

Technikum Łączności
im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku

Pracownia Konstrukcji i Eksploatacji Urządzeń Elektronicznych

**Badanie wzmacniacza operacyjnego (WO)
pracującego w układzie
komparatora i przerzutnika Schmitt'a**

opracowali:
Renata Jank
Marek Przybylski

Sprawozdania wykonał:.....

Klasa:.....

Badanie wzmacniacza operacyjnego (WO) pracującego w układzie komparatora i przerzutnika Schmitt'a

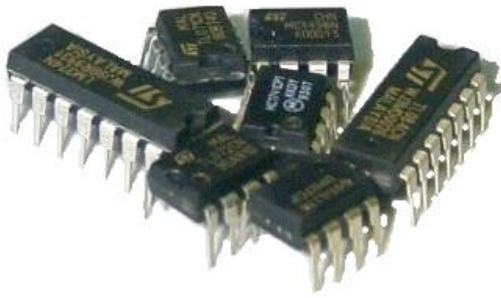
Cel ćwiczenia

- Celem ćwiczenia jest zapoznanie z właściwościami wzmacniacza operacyjnego odejmującego i sumującego przy różnych wartościach napięć wejściowych oraz zbadanie wpływu zmian rezystancji na wejściu układu oraz rezystancji w sprzężeniu zwrotnym.

•

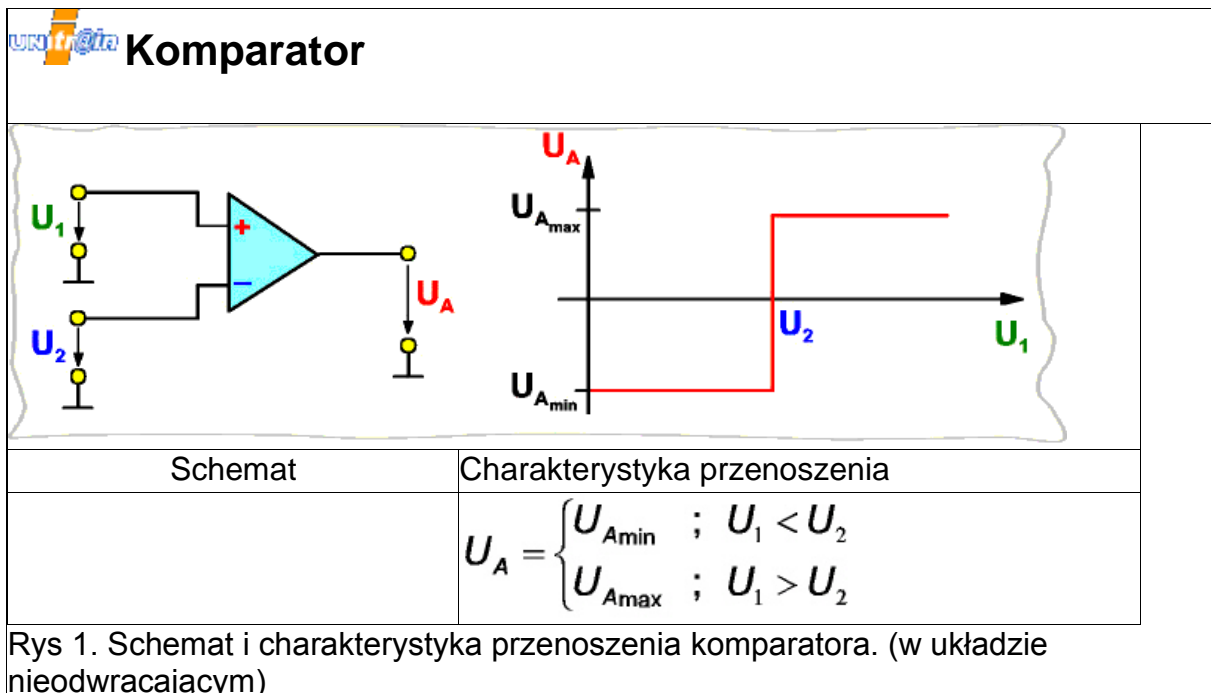
Wprowadzenie teoretyczne

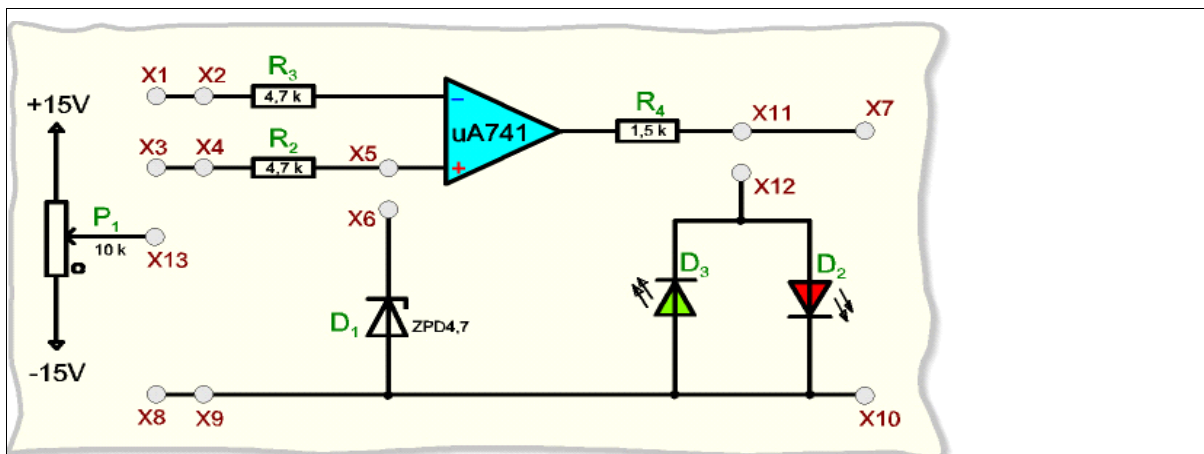
- Komparator jest członem łączącym pomiędzy techniką analogową i cyfrową. W zasadzie jest on wzmacniaczem operacyjnym na którego wejściach występują sygnały analogowe. Do swojego wyjścia przesyła on sygnał logiczny o niskim lub wysokim poziomie. Każdy wzmacniacz operacyjny może być zastosowany jako komparator . W praktyce jednak często stosowane są specjalne komparatory, które bezpośrednio zapewniają poziom TTL na wyjściu lub wykonują bardzo łatwo dopasowanie poziomu z pomocą wyjścia wykonanego w technologii "Open-Collector" . Takie "prawdziwe" komparatory wyróżniają się szczególnie dużą szybkością przełączania, której nie posiadają normalne wzmacniacze operacyjne. Podczas gdy we wzmacniaczu operacyjnym napięcia mogą być wzmacniane w sposób definiowany, a więc do wyjścia można przesłać dowolne napięcie, to wyjście komparatora zbudowanego z normalnego wzmacniacza operacyjnego można obciążyć „tylko” napięciami granicznymi wysterowania podzespołów, które odpowiadają mniej więcej dodatniemu i ujemnemu napięciu zasilającemu. W komparatorze wykorzystywane jest sprzężenie zwrotne tak, że wejścia są tylko „porównywane” (Komparator = "układ porównujący").Jeśli napięcie wejścia negującego jest większe niż wejścia nie negującego, napięcie wyjściowe odpowiada w przybliżeniu ujemnemu napięciu zasilającemu. Przy dodatnim napięciu wejścia nie negującego, napięcie wyjściowe jest dodatnie.



Wzmacniacze operacyjne/Komparatory mają różne obudowy ale najczęściej są to obudowy typu DIL.
W czasach miniaturyzacji często są już oferowane nowe generacje obudów SMD.

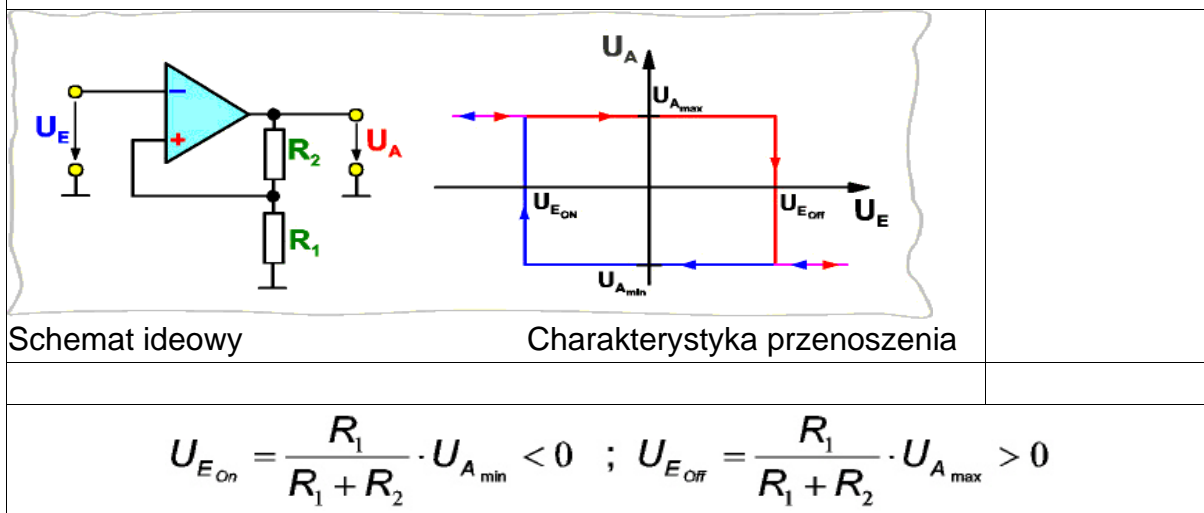
-
- W praktyce komparatory nie są stosowane bez układów zewnętrznych ponieważ może to powodować problemy. Z reguły są one wyposażone w sprzężony zasilacz, który wytwarza dodatkową histerezę załączania. Taki komparator z histerezą nazywany jest także przerzutnikiem Schmitta. Wymuszone przez histerezę załączania występują dwie granice załączania przerzutnika. Pomędzy tymi granicami przerzutnik Schmitta zachowuje swój stan, a więc napięcie wyjściowe nie ulega zmianie.
-



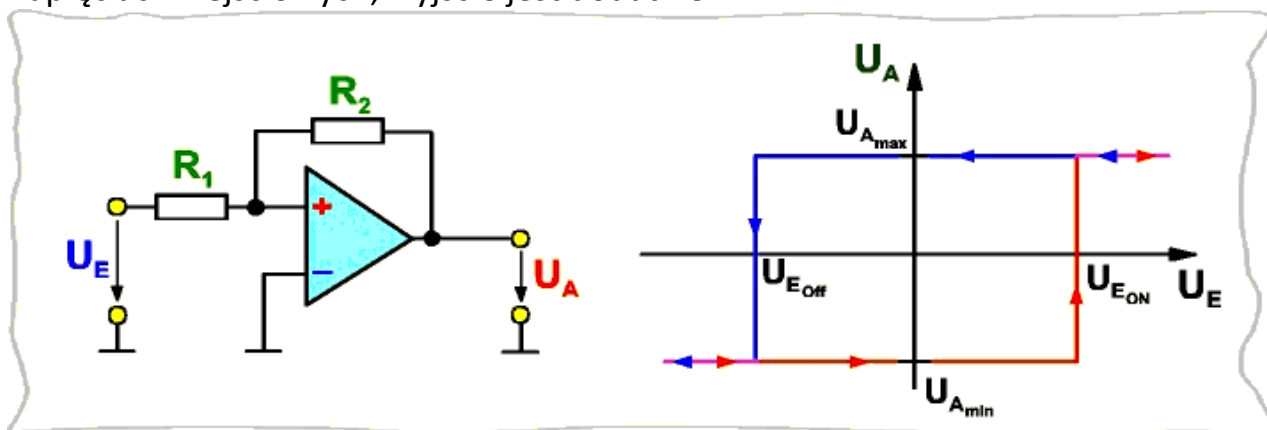


Rys 2.

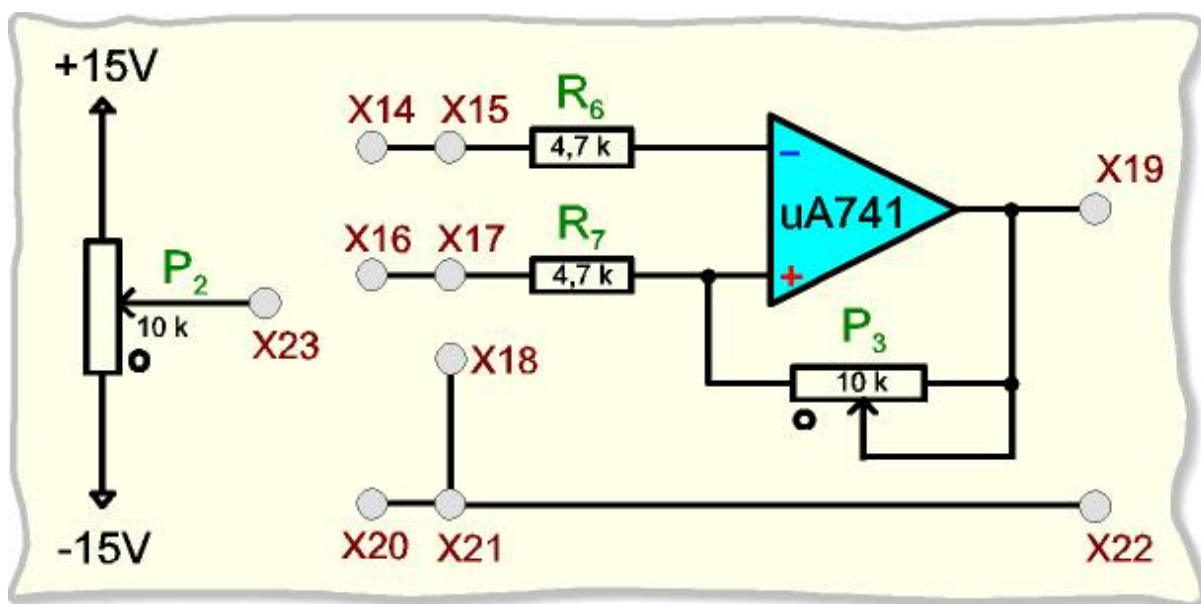
Przerzutnik Schmitta



- Rys 3. Schemat i charakterystyka przenoszenia odwracającego przerzutnika Schmitta.
- "Odwracający" oznacza ten wariant układu, w którym przy dużym, dodatnim napięciu wejściowym, wyjście ma wartość ujemną a przy dużych, ujemnych napięciach wejściowych, wyjście jest dodatnie.



Rys 4. Schemat i charakterystyka przenoszenia nieodwracającego przerzutnika Schmitta.



Rys. 5 Schemat z karty pomiarowej przerzutnika Schmitta.

Schemat ideowy	Charakterystyka przenoszenia
$U_{E_{On}} = -\frac{R_1}{R_2} \cdot U_{A_{min}} > 0 \quad ; \quad U_{E_{Off}} = -\frac{R_1}{R_2} \cdot U_{A_{max}} < 0$	

- rys 4. Schemat ideowy i charakterystyka przenoszenia nieodwracającego przerzutnika Schmitta.
-
- "Nieodwracający" oznacza ten wariant układu, gdy przy dużych, dodatnich napięciach wejściowych, wyjście jest także dodatnie a przy dużych ujemnych napięciach wejściowych również wyjście jest ujemne.
- Oba warianty układów, odwracający i nieodwracający przerzutnika Schmitta mają wspólne to, że sprzężenie zwrotne załączane jest do wejścia nieodwracającego.
- Jak widać na powyższych schematach w układzie przerzutnika Schmitt'a występuje dodatnie sprzężenie zwrotne (rezystor R_2).

Imię i nazwisko:		Klasa:	Stanowisko:	KRYTERIA OCENY Do 49% - 1 50 – 60% - 2 61 – 75% - 3 76 – 85% - 4 86 – 95% - 5 > 95% - 6
Skład grupy: • • •				
Temat ćwiczenia: Badanie wzmacniacza operacyjnego (WO) pracującego w układzie komparatora i przerzutnika Schmitt'a.			Data:	
Przygotowanie do ćwiczenia	Wykonanie ćwiczenia	Sprawozdanie z ćwiczenia		
Pkt.:/ 4	Pkt.:/ 4	Pkt.:/ 12		
Suma punktów:/		Procent punktów:.....		
Ocena z przeprowadzonego ćwiczenia:		Podpis nauczyciela:		

Uwaga: Przy pomiarach bez komputera INTERFEJS to płytką umożliwiającą podłączenie generatora i oscyloskopu przy pomocy kabli koncentrycznych do gniazd BNC i dalej za pomocą przewodów z wtykami bananowymi 2 mm do „TERMINALA” – karty pomiarowej.

1.0 POMIARY komparatora dla napięć stałych (DC).

Dokonaj połączeń układu badania komparatora zgodnie z tabelą poniżej.

Połączenie Z	Połączenie DO	Połączenie Z	Połączenie DO
Terminal (P1) X13	Terminal X1	Terminal X7	Woltomierz V2
Terminal (P2) X23	Terminal X3	Terminal X10	Woltomierz V2
Terminal X2	Woltomierz V1	Terminal X5	Terminal X6
Terminal X8	Woltomierz V1	Terminal X11	Terminal X12

Ustawienie woltomierzy:

V1 – 20 V; V2 – 2 V.

Ustawienie potencjometrów:

P1 – w pobliżu środkowego położenia;

P2 – skręcony maksymalnie w prawo.

Po podłączeniu zasilania terminala:

- Regulując potencjometrem P1 (zmiana napięcia od -10V do +10V) dokonaj pomiaru przy pomocy woltomierzy zarówno napięcie wejściowe

jak i wyjściowe. Zaobserwuj jakim napięciom na wyjściu odpowiada świecenie diody D3 (zielonej), a jakim D2 (czerwonej). Dokonaj pomiaru napięcia wejściowego (pin X2) w stanie przełączania diod D2 i D3. Zanotuj wartość tego napięcia U_{we1} i U_{wy1} .

- Usuń zworę X5 – X6. Podłącz woltomierz do punktu X4. Potencjometr P2 ustaw tak, aby wartość wskazywana przez woltomierz wynosiła 0 V (zero V). Powtórz pomiary jak wyżej i Zanotuj wartość tego napięcia U_{we2} i U_{wy2} .

Zanotuj wyniki pomiaru :

	Świeci dioda czerwona (napięcie od – do w [V]).	Świeci dioda zielona (napięcie od – do w [V]).
U_{we1}		
U_{wy1}		
U_{we2}		
U_{wy2}		
Wartość U_{we1} przełączania		
Wartość U_{we2} przełączania		

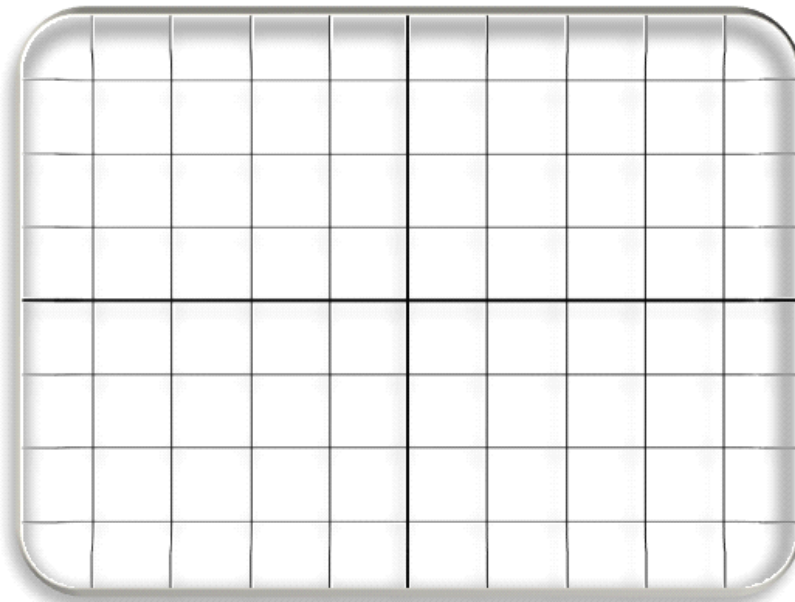
- Narysuj schemat badanego komparatora zbudowanego z wykorzystaniem wzmacniacza WO z karty pomiarowej **SO4203-7X Komparator** (Rys 2.), oraz opisu połączeń z uwzględnieniem podłączenia obu woltomierzy V1 i V2.

2.0 POMIARY komparatora dla napięcia sinusoidalnego (trójkątnego) 100Hz.

Odłącz woltomierz V2, woltomierz V1 podłącz do punktu X4. Wykorzystując płytkę interfejsu podłącz generator funkcyjny i oba kanały oscyloskopu.

Połączenie Z	Połączenie DO	Połączenie Z	Połączenie DO
Interfejs GEN.	Terminal X1	Interfejs GND	Terminal X10
Interfejs GND	Terminal X8	Terminal X5	Terminal X6
Interfejs GEN.	Interfejs CH1	Terminal X11	Terminal X12
Interfejs CH2	Terminal X7	Terminal X3	Terminal X13

2.1 Potencjometr P1 obróć maksymalnie w prawo. Zwiększ amplitudę napięcia z generatora od około 12 Vpp. Ustaw tak podstawę czasu i czułość obu kanałów oscyloskopu, aby widoczne były dwa okresy przebiegu, a amplitudy zajmowały około 70 % ekranu. Odrysuj oscylogram i zanotuj ustawienia oscyloskopu. Odczytaj wartość napięcia U_{we} , przy którym następuje przełączenie napięcia U_{wy} . Zmień położenie potencjometru P1 obracając maksymalnie w lewo. Porównaj kształt napięcia wejściowego U_{we} i wyjściowego U_{wy} .



Czas/dz. =

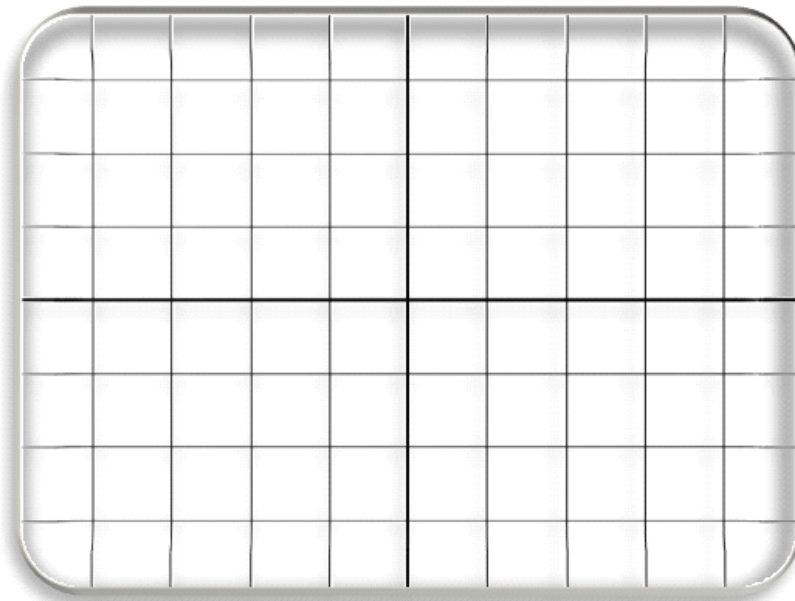
Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

U_{we} =

W jaki sposób zmiana napięcia potencjometrem P1 na wejściu X4 wpływa na napięcie przełączania komparatora?

2.2 Przełącz oscyloskop w tryb X – Y. Przerysuj przebieg z ekranu oscyloskopu dla potencjometru P1 ustawionego w pozycji maksymalnie w prawo. Dorysuj układ współrzędnych w ten sposób, by można było zaznaczyć napięcia wyjściowe i napięcie przełączania.



Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

2.3 Odłącz diodę D1 – wyjmij zworę X5, X6. Dlaczego zmiana potencjometrem P1 powoduje zmianę momentu przełączenia napięcia wyjściowego. W jakim zakresie zmiana wartości napięcia potencjometrem P1 powoduje zmianę napięcia przełączania.

2.4 Zapisz wnioski wynikające z analizy wyników:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

3.0 Badanie przerzutnika Schmitt'a odwracającego (DC)

Dokonaj połączeń:

Połączenie Z	Połączenie DO	Połączenie Z	Połączenie DO
Terminal (P2) X23	Terminal X14	Terminal X20	Woltomierz V1
Terminal X17	Terminal X18	Terminal X19	Woltomierz V2
Terminal X16	Woltomierz V1	Terminal X22	Woltomierz V2

Oba woltomierze ustaw na zakres 20 V. Pokrętko potencjometru P3 ustaw w skrajnym prawym położeniu.

3.1 Podłącz zasilanie układu. Regulując pokrętkiem potencjometru P2 od skrajnego lewego do skrajnego prawego położenia odczytaj wartość napięcia U_{we} (Woltomierz V1) przy którym następuje zmiana napięcia wyjściowego U_{wy} (woltomierz V2). Zapisz wynik pomiaru.

Powtórz pomiar dla regulacji pokrętkiem potencjometru od położenia max. w prawo do położenia max. w lewo odczytując wartość napięcia U_{we} (Woltomierz V1) przy którym następuje zmiana napięcia wyjściowego U_{wy} (woltomierz V2). Zapisz wynik pomiaru.

	U_{we} (od – do) [V]	U_{wy} (od – do) [V]
Reg. w prawo		
Reg. w lewo		
Wartość histerezy w [V] (od – do)		

Narysuj schemat badanego układu z WO wzorując się na połączeniach karty pomiarowej **SO4203-7X** i schematu z rys. 5. **Przerzutnik Schmitt'a** z uwzględnieniem obu woltomierzy.

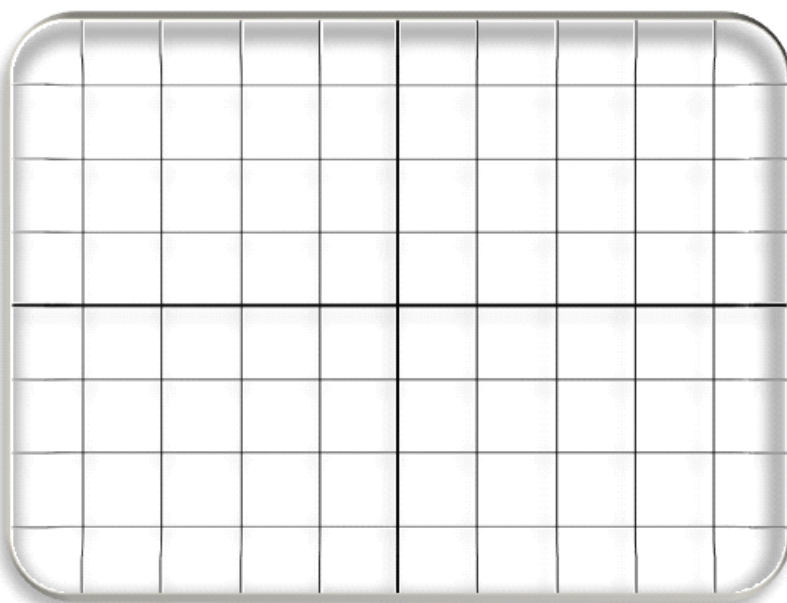
4.0 Badanie przerzutnika Schmitt'a odwracającego i nieodwracającego dla napięcia trójkątnego 100 Hz.

Odłącz oba woltomierze i potencjometr P2. Poprzez płytkę interfejsu, podłącz generator funkcyjny i oba kanały oscyloskopu.

Połączenie Z	Połączenie DO	Połączenie Z	Połączenie DO
Interfejs GEN.	Terminal X14	Interfejs CH2	Terminal X19
Interfejs GND	Terminal X20	Interfejs GND	Terminal X22
Interfejs GEN.	Interfejs CH1	Terminal X17	Terminal X18

4.1 Odwracający przerzutnik z histerezą.

Po załączeniu generatora funkcyjnego z przebiegiem sinusoidalnym $U_{we} = 12 \text{ Vpp}$, oscyloskopu i badanego układu odrysuj oscylogram i zapisz ustawienia oscyloskopu. Praca dwukanałowa, a podstawa czasu obejmuje dwa okresy. Przebieg zajmuje przynajmniej 70 % obrazu. P3 w prawym skrajnym położeniu.



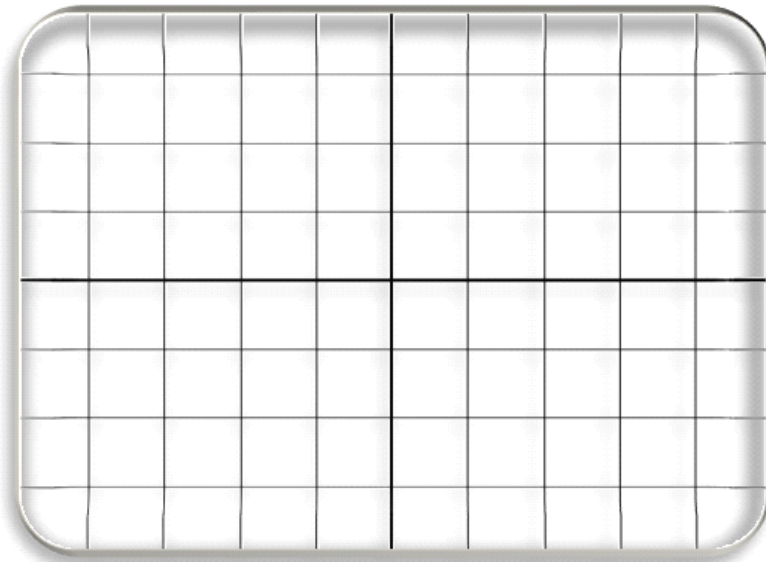
Czas/dz. =

Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

Regulując pokrętką potencjometru P3 zaobserwuj szerokości histerezy. Regulując napięcie U_{we} określ minimalne napięcie międzyszczytowe przy którym przerzutnik działa poprawnie. Informacje te zapisz we wnioskach.

4.2 Powtórz ten pomiar ustawiając oscyloskop jako XY, odrysuj oscylogram dobierając odpowiednio nastawy i zapisz je. Ugen. 12 Vpp. P3 w prawym skrajnym położeniu.



XY

Kan. CH1 V/dz. =

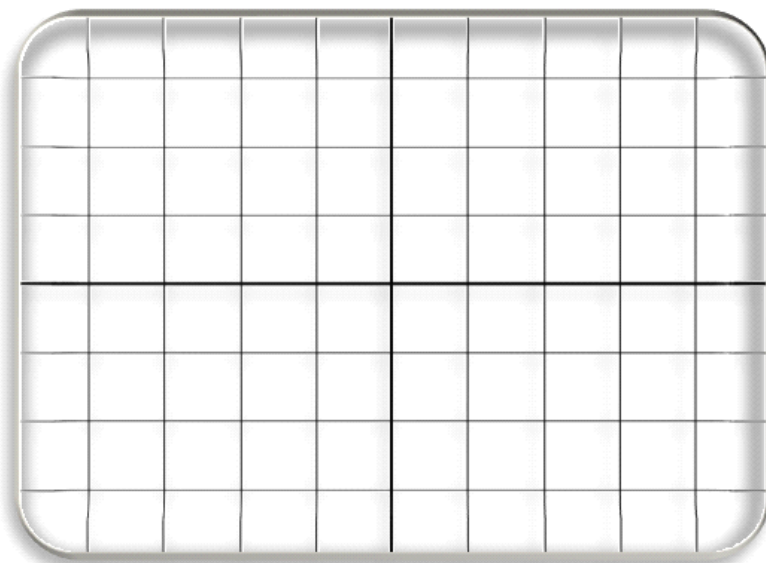
Kan. CH2 V/dz. =

4.3 Nieodwracający przerzutnik z histerezą.

Odłącz zworę X17 – X18, Odłącz generator od punktu X14, a dołącz do p. X16.

Połącz punkty X15 i X18. Pozostałe połączenia bez zmian.

Powtórz pomiar jak w punkcie 4.2 Oscyloskop w ustawieniu XY.

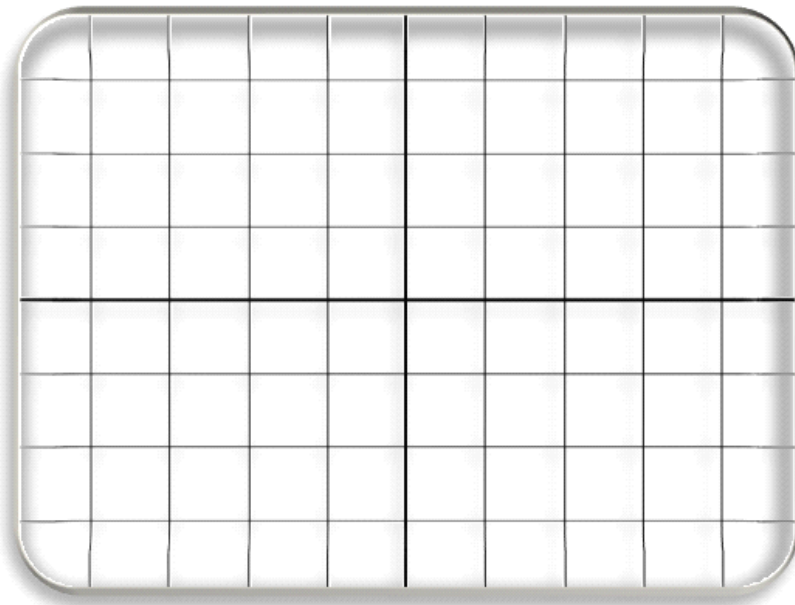


XY

Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

4.4 Oscyloskop ustawiony z podstawą czasu dwukanałowy. Dokonaj pomiaru jak w punkcie 4.1, odrysuj oscylogram



Czas/dz. =

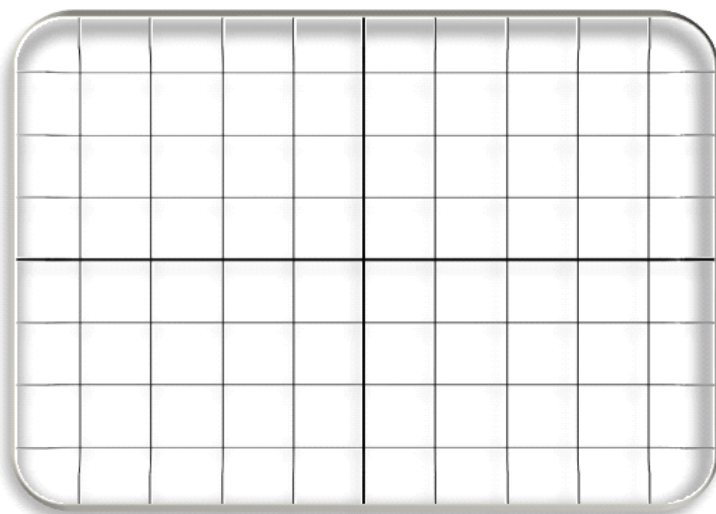
Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

4.5. Niesymetryczna histereza.

Odłączamy przewód od X18 i podłączamy do X23, a następnie do X15 podłącz woltmierz DC. Regulując potencjometrem P2 ustawiamy wartość napięcia równa zero. Oscyloskop przełączamy w tryb pracy XY, a ustawienia kanałów tak aby obraz obejmował prawie cały ekran. Regulując pokrętką potencjometru P2 zmieniamy to napięcie w zakresie poprawnej pracy przerzutnika.

Obserwujemy zmiany położenia histerezy. We wnioskach opisz co zaobserwowałeś. Dla napięcia +2 V na potencjometrze P2 odrysuj oscylogram.



XY

Kan. CH1 V/dz. =

Kan. CH2 V/dz. =

