

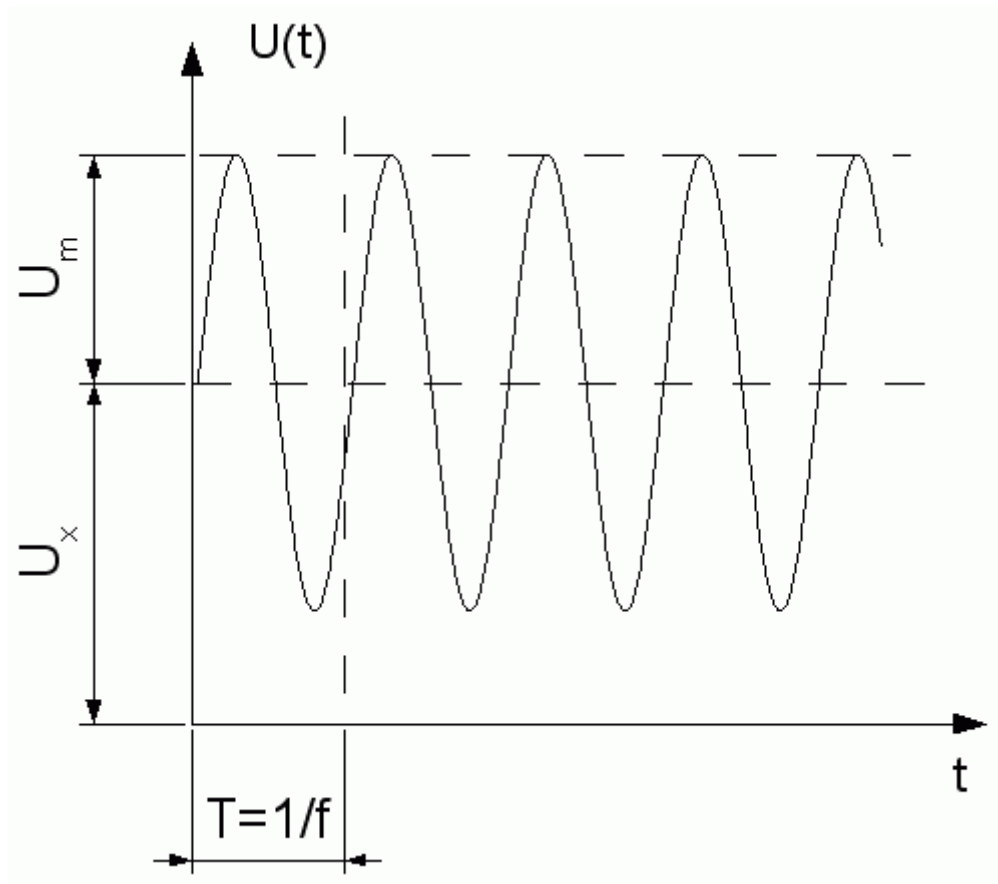
- + – zbocze narastające,
- - – zbocze opadające.

TRIG. ALT – w przypadku obserwacji dwóch przebiegów niesynchronizowanych ze sobą przełącznik umożliwia wybór naprzemiennego wyzwalania raz jednym raz drugim przebiegiem. Przycisk ALT/CHOP powinien być ustawiony w pozycji ALT. **Uwaga: w przypadku wybrania opcji TRIG. ALT nie można mierzyć opóźnień pomiędzy jednym a drugim przebiegiem.**

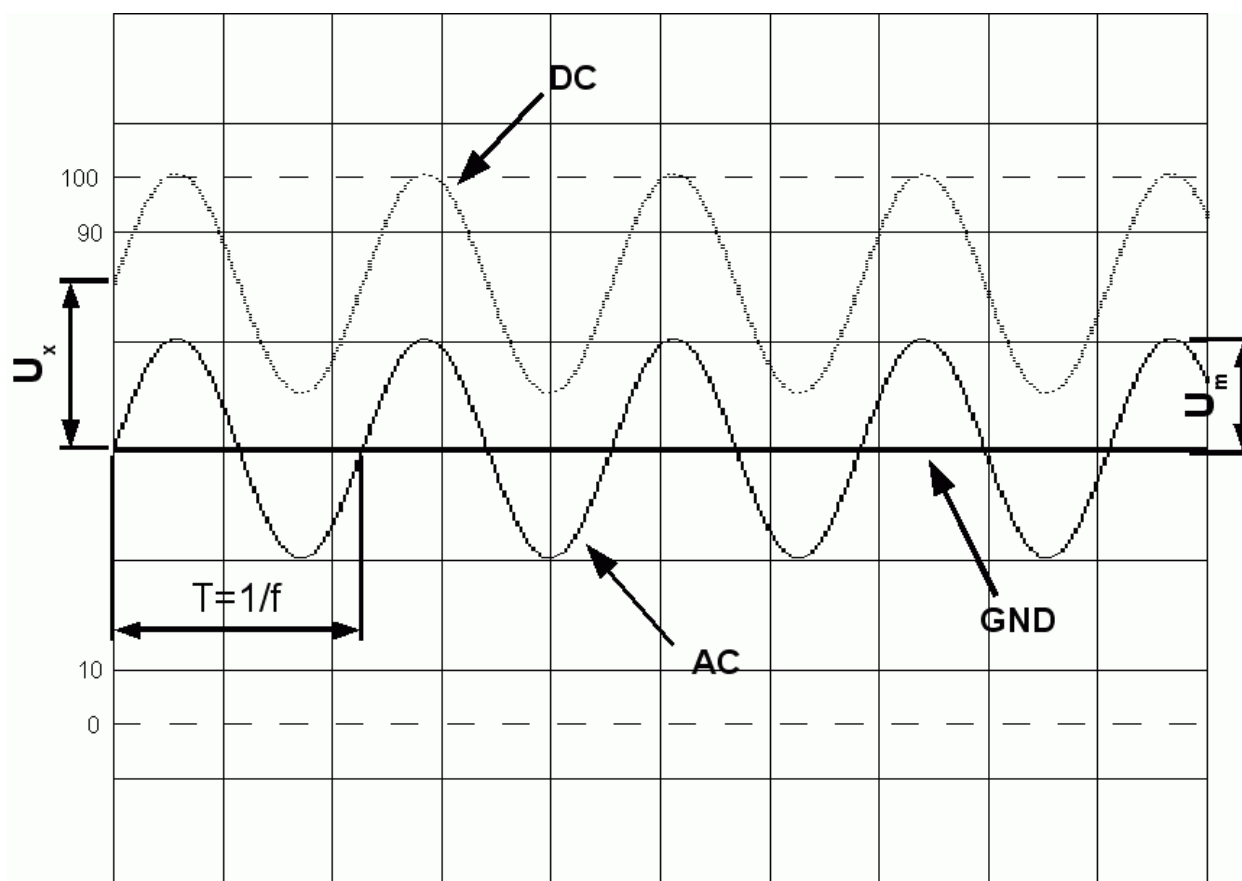
LEVEL – pokrętło służy do ustawienia poziomu sygnału synchronizującego (wygranego za pomocą pokrętła SOURCE) który wyzwoli generator podstawy czasu.

2. Wskazówki i uwagi pomiarowe

2.1 Pomiar z użyciem różnych typów sprzężenia – AC, DC, GND



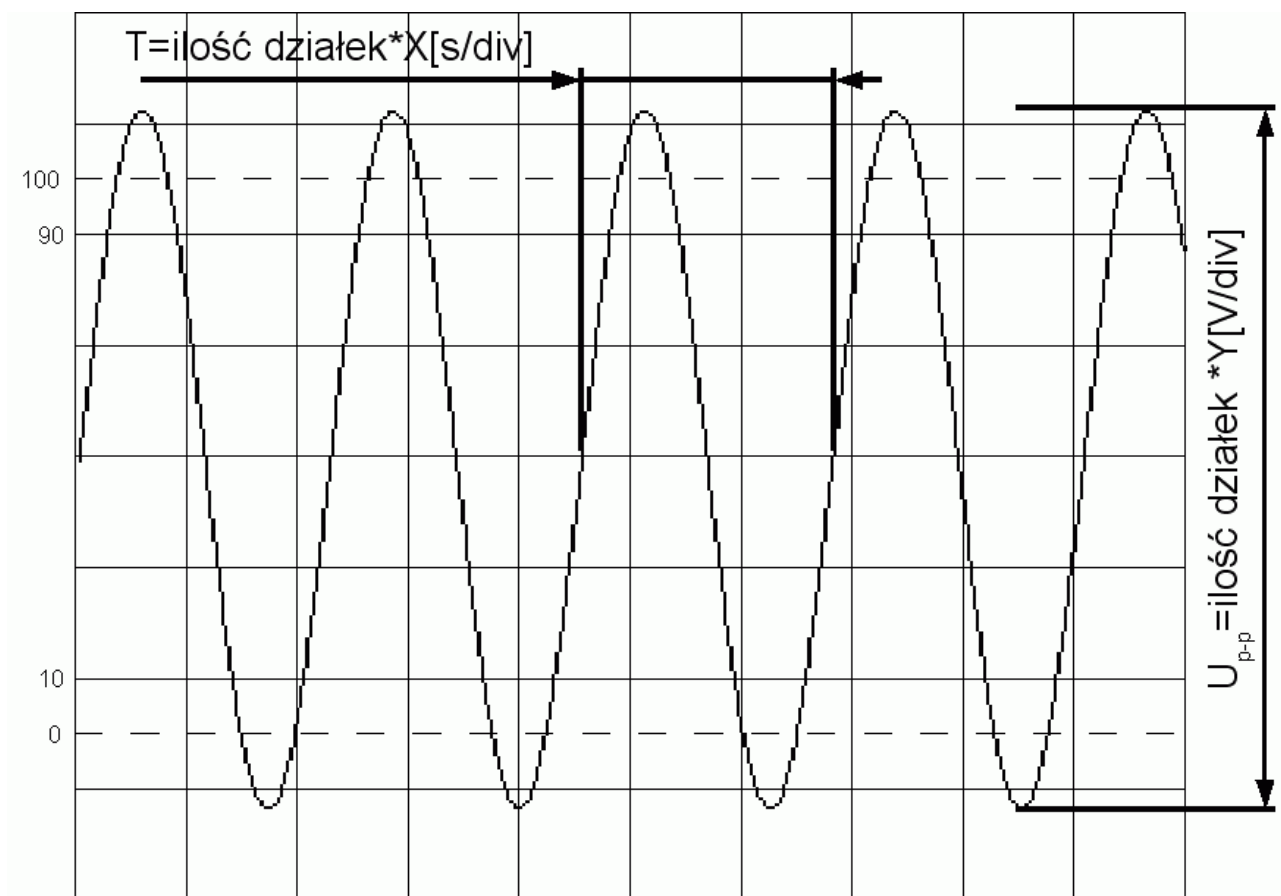
Rysunek 2: Przykład przebiegu napięcia zmiennego ze składową stałą - $U(t) = U_x + U_m \cdot \sin(2\pi f t)$, gdzie: U_x – składowa stała, U_m – amplituda składowej zmiennej, f – częstotliwość składowej zmiennej.



Rysunek 3: Prezentacja przebiegu – $U(t)=U_x+U_m*\sin(2\pi ft)$ przy wykorzystaniu różnych typów sprzężeń toru pomiarowego. U_x – składowa stała, U_m – amplituda składowej zmiennej, f – częstotliwość składowej zmiennej.

Przy wszelkich pomiarach oscyloskopowych ważny jest dobór odpowiedniego sprzężenia toru wejściowego (wpływ zmiany sprzężenia ilustruje rys. 3). **Uwaga: Przed przystąpieniem do jakichkolwiek pomiarów należy zlokalizować i odpowiednio ustawić linię zerową (sprzężenie ustawione w opcji GND).**

2.2 Pomiar amplitudy i okresu

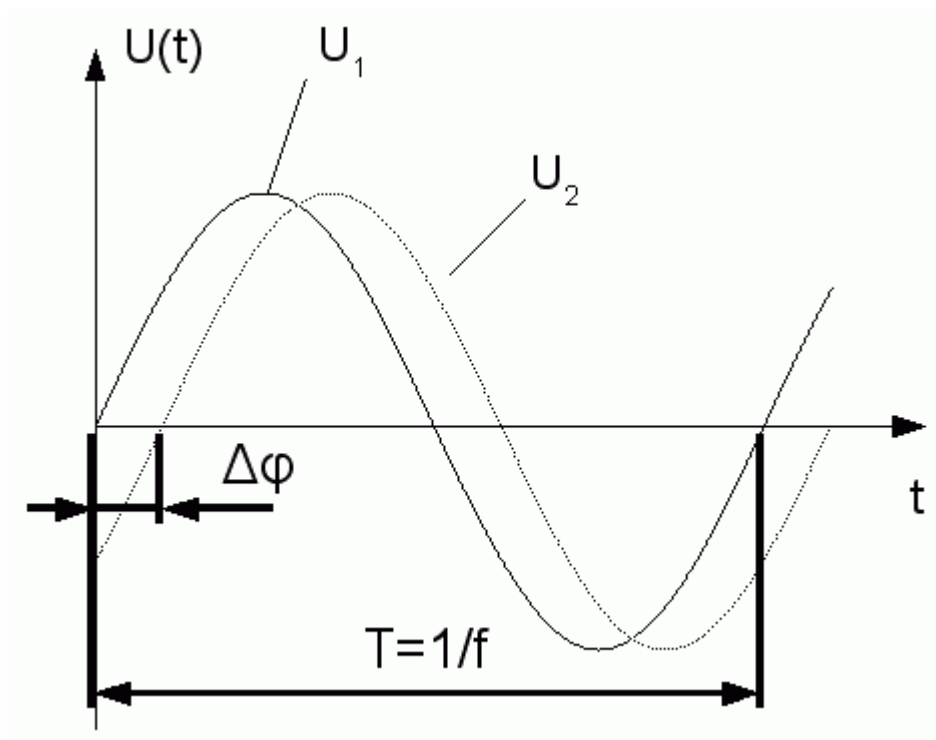


Rysunek 4: Pomiar amplitudy $U_m = \frac{1}{2}U_{p-p}$ i okresu przebiegu T . X - wartość przelicznika podstawy czasu [s/div], Y - wartość przelicznika wzmacnienia toru [V/div]

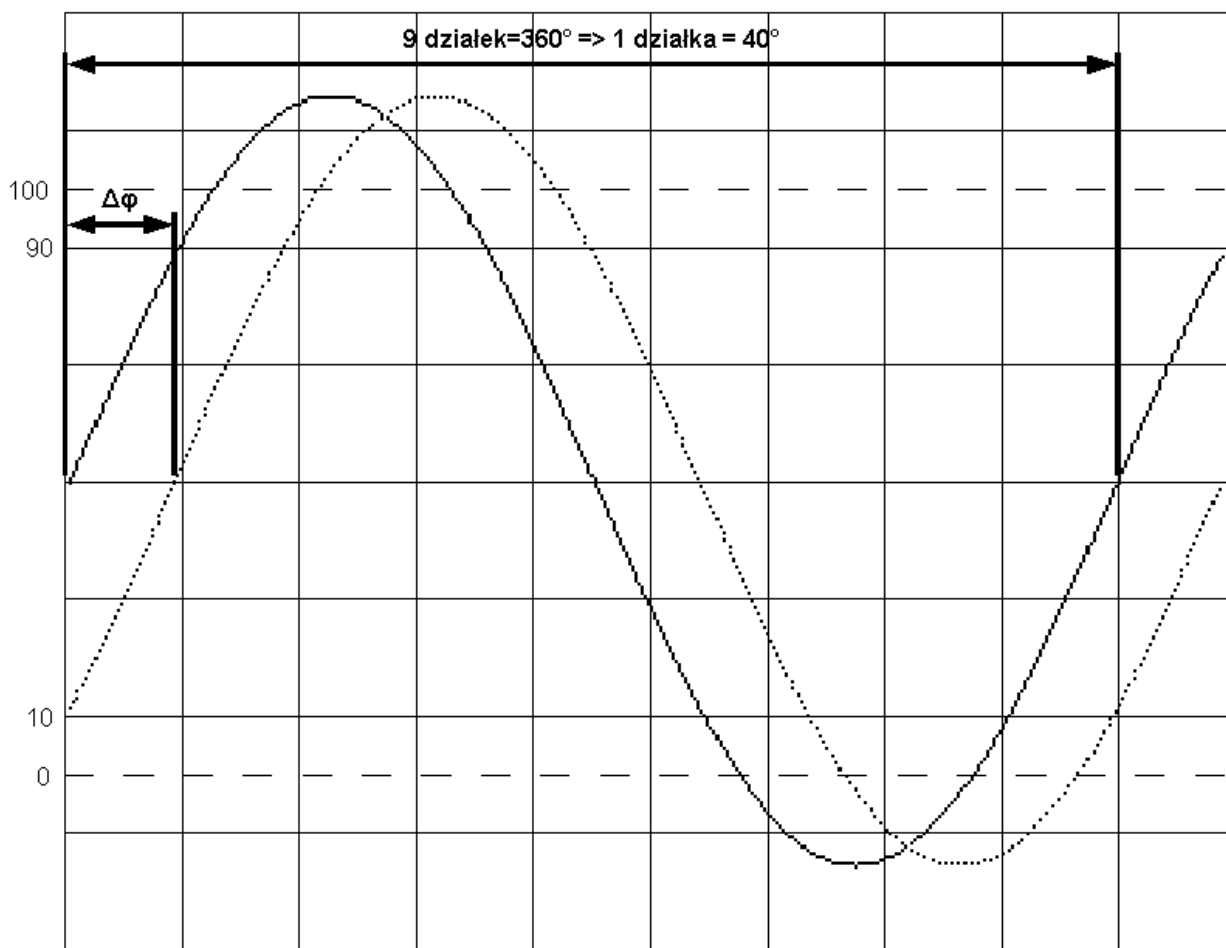
Aby dokonać pomiaru okresu i amplitudy sygnału, należy:

1. upewnić się, że pokrętki płynnej regulacji wzmacnienia i prędkości przesuwu plamki są ustawione w pozycji CAL,
2. za pomocą przełączników sekcji generatora podstawy czasu uzyskać na ekranie stabilny przebieg,
3. ustawić odpowiednie wzmacnienie (VOLTS/DIV) (możliwie jak największe – zapewni to najmniejszy błąd odczytu) i prędkość poziomego przesuwu plamki (TIME/DIV) (tak aby widoczny był przynajmniej 1 lub 2 okresy przebiegu),
4. Zmierzyć ilość działek pomiędzy wartościami maksymalnymi przebiegu i pomnożyć przez ustawione wzmacnienie (VOLTS/DIV) tak obliczoną wartość międzyszczytową U_{p-p} należy podzielić przez dwa w celu określenia amplitudy przebiegu (rys.4). Analogicznie zmierzyć okres przebiegu.

2.3 Pomiar przesunięcia fazowego



Rysunek 5: Przykład dwóch sinusoidalnych przebiegów napięcia przesuniętych w fazie o $\Delta\phi$. $U_1(t)=\sin(2\pi ft)$, $U_2(t)=\sin(2\pi ft+\Delta\phi)$.



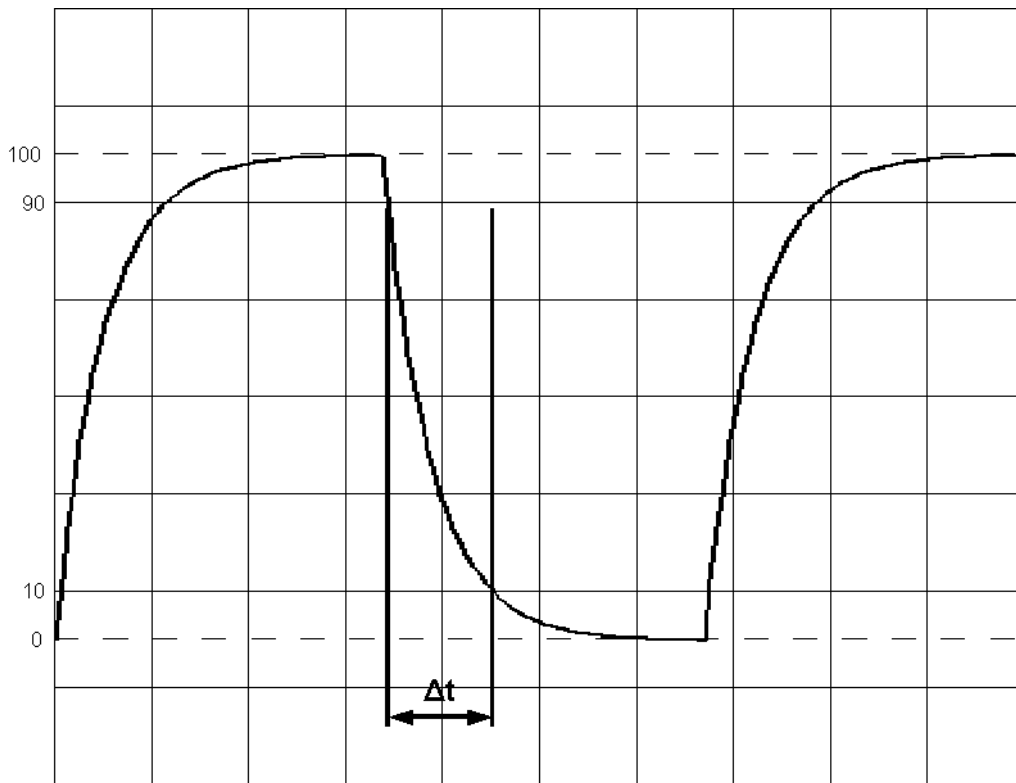
Rysunek 6: Zasada pomiaru przesunięcia fazowego $\Delta\phi$ między dwoma mierzonymi sygnałami.

Aby dokonać pomiaru przesunięcia fazowego pomiędzy dwoma sygnałami, należy:

1. Dla obu torów pomiarowych ustawić linie zerowe na środku ekranu oraz sprzężenie typu AC,
2. za pomocą przełączników sekcji generatora podstawy czasu uzyskać na ekranie stabilny przebieg,
3. za pomocą pokręteł regulacji wzmocnienia (VOLTS/DIV) ustawić maksymalne wzmocnienie przy którym widoczne są pełne przebiegi obu sygnałów,
4. za pomocą pokręteł skokowej (TIME/DIV) i płynnej (VAR. CAL) regulacji prędkości poziomego przesuwu plamki wyskalować obraz tak aby pełny okres (360°) sygnału odniesienia wynosił dokładnie 9 działek,
5. zmierzyć przesunięcie fazowe pomiędzy sygnałami zgodnie z rys.6.

2.4 Pomiar czasu narastania/opadania zbocza

Czas narastania/opadania jest to wielkość charakteryzująca np. filtry i jest zdefiniowany jako czas w jakim napięcie wyjściowe wzrośnie od 10% do 90% (lub obniży się z 90% do 10%), jeżeli na wejście podamy skok jednostkowy.



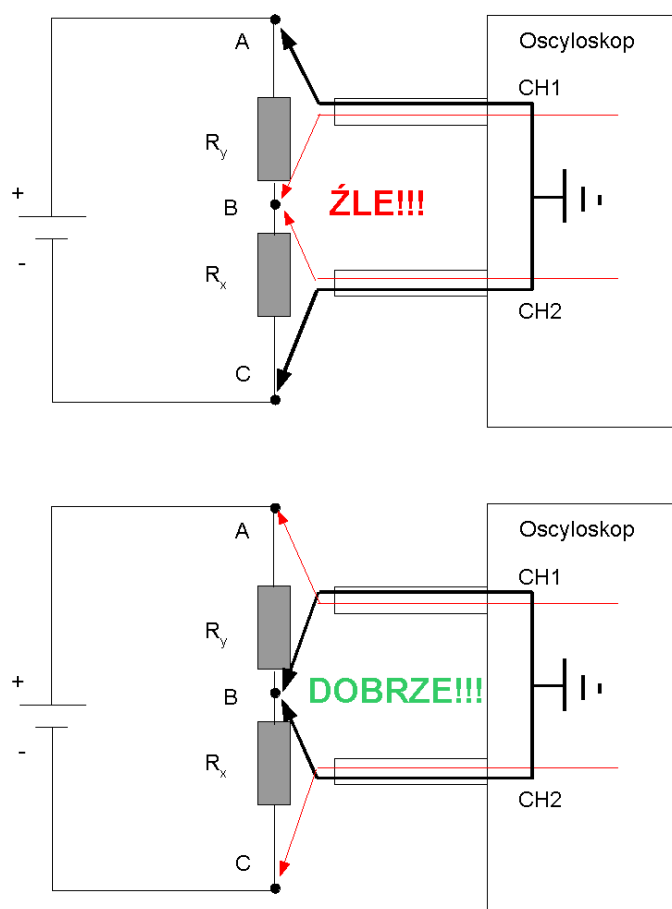
Rysunek 7: Pomiar czasu opadania zbocza - Δt .

Aby dokonać pomiaru czasu opadania zbocza sygnału, należy:

1. za pomocą przełączników sekcji generatora podstawy czasu uzyskać na ekranie stabilny przebieg,
2. za pomocą pokręteł skokowej (VOLTS/DIV) i płynnej (VAR. CAL) regulacji wzmocnienia oraz pokrętła przesuwu pionowego (POSITION) wyskalować obraz tak aby przebieg znajdował się pomiędzy przerywanymi liniami oznaczonymi 100 i 0 %,
3. za pomocą pokrętła skokowej (TIME/DIV) regulacji prędkość poziomego przesuwu plamki wyskalować obraz tak aby widoczny był przynajmniej 1 pełny okres sygnału.
Uwaga: pokrętło płynnej regulacji prędkości podstawy czasu powinno być w pozycji CAL,
4. zmierzyć czas opadania zbocza sygnału zgodnie z rys.7.

2.5 Błędy

Kabel pomiarowy dołączany do oscyloskopu kończy się z jednej strony wtyczką typu BNC (którą podłączamy do odpowiedniego wejścia oscyloskopu), a z drugiej dwiema końcówkami pomiarowymi czerwoną (tzw. „gorącą”) i czarną (tzw. „zimną”). Czarna końcówka jest połączona bezpośrednio z obwodem uziemienia oscyloskopu (tzw. „masą”), który to obwód jest wspólny dla wszystkich wejść oscyloskopu. **Uwaga:** Przy podłączaniu dwóch kanałów pomiarowych do mierzonego układu nie wolno podłączać „zimnych” końcówek pomiarowych do dwóch różnych punktów układu (patrz rys. 8), prowadzi to do zwarcia tychże punktów przez obwód masy oscyloskopu co może spowodować uszkodzenie układu (na schemacie z górnej części rys. 8 zwarte zostały punkty A i C, a co za tym idzie źródło zasilania układu).



Rysunek 8: Sposób podłączania dwóch kanałów pomiarowych oscyloskopu do mierzonego układu.

Uwaga: Praktyczną obsługę oscyloskopu można przećwiczyć wykorzystując wirtualny oscyloskop dostępny na stronie internetowej <http://www.virtual-oscilloscope.com/>.