

Laboratorium z fizyki

**Ćw. nr. 28 Zdejmowanie
charakterystyk tranzystora.**

Wymagania do ćwiczenia:

1) Rodzaje półprzewodników i ich własności.

Półprzewodniki to głównie substancje krystaliczne lub wytwarzane w postaci monokryształu, polikryształu, bądź proszku i pełniące rolę przewodników elektronowych. Najpopularniejsze półprzewodniki są produkowane z krzemu, germanu, podtlenku miedzi, arsenku galu, azotku galu, antymonku indu oraz telurku kadmu. Wszystkie te substancje przewodzą elektryczność słabiej od metalu, stąd ich "połowiczna" nazwa - półprzewodników. Ich opór właściwy mieści się w zakresie $100 - 10^{11} \Omega \cdot m$. I w przeciwieństwie do metali, rośnie on wraz ze spadkiem temperatury. Do tego stopnia, że przy oziębieniu ich do temperatury zera absolutnego ($0K = -273C$) tracą właściwość przewodzenia i stają się izolatorami. (Dla metali w tej temperaturze występuje zjawisko nadprzewodnictwa). Półprzewodniki podzielić można dwojako. Jeden z podziałów, uwzględniający budowę wewnętrzną i skład, klasyfikuje materiały półprzewodnikowe jako samoistne (pierwiastek lub związek, np. krzem Si, german G) i domieszkowe. Domieszkowanie polega na wprowadzeniu w sieć krystaliczną czystego półprzewodnika atomów pierwiastka pięciowartościowego (arsen As, fosfor P.) wówczas taki atom domieszkowy wykorzysta cztery wiązania walencyjne atomów sąsiadujących, pozostawiając jeden tylko wolny elektron, który następnie może odłączyć się od atomu i stać się elektronem swobodnym, przewodzącym elektryczność.

2) Model pasmowy półprzewodników.

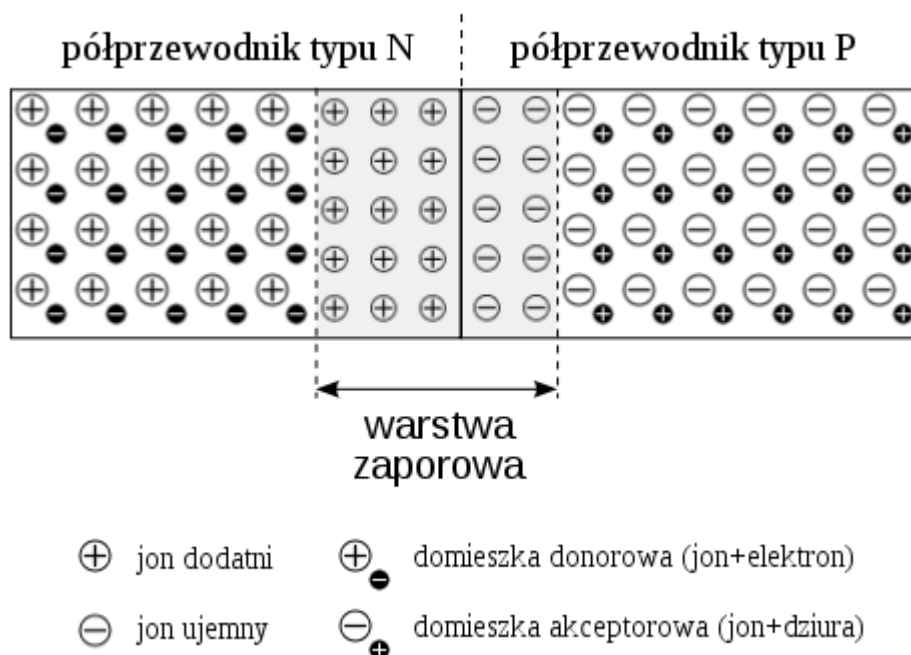
W modelu pasmowym półprzewodnika istnieją pasma wzbronione między pasmem całkowicie zapełnionym a pasmem całkowicie pustym. W pasmie obsadzonym ruchu każdego elektronu odpowiada ruch w przeciwnym kierunku co blokuje wypadkowy ruch ładunku elektrycznego. W niemetalicznym ciele stałym ruch elektronu może nastąpić wskutek wzbudzenia do pasma wyższego. Przewodnictwo rośnie w ciele stałym niemetalicznym w miarę wzrostu temperatury (zgodnie z równaniem Arrheniusa). Przykładami takich substancji są związki jonowe i kowalencyjne. Ciało stałe z wąskim pasmem wzbronionym nazywamy półprzewodnikiem.

Pasma w niemetalicznym ciele stałym



3) Zasada działania złącza p-n.

Złącze p-n nazywane jest złącze dwóch półprzewodników niesamoistnych o różnych typach przewodnictwa: p i n. W obszarze typu n (negative) nośnikami większościowymi są elektrony (ujemne). Atomy domieszek (donory) pozostają unieruchomione w sieci krystalicznej. Analogicznie w obszarze typu p (positive) nośnikami większościowymi są dziury o ładunku elektrycznym dodatnim. Atomy domieszek są tu akceptorami. W półprzewodnikach obu typów występują także nośniki mniejszościowe przeciwnego znaku niż większościowe; koncentracja nośników mniejszościowych jest dużo mniejsza niż większościowych. Obszar o mniejszej koncentracji domieszek znajdujący się pomiędzy kontaktem złącza a warstwą zubożoną nazywany jest bazą.



4) Zasada działania tranzystora bipolarnego.

W stanie aktywnym złącze emiter-baza jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a złącze baza-kolektor – w kierunku zaporowym. Napięcie baza-emiter powoduje przepływ (wstrzykiwanie) nośników większościowych emitera przez to złącze do bazy – (elektrony w tranzystorach npn lub dziury w tranzystorach pnp). Nośników przechodzących w przeciwną stronę, od bazy do emitera jest niewiele, ze względu na słabe domieszkowanie bazy. Nośniki wstrzyknięte z emitera do obszaru bazy dyfundują do obszarów mniejszej ich koncentracji w kierunku kolektora. Trafiają do obszaru złącza baza-kolektor, a tu na skutek pola elektrycznego w obszarze zubożonym są przyciągane do kolektora. W rezultacie, po przyłożeniu do złącza baza – emiter napięcia w kierunku przewodzenia, popłynie niewielki prąd między bazą a emiterym, umożliwiając przepływ dużego prądu między kolektorem a emiterym. Stosunek prądu kolektora do prądu bazy nazywany jest wzmocnieniem prądowym

tranzystora i oznacza się grecką literą β . Za sygnał sterujący prądem kolektora można uważać zarówno prąd bazy, jak i napięcie baza-emiter. Zależność między tymi dwiema wielkościami opisuje charakterystyka wejściowa tranzystora, będąca w zasadzie eksponencjalną charakterystyką złącza pn spolaryzowanego w kierunku przewodzenia. Prąd bazy składa się z dwóch głównych składników: prądu rekombinacji i prądu wstrzykiwania. Prąd rekombinacji to prąd powstały z rekombinacji w bazie nośników wstrzykniętych z emitera do bazy z nośnikami komplementarnymi. Jest tym mniejszy im cieńsza i słabiej domieszkowana jest baza. Prąd wstrzykiwania jest to prąd złożony z nośników wstrzykniętych z bazy do emitera, jego wartość zależy od stosunku koncentracji domieszek w obszarze bazy i emitera.

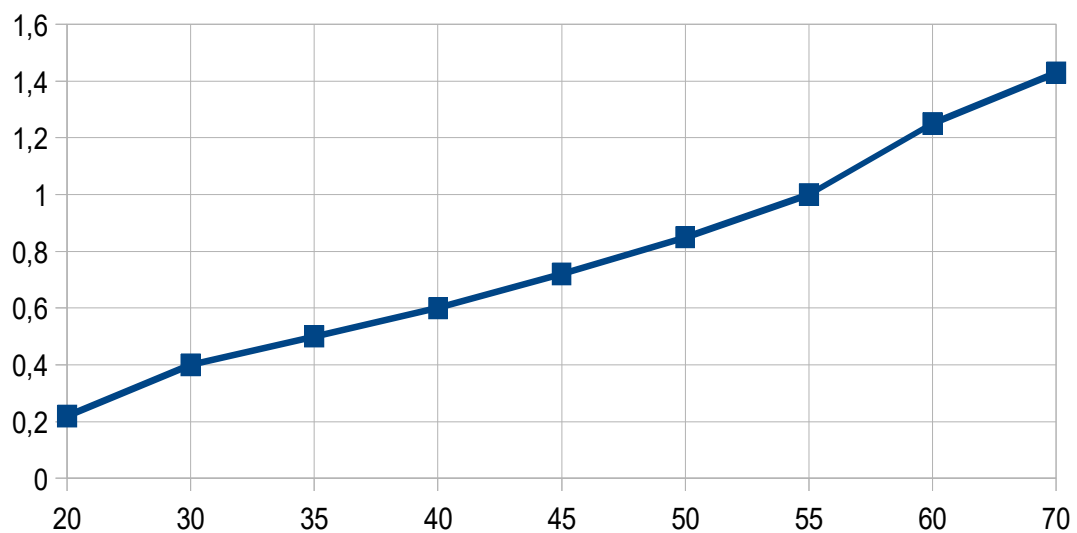
Tabela:

Uce=5V		Uce=10V		Uce=15V	
Ib	Ic	Ib	Ic	Ib	Ic
[uA]	[mA]	[uA]	[mA]	[uA]	[mA]
10	0,1	10	0,1	10	0,1
20	0,22	20	0,22	20	0,25
30	0,4	30	0,4	30	0,45
35	0,5	35	0,5	35	0,65
40	0,6	40	0,65	40	0,7
45	0,72	45	0,78	45	0,8
50	0,85	50	0,9	50	0,93
55	1	55	1,05	55	1,1
60	1,25	60	1,2	60	1,25
70	1,43	70	1,5	70	1,58

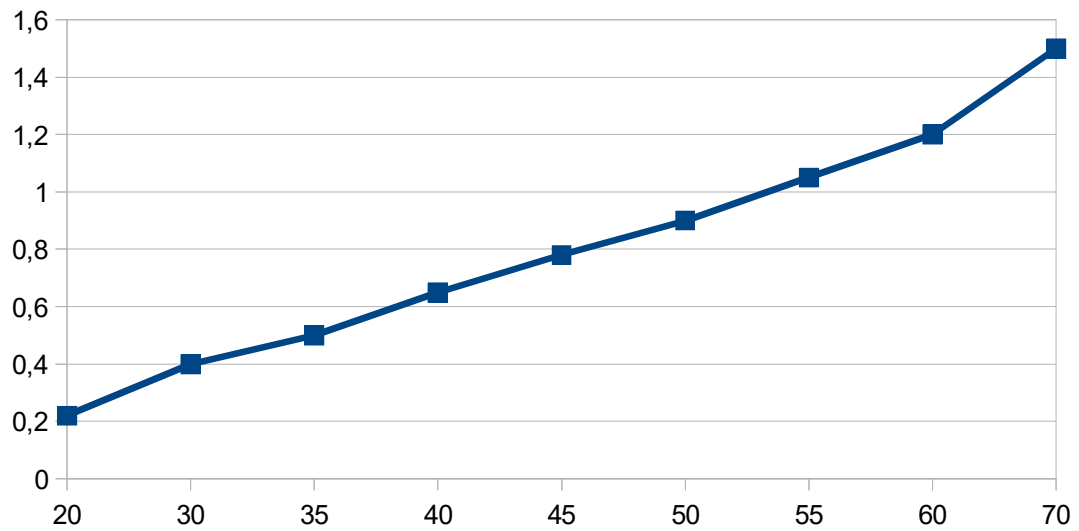
I _b =100uA		I _b =200uA		I _b =300uA	
U _{ce}	I _c	U _{ce}	I _c	U _{ce}	I _c
[V]	[mA]	[V]	[mA]	[V]	[mA]
0,1	0,64	0,1	0,9	0,9	0,1
0,2	1,41	0,2	1,95	1,95	0,15
0,3	2,02	0,5	2,95	2,55	0,31
1	2,43	0,35	3,05	3,05	0,42
2	2,47	0,4	4,05	4,05	0,5
3	2,5	0,45	4,5	4,5	0,6
3,5	2,51	0,5	4,9	5,5	1
4	2,52	1	6,5	6,5	2
4,5	2,55	2	6,9	6,7	3
5	2,64	3	7	7	4

Wykresy:

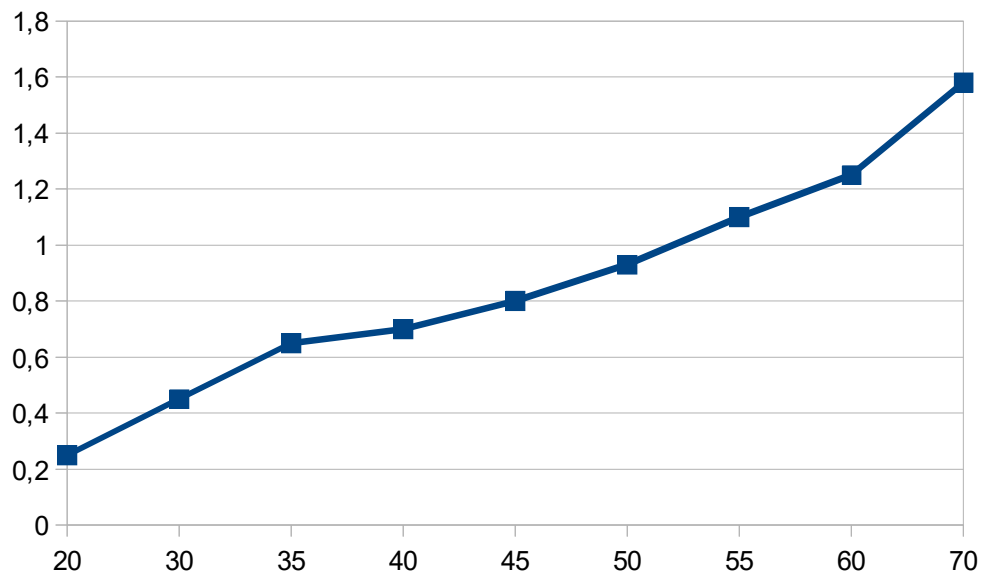
U_{ce}=5V



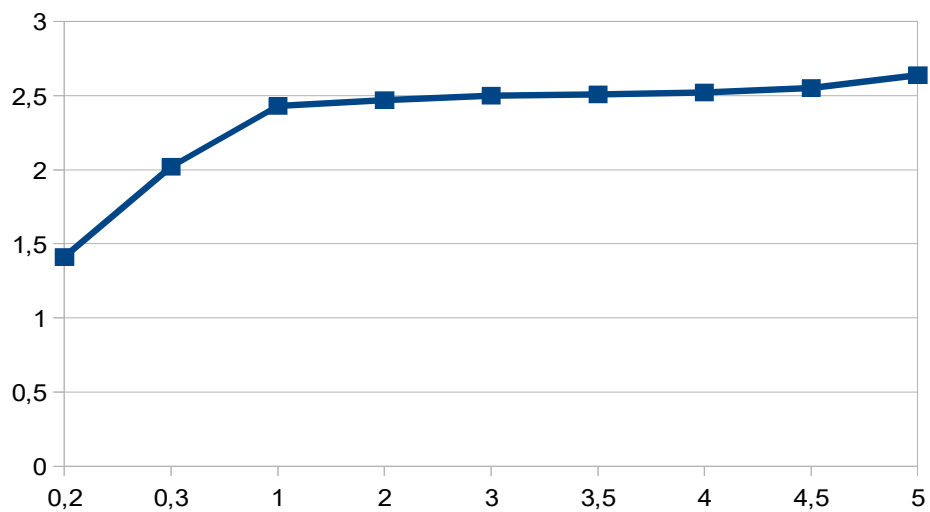
$U_{ce}=10V$



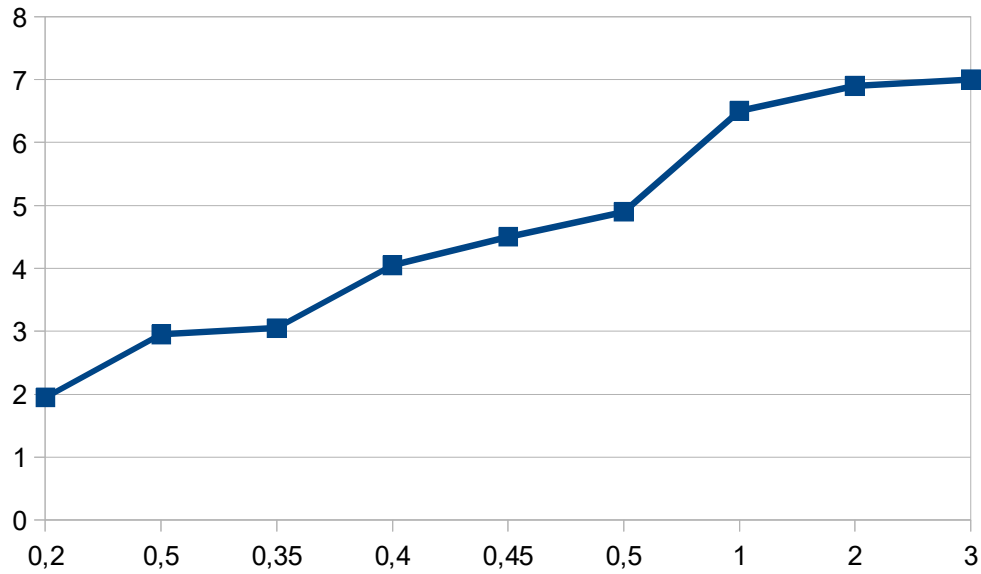
$U_{ce}=15V$



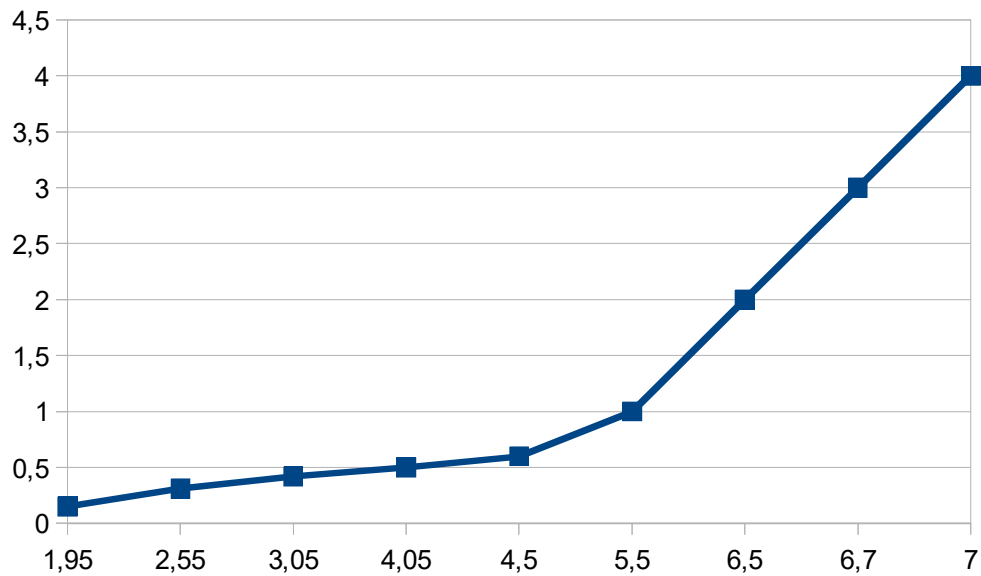
$I_b=100\mu A$



$I_b = 200 \mu A$



$I_b = 300 \mu A$



Wnioski:

W tym ćwiczeniu badaliśmy jak zachowuje się tranzystor. Po wszystkich pomiarach stworzyłem charakterystyki jak się zachowują. Każdy pomiar jest obciążony błędem spowodowanym niedokładnością urządzeń pomiarowych.