

UKŁADY PRZEKSZTAŁCAJĄCE

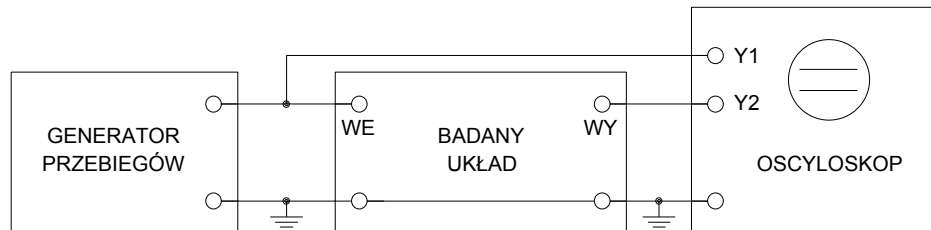
TEMATYKA ĆWICZENIA	<p>Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych operacji przeprowadzanych na sygnałach elektrycznych w celu uzyskania określonej funkcji przekształcenia tych sygnałów.</p> <p>Badane są operacje dynamiczne:</p> <ul style="list-style-type: none">◇ całkowanie i różniczkowanie; oraz statyczne:◇ ograniczanie i formowanie.
WYMAGANE WIADOMOŚCI	<ul style="list-style-type: none">◇ klasyfikacja układów przekształcających ze względu na charakter funkcji przekształcenia;◇ ograniczniki napięcia: zasada działania, charakterystyki, zastosowanie, schematy;◇ operacje całkowania i różniczkowania;◇ układ Schmitta; inne nieliniowe układy kształtujące.
LITERATURA PODSTAWOWA	<p>Z. Nosal, J. Baranowski – Układy elektroniczne cz.1, WNT 1993, rozdziały 2.3; 2.8; 4.4.3.</p> <p>A. Filipkowski – Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, PWN 2003</p> <p>Praca zbiorowa – Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków, WNT 2004.</p>
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA	<p>U. Tietze, Ch. Schenk – Układy półprzewodnikowe, wyd. 3, WNT 2006.</p> <p>P. Horowitz, W. Hill – sztuka elektroniki, WKŁ 2004.</p>
OBJAŚNIENIA	<p>Pomiary i badania wykonuje się używając jednej płytki zawierającej większość badanych układów. Potrzebne przyrządy to zasilacze napięcia stałego, generator funkcyjny, woltomierz cyfrowy DC, oscyloskop.</p> <p>Uwaga: Dołączane do zacisków „0” oraz „+5V” napięcie służy zarówno jako napięcie progowe w układach ograniczników, jak też jako napięcie zasilania bramki TTL realizującej układ Schmitta. Dlatego napięcie z zasilacza nie może przekroczyć wartości +5v! Grozi zniszczeniem bramki!</p>

OBJAŚNIENIA

Na zdjęciu nie widać położenia linii zerowej

Ogólny schemat układu pomiarowego zamieszczono na rys. 1. Głównym przyrządem pomiarowym w ćwiczeniu jest oscyloskop dwukanałowy, za pomocą którego można obejrzeć jednocześnie przebieg wejściowy i wyjściowy badanego układu. Porównanie i analiza tych przebiegów pozwala bezpośrednio określić funkcję przenoszenia układu. Oba kanały oscyloskopu powinny być ustawione na wzmacnianie napięć ze składową stałą (DC), wzmacnienie i podstawa czasu kalibrowane, ustawione i zapamiętane położenie linii zerowej.

Rys. 1 Ogólny schemat układu pomiarowego

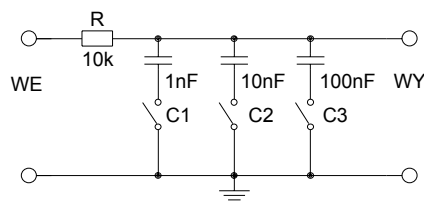


1. Prosty układ całkujący

Użyj regulacji składowej stałej generatora

Schemat badanego układu przedstawiono na rys. 2. Do wejścia układu dołączyć generator funkcyjny oraz oscyloskop. Ustawić na generatorze falę prostokątną o częstotliwości 1 kHz. Obserwując przebieg na oscyloskopie ustawić impulsy wejściowe **dodatnie**, o amplitudzie +5V. Narysować przebieg $U_{WE}(t)$. Zachować $U_{WE} = \text{const.}$ podczas badania wszystkich układów całkujących.

Rys. 2 Schemat prostego układu całkującego



1.1 Stała czasu RC1

Przełącznikami C1, C2, C3 zrealizować układ o stałej czasu $\tau_1 = R C1$. Obliczyć wartość stałej czasu $\tau_1 = \dots$ [ms]. Obejrzeć przebiegi wejściowy i wyjściowy, narysować przebieg wyjściowy $U_{WY1}(t)$ **pod** przebiegiem wejściowym.

1.2 Stała czasu RC2

Porównaj wartości stałych czasu τ z okresem przebiegu

Zrealizować układ o stałej czasu $\tau_2 = R C2$. Obliczyć wartość $\tau_2 = \dots$ [ms]. Obejrzeć i narysować pod poprzednimi przebieg wyjściowy $U_{WY2}(t)$. Za pomocą oscyloskopu zmierzyć stałą czasu $\tau_{2\text{pom}}$, jako czas od rozpoczęcia dodatniego zbocza impulsu do momentu osiągnięcia przez napięcie wyjściowe wartości równej $0,68 U_{\text{max}}$; $\tau_{2\text{pom}} = \dots$ [ms]. W tym celu należy ustawić wzmacnienie oscyloskopu tak, aby przebieg wyjściowy zajął całą wysokość ekranu; kalibrowaną podstawę czasu oscyloskopu ustawić tak, aby na ekranie mieścił się jeden lub pół okresu przebiegu.

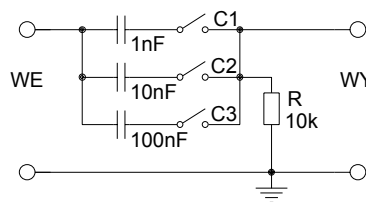
1.3 Stała czasu RC3

Ponownie ustaw kalibrowane wzmacnienie oscyloskopu

Zrealizować układ o stałej czasu $\tau_3 = R C3$. Obliczyć wartość $\tau_3 = \dots$ [ms]. Obejrzeć i narysować pod poprzednimi przebieg napięcia wyjściowego $U_{WY3}(t)$.

2. Prosty układ różniczkujący

Schemat badanego układu przedstawiono na rys. 3. Do wejścia układu dołączyć generator funkcyjny oraz oscyloskop. Doprowadzić z generatora funkcyjnego sygnał taki sam jak w punkcie 1. Narysować przebieg napięcia wejściowego $U_{we}(t)$. Zachować $U_{we}(t) = \text{const.}$ podczas badania wszystkich układów różniczkujących.



Rys. 3 Schemat prostego układu różniczkującego

2.1 Stała czasu RC1

Przełącznikami C1, C2, C3 zrealizować układ o stałej czasu $\tau_1 = RC1$. Obliczyć wartość stałej czasu $\tau_1 = \dots$ [ms]. Obejrzyć przebiegi wejściowy i wyjściowy, narysować przebieg wyjściowy $U_{wy1}(t)$ pod przebiegiem wejściowym.

Porównaj wartości stałych czasu τ z okresem przebiegu

2.2 Stała czasu RC2

Zrealizować układ o stałej czasu $\tau_2 = RC2$. Obliczyć wartość $\tau_2 = \dots$ [ms]. Obejrzyć i narysować pod poprzednimi przebieg wyjściowy $U_{wy2}(t)$. Za pomocą oscyloskopu zmierzyć stałą czasu τ_{2pom} , jako czas od rozpoczęcia impulsu do momentu osiągnięcia przez napięcie wyjściowe wartości równej $0,32 U_{max}$; $\tau_{2pom} = \dots$ [ms]. W tym celu należy odpowiednio ustawić wzmocnienie oscyloskopu tak, aby dodatnia część przebiegu wyjściowego zajęła całą wysokość ekranu; kalibrowaną podstawę czasu oscyloskopu ustawić tak, aby na ekranie mieścił się jeden lub pół okresu przebiegu.

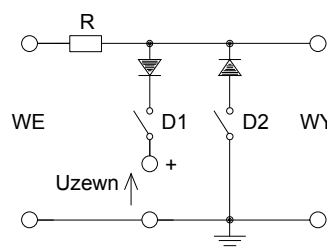
2.3 Stała czasu RC3

Zrealizować układ o stałej czasu $\tau_3 = RC3$. Obliczyć wartość $\tau_3 = \dots$ [ms]. Obejrzyć i narysować pod poprzednimi przebieg napięcia wyjściowego $U_{wy3}(t)$.

Ponownie ustaw kalibrowane wzmocnienie oscyloskopu

3. Ograniczniki napięcia

Schemat układu dwustronnego ogranicznika napięcia przedstawiono na rys. 4. Dioda D1 ogranicza napięcie dodatnie do wartości $U_d + U_{zewn}$; dioda D2 ogranicza napięcie ujemne do wartości $-U_d$, gdzie U_d jest wartością napięcia przewodzenia diody (germanowej 0,1-0,3V; krzemowej 0,5-0,7V).

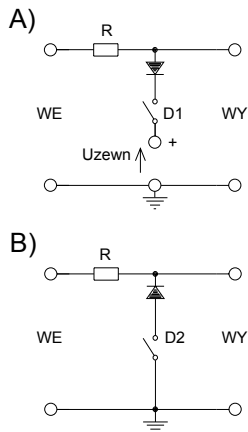


Rys. 4 Dwustronny ogranicznik napięcia

Do wejścia układu dołączyć generator funkcyjny oraz oscyloskop. Doprowadzić z generatora sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1kHz, **bez składowej stałej**, o napięciu międzyszczytowym 5Vpp (peak-to-peak, w skrócie pp).

Kontroluj na oscyloskopie przebieg wejściowy

Narysować przebieg napięcia wejściowego $U_{we}(t)$. Zachować $U_{we}(t) = \text{const.}$ podczas badania wszystkich ograniczników.



Rys. 5. Jednostronne ograniczniki napięcia.

3.1 Ogranicznik jednostronny „od góry”

Zrealizować układ ogranicznika jednostronnego z rys. 5A. W tym celu należy włączyć (wcisnąć) przełącznik D1 i wyłączyć przełącznik D2. Zewrzeć przewodem gniazda „0” i „+5V” znajdujące się na płytce. W tych warunkach napięcie $U_{zewn} = 0$. Obejrzeć przebieg napięcia wyjściowego $U_{wy1g}(t)$ i narysować go **pod** przebiegiem $U_{we}(t)$.

3.2 Ogranicznik jednostronny „od dołu”

Układ ogranicznika jednostronnego „od dołu” z rys. 5B realizuje się przez wciśnięcie przełącznika D2, przełącznik D1 – wyłączony. Obejrzeć przebieg napięcia wyjściowego $U_{wy1d}(t)$ i narysować go **pod** poprzednimi.

3.3 Ogranicznik dwustronny

Zrealizować układ ogranicznika dwustronnego, wciskając przełączniki D1 i D2. Na zasilaczu napięcia stałego ustawić napięcie o wartości +1,5V, następnie tak ustawiony zasilacz dołączyć do gniazda „0” i „+5V” na płytce.

UWAGA! napięcie z zasilacza NIE MOŻE przekroczyć wartości 5V!

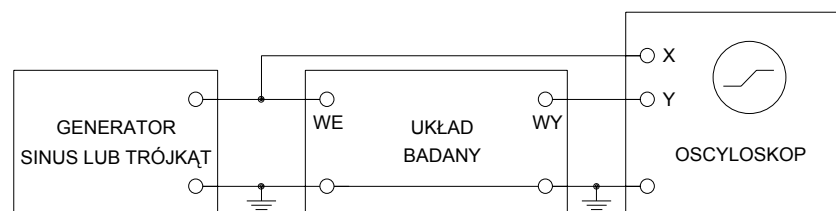
Obejrzeć i narysować **pod** poprzednimi przebieg napięcia wyjściowego ogranicznika $U_{wy2}(t)$. Zmieniając powoli wartość napięcia stałego U_{zewn} w zakresie od 1 do 2V obserwować przebieg wyjściowy. Zaznaczyć wartość napięcia U_{zewn} na przebiegu napięcia wyjściowego.

3.4 Zdjęcie charakterystyki przejściowej metodą oscyloskopową

W układzie ogranicznika dwustronnego z punktu 3.3, z dołączonymi dwoma kanałami oscyloskopu, należy przełączyć oscyloskop na pracę X-Y (wyłączona podstawa czasu). Układ do zdjęcia charakterystyki powinien wyglądać jak na rys. 6.

Napięcie wejściowe na kanał X

Rys. 6 Sposób zdejmowania charakterystyki $U_{wy}(U_{we})$



UWAGA! NIE dopuszczać do jaskrawego świecenia plamki na ekranie oscyloskopu!
– zredukować jasność (brightness).

Ustawić wzmocnienie kanału X oscyloskopu 0,5V/cm, kanału Y – 1V/cm. Sprawdzić i ewentualnie skorygować kalibrację oraz ustawienie zera obydwóch kanałów oscyloskopu, oba kanały ustawić na kalibrowane wzmocnienie napięć stałych DC.

Dopasuj jasność obrazu do jego wielkości

Przerysować otrzymaną charakterystykę przejściową w odpowiednio opisanym układzie współrzędnych. Zmieniając wartość napięcia stałego U_{zewn} w zakresie od 1 do 2V obserwować kształt charakterystyki. Zaznaczyć wartość napięcia U_{zewn} na charakterystyce.

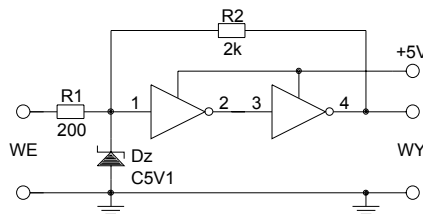
Po zakończonych obserwacjach przełączyć oscyloskop ponownie na pracę Y-t (włączyć podstawę czasu).

4. Układ Schmitta

Schemat układu zrealizowanego na dwóch bramkach NAND TTL pełniących funkcje wzmacniaczy przedstawiono na rys. 7. Dioda Zenera Dz zabezpiecza wejście bramki przed przekroczeniem dopuszczalnych wartości napięcia wejściowego. Jest to inna wersja ogranicznika dwustronnego.

Na zasilaczu napięcia stałego dołączonym na płytce do gniazd „0” i „+5V” ustawić napięcie o wartości 5V.

Napięcie to zapewnia zasilanie bramek TTL.



Rys. 7 Układ Schmitta

Jakie znasz inne możliwości realizacji układu Schmitta?

4.1 Praca układu Schmitta przy sterowaniu napięciem sinusoidalnym

Do wejścia układu dołączyć generator funkcyjny, ustawiony na napięcie sinusoidalne o wartości międzyszczytowej ok. 3V_{pp}, **całkowicie dodatnie** od ok. 0V do 3V (kontrola za pomocą oscyloskopu). Częstotliwość generatora ustawić 1kHz.

Obejrzeć i narysować jeden pod drugim przebiegi napięcia wejściowego i wyjściowego w funkcji czasu, zachowując dokładnie zależności czasowe i amplitudowe.

Zmieniając wartość napięcia wejściowego określić minimalną wartość chwilową tego napięcia U_{wemin} [V], przy której pojawia się przebieg wyjściowy, oraz wartość histerezy:

$$U_{wemin} = \dots\dots [V]; \quad U_H = \dots\dots [V]$$

4.2 Zdjęcie charakterystyki przejściowej metodą oscyloskopową

Połączyć układ do zdjęcia charakterystyki przejściowej według rys. 6. (Przełączyć oscyloskop na pracę X-Y – wyłączona podstawa czasu).

Ustawić wzmocnienie kanału X oscyloskopu 0,5V/cm, kanału Y: 1V/cm. Sprawdzić i ewentualnie skorygować kalibrację oraz ustawienie zera obydwóch kanałów oscyloskopu, oba kanały ustawić na kalibrowane wzmocnienie napięć stałych DC.

Przerysować otrzymaną charakterystykę przejściową w odpowiednio opisanym układzie współrzędnych, przy częstotliwości przebiegu wejściowego 1 kHz.

Zmieniając częstotliwość przebiegu z generatora obejrzeć kształt charakterystyki przejściowej przy częstotliwościach 1Hz, 1kHz, 10kHz, 1MHz. Narysować ponownie charakterystykę przy częstotliwości 1MHz. Wyjaśnić zmiany kształtu charakterystyki.

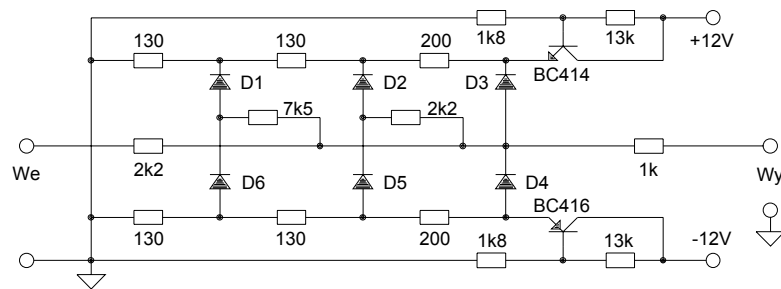
Nie dopuszczać do jaskrawego świecenia plamki na ekranie oscyloskopu!

5. Nieliniowy układ przekształcający

Przebieg trójkątny lub podobny może być podstawą do uzyskania sygnału sinusoidalnego. Metoda kształtowania sinusoidy przy pomocy odpowiedniego nieliniowego układu kształtującego jest szeroko stosowana w tzw. generatorach funkcji (np. tych używanych w laboratorium). Zbadana zostanie diodowa drabinka kształtująca o schemacie przedstawionym na rys. 8. Pokazany tutaj sposób kształtowania sygnału może być zastosowany do wytworzenia dowolnie złożonych przebiegów. (Najczęściej realizowany w postaci układu scalonego).

Układ na oddzielnej płytce!

Rys. 8 Diodowy układ kształtowania sinusoidy



Układ należy zasilić dwoma napięciami zasilającymi, symetrycznymi względem masy, o wartościach $+12\text{ V}$ oraz -12 V .

Wysterować układ przebiegiem trójkątnym z generatora funkcyjnego. Za pomocą oscyloskopu ustawić wartość międzyszczytową wejściowego sygnału trójkątnego około 3 V_{p-p} , przy częstotliwości $f=1\text{ kHz}$, bez składowej stałej. Oglądać jednocześnie przebiegi wejściowy i wyjściowy układu. Regulując amplitudę i składową stałą wejściowego sygnału trójkątnego z generatora doprowadzić do uzyskania możliwie najbardziej niezniekształconego, symetrycznego (na podstawie obserwacji oscyloskopowej) sygnału sinusoidalnego.

Zmieniać płynnie częstotliwość fali trójkątnej do 10 kHz i dalej do 100 kHz . Obserwować jednocześnie przebiegi wejściowy trójkątny i wyjściowy sinusoidalny.

Narysować jeden pod drugim przebiegi wejściowy oraz wyjściowy dla dwóch częstotliwości: 1 kHz i 100 kHz .

5.1 Zdjęcie charakterystyki przejściowej

Np.
X=0,5 V/cm
Y=0,5 V/cm

Przełączyć oscyloskop na pracę X-Y do zdjęcia charakterystyki według rys. 6. Przerysować otrzymaną charakterystykę przejściową w odpowiednio dobranym i opisanym układzie współrzędnych.

6. Zastosowanie układu całkującego do pomiaru częstotliwości

Do wejścia układu całkującego dołączyć generator impulsów prostokątnych z niezależną regulacją okresu impulsów i czasu trwania impulsów. Do tych samych zacisków dołączyć także oscyloskop i częstotlicznik cyfrowy.

Kontrolując przebieg z generatora za pomocą oscyloskopu ustawić impulsy dodatnie o amplitudzie 10 V , czasie trwania $t_i = 20\text{ }\mu\text{s}$ i okresie $T = 1\text{ ms}$ (czyli o częstotliwości 1 kHz , pomiar częstotlicznikiem cyfrowym).

Częstotliwość
 $f=1/T$

Ustawić stałą czasu układu całkującego $\tau_3 = RC_3$. Do wyjścia układu całkującego dołączyć drugi kanał oscyloskopu i woltomierz cyfrowy napięcia stałego. Zmieniając częstotliwość od 1 kHz do 10 kHz co 1 kHz według tabelki, mierzyć wartość składowej stałej napięcia wyjściowego $U_{wy-f}(f)$, obserwując jednocześnie przebieg napięcia na wyjściu układu.

f	kHz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{wy-f}(f)$	[V]										

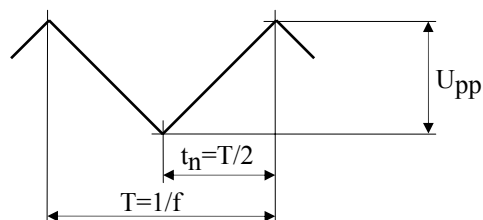
Narysować wykres otrzymanej zależności $U_{wy-f}(f)$. W sprawozdaniu opisać zasadę uzyskania liniowej zależności napięcia od częstotliwości. Zinterpretować wyniki.

7. Zastosowanie układu różniczkującego do określania prędkości narastania napięcia

Do wejścia układu różniczkującego ($\tau_1 = R C_1$) dołączyć generator funkcyjny, oscyloskop i częstotlicznik cyfrowy. Na generatorze ustawić przebieg trójkątny o częstotliwości 100Hz (pomiar częstotlicznikiem cyfrowym).

Kontrolując przebieg z generatora za pomocą oscyloskopu tak wyregulować napięcie wejściowe, aby jego wartość międzyszczytowa (peak-to-peak, w skrócie pp) wynosiła $U_{pp} = 4V$ (pomiar na oscyloskopie).

Ustawić stałą czasu układu różniczkującego $\tau_1 = R C_1$. Obejrzeć przebieg napięcia wyjściowego i zmierzyc oscyloskopem wartość dodatniej amplitudy U_V tego napięcia (względem zera). Zmieniając częstotlicznik generatora od 100Hz do 1kHz co 100Hz zdjąć zależność $U_V(f)$. Obliczyc odpowiadajace tym częstotlicznościom prędkości narastania napięcia v [V/s]:



$$v = \frac{U_{pp}}{t_n} = \frac{U_{pp}}{\frac{T}{2}} = 2 \cdot f \cdot U_{pp}$$

f	Hz	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
U_V	[V]										
v	[V/s]										

Wykreślić zależność zmierzonej amplitudy napięcia wyjściowego U_V od wyliczonej prędkości v narastania napięcia wejściowego $U_V(v)$. Opisać działanie układu i zinterpretować wyniki.

Częstotlicznik możesz dołączyć do dodatkowego wyjścia generatora

Czy to jest zależność liniowa?