

KATEDRA ELEKTRONIKI AGH

LABORATORIUM
ELEMENTY ELEKTRONICZNE

DIODY

REV. 2.1

1. CEL ĆWICZENIA

- pomiary charakterystyk stałoprądowych diod prostowniczych, świecących oraz stabilizacyjnych
- praktyczne zapoznanie się z własnościami ww. diod,
- wyznaczenie podstawowych parametrów złącz półprzewodnikowych.

2. WYKORZYSTYWANE MODELE I ELEMENTY

W trakcie ćwiczenia wykorzystane zostaną:

- płyta prototypowa NI ELVIS Prototyping Board (ELVIS) połączona z komputerem PC,
- wirtualne przyrządy pomiarowe:
 - Virtual Instruments (VI):
 - Digital Multimeter (DMM),
 - Variable Power Supply (VPS),
 - Two-Wire Voltage Analyzer (2-Wire),
- zestaw elementów przedstawionych w Tabeli 1.

Tabela 1. Wartości elementów do wykonania ćwiczenia

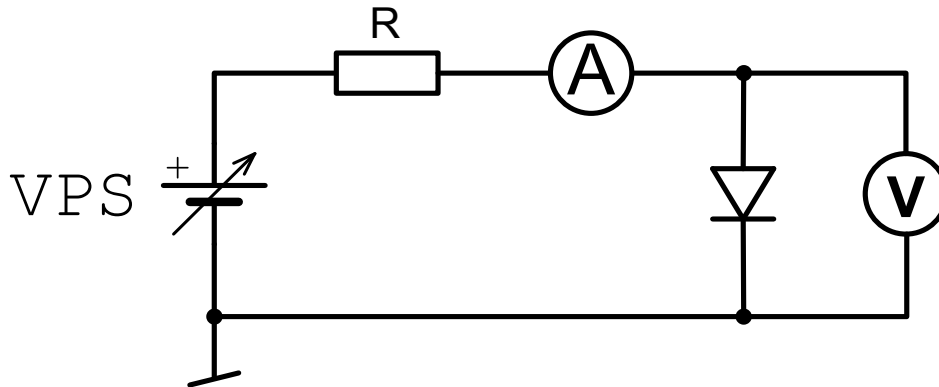
Rezystory	1 x 10Ω, 2 x 100Ω, 2 x 220Ω, 2 x 330Ω, 2 x 470Ω, 2 x 1kΩ
Kondensatory	1 x 1 μF
Diody	Prostownicze: 2 x 1N4001, 2 x 1N4448, 2 x 1N914, 2 x BAV21 Stabilizacyjne (Zenera): 2 x 3.3V, 2 x 5.1V, 2 x 9.1V LED: 2 x czerwona, 2 x zielona, 2 x biała, 2 x niebieska, 2 x żółta

3. PRZYGOTOWANIE KONSPEKTU

- 3.1. Narysuj idealną oraz rzeczywistą charakterystykę prądowo-napięciową diody prostowniczej. Charakterystykę rzeczywistą przedstaw zarówno w skali liniowej, jak i w skali półlogarytmicznej.
- 3.2. Na skali półlogarytmicznej zaznacz parametry charakterystyczne złącza oraz rezystancję szeregową, a następnie opisz je.
- 3.3. Na podstawie not katalogowych narysuj charakterystykę prądowo-napięciową diod Zenera ($V_z = 3,3\text{ V}$; $V_z = 5,1\text{ V}$; $V_z = 9,1\text{ V}$) pracujących zaporowo.
- 3.4. Określ spadek napięcia dla poszczególnych kolorów diod świecących oraz przypisz im odpowiednią długość fali.
- 3.5. Zdefiniuj rezystancję dynamiczną diody oraz opisz w jaki sposób można ją wyznaczyć.

4. PRZEBIEG ĆWICZENIA

- 4.1. Dla wybranej przez prowadzącego diody prostowniczej zmierz metodą punkt po punkcie charakterystykę prądowo-napięciową, z wykorzystaniem zasilacza i multimetrów, wzorując się na schemacie z Rys. 4.1.

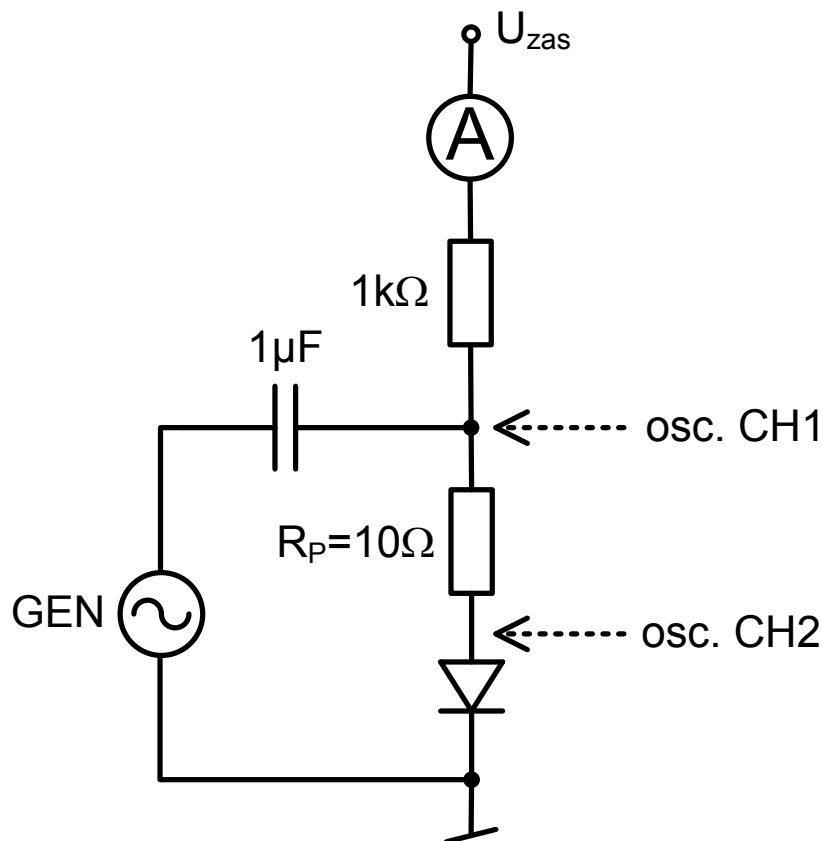


Rys. 4.1. Schemat do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej diody.

Do wykonania pomiarów można wykorzystać przyrządy ELVISa (VPS, DMM) lub przyrządy zewnętrzne (zasilacz Agilent oraz multimetry). Wartość rezystora: np. 100 Ω . Zaleca się wykonywanie pomiarów "wg prądu" tak zmieniając napięcie polaryzujące diodę, aby zmierzyć trzy wartości prądu na każdą dekadę począwszy od najmniejszej możliwej do zmierzenia wartości prądu (np. 0,1 μA do 10 mA).

- 4.2. Korzystając z Two-Wire Voltage Analyzer (2-Wire) wykonaj pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych tej samej diody, która była badana w punkcie poprzednim.
- podłącz badaną diodę (w kierunku przewodzenia) do wejść pomiarowych: anoda do DUT+, a katoda do DUT-,
 - ustaw zmiany napięcia od 0 do 1 V z krokiem 0,01V, ograniczenie prądowe 40 mA,
 - wyniki zapisz w pliku tekstowym za pomocą przycisku Log (ewentualnie zapisz rysunki – przycisk Print).
- 4.3. Korzystając z Two-Wire Voltage Analyzer (2-Wire) wykonaj pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych wszystkich wskazanych przez prowadzącego diod stabilizacyjnych (zaleca się aby zbadać co najmniej przy diody: małe napięcia – przebiecie Zenera; średnie – oba zjawiska; duże – efekt lawinowy).
- podłącz badaną diodę zaporowo do wejść pomiarowych: katoda do DUT+, a anoda do DUT-,
 - ustaw zmiany napięcia od 0 do 10 V z krokiem 0,05V, ograniczenie prądowe 40 mA (w przypadku diody na 9,1 V pomiary można rozpocząć od napięcia 8 V),
 - wyniki zapisz w pliku tekstowym za pomocą przycisku Log (ewentualnie zapisz rysunki – przycisk Print).
- 4.4. Korzystając z Two-Wire Voltage Analyzer (2-Wire) wykonaj pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych wszystkich wskazanych przez prowadzącego diod świecących.
- podłącz badaną diodę do wejść pomiarowych: anoda do DUT+, a katoda do DUT-,
 - ustaw zmiany napięcia od 0 do 5 V z krokiem 0,05V, ograniczenie prądowe 25 mA,

- wyniki zapisz w pliku tekstowym za pomocą przycisku `Log` (ewentualnie zapisz rysunki – przycisk `Print`).
- 4.5. Wyznacz rezystancję dynamiczną diody prostowniczej (tej samej, która była badana w p. 4.1) w układzie z rysunku 4.2. Rezystor R_p oraz dioda (jej rezystancja dynamiczna) tworzą dzielnik dla sygnału zmiennego dostarczonego z generatora.



Rys. 4.2. Schemat do pomiaru rezystancji dynamicznej diody

Należy wykonać pomiary amplitud napięć (lub wartości międzyszczytowych – łatwiej za pomocą osc.) napięć generatora oraz na diodzie dla kilku wartości prądów polaryzujących diodę (np. 1 mA, 2,5 mA, 5 mA, 15 mA, 20 mA, 25 mA lub inne). Jako źródło sygnału można zastosować generator zewnętrzny lub `FGEN`.

- zbuduj układ zgodnie z rysunkiem 4.2, podłącz sondy oscyloskopowe oraz generator, ale jeszcze go nie włączaj,
- włącz zasilanie U_{zas} (VPS lub zasilacza Agilent) i ustaw taką wartość napięcia, aby amperomierz wskazał wartość 1 mA,
- ustaw generator: częstotliwość 1 k Hz, amplituda 100 mV_{pp},
- wykonaj pomiary amplitud (najwygodniej: oscyloskop Tektronix z funkcją MEASURE) dla kilku wartości prądu polaryzującego diodę (mierzonego przez amperomierz), zapisz wyniki w tabeli (prąd, ampl. nap. gen., ampl. nap. na diodzie).

5. SPRAWOZDANIE

5.1. Na podstawie zebranych danych pomiarowych dla diod prostowniczych (pkt. 4.1 i 4.2) w sprawozdaniu należy:

- porównać i zebrać w jednej tabeli wyniki pomiarów ręcznych i za pomocą ELVISA,
- wykreślić charakterystyki prądowo-napięciowe: w skali liniowej oraz w skali półlogarytmicznej na podstawie wyników z powyższej tabeli,
- na tej drugiej ch-ce zidentyfikować i zaznaczyć charakterystyczne obszary pracy diody,
- wyznaczyć następujące parametry diody: wartość prądu nasycenia, wartość prądu generacyjno-rekombinacyjnego, rezystancję szeregową, współczynnik nieidealności złącza,
- wartości wyznaczonych parametrów porównać z danymi katalogowymi i skomentować otrzymane wyniki.

UWAGA: gdyby pojawiły się duże rozbieżności w wynikach pomiarów ręcznych i za pomocą ELVISA, należy uwzględnić rezystancję amperomierza, która dla większych prądów może fałszować pomiary napięcia na diodzie - układ z dokładnym pomiarem prądu jest przeznaczony do pomiaru małych prądów.

5.2. Na podstawie zebranych danych pomiarowych dla diod stabilizacyjnych (pkt. 4.3), w sprawozdaniu należy:

- wykreślić charakterystyki prądowo-napięciowe zbadanych diod na jednym wspólnym wykresie,
- na otrzymanych ch-kach graficznie wyznaczyć napięcia stabilizacyjne diod,
- obliczyć rezystancje dynamiczne dla kilku wybranych trzech wartości prądu (5mA, 10 mA, 20 mA, lub innych), wyniki zebrać w tabeli,
- otrzymane wyniki porównać z danymi w notach katalogowych,
- wyjaśnić różnice w kształcie charakterystyk dla poszczególnych diod oraz jakie zjawiska są za to odpowiedzialne? Która dioda ma najlepsze własności stabilizacyjne i dlaczego?

5.3. Na podstawie zebranych danych pomiarowych dla diod świecących (pkt. 4.4), w sprawozdaniu należy:

- wykreślić charakterystyki prądowo-napięciowe zbadanych diod na jednym wspólnym wykresie,
- z otrzymanych ch-k graficznie wyznaczyć napięcia na diodach dla kilku wartości prądów (np. 5mA, 10mA 20 mA) i zamieścić w tabeli,
- otrzymane wyniki porównaj z danymi katalogowymi.

5.4. Wylicz rezystancję dynamiczną diody prostowniczej korzystając z wyników pomiarów wykonanych w pkt. 4.5 oraz poprzednich.

- na podstawie wyników pomiarów dzielnika małosygnałowego (pkt. 4.5, rys 4.2) oblicz rezystancję dynamiczną diody dla różnych punktów pracy (prądów polaryzujących),
- na podstawie punktu pracy diody (prądu płynącego przez diodę) oblicz jej rezystancję dynamiczną,
- na podstawie ch-ki prądowo-napięciowej tej samej diody (pkt. 5.1 – skala liniowa) oblicz z definicji rezystancję dynamiczną,
- obliczenia zamieść w tabeli i porównaj, skomentuj otrzymane wyniki.

UWAGA

- Należy wykonać jedno sprawozdanie na zespół i oddać osobie prowadzącej zajęcia na następnych ćwiczeniach.
- Po uzgodnieniu z osobą prowadzącą zajęcia można sprawozdanie przesłać pocztą elektroniczną na jej adres wpisując w temacie listu: **EE_cw2_Nazwisko1_Nazwisko2**.

6. LITERATURA

[1] Wykład (I. Brzozowski, P. Dziurdzia)