

Ćw. 1 Diody i prostowniki

1. Cel ćwiczenia

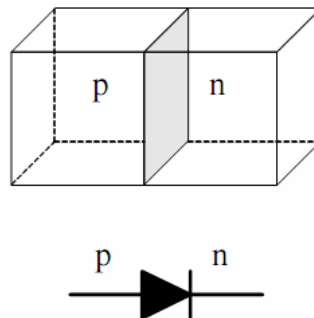
Celem ćwiczenia jest badanie diod półprzewodnikowych i opartych na nich prostowników stosowanych w zasilaczach.

2. Wymagane informacje

Obsługa programu MultiSIM, podstawowe informacje o materiałach półprzewodnikowych (rodzaje, nośniki prądu, właściwości), budowa diody półprzewodnikowej.

3. Wprowadzenie teoretyczne

Dioda jest to elektroniczny element półprzewodnikowy zawierający jedno złącze p-n. Złącze jest to obszar półprzewodnika zawierający dwa graniczące ze sobą typy półprzewodnika w jednej strukturze krystalicznej (Rys.1).



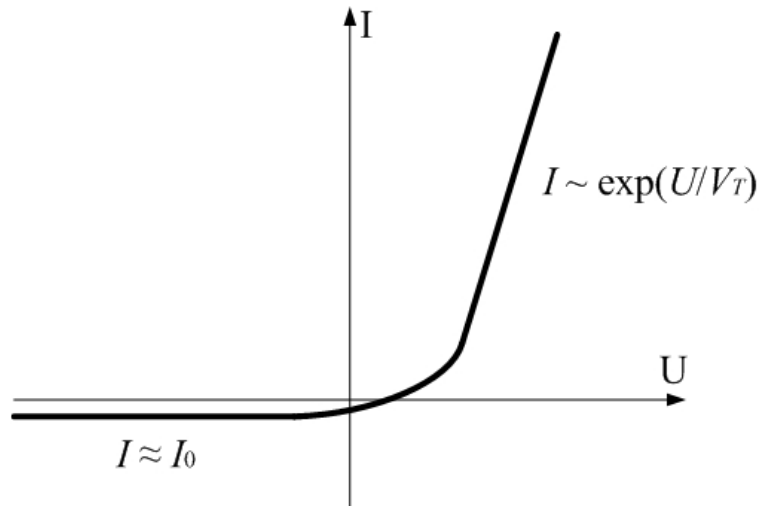
Rys.1. Budowa i symbol diody półprzewodnikowej.

Prąd w funkcji napięcia diody w najprostszym przybliżeniu jest opisywany równaniem:

$$I = I_0 \left(e^{\frac{U}{V_T}} - 1 \right)$$

gdzie: I_0 – prąd wsteczny złącza, V_T – potencjał elektrokinetyczny, który dla temperatury 300 K wynosi około 26 mV.

Charakterystyka diody jest nieliniowa i asymetryczna (Rys.2) i dlatego element ten może być wykorzystany jako prostownik.

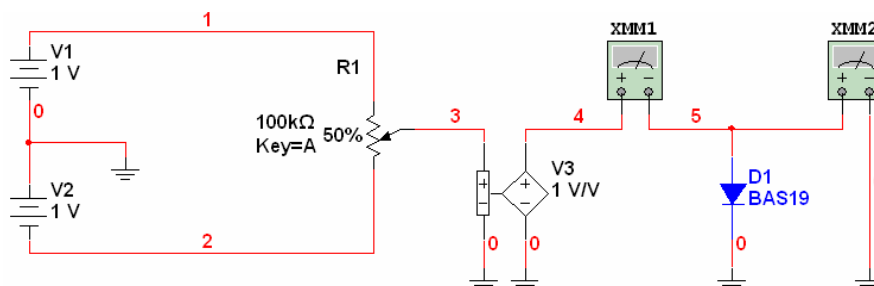


Rys.2. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody prostowniczej.

4. Wykonanie ćwiczenia

4.1. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody.

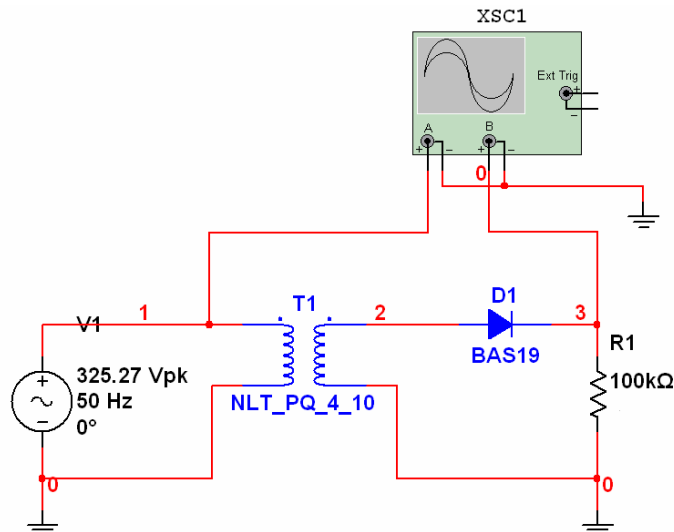
Charakterystykę prądowo-napięciową diody badamy w układzie pokazanym na Rys.3. Wykorzystywane elementy to: dwa źródła napięcia stałego (DC) o wartości 1 V, potencjometr, źródło napięcia sterowane napięciem, dwa multimetry (XMM1-amperomierz, XMM2-woltomierz) oraz badana dioda (np. BAS19). Część zasilająca pozwala na uzyskanie napięć z zakresu od -1 do +1 V. Bieżącą wartość napięcia regulujemy potencjometrem – krok zmian ustawić na 5%. Wartości napięcia i prądu diody odczytujemy z mierników. Uzyskane wartości należy zanotować a charakterystykę zamieścić w sprawozdaniu.



Rys.3. Układ do badania charakterystyki prądowo-napięciowej diody.

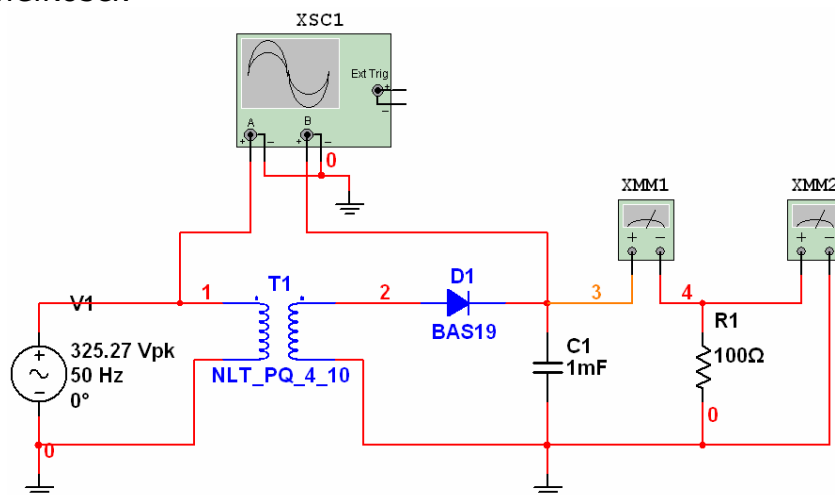
4.2. Prostownik jednopółkowy

Analizę prostownika jednopółkowego zaczniemy od schematu pokazanego na Rys.4. Znajdują się na nim: źródło napięcia sinusoidalnego o wartości skutecznej (RMS) 230 V, transformator NLT_PQ_4_10, badana dioda (np. BAS19) i rezystor (każdy zespół bada inny) pracujący jako obciążenie prostownika. W tej części ćwiczenia należy zaobserwować i przerysować (lub zapisać w pliku) uzyskane przebiegi napięć przed i za diodą. W celu dokładniejszego zaobserwowania wartości napięć można zmieniać w oscyloskopie podstawę czasu (funkcja Y/T) i skalę napięć (volt/działkę – V/Div).



Rys.4. Prostownik jednopółkowy.

Przebieg napięcia zaobserwowany na odbiorniku (za diodą) składa się tylko z co drugiej połówki napięcia zasilania. Aby go wyprostować stosuje się filtry. W najprostszej postaci filtrem jest jeden kondensator (Rys.5). Należy także dodać amperomierz i woltomierz. Dla porównania z poprzednim układem należy zaobserwować i przerysować (lub zapisać w pliku) przebieg napięcia za diodą. Dokładne wartości napięcia i prądu obciążenia wskazują mierniki. Wartości te powinno się odczytać dla multimetrów mierzących zarówno w trybie stało jak i zmiennoprądowym (napięciowym). Wartości DC odpowiadają średniemu napięciu i prądowi obciążenia, natomiast wartości AC wskazują skuteczne wartości tętnień tych wielkości.

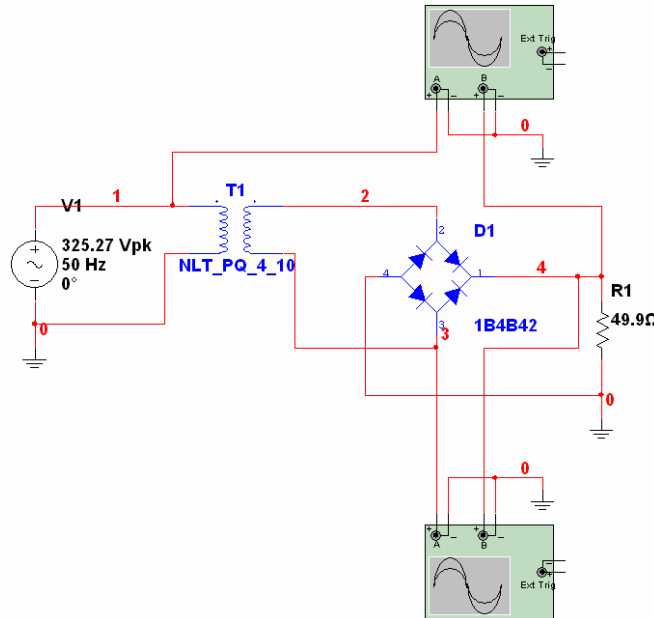


Rys.5. Prostownik jednopółkowy z filtrem.

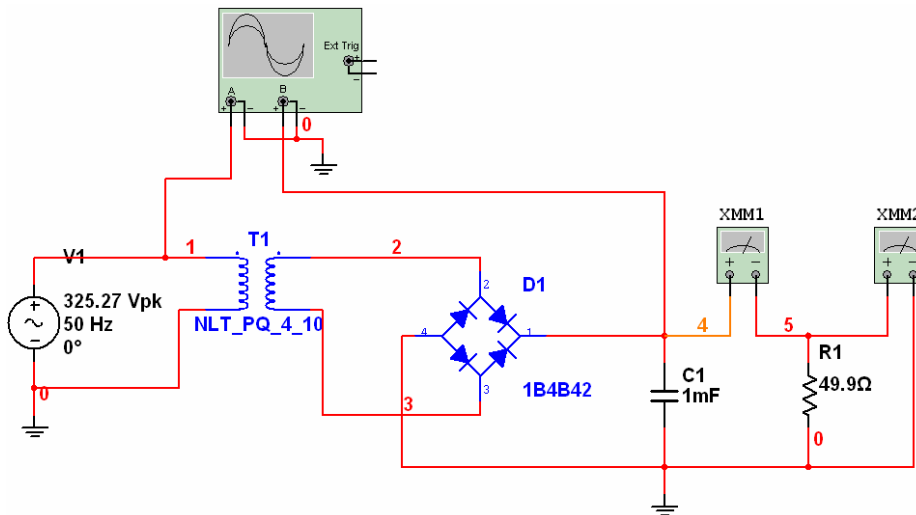
4.3. Prostownik dwupółkowy z mostkiem Graetza

Podobnie jak poprzednio należy najpierw zaobserwować i przerysować (lub zapisać w pliku) przebiegi napięć przed i po prostowaniu, zgodnie z Rys.6. Wykorzystywane elementy to: źródło napięcia sinusoidalnego o wartości skutecznej (RMS) 230 V, transformator NLT_PQ_4_10, mostek Graetza np. 1B4B48 (składający się z czterech odpowiednio połączonych diod) i rezystor

(o wartości takiej jak w poprzedniej części ćwiczenia) pracujący jako obciążenie prostownika. W celu dokładniejszego zaobserwowania wartości napięć można zmieniać w oscyloskopie podstawę czasu i skale napięć (volt/działkę – V/Div). Kolejnym krokiem jest porównanie tych przebiegów z wykresami otrzymanymi z układu z Rys.7. Należy także zanotować wartości AC (skuteczne) i DC odczytane z mierników.



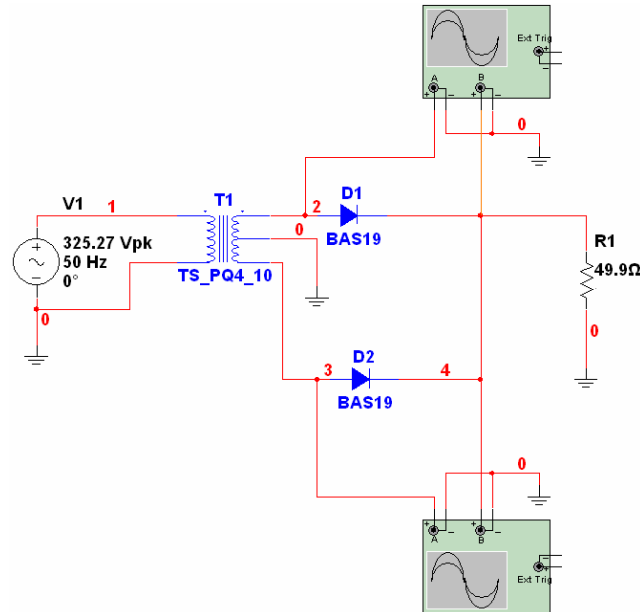
Rys.6. Prostownik z mostkiem Graetza.



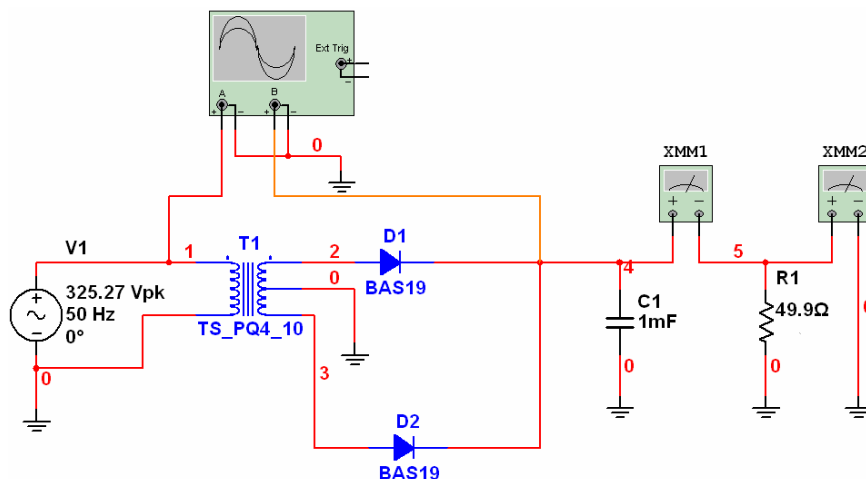
Rys.7. Prostownik z mostkiem Graetza z filtrem.

4.4. Prostownik dwupołówkowy z dzielonym uzwojeniem wtórnym

Tę część ćwiczenia należy wykonać analogicznie do dwóch poprzednich. Elementy znajdujące się na schematach (Rys.8 i 9) to: źródło napięcia sinusoidalnego o wartości skutecznej (RMS) 230 V, transformator z dzielonym uzwojeniem wtórnym TS_PQ4_10, 2 diody (np. BAS19), rezystor oraz kondensator i dwa multimetry mierzące prąd i napięcie (AC i DC).



Rys.8. Prostownik dwupółkowy.



Rys.9. Prostownik dwupółkowy z filtrem.

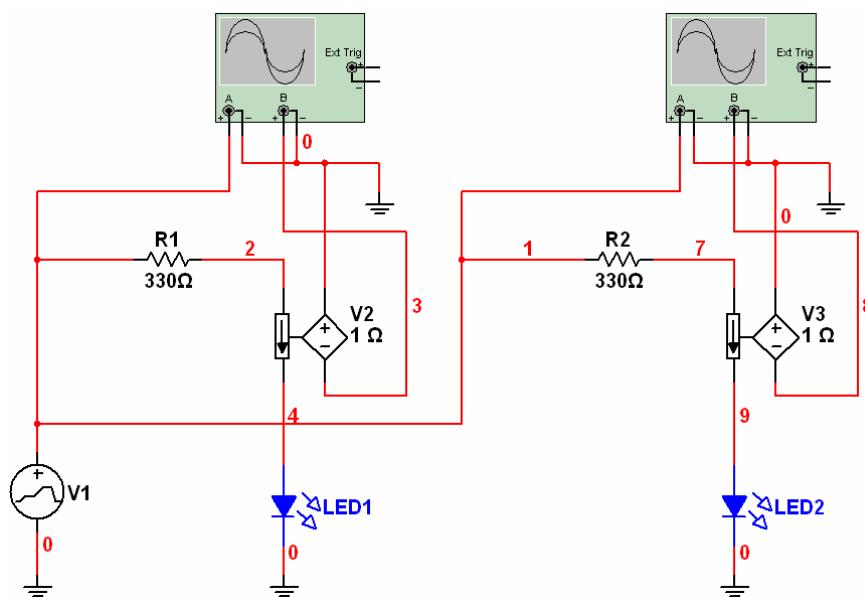
4.5. Diody świecące (LED)

Różnego rodzaju układy elektroniczne powinny przekazać człowiekowi pewną informację czy to o stanie samego urządzenia, czy wynik przetwarzania danych. Jednym ze sposobów wykonania tej czynności jest wykorzystanie diod świecących i wyświetlaczy siedmiosegmentowych. W tej części ćwiczenia zapoznamy się z metodą sterowania diodami świecącymi i porównamy charakterystyki różnych diod. Układ z Rys.10 służy do automatycznego badania i porównywania charakterystyk dwóch diod. Oczywiście układ ten można poszerzyć. Elementy wykorzystane w tym układzie to: badana dioda LED (różne kolory oraz dioda pracująca w podczerwieni), rezystor 330 Ω, oscyloskop, źródło napięcia sterowane prądem oraz źródło napięcia, którego wartość jest określana odcinkami liniowymi (PieceWise Linear voltage source – PWL) – sposób wstawienia tego elementu jest zobrazowany na Rys.11. Poprzez dwukrotne kliknięcie na tym elemencie otwiera się okno (Rys.12), w którym możemy wpisać dane – punkty (czas, napięcie), np.:

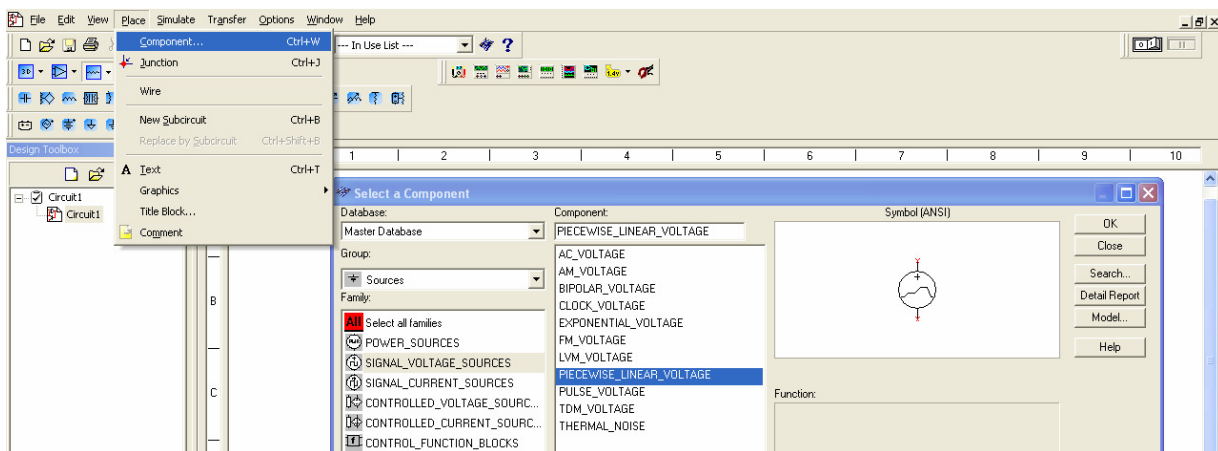
Tab.1. Przykładowe wartości punktów dla źródła PWL.

Czas [s]	Napięcie [V]
0	-1
0.01	5

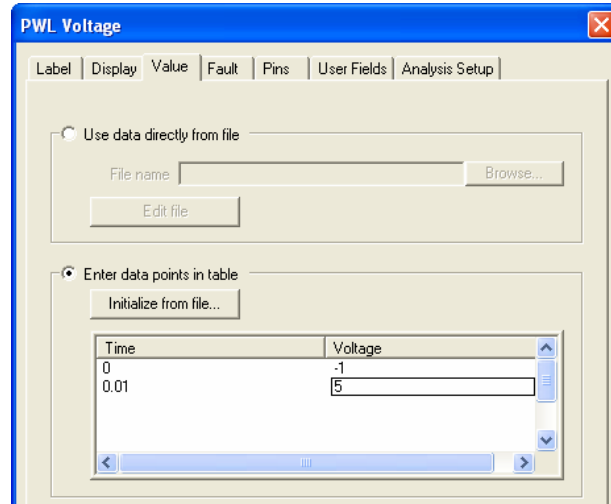
Źródło napięcia sterowane prądem pozwala na zamianę wartości prądu na napięcie, co umożliwi jego obserwację na oscyloskopie. W tym ćwiczeniu w menu podstawy czasu oscyloskopu należy wybrać opcje B/A – rysowanie wartości odczytanej z kanału B oscyloskopu w funkcji wartości z kanału A, czyli w naszym przypadku charakterystyki prądu diody od jej napięcia. Należy odczytać z oscyloskopu przybliżone wartości progowe napięć, dla których zaczynają świecić poszczególne diody LED i wartości te umieścić w sprawozdaniu.



Rys.10. Układ do badania diod LED.

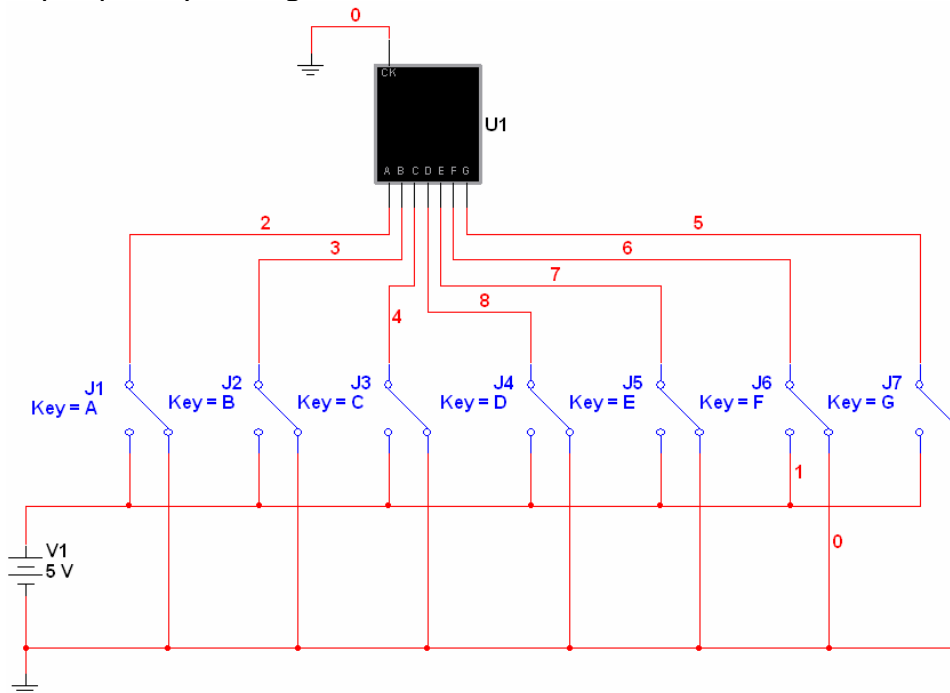


Rys.11. Sposób wstawienia źródła PWL.



Rys.12. Ustawienia źródła PWL.

Wyświetlacz siedmiosegmentowy to zespół diod ułożonych w sposób umożliwiający wyświetlanie cyfr od 0 do 9 i kilku liter. Rys.13 przedstawia układ sterowania takiego wyświetlacza wykonany na przełącznikach (aby na schemacie umieścić przełącznik należy z menu głównego wybrać opcję *Place* → *Component*). Na ekranie ukaze się okno wyboru elementów *Component Browser*. W polu *Family* wybieramy SWITCH, a następnie w polu *Component* znajdujemy element SPDT). Poszczególne segmenty wyświetlacza są nazwane literami A, B, ..., G i takie też klawisze można przyporządkować odpowiednim przełącznikom. Z tej części ćwiczenia w sprawozdaniu należy zobrazować sposób wyświetlania dowolnej cyfry lub litery. Można także umieścić rysunek wyświetlacza siedmiosegmentowego z poprawnie podpisanymi segmentami.



Rys.13. Schemat do badania wyświetlacza siedmiosegmentowego.

5. Opracowanie wyników

W sprawozdaniu z ćwiczenia należy:

- narysować schematy badanych układów,
- wykreślić zebraną charakterystykę prądowo-napięciową diody,
- umieścić zaobserwowane przebiegi oscyloskopowe napięć wejściowych i wyjściowych badanych prostowników,
- porównać działanie poszczególnych prostowników,
- wyciągnąć wnioski.

6. Literatura

- [1] U. Tietze, Ch. Schenk „Układy półprzewodnikowe”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996, Rozdział 3 „Diody” (s. 40-45), 18 „Układy zasilające” (s.562-568)
- [2] P. Horowitz, W. Hill „Sztuka elektroniki. Część 1.”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1995, Rozdziały 1.25-1.28 (s. 55-60)