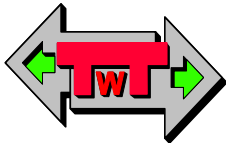
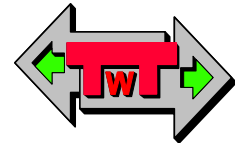


ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE



WYDZIAŁ TRANSPORTU
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



LABORATORIUM ELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 7

TRANZYSTOR UNIPOLARNY

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

A. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest:

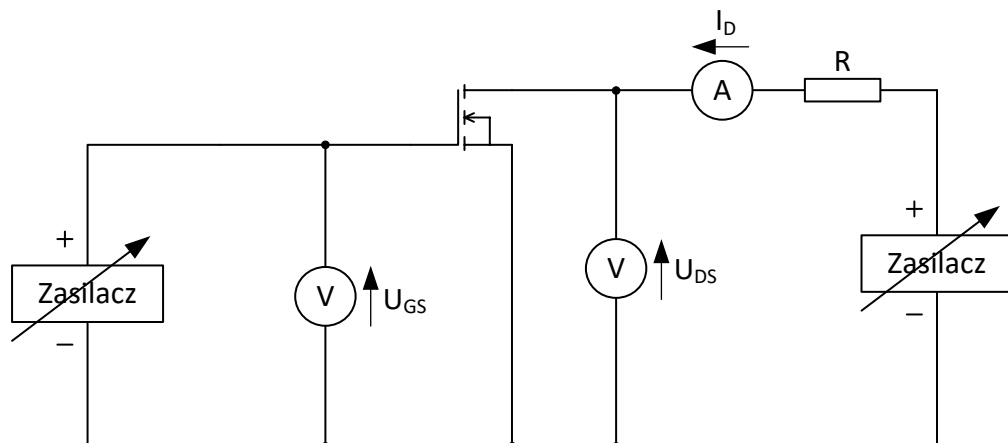
- poznanie właściwości tranzystorów unipolarnych i ich parametrów,
- wyznaczenie charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego:
 - wyjściowych - $I_D = f(U_{DS})$ przy $U_{GS} = \text{const.}$ oraz
 - przejściowych - $I_D = f(U_{GS})$ przy $U_{DS} = \text{const.}$

B. Program ćwiczenia

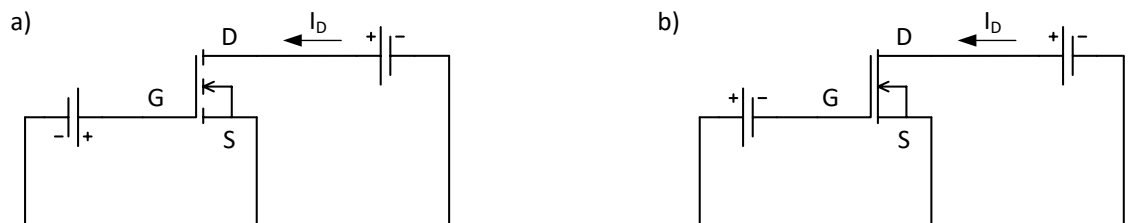
- Wykreślenie rodziny charakterystyk wyjściowych tranzystora unipolarnego,
- Wykreślenie rodziny charakterystyk przejściowych tranzystora unipolarnego.

C. Część pomiarowa rzeczywista

W celu zdjęcia charakterystyk tranzystora skorzystaj z układu przedstawionego na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat układu do pomiaru charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego



Rys. 2. Schematy zasilania tranzystorów unipolarnych z izolowaną bramką:

- normalnie wyłączony, kanał typu „n”,
- normalnie włączony, kanał typu „n”.

a) Wykreślenie rodziny charakterystyk wyjściowych tranzystora unipolarnego

Zdejmij charakterystykę wyjściową tranzystora IRF740: $I_D = f(U_{DS})$ przy stałym napięciu $U_{GS} = 3,8V, 4V, 4,3V$ oraz $5V$. Uzyskane wyniki pomiarów zanotuj w tabelach 1÷4.

U _{GS} = 3,8 [V]										
I _D [mA] (int)	0	3	5	10	30	50	60	65	70	75
I _D [mA]										
U _{DS} [V]										

Tab. 1. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 3,8 V = \text{const}$.

U _{GS} = 4 [V]											
I _D [mA] (int)	0	40	80	100	150	200	250	280	300	350	400
I _D [mA]											
U _{DS} [V]											

Tab. 2. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 4 V = \text{const}$.

U _{GS} = 4,3 [V]											
I _D [mA] (int)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
I _D [mA]											
U _{DS} [V]											

Tab. 3. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 4,3 V = \text{const}$.

U _{GS} = 5 [V]												
I _D [mA] (int)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
I _D [mA]												
U _{DS} [V]												

Tab. 4. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 5 V = \text{const}$.

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl charakterystykę wyjściową badanego tranzystora $I_D = f(U_{DS})$ przy $U_{GS} = \text{const}$.

b) Wykreślenie rodziny charakterystyk przejściowych tranzystora unipolarnego

Zdejmij charakterystykę przejściową tranzystora IRF740: $I_D = f(U_{GS})$ przy stałym napięciu $U_{DS} = 2V$ oraz $5V$. Uzyskane wyniki pomiarów zanotuj w tabelach 5 i 6.

$U_{DS} = 2 [V]$									
$U_{GS} [V]$ (int)	0	1	2	3	3,5	3,8	4	4,2	4,5
$U_{GS} [V]$									
$I_D [mA]$									

Tab. 5. Charakterystyka przejściowa tranzystora przy $U_{DS} = 2 V = \text{const.}$

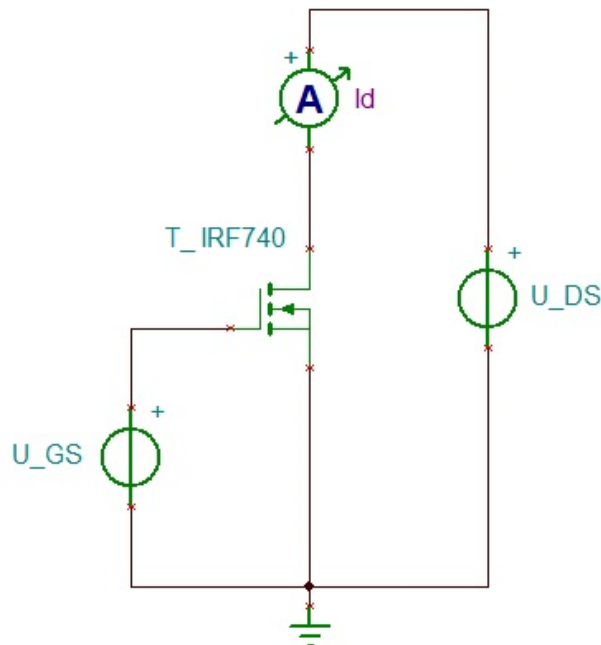
$U_{DS} = 5 [V]$									
$U_{GS} [V]$ (int)	0	1	2	3	3,5	3,8	4	4,2	4,5
$U_{GS} [V]$									
$I_D [mA]$									

Tab. 6. Charakterystyka przejściowa tranzystora przy $U_{DS} = 5 V = \text{const.}$

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl charakterystykę przejściową badanego tranzystora $I_D = f(U_{GS})$ przy $U_{DS} = \text{const.}$

C. Część pomiarowa wirtualna

W celu zdjęcia charakterystyk tranzystora skorzystaj z układu przedstawionego na rysunku 3.

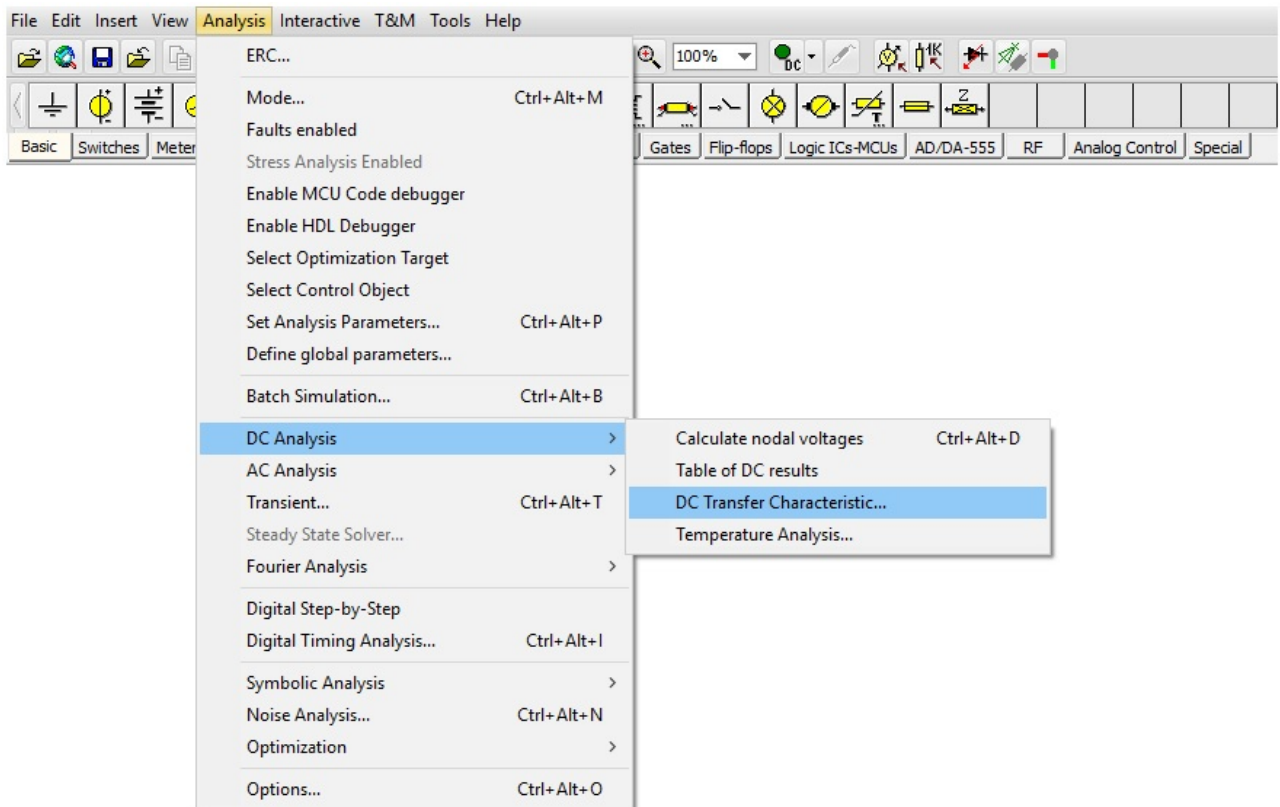


Rys. 3. Schemat układu do zdejmowania charakterystyk statycznych tranzystora unipolarnego w programie Tina

a) Wykreślenie rodziny charakterystyk wyjściowych tranzystora unipolarnego

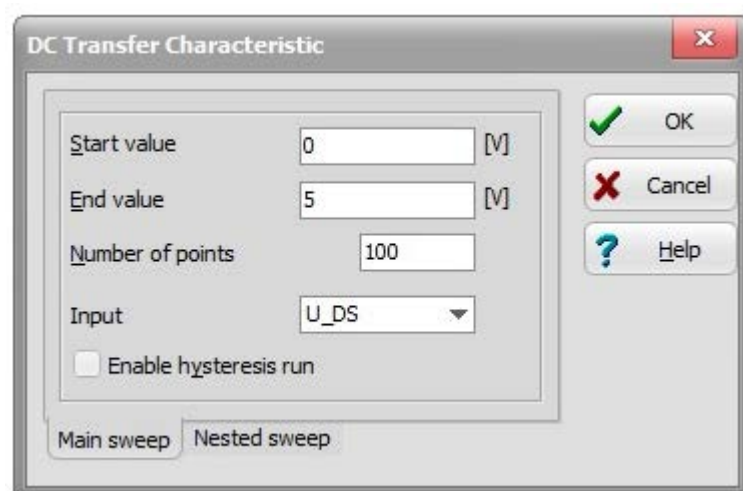
Zdejmij charakterystykę wyjściową tranzystora IRF740: $I_D = f(U_{DS})$ przy stałym napięciu $U_{GS} = 3,8V, 4V, 4,3V$ oraz $5V$.

Aby tego dokonać, wartości napięcia U_{GS} ustawiaj na kolejne zadane wartości i dla każdej z nich przeprowadź analizę typu DC Transfer Characteristic, wybierając wspomniany typ analizy z zakładki Analysis (patrz rysunek 4),



Rys. 4. Wybór rodzaju analizy – DC Transfer Characteristic

zaś wymagane dla niej parametry zgodnie z danymi z tabel 7÷10 (np. tak jak na rysunku 5).



Rys. 5. Przykładowe parametry analizy DC Transfer Characteristic – charakterystyka wyjściowa

Uzyskane wyniki pomiarów zanotuj w tabelach 7÷10.

$U_{GS} = 3,8 [V]$												
U_{DS}	[V]	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1	2	3	5
I_D	[mA]											

Tab. 7. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 3,8 V = const.$ - symulacja

$U_{GS} = 4 [V]$												
U_{DS}	[V]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1	3	5
I_D	[mA]											

Tab. 8. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 4 V = const.$ - symulacja

$U_{GS} = 4,3 [V]$												
U_{DS}	[V]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	3	5
I_D	[mA]											

Tab. 9. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 4,3 V = const.$ - symulacja

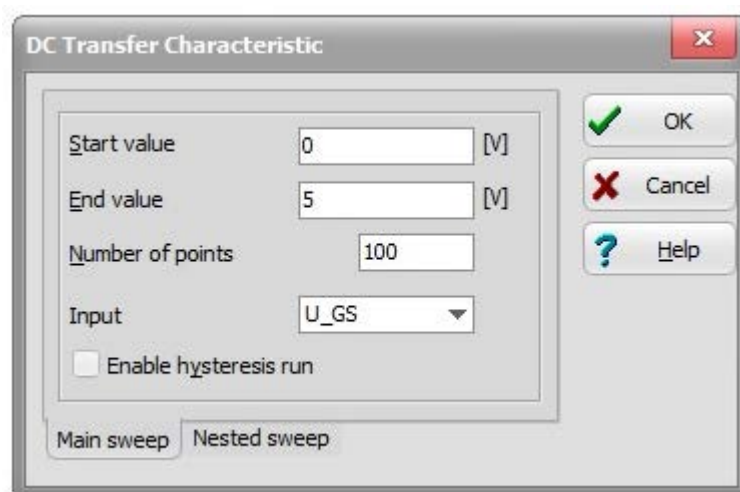
$U_{GS} = 5 [V]$												
U_{DS}	[V]	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
I_D	[mA]											

Tab. 10. Charakterystyka wyjściowa tranzystora przy $U_{GS} = 5 V = const.$ - symulacja

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl charakterystykę wyjściową badanego tranzystora $I_D = f(U_{DS})$ przy $U_{GS} = const.$ Porównaj uzyskane przebiegi z przebiegami z pomiarów rzeczywistych.

b) Wykreślenie rodziny charakterystyk przejściowych tranzystora unipolarnego

Zdejmij charakterystykę przejściową tranzystora IRF740: $I_D = f(U_{GS})$ przy stałym napięciu $U_{DS} = 2V$ oraz $5V$. Pamiętaj zmodyfikować parametry zgodnie z danymi z tabel 11÷12 (np. tak jak na rysunku 6).



Rys. 6. Przykładowe parametry analizy DC Transfer Characteristic – charakterystyka przejściowa

Uzyskane wyniki pomiarów zanotuj w tabelach 11 i 12.

												U _{DS} = 2 [V]	
U _{GS}	[V]	0	1	2	3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	5	
I _D	[mA]												

Tab. 11. Charakterystyka przejściowa tranzystora przy U_{DS} = 2 V = const. - symulacja

												U _{DS} = 5 [V]	
U _{GS}	[V]	0	1	2	3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	5	
I _D	[mA]												

Tab. 12. Charakterystyka przejściowa tranzystora przy U_{DS} = 5 V = const. - symulacja

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl charakterystykę przejściową badanego tranzystora I_D = f(U_{GS}) przy U_{DS} = const. Porównaj uzyskane przebiegi z przebiegami z pomiarów rzeczywistych.

D. Wyposażenie

Elementy układu:

Rezystor R = 50 Ωszt. 1
 Tranzystor unipolarny IRF740szt. 1

Sprzęt pomiarowy:

Cyfrowy miernik uniwersalnyszt. 3

Źródło zasilania:

Zasilacz podwójnyszt. 1

Akcesoria:

Płyta montażowaszt. 1
 Komplet przewodówszt. 1

Komputer z oprogramowaniem do symulacji TINAszt. 1

E. Zagadnienia do opracowania

1. Symbole graficzne tranzystorów unipolarnych.
2. Zasada działania tranzystorów unipolarnych złączowych i z izolowaną bramką.
3. Schematy zasilania tranzystorów unipolarnych.
4. Charakterystyki tranzystorów polowych.

F. Literatura

1. Dobrowolski A., Jachna Z., Majda E., Wierzbowski M.: „Elektronika - ależ to bardzo proste!”. Wydawnictwo BTC, 2013.
2. Horowitz P., Hill W.: „Sztuka elektroniki. Tom I i II”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013.
3. Kaźmierkowski M., Matysik J.: „Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Podstawy elektroniki. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-991-0, 155 s.
5. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Elektronika. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-992-7, 181 s.
6. Tietze U., Schenk C: „Układy półprzewodnikowe”. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2009.
7. Wawrzyński W.: „Podstawy współczesnej elektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.