

# Indywidualna Pracownia Elektroniczna

## Ćwiczenie 2 – diody półprzewodnikowe

2019/20

Opracował Piotr Fita, 2019

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z różnymi rodzajami diod półprzewodnikowych, takimi jak dioda prostownicza krzemowa, dioda detekcyjna germanowa, dioda świecąca, dioda Zenera, wyznaczenie ich napięcia przewodzenia, a także poznanie metody wykreślenia charakterystyk bezpośrednio na oscyloskopie w układzie wyświetlania XY.

### Podstawowe zasady:

1. Lutowane elementy trzymaj pęsetą, inaczej możesz się poparzyć.
2. Podczas budowy i modyfikacji układów zawsze odłącz ich zasilanie (zasilacz lub generator).
3. Ćwiczenie wykonuj w podanej kolejności lub zgodnie z poleceniami prowadzącego.
4. W opisie przebiegu ćwiczenia zawarte są pytania i polecenia wyjaśnienia obserwowanego efektu. Przeprowadź pomiary w taki sposób, by na nie odpowiedzieć, a krótkie odpowiedzi i wyjaśnienia zawrzyj w raporcie.

### Spis elementów:

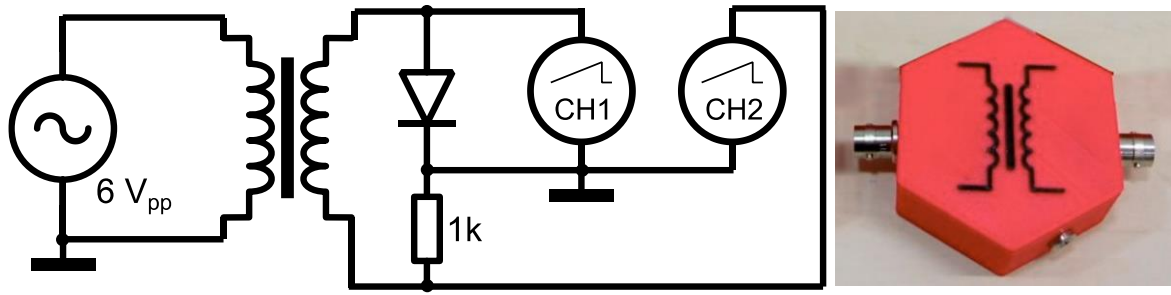
- Diody:
  - Germanowa, 1 szt.
  - Krzemowa prostownicza, 4 szt.
  - LED zielona, 1 szt.
  - LED czerwona, 1 szt.
  - Zenera (napięcie Zenera poniżej 3V), 1 szt.
- Kondensatory:
  - 100 nF, 4 szt.
  - 1  $\mu$ F, 1 szt..
- Rezystor 1k $\Omega$

### Przebieg ćwiczenia:

1. **Identyfikacja diod.** Za pomocą miernika uniwersalnego zmierz i zanotuj wartości napięcia przewodzenia diod z zestawu do ćwiczenia. Diody podłączamy do gniazda COM i  $\Omega$ V miernika, jak przy pomiarze oporności, najlepiej za pomocą zwykłych kabli z końcówkami bananowymi i założonymi chwytkami pomiarowymi. W przypadku miernika Brymen 805 tryb pomiaru napięcia przewodzenia wybiera się ustawiając główne pokrętko w pozycję taką samą jak do pomiarów oporu i naciskając 2 razy przycisk SELECT – w prawym górnym rogu wyświetlacza pojawi się symbol diody.

Napięcie przewodzenia standardowych diod germanowych i krzemowych zawiera się w przedziale 0,2 V – 0,9 V. Wyższe wartości wskazują na niesprawność diody lub inny typ diody (np. dioda świecąca). Wskazanie zero oznacza zwarcie wewnętrzne diody. Wskazanie „0L” oznacza brak przewodzenia lub inny typ diody o wyższym napięciu przewodzenia (np. dioda świecąca). Test diody w kierunku zaporowym jest pozytywny, jeżeli wyświetlacz pokaże „0L”. Każde inne wskazanie jest nieprawidłowe i oznacza, że dioda jest niesprawna.

2. **Charakterystyka prądowo-napięciowa diod.** Charakterystykę prądowo-napięciową możemy zarejestrować oscyloskopem pracującym w trybie XY, budując układ składający się z szeregowo połączonych diody i rezystora, zasilany z generatora napięcia przemiennego. Jeśli kanał X oscyloskopu będzie mierzył napięcie na diodzie, a kanał Y na rezystorze, to oscyloskop wykreśli charakterystykę diody (przy czym kanał Y będzie pokazywał prąd płynący przez diodę przeskalowany przez wartość oporu użytego rezystora). Ze względu na to, że oba kanały oscyloskopu mają wspólną masę połączoną (przez uziemienie) z masą generatora, nie jest jednak możliwe bezpośrednie zmierzenie napięcia na samej diodzie. Problem ten można rozwiązać poprzez użycie dodatkowego elementu, transformatora separującego, włączonego pomiędzy generatorem a układem, w którym badana jest dioda, tak jak na rysunku poniżej.



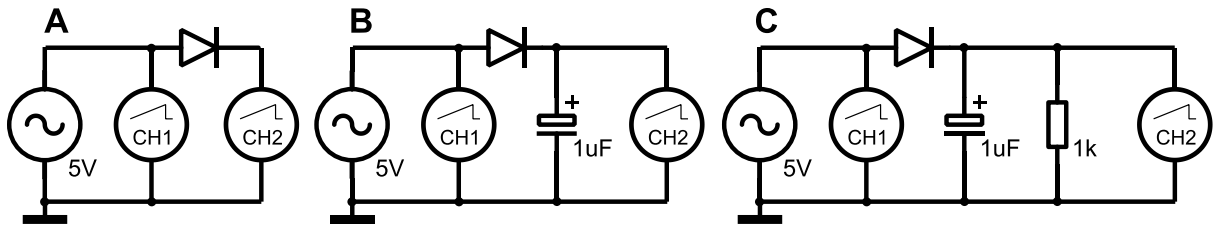
W układzie tym kanał 1 rejestruje bezpośrednio napięcie na diodzie, a kanał 2 spadek napięcia na rezystorze, pomnożony przez -1 (ze względu na wspólną masę kanałów, kanał 2 trzeba włączyć do obwodu „na odwrót”). Z tym można sobie łatwo poradzić, wybierając w menu kanału 2 opcję „Invert”. W obu kanałach oscyloskopu należy ustawić sprzężenie stałoprądowe (DC)

Zbuduj układ z powyższego rysunku w taki sposób, aby dioda była podłączona przez zaciski sprężynowe, dzięki czemu będzie można zbadać charakterystyki różnych diod bez użycia lutownicy. Skonfiguruj generator tak, by generował przebieg sinusoidalny o częstotliwości 300 Hz (uwaga, transformator separujący działa w zakresie częstotliwości od 200 Hz do 4 kHz) i napięciu zmieniającym się od -3 do +3 V ( $V_{pp} = 6V$ ). Wyświetl i naszkicuj lub zapisz korzystając z możliwości zapisu danych na nośnik USB charakterystyki diod:

- krzemowej prostowniczej,
- Zenera,
- świecącej zielonej,
- świecącej czerwonej,

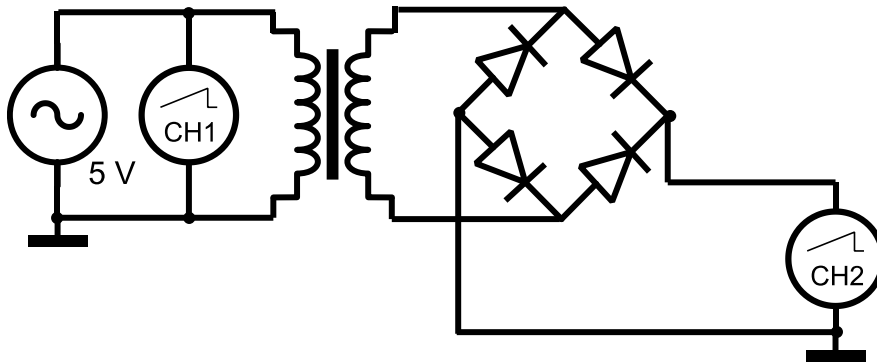
Oszacuj ich napięcia przewodzenia, a dla diody Zenera również napięcie przebicia.

3. **Prostownik jednopółkowy.** Jeśli w trakcie ćwiczenia 1 nie zdążyłeś zbadać prostownika jednopółkowego, zrób to teraz, w przeciwnym razie przejdź do następnego zadania:
- Zmontuj układ z diodą ze schematu A poniżej. Jeśli oscyloskop ma możliwość wyboru impedancji wejściowej, wybierz  $1M\Omega$ . Na wejście układu podaj z generatora sygnał sinusoidalny o częstotliwości 300 Hz i amplitudzie 5V. Naszkicuj przebieg sygnału wyjściowego, wyjaśnij obserwowany kształt.
  - Dolutuj równolegle do wyjścia kondensator  $1\mu F$  (schemat B). Jak zmienił się przebieg wyjściowy? Wyjaśnij zmianę.
  - Dolutuj rezystor  $1k\Omega$  równolegle do kondensatora (schemat C). Jak teraz wygląda przebieg wyjściowy? Naszkicuj go i wyjaśnij zmianę.
  - Zwiększaj stopniowo częstotliwość przebiegu wejściowego do ok. 10kHz. Jak zmienia się przebieg wyjściowy? Dlaczego?



#### 4. Prostownik dwupołówkowy.

- Zbuduj układ z rysunku poniżej. Ze względu na połączenie mas oscyloskopu i generatora znów konieczne jest użycie transformatora separującego. Na wejście układu podaj sygnał sinusoidalny o częstotliwości 300 Hz i amplitudzie 5V. Naszkicuj przebieg sygnału wyjściowego.
- Dolutuj równolegle do wyjścia układu kondensator  $1\mu\text{F}$  i rezystor  $1\text{k}\Omega$ , analogicznie jak na schemacie C z punktu 3. Jak teraz wygląda przebieg wyjściowy? Co uzyskaliśmy, w stosunku do prostownika jednopółkowego, za cenę komplikacji układu?



- Powielacz napięcia:** Wykorzystując kondensatory o pojemności  $100\text{ nF}$  i 4 diody prostownicze zbuduj układ z rysunku poniżej. Na wejście układu podaj z generatora sygnał sinusoidalny o amplitudzie  $10\text{ V}$  i częstotliwości  $10\text{ kHz}$ . Zbadaj przebieg napięcia w punkcie X. Jak ma się wartość tego napięcia do amplitudy napięcia na wyjściu generatora? Wyjaśnij działanie tego układu.

