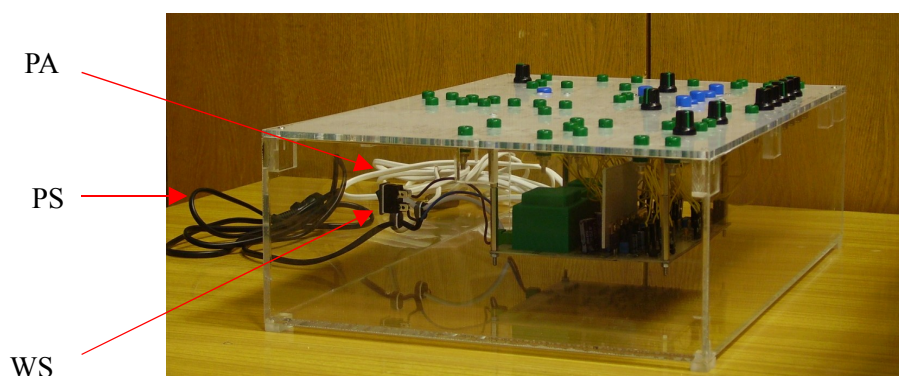


„Zastosowanie oscyloskopów analogowych i cyfrowych w technice pomiarowej”

- instrukcja laboratoryjna

Przed rozpoczęciem wykonywania pomiarów należy włączyć zasilanie modułu testowego. Napięcie z sieci elektroenergetycznej doprowadzone jest za pomocą przewodu PS zakończonego wtyczką sieciową, poprzez wyłącznik WS umieszczony na tylnej ścianie obudowy (patrz rys.1). Natomiast napięcie z autotransformatora zewnętrznego doprowadzone jest za pomocą przewodu PA zakończonego wtykami bananowymi (patrz rys.1). Oba połączenia zapewniają zasilanie wszystkich podzespołów modułu testowego.

Poszczególne układy badawcze zasilane są bezpośrednio z dwóch źródeł, tj.: z zasilacza wewnętrznego lub z autotransformatora (wszystkie połączenia zostały wykonane wewnątrz modułu). Przy rozpoczynaniu kolejnych pomiarów oraz po ich zakończeniu należy pamiętać o ustawieniu autotransformatora w położeniu „0”.



Rys.1. Widok modułu testowego

Rozmieszczenie poszczególnych układów badawczych na płycie czołowej modułu zostało przedstawione na rysunku 2.

10	2	4
	1	3
	8	5
6	9	7

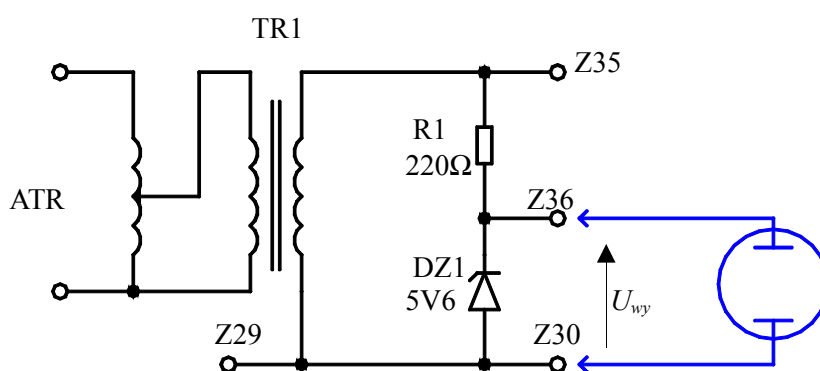
- 1 – układ z diodą Zenera
- 2 – układ z diodami prostowniczymi
- 3 – układ z przełącznikiem kontaktronowym
- 4 – układ przesuwnika fazowego
- 5 – układ RLC
- 6 – układ wtórnika napięciowego
- 7 – układ generatora sygnałowego
- 8 – układ do generowania podstawy czasu
- 9 – układ filtru środkowoprzepustowego
- 10 – układ zasilacza

Rys.2. Rozmieszczenie badanych układów na płycie czołowej modułu

Numeracja układów zaznaczonych na rysunku 2 nawiązuje do kolejności wykonywania badań, których przykładowy program został przedstawiony poniżej. Niniejsza instrukcja stanowi propozycję wykonywania ćwiczenia pt. „Zastosowanie oscyloskopów analogowych i cyfrowych w technice pomiarowej” – jego dokładny przebieg jest w gestii prowadzącego.

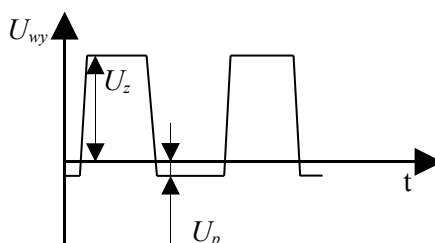
1. Obserwacja przebiegu napięcia prostokątnego na diodzie Zenera oraz pomiar jego amplitudy

Przedmiotem badania jest układ z diodą Zenera pracującą jako stabilizator napięcia zasilany napięciem sinusoidalnym.



Rys.3. Schemat układu stabilizatora napięcia

W badanym układzie należy zaobserwować kształt napięcia na diodzie U oraz wykonać pomiary jego amplitudy dodatniej U_z i ujemnej U_p (rys.4). W czasie obserwacji zwrócić uwagę na różnicę obrazu uzyskiwanego za pomocą oscyloskopu cyfrowego oraz analogowego. W trakcie wykonywania pomiarów dokonać zmiany kierunku zbocza (narastające, opadające) oraz poziomu wyzwania sygnału podstawy czasu.



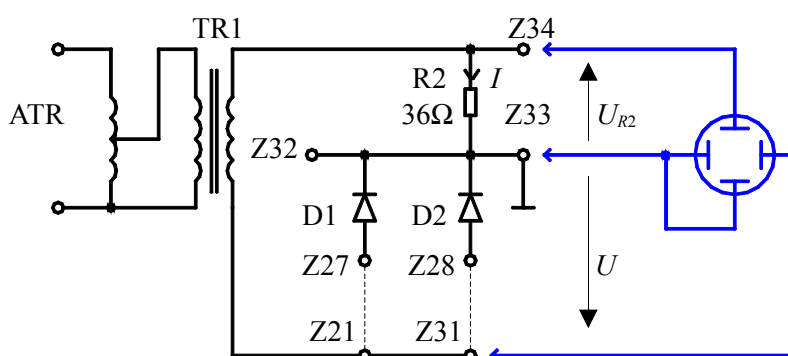
Rys.4. Przykładowy przebieg napięcia na diodzie Zenera DZ1

W celu wykonania pomiaru napięcia na diodzie, wejście oscyloskopu dołączyć do zacisków pomiarowych: Z36 oraz Z30 (rys.3). Zaciski: Z29 oraz Z35 umożliwiają

obserwację napięcia sinusoidalnego zasilającego badaną diodę. Zmiana wartości napięcia zasilającego diodę DZ1 dokonywana jest za pomocą autotransformatora ATR (dozwolona jest regulacja w pełnym zakresie napięcia: 0÷250V).

2. Wyznaczanie charakterystyk statycznych diod

Zastosowany w ćwiczeniu układ do badania charakterystyk statycznych diod (patrz rys.5) pełni funkcję prostownika jednopołówkowego.



Rys.5. Schemat układu do wyznaczania charakterystyk statycznych diod

W testowanym układzie należy wyznaczyć charakterystyki statyczne $I=f(U)$ diody krzemowej D1 oraz germanowej D2. Badania diod wykonać dla takich samych ustawień współczynników wzmocnienia napięciowego w obu kanałach oscyloskopu. W oscyloskopie cyfrowym można zastosować funkcję zapisu do pamięci (menu *Save/Recall*) i umieścić obie charakterystyki na wspólnym wykresie, a następnie wykonać ich wydruk.

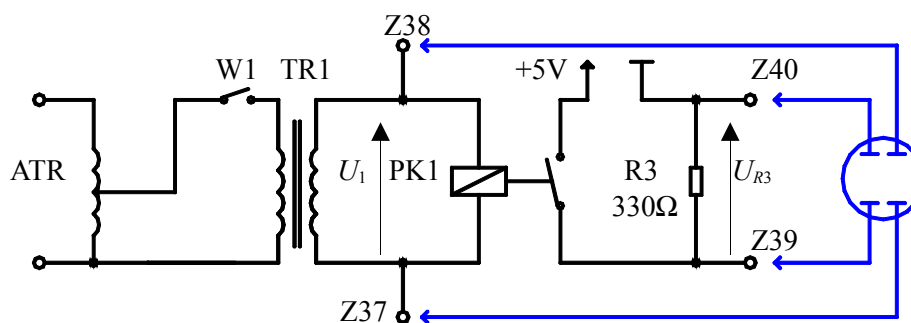
Wybór badanej diody dokonywany jest poprzez zwarcie przewodami odpowiednich zacisków bananowych (rys.5):

- w celu wyznaczenia charakterystyki diody krzemowej D1 należy zewrzeć punkty: Z21 oraz Z27, wejście X oscyloskopu podłączyć do zacisków: Z31 oraz Z32 (pomiar napięcia U na diodzie), natomiast wejście Y oscyloskopu przyłączyć do punktów: Z33 oraz Z34 (pośredni pomiar prądu diody $I=U_{R2}/R_2$),
- w celu wyznaczenia charakterystyki diody germanowej D2 należy zewrzeć punkty: Z28 oraz Z31, wejście X oscyloskopu podłączyć do zacisków: Z21 oraz Z32 (pomiar napięcia U na diodzie), natomiast wejście Y oscyloskopu przyłączyć do punktów: Z33 oraz Z34 (pomiar pośredni prądu diody $I=U_{R2}/R_2$).

Podczas wyznaczania obu charakterystyk oscyloskop należy ustawić w trybie pracy X-Y.

Zmiana napięcia na badanej diodzie U oraz prądu I dokonywana jest poprzez regulację napięcia z autotransformatora w pełnym jego zakresie tzn.: $0 \div 250V$.

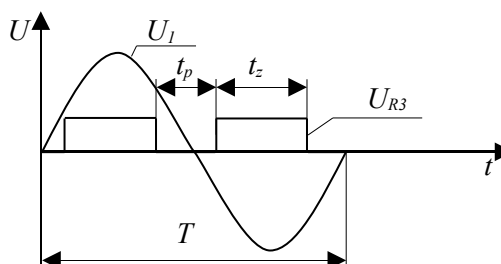
3. Pomiary parametrów czasowych przekaźnika kontaktronowego



Rys.6. Schemat układu z przekaźnikiem kontaktronowym

W dedykowanym układzie, przedstawionym na rysunku 6, należy zmierzyć czas przelotu styków przekaźnika t_p oraz czas ich zamknięcia t_z (rys.7). Zmiana obu czasów dokonywana jest poprzez regulację napięcia autotransformatora zewnętrznego ATR (w pełnym zakresie napięcia: $0 \div 250V$). Pomiarów należy dokonać dla kilku różnych wartości napięcia U_1 zasilającego cewkę przekaźnika. Sprawdzić dla jakiej minimalnej wartości napięcia następuje załączenie styków (napięcie znamionowe cewki wynosi $6V$ napięcia stałego).

W trybie pracy jednokanałowej (układ połączeń zgodny z rys.6) zaobserwować drgania styków przekaźnika w czasie załączenia (obserwacja napięcia U_{R3}). W tym celu należy zastosować funkcję umożliwiającą oglądanie powiększonego wybranego fragmentu przebiegu (w oscyloskopie cyfrowym – funkcja *Delayed*, w oscyloskopie analogowym – podwójna podstawa czasu). Porównać uzyskane przebiegi.



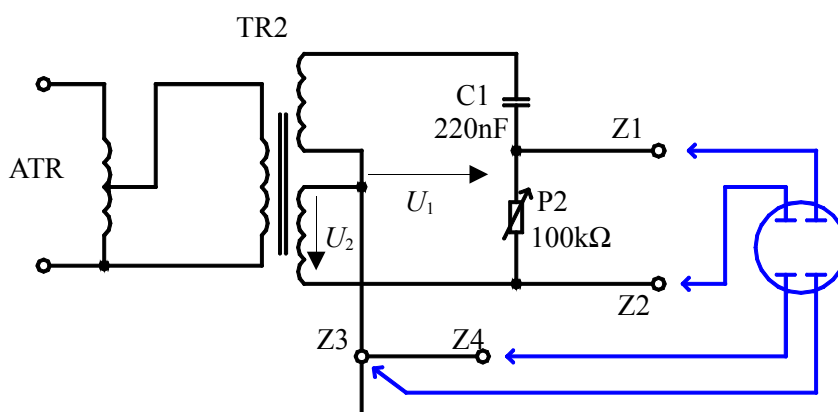
Rys.7. Przykładowy przebiegu napięcia na rezystorze R3 oraz na cewce przekaźnika

W celu wykonania pomiarów wejście jednego kanału oscyloskopu należy dołączyć do punktów pomiarowych: Z39 oraz Z40 (napiecie U_{R3} , patrz rys.6). Z kolei wejście drugiego kanału oscyloskopu należy podłączyć do zacisków: Z37 oraz Z38 służących do obserwacji napięcia U_1 zasilającego cewkę przekaźnika.

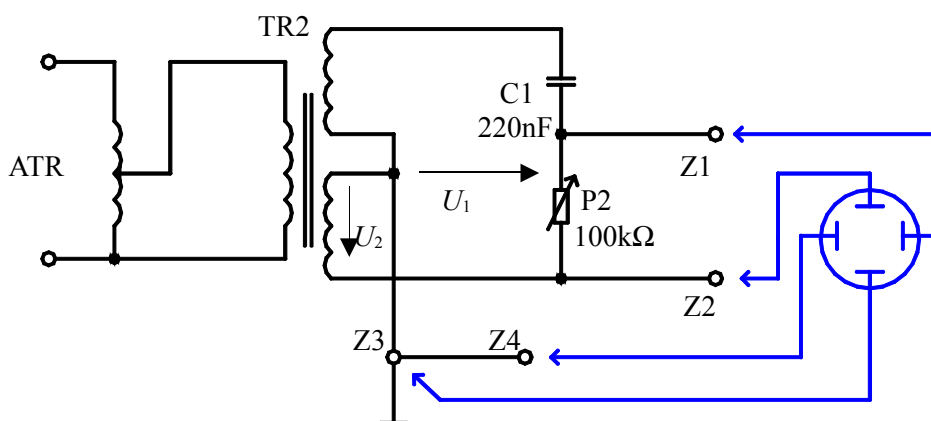
4. Pomiar kąta przesunięcia fazowego

Badany układ przesuwnika fazy (patrz rys.8) charakteryzuje się równą wartością częstotliwości oraz amplitudy napięć: U_1 i U_2 .

a)



b)



Rys.8. Schemat układu przesuwnika fazy: a) praca dwukanałowa oscyloskopu, b) tryb X-Y pracy oscyloskopu

W przedstawionym układzie należy wykonać pomiar kąta przesunięcia fazy między napięciami: U_1 oraz U_2 dwiema metodami:

- poprzez pomiar odstępu czasu między przebiegami (praca dwukanałowa),
- oraz tzw. figur Lissajous (tryb pracy oscyloskopu X-Y – z wyłączoną wewnętrzną podstawą czasu).

W przypadku wyznaczania kąta przesunięcia fazy metodą pomiaru odstępów czasu pomiędzy przebiegami (patrz rys.8a), wejście pierwszego kanału pomiarowego należy dołączyć do zacisków: Z1 oraz Z3 (napięcie U_1), a wejście drugiego kanału dołączyć do zacisków: Z2 i Z4 (napięcie U_2). Przy pomiarze automatycznym wykonywanym za pomocą oscyloskopu cyfrowego wykorzystać funkcję *Phase*.

Z kolei przy pomiarze za pomocą figur Lissajous wejście odchyłania poziomego oscyloskopu należy dołączyć do punktów pomiarowych: Z1 oraz Z3 (napięcie U_1), natomiast wejście odchyłania pionowego – do zacisków: Z2 oraz Z4 (napięcie U_2), jak na schemacie pokazanym na rysunku 8b).

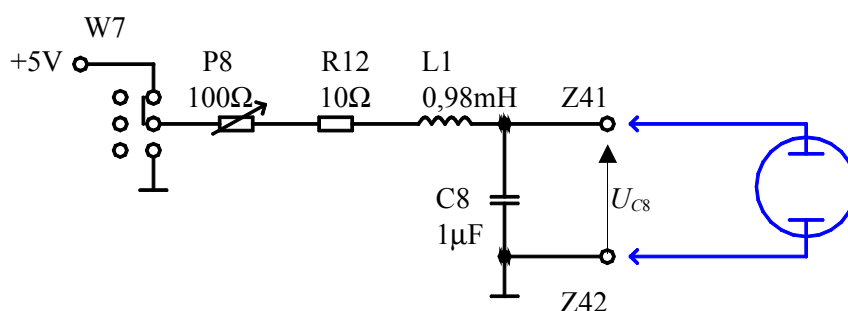
Jeżeli jest to możliwe zaleca się wykorzystanie w badaniach licznika uniwersalnego. Kanał pomiarowy CHANNAL1 licznika należy podłączyć do zacisków: Z1 oraz Z3 przesuwnika, natomiast – kanał CHANNAL2 do zacisków: Z2 oraz Z4 (połączenia należy wykonać wg. schematu pokazanego na rysunku 8a – w miejsce oscyloskopu należy podłączyć odpowiednie wejścia licznika).

Zmiana kąta przesunięcia fazowego układu dokonywana jest za pomocą umieszczonego na płycie czołowej potencjometru P2, natomiast zmiana amplitudy napięć: U_1 oraz U_2 – za pomocą autotransformatora ATR (regulacja w pełnym zakresie napięcia: 0÷250V).

Pomiary należy wykonać dla kilku wartości kąta przesunięcia fazowego, a wyniki otrzymane różnymi metodami – porównać ze sobą. Przy pracy dwukanałowej (układ połączeń jak na rysunku 8a) zwrócić uwagę na różnicę obrazu uzyskiwanego za pomocą oscyloskopu cyfrowego oraz analogowego pracującego w trybach: *Alt* i *Chop*.

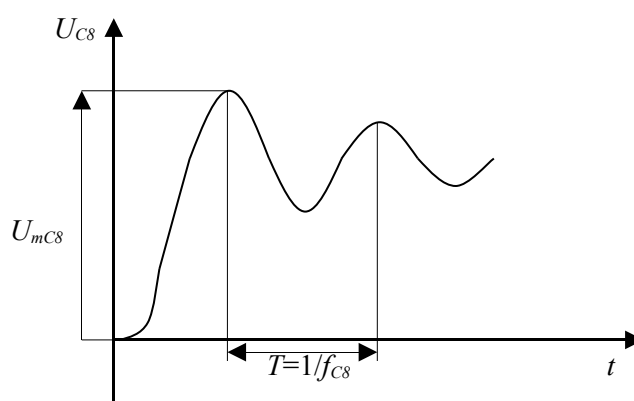
5. Badanie przebiegów krótkoczasowych w układzie RLC

Przedmiotem badań jest układ szeregowy RLC (patrz rys.9) umożliwiający generację oscylacji w stanie nieustalonym.



Rys.9. Schemat układu RLC

W badanym układzie wykonać pomiar napięcia U_{mC8} oraz częstotliwości f_{C8} napięcia na kondensatorze C8 mającego charakter oscylacji (patrz rys.10). W tym celu wejście Y oscyloskopu należy dołączyć do punktów pomiarowych: Z41 oraz Z42 (rys.9). Pomiar parametrów napięcia U_{C8} odbywa się w stanie nieustalonym spowodowanym zmianą konfiguracji układu. W celu wzbudzenia oscylacji napięcia U_{C8} należy załączyć wyłącznik W7 (rozładowanie kondensatora C8), a następnie go wyłączyć (ładowanie kondensatora C8). Oscyloskop należy ustawić w trybie wyzwalania jednokrotnego *Single*. Pomiarów dokonać dla kilku ustawień potencjometru P8 służącego do zmiany wartości napięcia U_{mC8} oraz częstotliwości f_{C8} oscylacji.

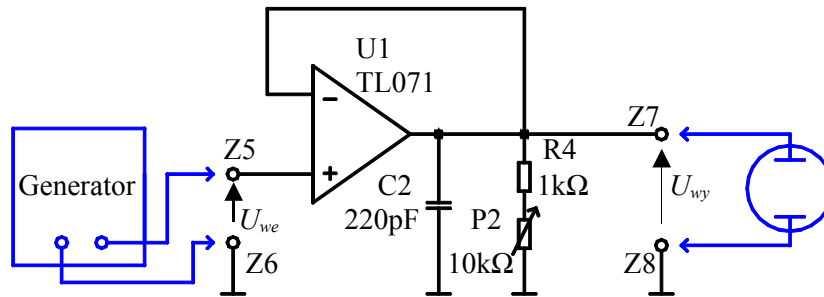


Rys.10. Oscylacje napięcia na kondensatorze w stanie nieustalonym

Podczas badania układu należy kilkakrotnie włączać i wyłączać wyłącznik W7 i obserwować sposób rejestracji badanego sygnału przez oscyloskop ustawiony w trybie wyzwalania jednokrotnego oraz normalnego.

6. Pomiar parametrów amplitudowych i czasowych impulsu prostokątnego

Pomiar parametrów amplitudowych i czasowych przebiegu prostokątnego odbywa się w układzie wtórnika napięciowego pokazanego na rysunku 11. Nieliniowa charakterystyka fazowa układu powoduje powstawanie zniekształceń wyjściowego sygnału prostokątnego.



Rys.11. Schemat wtórnika napięciowego

Do wejścia układu U_{we} (zaciski: Z5 oraz Z6, patrz rys.11) doprowadzić sygnał prostokątny z opisanego w punkcie 7 instrukcji generatora wewnętrznego modułu testowego (zaciski: Z19 oraz Z20) lub z innego dostępnego generatora zewnętrznego. Ustawić częstotliwość sygnału sterującego U_{we} na wartość około 160kHz (lub inną z zakresu: 140÷170kHz). W przypadku generatora zewnętrznego amplituda sygnału nie powinna przekraczać 5V.

Do wyjścia wtórnika (zaciski: Z7 oraz Z8) dołączyć wejście oscyloskopu cyfrowego i korzystając z menu pomiarów automatycznych wykonać pomiary parametrów amplitudowych przebiegu U_{wy} (ze składową stałą i bez niej):

- V_{p-p} – pomiar wartości międzyszczytowej napięcia,
- V_{avg} – pomiar wartości średniej napięcia,
- V_{rms} – pomiar wartości skutecznej napięcia,
- V_{max} – pomiar wartości maksymalnej napięcia,
- V_{min} – pomiar wartości minimalnej napięcia,
- V_{top} – pomiar wartości górnego napięcia,
- V_{base} – pomiar wartości dolnego napięcia,
- V_{amp} – pomiar amplitudy napięcia,
- V_{over} – pomiar wartości przerostu napięcia,
- V_{pre} – pomiar wartości przedrostu napięcia,

oraz parametrów czasowych:

- t_n – czas narastania zbocza,
- t_o – czas opadania zbocza.

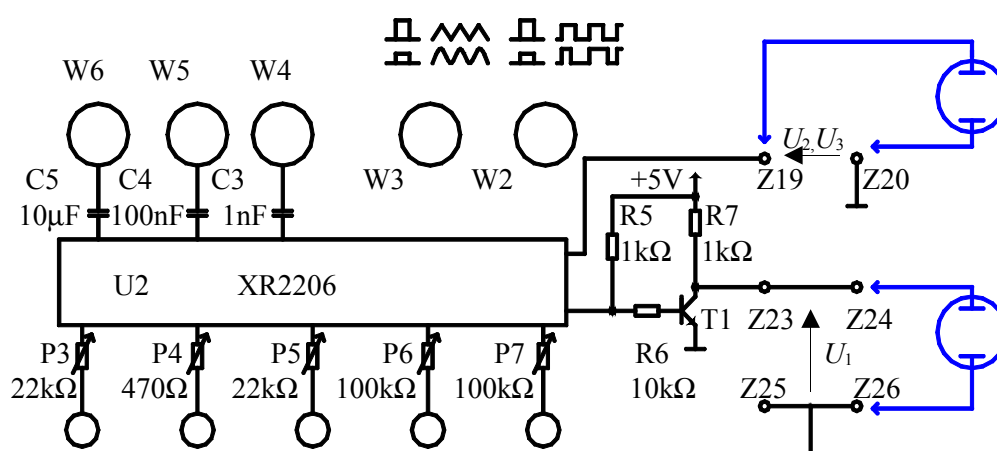
Pomiary należy wykonać dla różnych wartości potencjometru P2 kształtującego charakterystykę fazową wtórnika. Sprawdzić funkcjonowanie linii pomocniczych

ułatwiających interpretację mierzonych wielkości. Dokonać analizy widmowej sygnału wejściowego i wyjściowego wtórnika napięcia (funkcja *FFT*).

7. Pomiar parametrów amplitudowych i czasowych przebiegu sinusoidalnego, trójkątnego oraz prostokątnego

Badanym obiektem jest generator (patrz rys.12) wytwarzający napięcia: sinusoidalne, trójkątne oraz prostokątne o współczynniku wypełnienia:

- stałym i wynoszącym 50% (wariant 1°),
- regulowanym w zakresie 1÷99% (wariant 2°).



Rys.12. Widok płyty czołowej generatora modułu

W badanym układzie należy wykonać pomiar:

- częstotliwości oraz wartości skutecznej sygnału sinusoidalnego,
- częstotliwości oraz amplitudy sygnału trójkątnego,
- częstotliwości oraz współczynnika wypełnienia sygnału prostokątnego.

Dla każdego typu przebiegu wybór zakresu generowanych częstotliwości dokonywany jest poprzez załączenie odpowiednich wyłączników, tzn.:

- W6 – dla zakresu: 0,99÷100Hz,
- W5 – dla zakresu: 99÷10kHz,
- W4 – dla zakresu: 9,9÷1MHz.

Dla wybranego typu przebiegu (sinusoidalnego, trójkątnego lub prostokątnego) zbadać jakie zakresy częstotliwości są praktycznie osiągalne.

W celu obserwacji sygnału sinusoidalnego U_2 dołączyć wejście oscyloskopu do zacisków: Z19 oraz Z20 (rys.12). Wyłącznik W3 powinien znajdować się w pozycji „załącz”. Za pomocą potencjometrów P3÷P6 dokonać regulacji:

- kształtu sygnału – potencjometrem P4 (sygnał sinusoidalny powstaje poprzez obciążenie generatora przebiegu trójkątnego rezystancją),
- składowej stałej (offset) – potencjometrem P3,
- amplitudy (wartości skutecznej) – potencjometrem P5,
- częstotliwości – potencjometrem P6.

W celu obserwacji sygnału trójkątnego U_3 wejście oscyloskopu powinno zostać podłączone także do zacisków: Z19 oraz Z20 (rys.12). Natomiast wyłącznik W3 należy ustawić w pozycji „wyłącz”. Za pomocą potencjometrów P3÷P6 dokonać regulacji:

- składowej stałej (offset) – potencjometrem P3,
- amplitudy (wartości skutecznej) – potencjometrem P5.
- częstotliwości – potencjometrem P6.

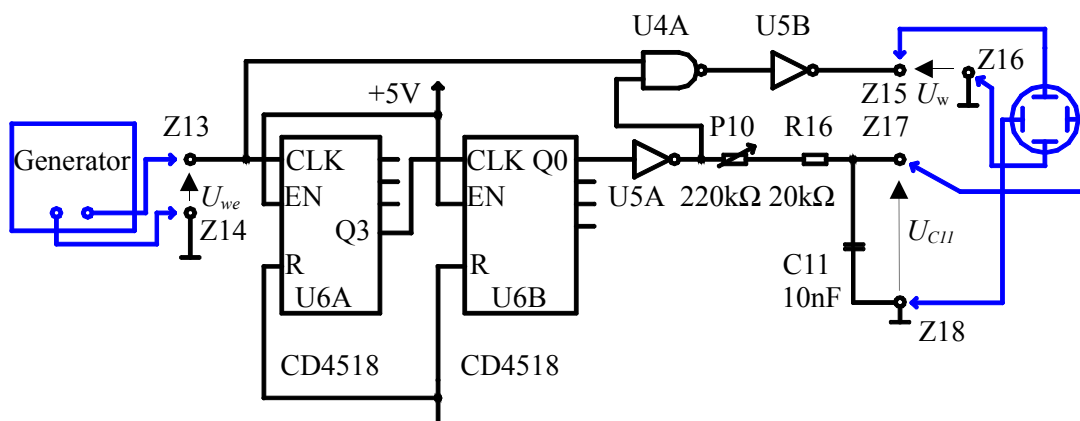
W przypadku generowania sygnału prostokątnego oscyloskop należy podłączyć do zacisków: Z23-Z25 oraz Z24-Z26 (rys.12). Dokonać pomiaru: częstotliwości, amplitudy (brak regulacji), czasu narastania i opadania impulsu U_1 oraz współczynnika wypełnienia. Przy wyłączniku W2 ustawionym w pozycji „załącz” zbadać zakres regulacji współczynnika wypełnienia – jego zmianę umożliwiają potencjometry: P6 oraz P7 (regulacja wymienionymi potencjometrami powoduje równocześnie zmianę częstotliwości generowanego sygnału). Przy ustawieniu wyłącznika W2 w pozycji „wyłącz” generowany jest przebieg prostokątny o stałym wypełnieniu równym 50% i częstotliwości regulowanej za pomocą potencjometru P6.

W celu oceny metrologicznej otrzymanych wyników, pomiar wartości skutecznej sygnału sinusoidalnego należy wykonać także za pomocą multimetru. Z kolei za pomocą licznika uniwersalnego należy dokonać pomiarów częstotliwości wszystkich generowanych sygnałów, a także czasów narastania i opadania impulsu oraz współczynnika wypełnienia dla przebiegu prostokątnego.

W przypadku generacji sygnału prostokątnego ustawić częstotliwość na około 700kHz, a następnie zarejestrować sygnał na oscyloskopie pracującym w czasie rzeczywistym (tryb wyzwalania *Single*) oraz w czasie ekwiwalentnym (tryb *AutoLvl*) – porównać ze sobą uzyskane przebiegi.

8. Badanie nieliniowości krzywej ładowania kondensatora

Układ przedstawiony na rysunku 13 przeznaczony jest do oceny wpływu nieliniowości piłokształtnego przebiegu wewnętrznego generatora podstawy czasu (napięcie U_{CI}) na zobrazowanie i pomiar parametrów badanych sygnałów.



Rys.13. Schemat układu do generowania nieliniowej podstawy czasu

Do wejścia badanego układu U_{we} (zaciski: Z13 oraz Z14) należy doprowadzić z generatora wewnętrznego modułu (patrz rys.12 – układ generatora, zaciski: Z24-Z26) sygnał prostokątny o częstotliwości około 6,5kHz (lub innej z zakresu: 6÷7kHz).

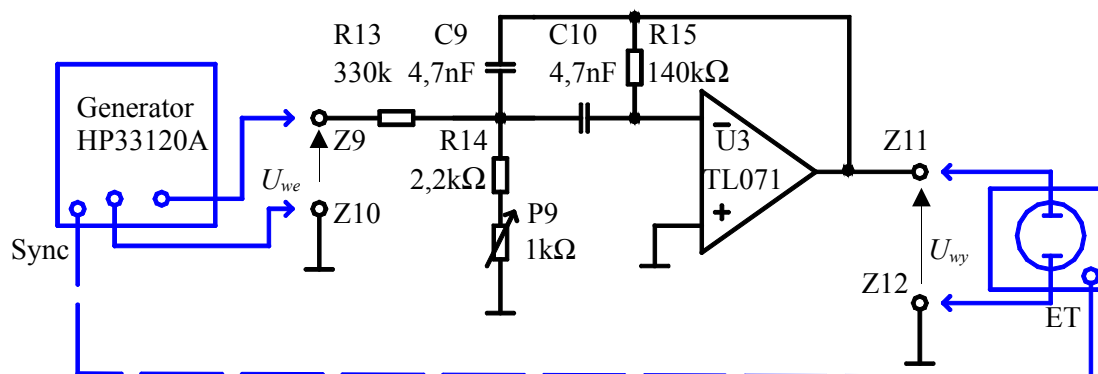
Do zacisków wyjściowych badanego układu: Z15 oraz Z16 (napięcie U_w) dołączyć wejście odchyłania pionowego oscyloskopu, a do zacisków: Z17 oraz Z18 (napięcie U_{CI}) – wejście odchyłania poziomego oscyloskopu (rys.14). Ustawić oscyloskop w trybie pracy X-Y (wyłączona wewnętrzna podstawa czasu). Dla kilku ustawień potencjometru P10 (regulacja stałej czasowej układu całkującego zależnej od wartości parametrów: P10, R16, C11) zaobserwować i porównać otrzymane wykresy.

W celu zbadania kształtu napięcia sterującego torem odchyłania poziomego, przełączyć oscyloskop na pracę dwukanałową (układ połączeń zgodny z rys.13) i dokonać obserwacji przebiegu napięcia sterującego U_{CI} .

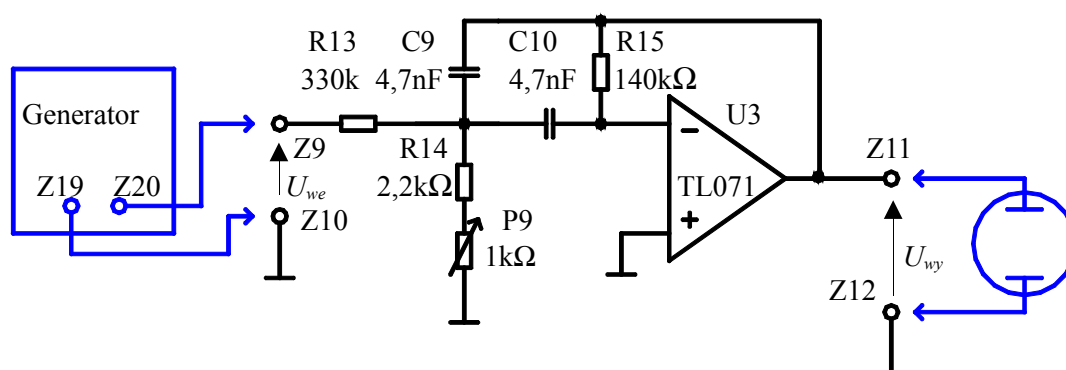
9. Wyznaczanie charakterystyki amplitudowej filtra środkowoprzepustowego

Przedmiotem badań jest przedstawiony na rysunku 14 filtr środkowoprzepustowy o częstotliwości środkowej regulowanej w zakresie: $1760 \div 2130 \text{ kHz}$.

a)



b)



Rys.14. Schemat filtra środkowoprzepustowego sterowanego sygnałem z: a) generatora zewnętrznego, b) generatora wewnętrznego modułu testowego

W badanym układzie należy wyznaczyć charakterystykę amplitudową filtra $U_{wy}=f(f)$ dla różnych nastaw potencjometru P9 umożliwiającego zmianę wartości częstotliwości środkowej. Sinusoidalny sygnał sterujący filtrem można uzyskać alternatywnie z generatora zewnętrznego lub wewnętrznego modułu.

W przypadku wykorzystania generatora zewnętrznego HP33120A (rys. 14a) zastosować funkcję *Sweep* (służącą do generacji sygnałów o częstotliwości narastającej liniowo w zadanym zakresie). Ustawić amplitudę generowanego sygnału sinusoidalnego na wartość 1V oraz przedział „przeszukiwania” częstotliwości na zakresie: $100 \div 4000 \text{ Hz}$.

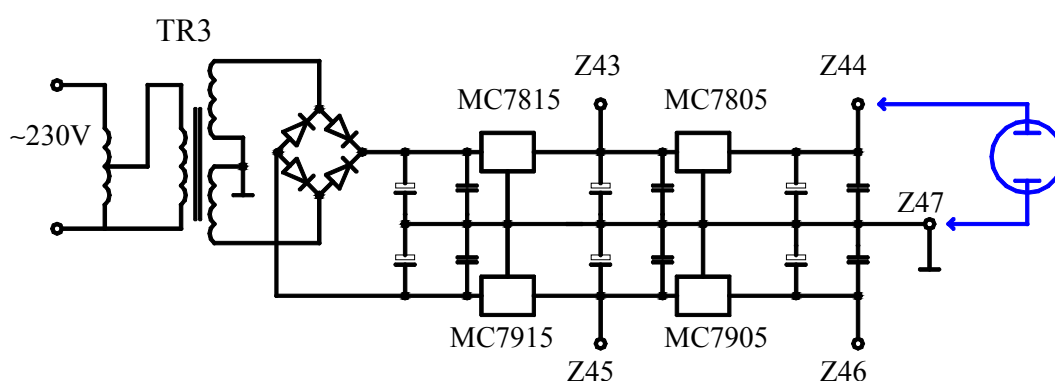
W celu wykonania pomiarów sygnał z generatora należy podać na wejście filtra U_{we} (zaciski: Z9 oraz Z10, patrz rys.14a), a do wyjścia układu filtra (napiecie U_{wy}) – podłączyć wejście odchyłania pionowego oscyloskopu. Z kolei sygnał synchronizacji zewnętrznej z generatora (wyjście Sync) należy doprowadzić do wejścia wyzwalania zewnętrznego oscyloskopu (wejście EXTERNAL TRIGGER (skrót: ET)) – na rysunku 14a) połączenie to zaznaczono linią przerywaną.

W przypadku zasilania układu filtra sygnałem z generatora wewnętrznego (rys.14b) wyznaczyć częstotliwość środkową filtra na podstawie obserwacji amplitudy sygnału wyjściowego. W tym przypadku wyjście generatora (zaciski: Z19, Z20 – patrz rysunek 12 oraz opis w punkcie 7 instrukcji) należy połączyć z wejściem filtra (zaciski: Z9 oraz Z10) zgodnie z rysunkiem 14b). Z kolei wejście oscyloskopu należy podłączyć do wyjścia filtra U_{wy} (zaciski: Z11 oraz Z12).

Amplitudę sygnału sinusoidalnego należy ustawić na 1V (regulacja potencjometrem P5 – patrz punkt 7 instrukcji), a następnie, dokonując regulacji potencjometrem P6, zmieniać częstotliwość w zakresie: 100÷4000Hz. Dla zakresów: 100÷1300Hz oraz 2600 ÷4000Hz dokonywać zmian częstotliwości o 200Hz, natomiast dla zakresu 1300÷2600Hz – o 100Hz.

10. Pomiar napięcia stałego (+/-5V oraz +/-15V)

Schemat poglądowy badanego zasilacza został przedstawiony na rysunku 15.



Rys.15. Schemat poglądowy zasilacza

Celem badań układu jest kontrola wartości napięć wyjściowych zasilacza (+/-5V, +/-15V). W czasie wykonywania ćwiczenia wejście oscyloskopu należy podłączyć do

odpowiednich gniazd bananowych zasilacza, tj.: Z43÷Z47 (rys.17), a następnie dokonać pomiarów napięć między następującymi zaciskami:

- Z43-Z47 – pomiar napięcia +15V,
- Z44-Z47 – pomiar napięcia +5V,
- Z45-Z47 – pomiar napięcia –15V,
- Z46-Z47 – pomiar napięcia –5V.

W celu dokonania oceny otrzymanych wyników, pomiary należy wykonać także multimetrem (układ połączeń analogiczny jak dla pomiarów wykonywanych za pomocą oscyloskopu – patrz rys.15).