

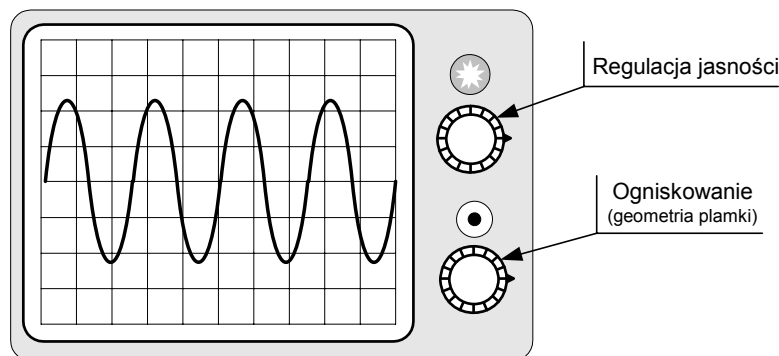
**Cel ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest uzupełnienie wiedzy oraz nabycie przez ćwiczących praktycznych umiejętności z zakresu posługiwania się oscyloskopem analogowym jako narzędziem pomiarowym. Istotnym elementem jest.

**1. Wprowadzenie w tematykę ćwiczenia**

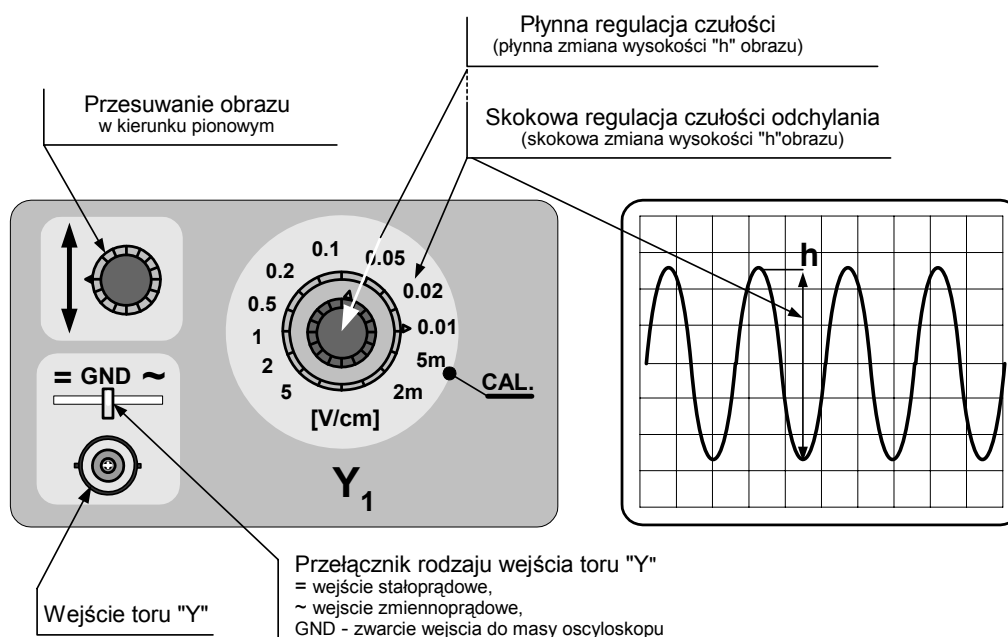
Analogowy oscyloskop elektroniczny jest narzędziem pomiarowym znanym w praktyce inżynierskiej od kilkudziesięciu lat. Pomimo upływu czasu jego przydatność w technice rejestracji i pomiarów parametrów sygnałów elektrycznych nie zmalała, natomiast znaczącej poprawie uległy jego parametry i właściwości metrologiczne.

Na płycie czołowej urządzenia, z reguły w pobliżu ekranu lampy oscyloskopowej, umieszczone są regulatory pozwalające na zmianę intensywności świecenia linii kreślącej obraz na ekranie, jak również geometrii plamki (rys. 1). Regulacje te realizowane są poprzez zmianę wartości napięć zasilających elektrody ogniskujące lampy (działo elektronowe).



Rys. 1. Przykład umieszczenia regulatorów jasności i ostrości obrazu kreślonego na ekranie lampy oscyloskopowej.

Układ wzmacniacza odchylenia pionowego realizuje przesunięcie punktu padania elektronów na ekran lampy oscyloskopowej kierunku pionowym. Z układem wzmacniacza pionowego związane są regulatory i gniazda (rys. 2) umieszczone na płycie czołowej oscyloskopu.

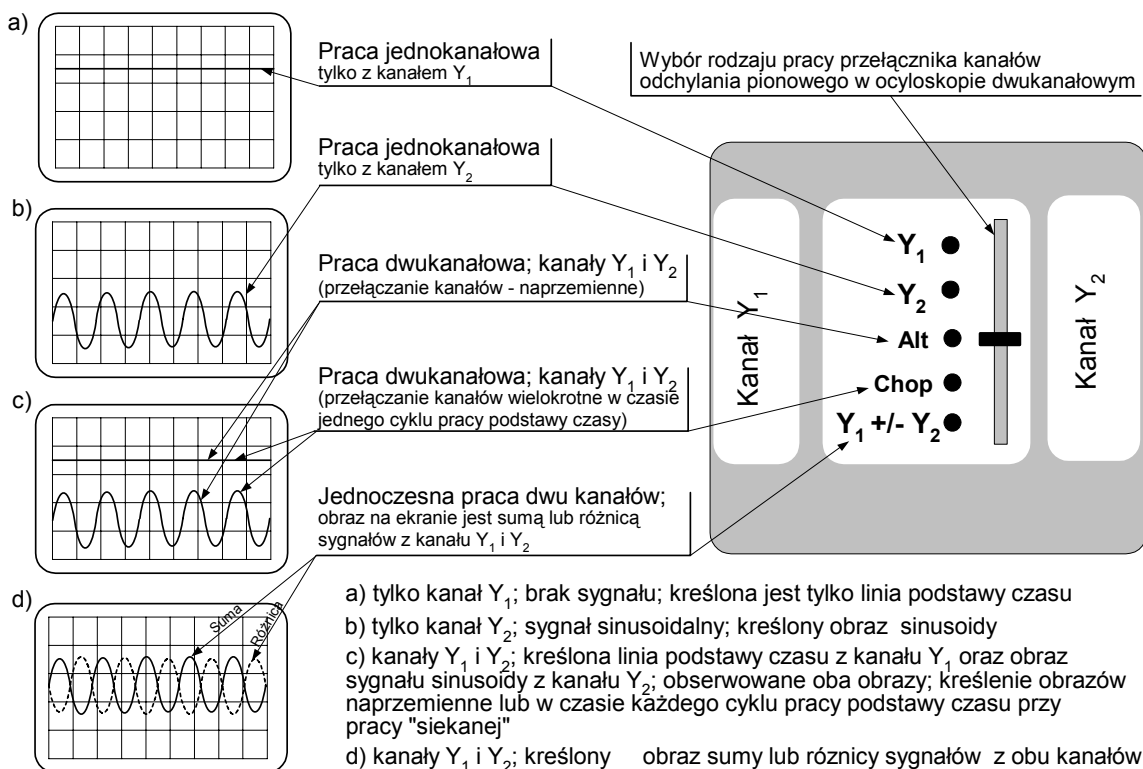


Rys. 2. Podstawowy panel płyty czołowej oscyloskopu związany z obsługą toru odchylenia pionowego (tor "Y")

## Ćwiczenie nr 7. Oscyloskop elektroniczny – podstawowe zastosowania

- Pokrętła regulacji wzmocnienia wzmacniacza, zarówno skokowej, w sekwencji 1-2-5-10, jak i płynnej z wyróżnioną pozycją "kalibrowana". Konsekwencją zmiany wzmocnienia, jest zmiana czułości odchylenia w torze Y, co powoduje zwiększenie lub zmniejszenie wysokości kreślonego na ekranie lampy obrazu badanego sygnału. Czułość odchylenia lub inaczej współczynnik odchylenia podawany jest najczęściej w wymiarze [jednostka napięcia/ cm]. Opis umieszczony przy pokrętle skokowej zmiany czułości odchylenia, jest słuszny jedynie wtedy, kiedy pokrętło płynnej regulacji czułości odchylenia jest ustawione w pozycji CAL.
- Pokrętło regulatora umożliwiającego płynne przesuwanie całego kreślonego obrazu w kierunku pionowym (tj. w górę lub w dół).
- Przełącznik wyboru rodzaju wejścia (symbol "=" lub opis "DC" oznacza wejście stałoprądowe natomiast "~" lub opis "AC" wejście zmiennoprądowe. Dodatkowo przełącznik ten umożliwia zwarcie wejścia toru Y do masy układu (pozycja opisana symbolem GND). Wybranie wejścia stałoprądowego powoduje, że na ekranie lampy kreślony jest obraz zarówno sygnału zmiennego jak i sygnału stałoprądowego. Przy ustawieniu przełącznika wejścia w pozycji "zmiennoprądowe" możliwe jest obserwowanie tylko sygnałów zmiennych.
- Gniazdo wejściowe (z reguły współosiowe - koncentryczne) pozwalające na dołączenia do oscyloskopu sygnału będącego przedmiotem obserwacji lub pomiarów.

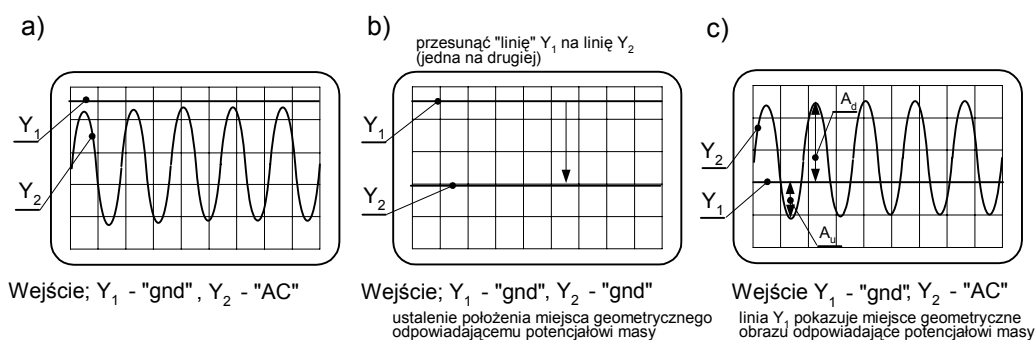
W nowych opracowaniach oscyloskopów standardem jest stosowanie dwu kanałów odchylenia pionowego. Typowe spotykane sposoby pracy kanałów odchylenia pionowego przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Ilustracja wpływu wybranego rodzaju pracy przełącznika kanałów odchylenia pionowego oscyloskopu na obraz widoczny na ekranie lampy oscyloskopowej

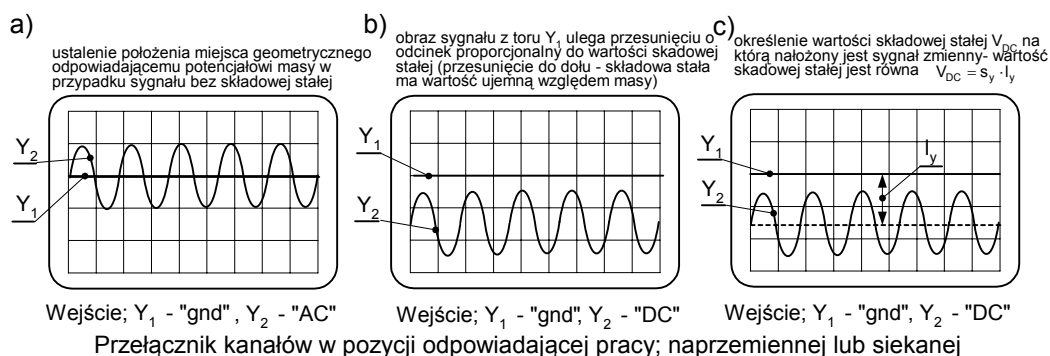
Odpowiednie, świadome ustawienie nastaw regulatorów w kanałach odchylenia pionowego oraz umiejętne wybranie sposobu pracy przełącznika kanałów odchylenia pionowego umożliwią operatorowi obserwację obrazu sygnału i oszacowanie jego podstawowych parametrów amplitudowych. Przełącznik rodzaju wejścia wzmacniacza Y umożliwia w każdej chwili podanie na to wejście potencjału masy oscyloskopu. Konsekwencją tego jest kreślenie linii podstawy czasu, związanej z tym kanałem i potencjałem masy. Lokalizacja tej linii podstawy czasu na ekranie lampy oscyloskopowej określa położenie punktów obrazu odpowiadających potencjałowi masy. Z kolei

położenie tej linii podstawy czasu można przesunąć w pionie w dowolne miejsce na ekranie (za pomocą regulatora przesuwu pionowego). Regulacje te pozwalają operatorowi na aktualne określenie i dogodnie do jego celów ustawienie miejsca geometrycznego na ekranie lampy oscyloskopu odpowiadającego potencjałowi masy. Pozwala to na wyznaczenie wartości napięć określonych punktów sygnału względem masy (na przykład wartości amplitudy dodatniej i ujemnej sygnału w przypadku jego asymetrii rysunek 4, itp.). Wybranie pracy dwukanałowej w przypadku obserwacji sygnału tylko w jednym kanale (rys. 3c) umożliwia wykorzystanie jako znacznika linii podstawy czasu kreślonej w kanale, w którym nie ma sygnału (zalecane jest wtedy ustawienie rodzaju wejścia tego kanału w pozycję „gnd”). Tą linię podstawy czasu można przesuwać w pionie, co pozwala „zaznaczyć” interesujący operatora poziom sygnału na obserwowanym obrazie sygnału. Przechodząc z rodzaju wejścia „AC” na wejście „DC” w kanale Y można określić wartość składowej stałej, na którą nałożony jest przebieg zmienny (rys. 5). Przydatna jest w tym przypadku opisana powyżej możliwość wykorzystania linii podstawy czasu jako markera.



Przełącznik kanałów w pozycji: praca naprzemienna (Alt) lub siekana (Chop)

Rys. 4. Ilustracja sposobu wyznaczenia wartości amplitud sygnału w przypadku jego asymetrii względem osi czasu (przykładowo amplituda dodatnia większa od amplitudy ujemnej  $A_d > U_u$ ); (a) obraz z dwu kanałów wykreślony na ekranie lampy oscyloskopowej; (b) ustalenie położenia, na ekranie oscyloskopu, miejsca geometrycznego punktów odpowiadających potencjałowi masy; (c) oszacowanie wartości amplitud  $A_d$ ,  $A_u$  sygnału względem potencjału masy.



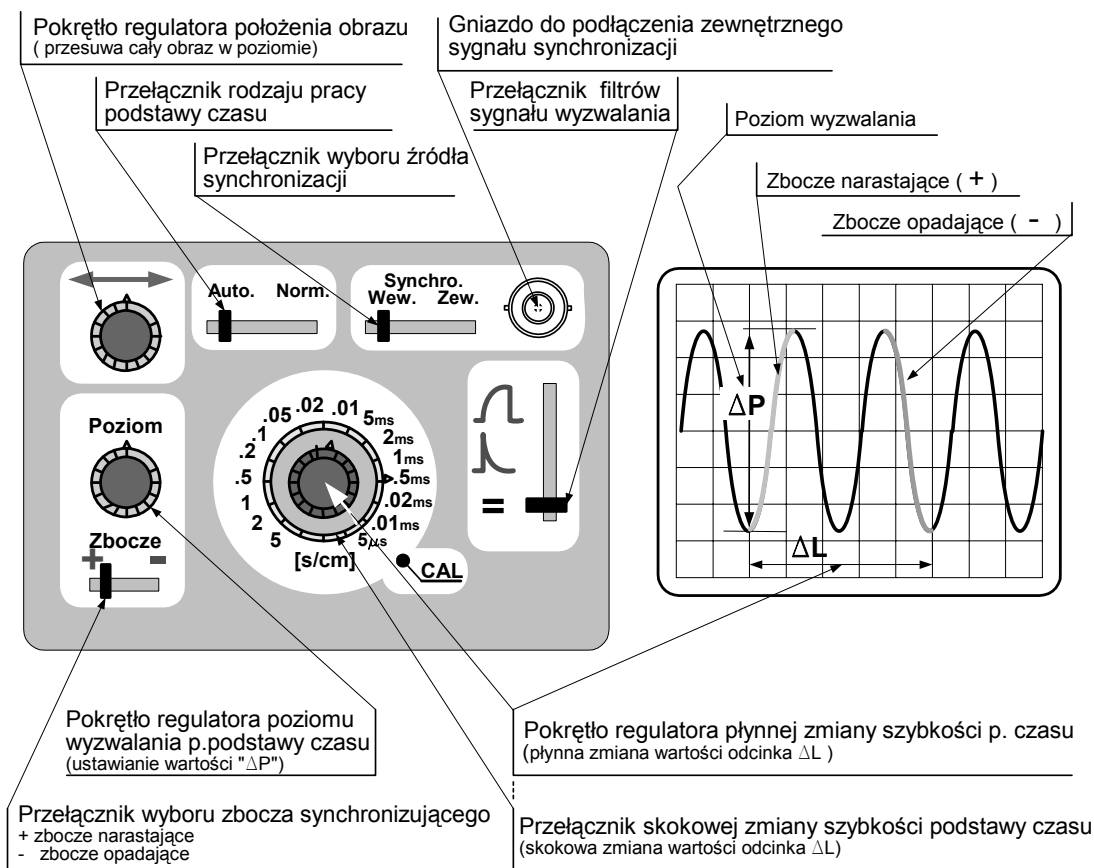
Rys. 5. Ilustracja sposobu określenia polaryzacji i wartości napięcia stałego na którą nałożony jest przebieg zmienny  $Y_2$ ; (a) obraz sygnału z kanału  $Y_2$  na który nałożony jest dodatkowo obraz linii podstawy czasu pochodzący z kanału  $Y_1$  (ułatwia określenie położenia osi symetrii = osi czasu przebiegu sinusoidy); (b) przesunięcie obrazu sinusoidy wywołane przez zmianę rodzaju wejścia w kanale  $Y_2$  oscyloskopu z wejścia „AC” na wejście „DC”; (c) oszacowanie wartości i znaku napięcia stałego na które jest nałożony sygnał sinusoidy - przesunięcie obrazu sinusoidy w drugą stronę to jest w górę oznacza, że stałe napięcie polaryzujące ma wartość dodatnia względem potencjału masy.

Z torem odchylenia poziomego (często jest on nazywany torem podstawy czasu) związane są następujące (rys. 6) podstawowe elementy regulacyjne:

a) Pokrętła regulacji szybkości podstawy czasu (regulacja skokowa z reguły w sekwencji 1-2-5-10 oraz regulacja płynna z wyróżnioną pozycją "kalibrowana"). Przy zmianie szybkości podstawy czasu, obraz sygnału widoczny na ekranie lampy ulega ściśnięciu lub rozciągnięciu w kierunku

## Ćwiczenie nr 7. Oscyloskop elektroniczny – podstawowe zastosowania

poziomym (tak jak rozciągana lub ściskana jest sprężyna walcowa), przy czym rozciągnięcie sygnału w poziomie wywołane jest zwiększeniem szybkości podstawy czasu. Szybkość podstawy czasu podawana jest w wymiarze [jednostka czasu / cm] i oznacza rzeczywisty odcinek czasu, w czasie którego, plamka na ekranie lampy oscyloskopowej przebędzie drogę wzdłuż osi „X” równą jednej działce (z reguły 1 działka = 1cm). Opis umieszczony przy pokrętle skokowej zmiany szybkości podstawy czasu jest ważny tylko wtedy, kiedy pokrętko płynnej regulacji szybkości podstawy czasu jest w pozycji CAL.



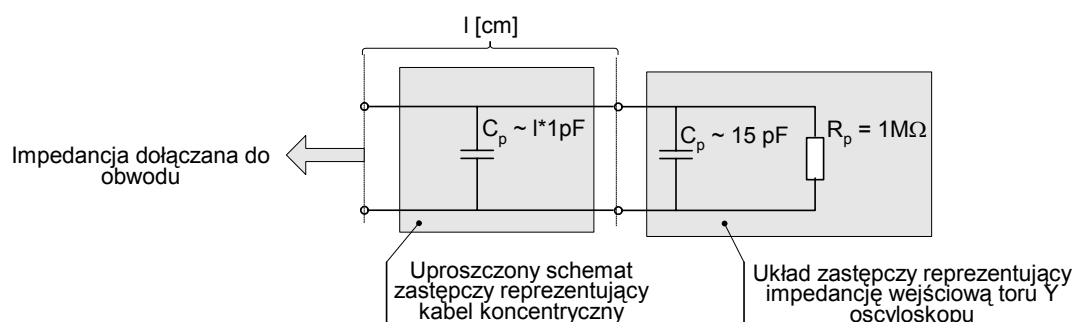
Rys. 6. Wygląd pola panelu generatora podstawy czasu w prostym oscyloskopie analogowym.

- Pokrętko umożliwiające płynne przesuwanie w poziomie, całego kreślonego obrazu. Przełącznik rodzaju pracy podstawy czasu (praca automatyczna lub praca wyzwalana). W przypadku pracy podstawy czasu w trybie "auto", linia podstawy czasu kreślona jest niezależnie od tego czy na wejście toru "Y" oscyloskopu jest podany jakiś sygnał czy nie. W przypadku pracy podstawy czasu w trybie "normalna" (lub wyzwalana) linia podstawy czasu nie jest kreślona, kiedy na wejściu "Y" nie ma sygnału. Obraz pojawia się dopiero wtedy, kiedy na wejściu "Y" jest sygnał badany.
- Przełącznik umożliwiający wybór źródła sygnału synchronizującego. Sygnał ten jest niezbędny do uzyskania nieruchomego obrazu na ekranie lampy. Źródłem sygnału synchronizującego jest najczęściej sygnał badany. W przypadku oscyloskopu dwukanałowego, za pomocą dodatkowego przełącznika, należy zadeklarować (wybrać) tor (kanał odchylenia pionowego)"Y", z którego sygnał będzie używany do synchronizacji obrazu.
- Pokrętko regulacji poziomu wyzwalania oraz przełącznik wyboru zbocza. Pozwalają one ustalić kryteria (tj. poziom sygnału oraz jego zbocze narastające lub opadające), których spełnienie będzie warunkować wygenerowanie impulsu sygnału synchronizującego (wyzwalającego) generator podstawy czasu.

## Ćwiczenie nr 7. Oscyloskop elektroniczny – podstawowe zastosowania

- e) Przełącznik rodzaju pracy podstawy czasu (praca automatyczna lub praca wyzwalana). W przypadku pracy podstawy czasu w trybie "auto", linia podstawy czasu kreślona jest niezależnie od tego czy na wejście toru "Y" oscyloskopu jest podany jakiś sygnał czy nie. W przypadku pracy podstawy czasu w trybie "normalna" (lub wyzwalana) linia podstawy czasu nie jest kreślona, kiedy na wejściu "Y" nie ma sygnału. Obraz pojawia się dopiero wtedy, kiedy na wejściu "Y" jest sygnał badany.
- f) Przełącznik umożliwiający wybór źródła sygnału synchronizującego. Sygnał ten jest niezbędny do uzyskania nieruchomego obrazu na ekranie lampy. Źródłem sygnału synchronizującego jest najczęściej sygnał badany. W przypadku oscyloskopu dwukanałowego, za pomocą dodatkowego przełącznika, należy zadeklarować (wybrać) tor (kanał odchyłania pionowego) "Y", z którego sygnał będzie używany do synchronizacji obrazu.
- g) Pokrętko regulacji poziomu wyzwalania oraz przełącznik wyboru zbrocza. Pozwalają one ustalić kryteria (tj. poziom sygnału oraz jego zbocze narastające lub opadające), których spełnienie będzie warunkować wygenerowanie impulsu sygnału synchronizującego (wyzwalającego) generator podstawy czasu.
- h) Gniazdo (z reguły koncentryczne) umożliwiający podłączenie zewnętrznego sygnału synchronizującego. Przy takiej opcji wyzwalania, prawie zawsze w pobliżu wspomnianego gniazda umieszczony jest przełącznik umożliwiający wybór; wyzwalania sygnałem badanym tj. położenie, tego przełącznika w pozycji "wyzwalanie wewnętrzne", lub sygnałem doprowadzonym do gniazda "synchronizacja", kiedy przełącznik w pozycji "wyzwalanie zewnętrzne").

Wejście toru Y oscyloskopu charakteryzuje impedancja, którą reprezentuje dwójnik będący równoległym połączeniem oporności i pojemności, których wartości są standaryzowane ( $R = 1 \text{ M}\Omega$  a pojemność  $10 \leq C \leq 30 \text{ pF}$ ). Jeżeli sygnał, którego obraz chcemy oglądać na oscyloskopie doprowadzamy do wejścia toru Y przewodem współosiowym (kablem koncentrycznym) to należy pamiętać, że 1cm kabla wnosi pojemność rzędu 1pF (1 metr kabla to pojemność  $C = 100 \text{ pF}$ ). Zatem do punktu obwodu z którego pobieramy sygnał do obserwacji dołączamy impedancję wejścia oscyloskopu i przewodu łączącego (rysunek 7). W przypadku sygnałów wielkiej częstotliwości (w.cz.) oraz sygnałów impulsowych może to w znaczący sposób zniekształcić sygnał badany!

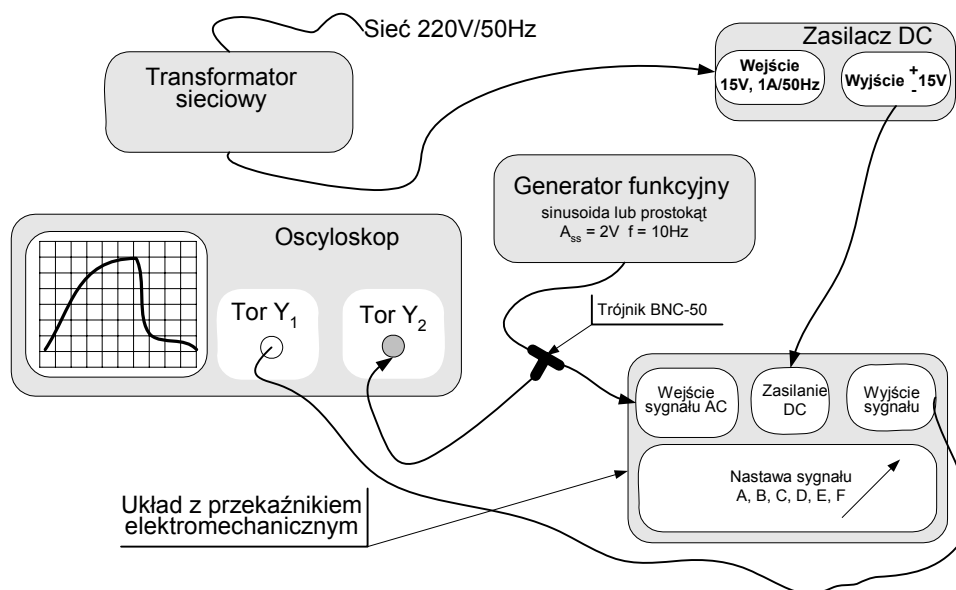


Rys. 7. Uproszczony schemat zastępczy reprezentujący impedancję wejściową oscyloskopu i pojemność kabla współosiowego łączącego wejście toru Y oscyloskopu z punktem obwodu z którego pobierany jest sygnał do obserwacji.

Ograniczenie wpływu impedancji wejściowej oscyloskopu na obwód do którego dołączany jest oscyloskop jest możliwe w przypadku zastosowania specjalnych sond. Sonda taka jest skompensowanym częstotliwościowo dzielnikiem o wysokiej impedancji wejściowej [3], [4]. Zagadnienia te wykraczają jednak poza zakres tematyczny niniejszego laboratorium.

## 2. Wykonanie ćwiczenia

Połączyć układ jak na rysunku 8.



Rys. 8. Ilustracja połączeń przyrządów na stanowisku pomiarowym

1. Wysterować układ z przekaźnikiem elektromechanicznym (sygnał prostokątny  $A_{ss} = 2V$ , stałoprądowy dodatni sygnał polaryzujący ustawić na poziomie połowy wartości  $A_{ss}$ ). Częstotliwość prostokątnego sygnału sterującego ustawić z zakresu  $40Hz \leq f \leq 100Hz$ .
2. Określić czas opóźnienia między sygnałem sterującym a sygnałem wywołanym przełączeniem przekaźnika.
3. Dla wszystkich kształtów sygnałów generowanych przez układ z przekaźnikiem określić ich wszystkie znane (i możliwe do oszacowania) parametry czasowe i amplitudowe. Wyznaczyć wartości liczbowe tych parametrów oraz błąd z jakim są wyznaczone.
4. Określić czy między rejestrowanymi przebiegami są jakieś zależności; czasowe, amplitudowe? Zwrócić szczególną uwagę na szybkie zbocza narastające i opadające obserwowanych sygnałów.
5. Podjąć próbę określenia w jaki, możliwie prosty sposób mogą być generowane sygnały których obrazy są obserwowane w czasie ćwiczenia na ekranie lampy oscyloskopowej.

## 3. Pytania kontrolne

1. Wyjaśnij zasady szacowania wartości niektórych parametrów czasowych i amplitudowych sygnału okresowego z wymiarów jego obrazu na ekranie lampy oscyloskopowej.
2. W jaki sposób można określić miejsce geometryczne na ekranie lampy oscyloskopowej, których położenie odpowiada potencjałowi masy. Czy możliwa jest lokalizacja tych punktów w różnych miejscach ekranu?
3. Jaki ma schemat układ reprezentujący impedancję wejściową oscyloskopu?

## 4. Literatura

- [1] B. Konorski.: *Podstawy elektrotechniki*. PWN Warszawa 1967
- [2] T. Cholewicki.: *Elektrotechnika teoretyczna*. WNT Warszawa 1967
- [3] J. Rydzewski.: *Pomiary oscyloskopowe*. WNT, Warszawa 1994
- [4] A. Jelonek, Z. Karkowski.: *Miernictwo radiotechniczne*. WNT, Warszawa 1972, wydanie IV

Opracował: dr inż. Piotr Ruszel

Instytut Inżynierii Biomedycznej i Pomiarowej Wydziału PPT Politechniki Wrocławskiej