



**AGH**  
**Katedra Elektroniki**

**Podstawy Elektroniki  
dla Informatyki**

**Diody półprzewodnikowe**

**Ćwiczenie**

**2**

2014 r.

## 1. Wstęp.

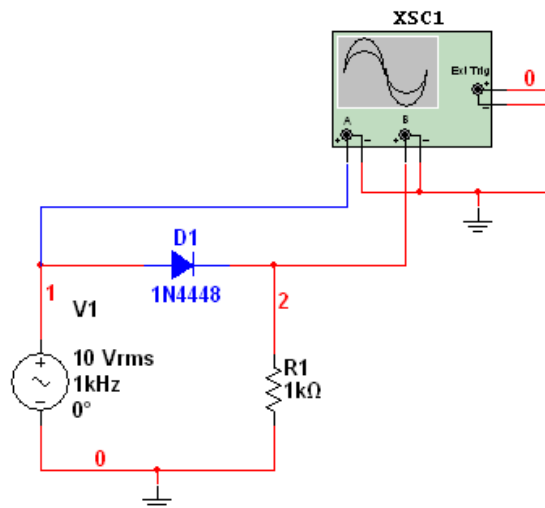
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem i zastosowaniami diody półprzewodnikowej.

## 2. Konspekt

Właściwości diody półprzewodnikowej. Obwód elektryczny z diodą spolaryzowaną w kierunku przewodzenia i w kierunku zaporowym. Prostownik jednopółkowy. Prostownik dwupółkowy. Prostownik z mostkiem Graetza. Filtrowanie tętnień w tych układach prostowników. Napięcie progowe diody półprzewodnikowej. Detektor szczytowy. Demodulator diodowy. Rodzaje diod półprzewodnikowych.

## 3. Działanie prostownicze diody półprzewodnikowej w obwodzie elektrycznym

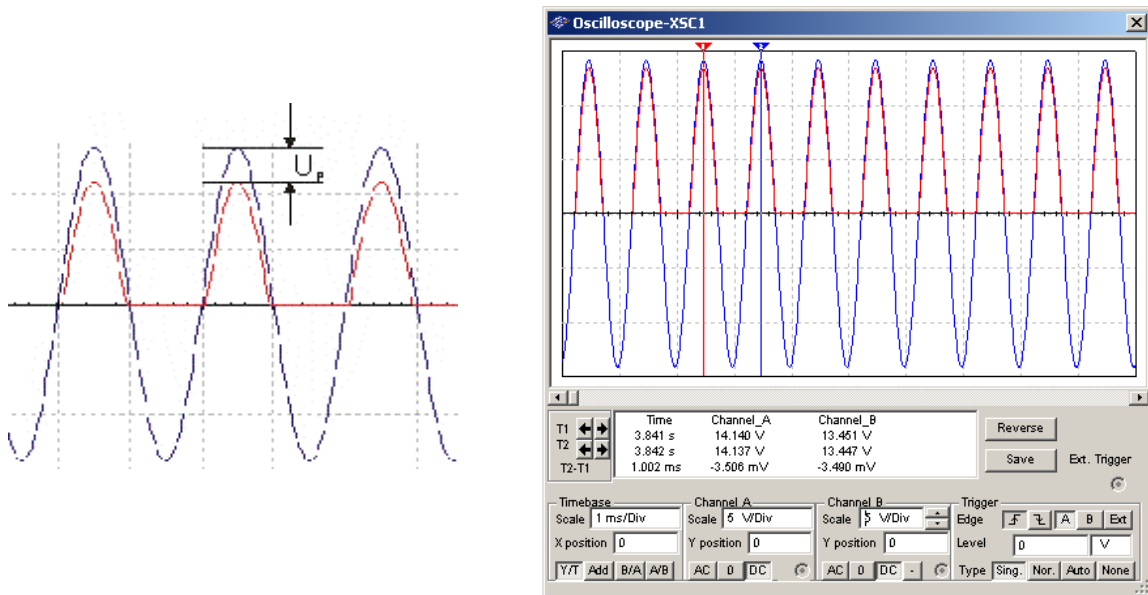
Narysuj obwód elektryczny z diodą półprzewodnikową włączoną do obwodu prądu zmiennego jak na rys. 1.



Rys. 1. Obwód elektryczny prądu zmiennego z diodą półprzewodnikową pełniącą funkcję prostownika jednopółkowego

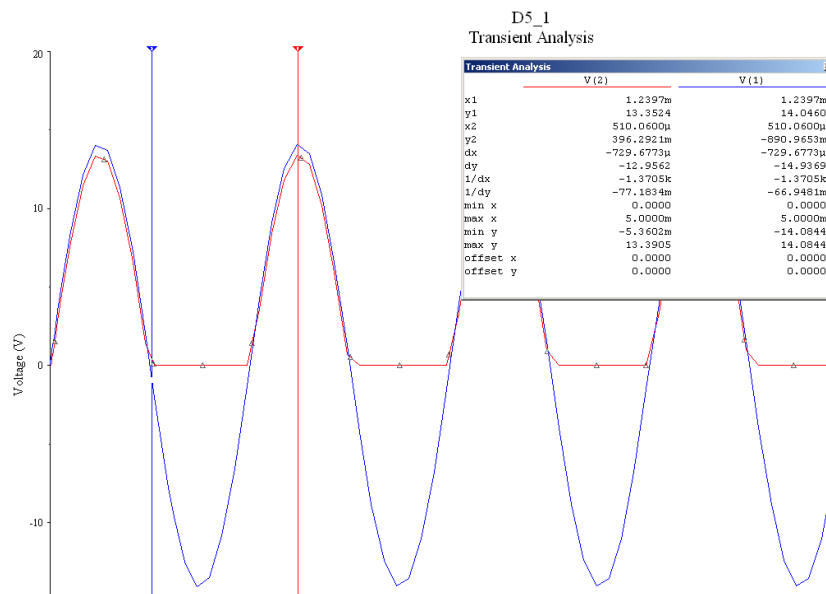
Dołącz oscyloskop i obserwuj przebieg napięcia przed i za diodą. Pamiętaj o rozróżnieniu kolorami przebiegów w kanale A i B oscyloskopu. Za pomocą kursorów w oscyloskopie (rys.2) zmierz napięcie progowe diody  $U_P$  jako różnicę napięć przed i za diodą. Na pasku pod ekranem

oscylloskopu widoczne są współrzędne punktów przecięcia kursora z krzywymi napięć, i różnica tych współrzędnych umożliwia ustalenie napięcia progowego  $U_p$ .



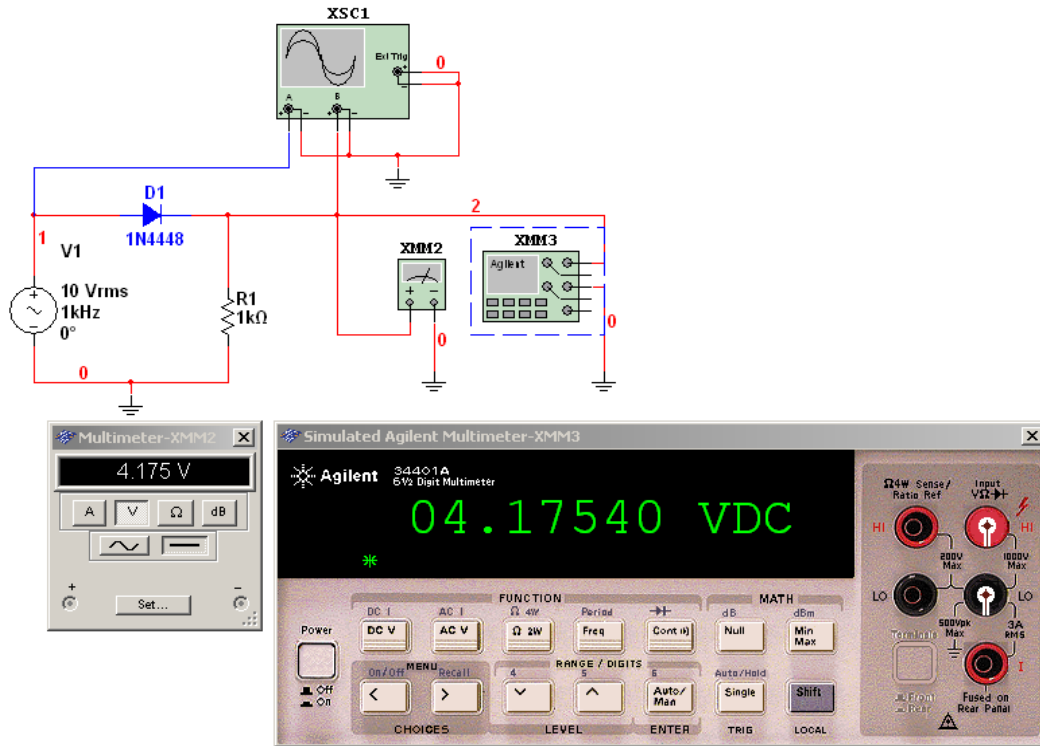
Rys. 2. Dioda półprzewodnikowa jako prostownik jednopołówkowy – przebiegi na ekranie oscylloskopu ( $U_p$  – napięcie progowe diody).

Zaobserwuj również jednopołówkowe działanie prostownicze diody za pomocą analizy Transient (rys. 3). Dobierz parametry analizy (*Start time*, *End time*, *Outputs*), za pomocą kursora zmierz ponownie napięcie progowe  $U_p$  na diodzie prostowniczej. Wyniki zanotuj w Tabeli 1.



Rys. 3. Dioda półprzewodnikowa jako prostownik jednopołówkowy – Analiza Transient.

W układzie z rys. 1 dołącz dodatkowo multimetr i zmierz napięcie średnie  $U_{sr}$  przebiegu wyprostowanego na wyjściu układu (rys. 4). Proponujemy dołączenie dodatkowo także Multimetru Agilent. Klikając dwukrotnie na symbol przyrządu pojawia się czołówka rzeczywistego multimetru firmy Agilent. Multimetr Agilent jest dostępny w pasku przyrządów programu MultiSim.



Rys. 4. Pomiar wartości średniej napięcia wyprostowanego  $U_{sr}$ .

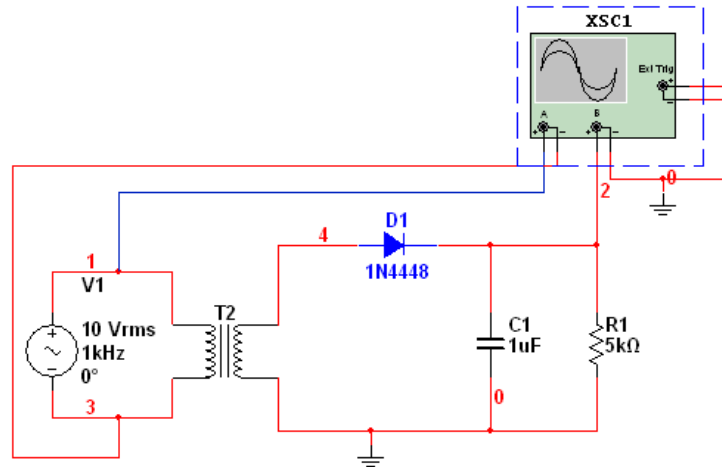
W obwodzie elektrycznym z rys. 1 zmień sposób włączenia diody D1 na przeciwny. Zaobserwuj i zanotuj przebieg napięcia przed i za diodą i zmierz napięcie progowe  $U_p$ . Wyniki zanotuj w Tabeli 1.

Tabela 1. Obwód elektryczny z diodą półprzewodnikową pracującą jako prostownik jednopółkowy

	Dioda włączona jak na rys. 1	Dioda włączona w kierunku przeciwnym
Napięcie progowe $U_p$ [V]:		
a) oscyloskop		
b) Analiza Transient		
Napięcie średnie wyprostowane [v]		

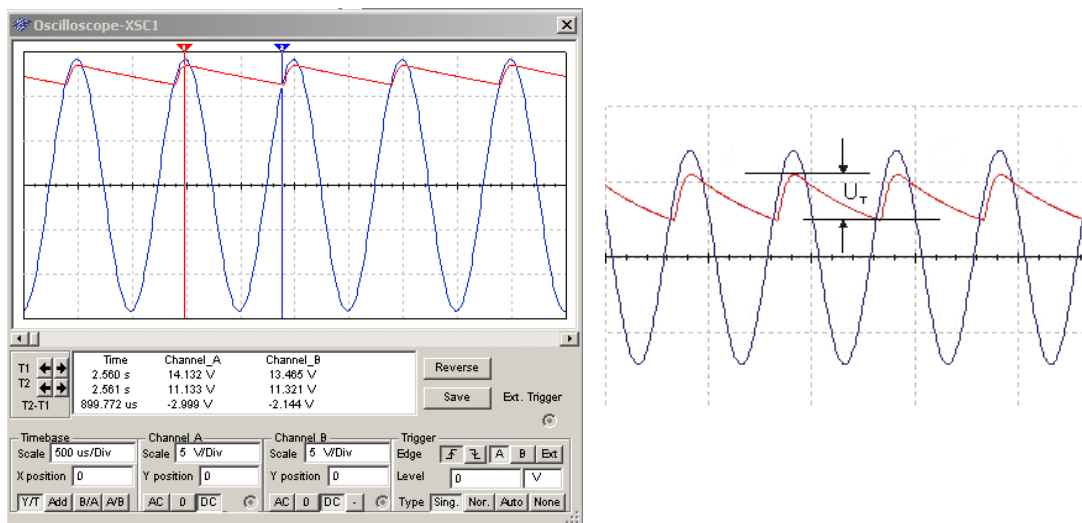
#### 4. Prostownik jednopółkowy z filtrem RC na wyjściu

Zbuduj układ prostownika jednopółkowego z diodą półprzewodnikową oraz odbiornikiem RC na wyjściu (rys. 5). Na wejściu układu zastosuj transformator, który służy do separacji elektrycznej obwodu wejściowego od obwodu wyjściowego. Wprowadź na pulpit transformator z katalogu *Basics-Transformer-TS Ideal*. Jako odbiornik w obwodzie wyjściowym zastosuj układ rezystora  $R_1$  i kondensatora  $C_1$  połączonych równolegle.



Rys. 5. Prostownik jednopółkowy

Zaobserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wyjściowego i zmierz przy pomocy kursorów napięcie tętnień  $U_T$  (rys. 6).



Rys. 6. Jednopółkowe prostowanie napięcia przemiennego i filtrowanie tętnień ( $U_T$  – napięcie tętnień)

Analiza Transient umożliwia dokładniejsze określenie napięcia tętnień niż obserwacja na oscyloskopie. Uruchom Analizę Transient, dobierz parametry analizy (*Start time, End time, Outputs*). Za pomocą kursorów zmierz ponownie napięcie tętnień  $U_T$  układu. Na wyjście układu dołącz, oprócz oscyloskopu, multimetr i zmierz wartość średnią napięcia wyprostowanego.

Wyniki zanotuj w tabeli 2 dla czterech różnych kombinacji wartości  $R_1$  i  $C_1$ . Dobierz tak jedną z wartości pojemności  $C_1$ , aby napięcie tętnień osiągnęło wartość mniejszą od 10% maksymalnej wartości napięcia tętnień (bez kondensatora).

Tabela 2. Jednopołówkowe prostowanie napięcia przemiennego i filtrowanie tętnień

	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ bez $C_1$	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_1 = 1\text{ }\mu\text{F}$	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_2 = \dots\dots\dots$	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_3 = \dots\dots\dots$
Napięcie tętnień $U_T$ [V]:				
a) oscyloskop				
b) Analiza Transient				
Napięcie średnie wyprostowane [V]				

W sprawozdaniu należy zamieścić obrazy przebiegów na oscyloskopie lub Analizy Transient dla różnych wartości RC jak również wnioski z eksperymentów.

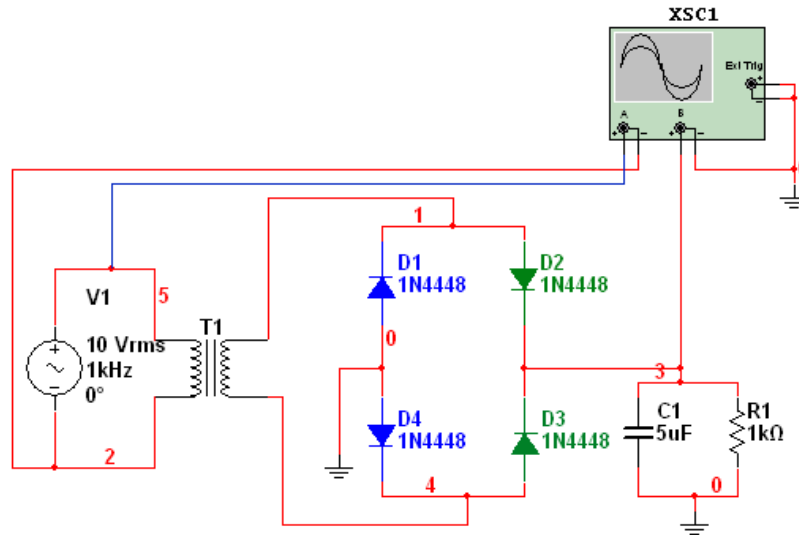
## 5. Prostownik w układzie Graetza

Zbuduj układ prostownika dwupołówkowego napięcia przemiennego w układzie Graetza (rys. 7).

Do układu dołącz oscyloskop, zaobserwuj przebieg napięcia wyjściowego i zmierz napięcie tętnień  $U_T$  bez kondensatora  $C_1$  oraz dla dwóch różnych wartości pojemności  $C_1$ . Dobierz tak jedną z wartości pojemności  $C_1$ , aby napięcie tętnień osiągnęło wartość mniejszą od 10% maksymalnej wartości napięcia tętnień. Dołącz multimetr i zmierz w każdym przypadku wartość średnią napięcia wyprostowanego. Wypełnij tabelę 3.

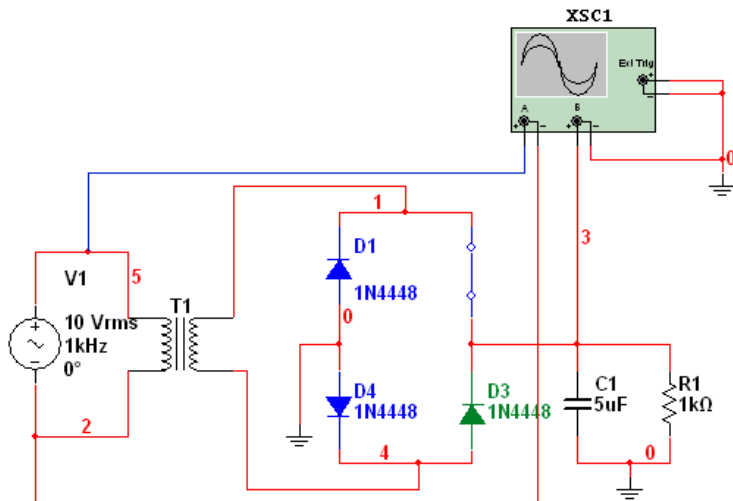
Tabela 3. Dwupołówkowe prostowanie napięcia przemiennego z zastosowaniem mostka Graetza

	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ bez C	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_1 = 5\text{ }\mu\text{F}$	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_2 = \dots\dots\dots$	$R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $C_3 = \dots\dots\dots$
Napięcie tętnień $U_T$ [V]:				
a) oscyloskop				
b) Analiza Transient				
Napięcie średnie wyprostowane [V]				

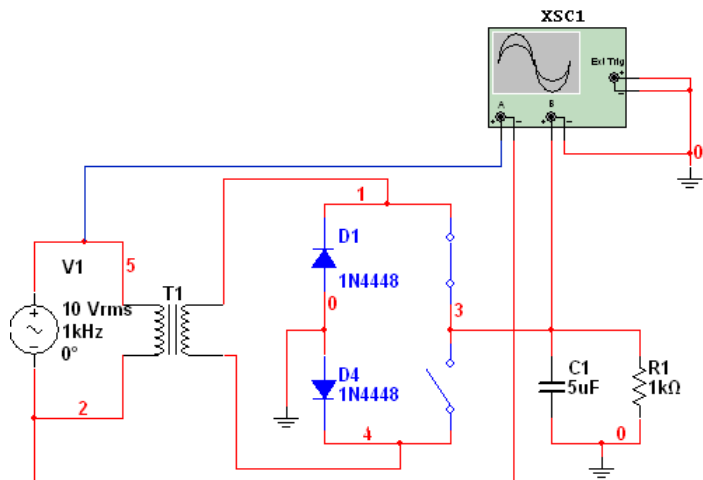


Rys. 7. Prostownik w układzie Graetza

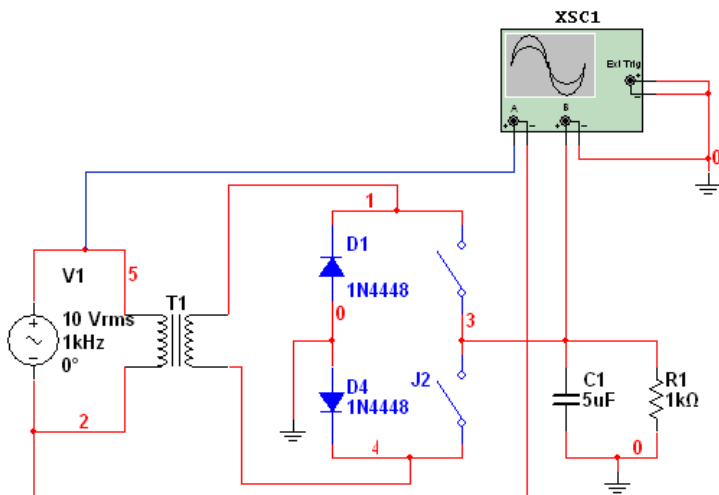
Załóżmy, że wystąpiły uszkodzenia diody w układzie Graetza w sekwencji przedstawionej na rys. 7a, 7b oraz 7c. Przeanalizuj odpowiedzi układu w tych przypadkach i udokumentuj je (zamieść w sprawozdaniu odręczny szkic przebiegu sygnału lub zrzut z ekranu oscyloskopu).



Rys. 7a. Prostownik w układzie Graetza – uszkodzenie diody w gałęzi mostka – wariant a



Rys. 7b. Prostownik w układzie Graetza – uszkodzenie diod w gałęziach mostka – wariant b

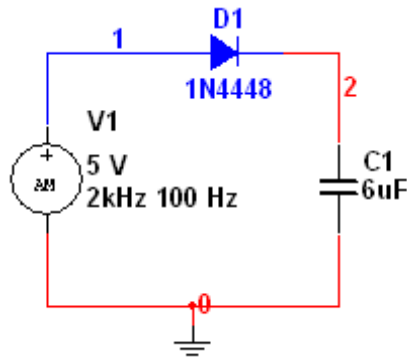


Rys. 7c. Prostownik w układzie Graetza – uszkodzenie diod w gałęziach mostka – wariant c

## 6. Detektor szczytowy

Zbuduj układ detektora szczytowego jako przykład zastosowania diody półprzewodnikowej (rys. 8). Jako źródło napięcia zastosuj źródło napięcia AM z katalogu *Sources*. Dołącz oscyloskop na wyjście układu i zaobserwuj jego działanie jako detektora napięcia szczytowego. Przebieg sygnału wyjściowego zamieść w sprawozdaniu.

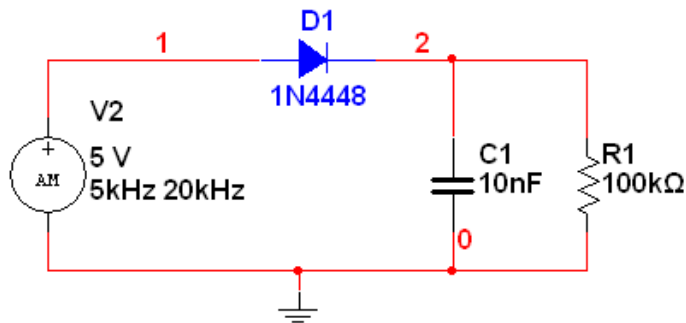




Rys. 8. Detektor szczytowy

## 7. Demodulator diodowy

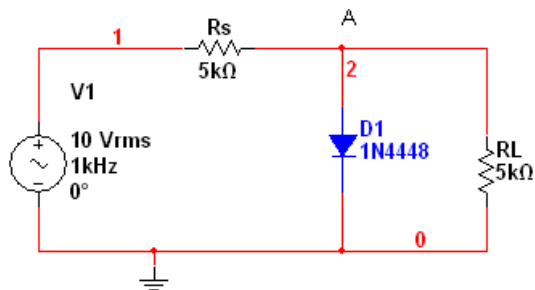
Zbuduj układ demodulatora jako przykład zastosowania diody półprzewodnikowej (rys. 9). Jako źródło napięcia zastosuj źródło napięcia zmodulowanego AM z katalogu *Sources*. Dołącz oscyloskop na wyjście układu i zaobserwuj działanie układu jako demodulatora. Zamieść w sprawozdaniu zaobserwowany przebieg. Zmień wartość rezystora  $R_1$  na  $10\text{ k}\Omega$  a następnie na  $1\text{ k}\Omega$ . Zaobserwuj jak zmienia się działanie układu ze zmianą  $R_1$ .



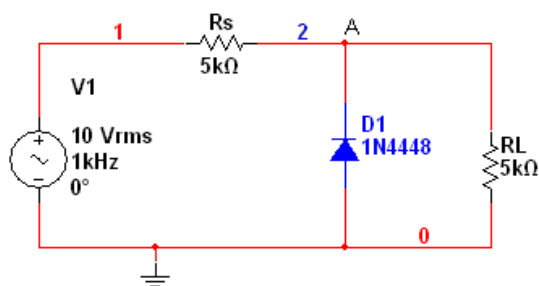
Rys. 9. Demodulator diodowy

## 8. Ogranicznik diodowy

Obwód elektryczny z diodą półprzewodnikową może znaleźć zastosowanie jako ogranicznik poziomu napięcia wyjściowego. Obwody takie noszą w języku angielskim nazwę *limiters*. Przykładowe konfiguracje takich obwodów przedstawiają rys. 10 i rys. 11. Zbuduj te układy oraz przeanalizuj ich działanie. Dołącz oscyloskop i pokaż przebieg napięcia na wejściu i wyjściu układu w punkcie A dla obydwu konfiguracji. Określ poziomy ograniczające napięcie wyjściowe dla dodatniej i ujemnej połówki sinusoidy.

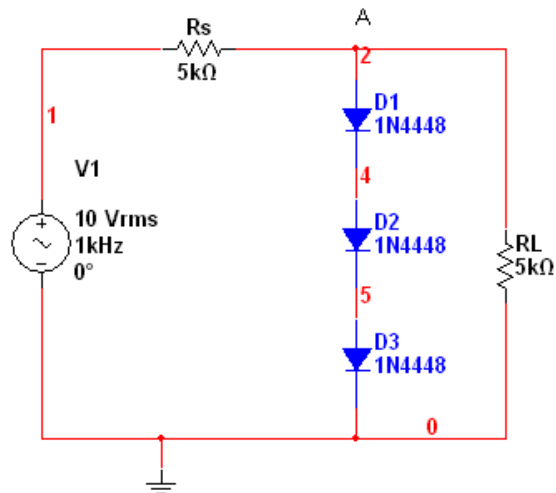


Rys. 10. Ogranicznik diodowy – wersja 1

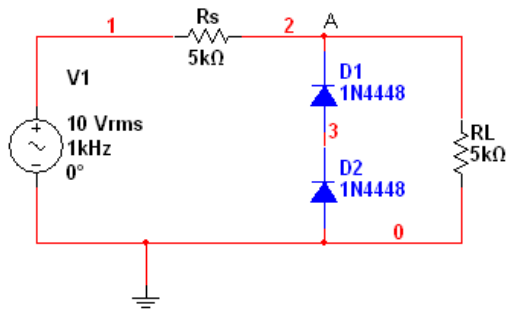


Rys. 11. Ogranicznik diodowy – wersja 2

Poziome ograniczenia napięcia wyjściowego można regulować przez zastosowanie kilku szeregowo połączonych diod. Przykładowe konfiguracje takich układów przedstawiają rys. 12 i rys. 13. Zbuduj układy z rys. 12 i rys. 13 oraz przeanalizuj ich działanie. Dołącz oscyloskop i pokaż przebieg napięcia na wejściu i wyjściu układu w punkcie A dla obydwu konfiguracji. Określ poziomo ograniczające napięcie wyjściowe dla dodatniej i ujemnej połówki sinusoidy.

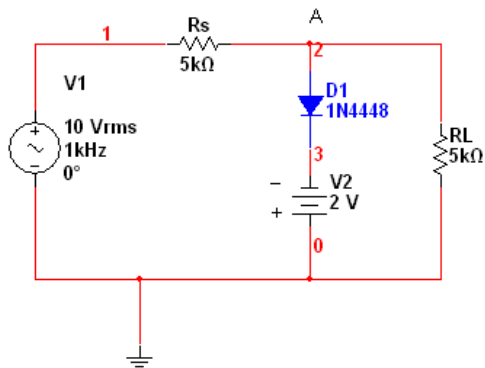


Rys. 12. Ogranicznik diodowy – wersja 3

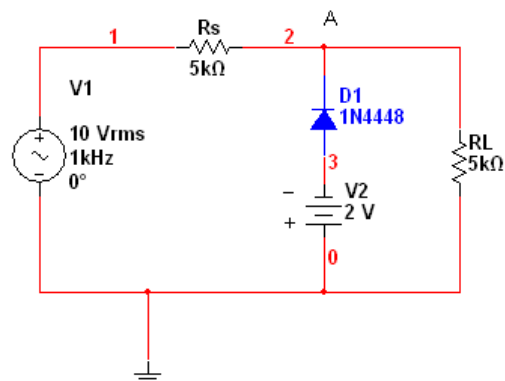


Rys. 13. Ogranicznik diodowy – wersja 4

Poziomy napięć w ogranicznikach diodowych mogą być dodatkowo ustawiane za pomocą źródła napięcia polaryzującego włączonego szeregowo z diodą półprzewodnikową. Przykładowe konfiguracje takich obwodów przedstawiają rys. 14 i rys. 15. Zbuduj te układy oraz przeanalizuj ich działanie. Dołącz oscyloskop i pokaż przebieg napięcia na wejściu i wyjściu układu w punkcie A dla obydwu konfiguracji. Określ poziomy ograniczające napięcie wyjściowe dla dodatniej i ujemnej połówki sinusoidy.



Rys. 14. Ogranicznik diodowy – wersja 1 – z dodatkowym źródłem napięcia polaryzującego



Rys. 15. Ogranicznik diodowy – wersja 2 – z dodatkowym źródłem napięcia polaryzującego

## **9. Opracowanie wyników**

Sprawozdanie powinno zawierać schematy ideowe, tabele wyników, zrzuty z ekranów przebiegów kluczowych dla zagadnień poruszanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych oraz interpretację otrzymanych wyników symulacji.

Opracowanie:

B.Dziurdzia, Zb. Magoński , W. Maziarz 30.04.2014

Updated : .....