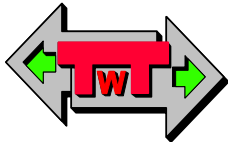
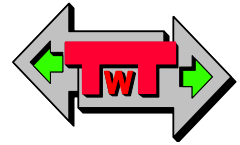


ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU  
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE



WYDZIAŁ TRANSPORTU  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 4

## TYRYSTOR I TRIAK

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

## A. Cel ćwiczenia

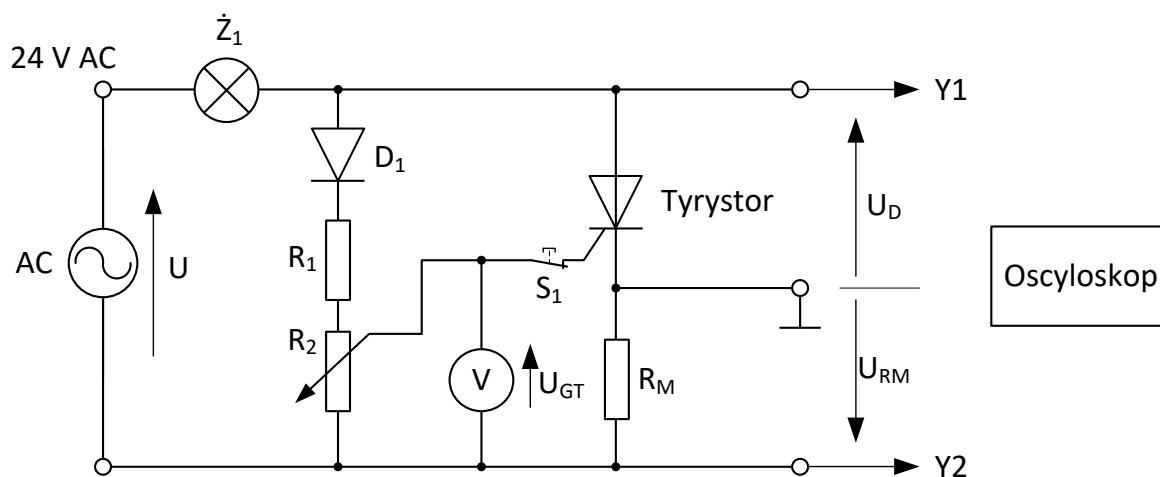
Celem ćwiczenia jest:

- zapoznanie się z właściwościami tyrystora, jego charakterystykami i parametrami,
- zapoznanie się z właściwościami triaka, jego charakterystykami i parametrami,
- praktyczne zastosowanie tyrystora i triaka.

## B. Część pomiarowa rzeczywista

### 1) Zdejmowanie charakterystyki tyrystora

W celu zdjęcia wymaganych charakterystyk tyrystora skorzystaj z układu, przedstawionego na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat układu do zdejmowania charakterystyk tyrystora

Ustaw oscyloskop według zaleceń Prowadzącego. Zdejmij następujące charakterystyki tyrystora:

- napięcia na tyrystorze w funkcji kąta  $\theta$ :  $U_D = f(\theta)$ ,
- napięcia na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\theta$ :  $U_{RM} = f(\theta)$  oraz
- mocy wydzielanej na tyrystorze w funkcji kąta  $\theta$ :  $P_D = f(\theta)$ ,
- mocy wydzielanej na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\theta$ :  $P_{RM} = f(\theta)$ ,

przeprowadzając pomiary dla wartości kąta  $\theta$  co  $12^\circ$  wg tabeli 1.

Regulacji kąta dokonuj przy pomocy potencjometru  $R_2$ , a uzyskane wyniki pomiarowe zanotuj w tabeli 1.

$\theta$	$96^\circ$	$84^\circ$	$72^\circ$	$60^\circ$	$48^\circ$	$36^\circ$	$24^\circ$	$12^\circ$	$0^\circ$
$U_D$ [V] skut.									
$U_{RM}$ [V]									
$I_{RM}$ [A]									
$P_D$ [W]									
$P_{RM}$ [W]									

Tab. 1. Tabela pomiarowa dla tyrystora

Narysuj oscylogram przełączania tyrystora dla:

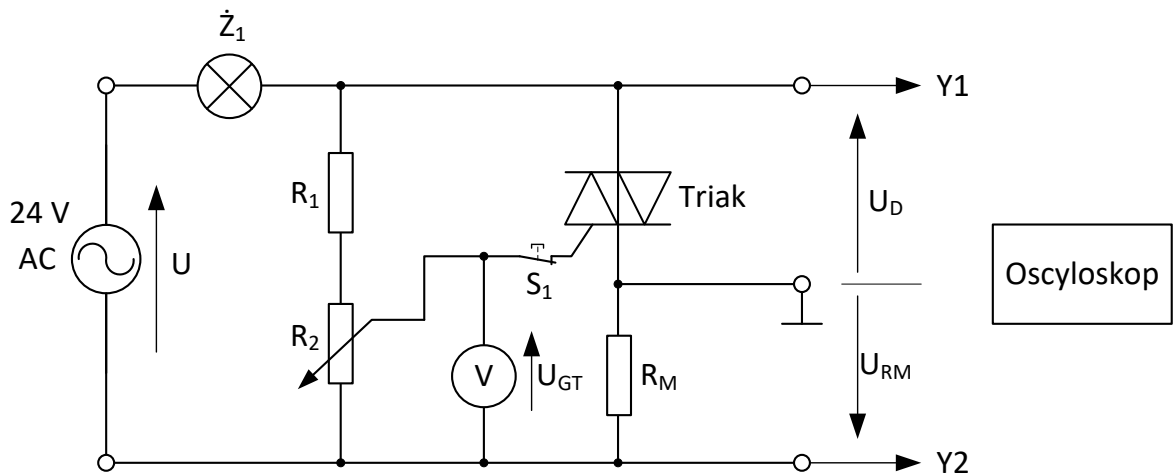
- kąta  $\theta = 24^\circ$
- kąta  $\theta = 48^\circ$
- kąta  $\theta = 84^\circ$

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl następujące charakterystyki tyrystora:

- napięcia na tyrystorze i na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\theta$ :  
 $U_D, U_{RM} = f(\theta)$ ,
- mocy wydzielanej na tyrystorze i na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\theta$ :  
 $P_D, P_{RM} = f(\theta)$ .

## 2) Zdejmowanie charakterystyki triaka

W celu zdjęcia wymaganych charakterystyk triaka skorzystaj z układu, przedstawionego na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat układu do zdejmowania charakterystyk triaka

Ustaw oscyloskop według zaleceń Prowadzącego. Zdejmij następujące charakterystyki triaka:

- napięcia na triaku w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  $U_D = U_{D1} + U_{D2} = f(\Theta_1)$ ,
- napięcia na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  $U_{RM} = U_{RM1} + U_{RM2} = f(\Theta_1)$ ,
- napięcia na triaku w funkcji kąta  $\Theta_2$ :  $U_D = U_{D1} + U_{D2} = f(\Theta_2)$ ,
- napięcia na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_2$ :  $U_{RM} = U_{RM1} + U_{RM2} = f(\Theta_2)$ ,
- mocy wydzielanej na triaku w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  $P_D = P_{D1} + P_{D2} = f(\Theta_1)$ ,
- mocy wydzielanej na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  $P_{RM} = P_{RM1} + P_{RM2} = f(\Theta_1)$ ,

przeprowadzając pomiary dla wartości kąta  $\Theta_1$  co  $12^\circ$  wg tabeli 2.

Regulacji kąta  $\Theta_1$  dokonuj przy pomocy potencjometru  $R_2$ , a uzyskane wyniki pomiarowe zanotuj w tabeli 2.

$\Theta_1$	$72^\circ$	$60^\circ$	$48^\circ$	$36^\circ$	$24^\circ$	$12^\circ$	$0^\circ$
$U_{D1}$ [V]							
$U_{RM1}$ [V]							
$\Theta_2$ [ $^\circ$ ]	-	-	-				
$U_{D2}$ [V]	-	-	-				
$U_{RM2}$ [V]	-	-	-				

Tab. 2. Tabela pomiarowa dla triaka

Narysuj oscylogram przełączania triaka dla:

- kąta  $\Theta_1 = 72^\circ$ ,
- kąta  $\Theta_1 = 24^\circ$ .

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl następujące charakterystyki dla triaka:

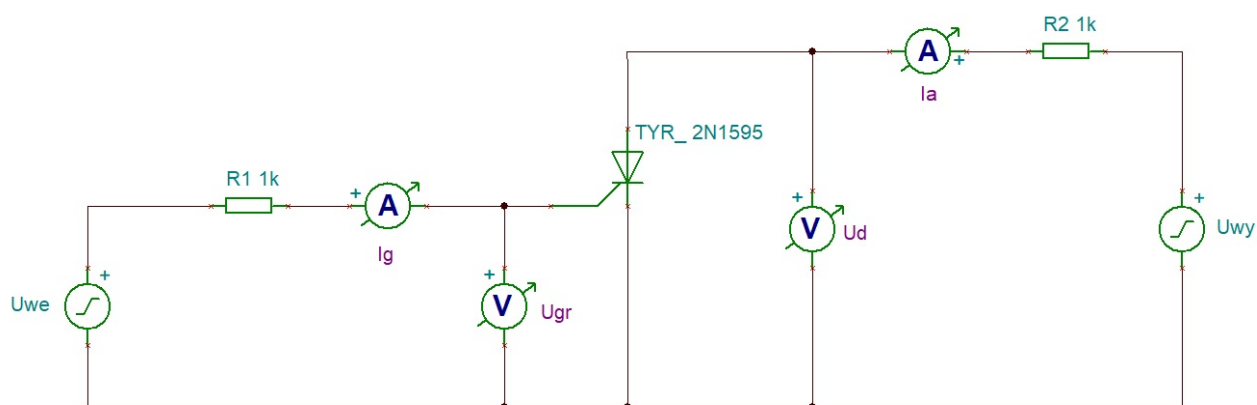
- napięcia na triaku i na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  
 $U_{D1}, U_{D2}, U_{RM1}, U_{RM2} = f(\Theta_1)$ ,
- napięcia na triaku i na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_2$ :  
 $U_{D1}, U_{D2}, U_{RM1}, U_{RM2} = f(\Theta_2)$ ,
- mocy wydzielanej na triaku i na rezystancji  $R_M$  w funkcji kąta  $\Theta_1$ :  
 $P_{D1}, P_{D2}, P_{RM1}, P_{RM2} = f(\Theta_1)$ .

Przy załączonym triaku wciśnij przycisk  $S_1$ . Opisz co zaobserwowałeś.

### C. Część pomiarowa wirtualna

#### Zdejmowanie charakterystyki tyrystora

W celu zdjęcia wymaganych charakterystyk tyrystora w programie Tina narysuj schemat układu zgodnie z rysunkiem 3.

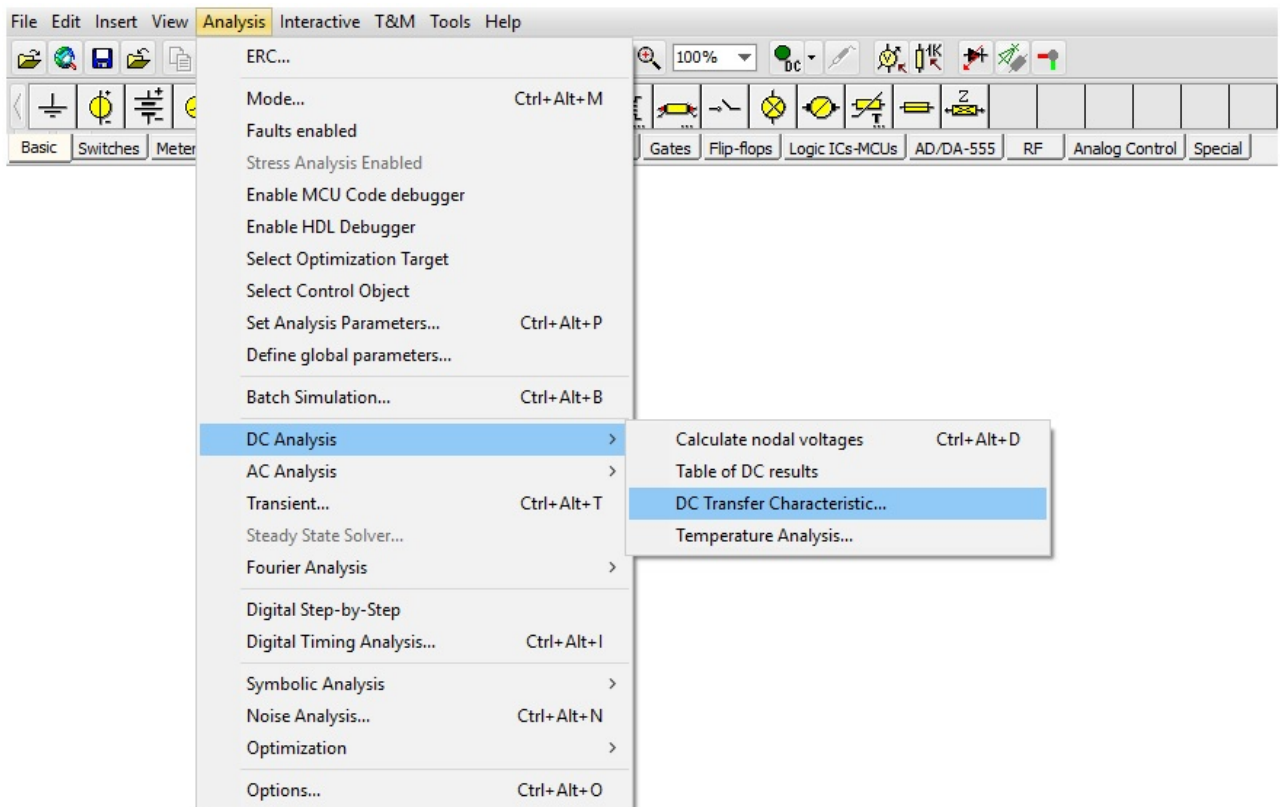


Rys. 3. Schemat układu do zdejmowania charakterystyk tyrystora w programie Tina

Zdejmij następujące charakterystyki tyrystora w stanie przewodzenia:

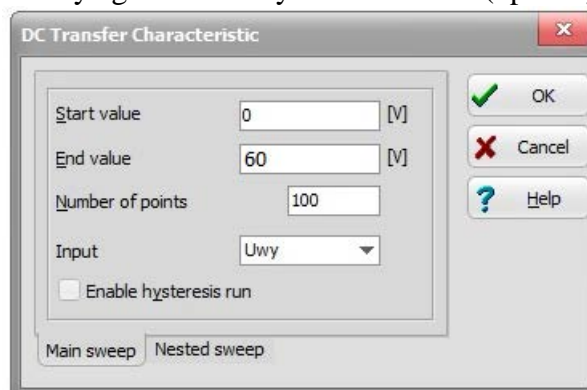
- napięcia na tyrystorze w funkcji napięcia wyjściowego:  $U_D = f(U_{wy})$ , przyjmując wartości prądu:  $I_G = 0A$  (tabela 3),  
 $I_G = 740\mu A$  (tabela 4) oraz  
 $I_G = 1,48mA$  (tabela 5),
- napięcia na tyrystorze w funkcji napięcia wejściowego:  $U_D = f(U_{we})$ , przyjmując wartości napięcia wyjściowego:  $U_{wy} = 10V$  (tabela 6),  
 $U_{wy} = 20V$  (tabela 7) oraz  
 $U_{wy} = 30V$  (tabela 8).

Aby tego dokonać 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 3÷8 (np. tak jak na rysunku 5).



Rys. 5. Przykładowe parametry analizy DC Transfer Characteristic

Uzyskane wyniki pomiarowe zanotuj w tabelach 3÷8.

$I_G = 0A$											
$U_{wy}$ [V]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
$U_D$ [V]											

Tab. 3. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{wy})$  przy  $I_G = 0A$

$I_G = 740\mu A$											
$U_{wy}$ [V]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
$U_D$ [V]											

Tab. 4. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{wy})$  przy  $I_G = 740\mu A$

$I_G = 1,48mA$											
$U_{wy}$ [V]	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
$U_D$ [V]											

Tab. 5. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{wy})$  przy  $I_G = 1,48mA$

$U_{wy} = 10V$											
$U_{we}$ [V]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_D$ [V]											

Tab. 6. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{we})$  przy  $U_{wy} = 10V$

$U_{wy} = 20V$											
$U_{we}$ [V]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_D$ [V]											

Tab. 7. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{we})$  przy  $U_{wy} = 20V$

$U_{wy} = 30V$											
$U_{we}$ [V]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_D$ [V]											

Tab. 8. Tabela pomiarowa  $U_D = f(U_{we})$  przy  $U_{wy} = 30V$

Przeanalizuj uzyskane wyniki i na ich podstawie wykreśl następujące charakterystyki tyrystora:

- napięcia na tyrystorze w funkcji napięcia wyjściowego:

$$U_D = f(U_{wy}) \text{ przy } I_G = \text{const.},$$

- napięcia na tyrystorze w funkcji napięcia wejściowego:

$$U_D = f(U_{we}) \text{ przy } U_{wy} = \text{const.}$$

## D. Wyposażenie

### Elementy układu:

Rezystor  $R_M = 10 \Omega$  .....szt. 1

Rezystor  $R_1 = 100 \Omega$  .....szt. 1

Potencjometr  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  .....szt. 1

Dioda  $D_1$  1N4007 .....szt. 1

Tyrystor TYN1012.....	szt. 1
Triak BT 137/800.....	szt. 1
Żarówka $\dot{Z}_1$ 24V/3W.....	szt. 1
Żarówka $\dot{Z}_2$ 12V/2W.....	szt. 1
Wyłącznik $S_1$ .....	szt. 1
Generator przebiegów prostokątnych z czujnikiem dotykowym.....	szt. 1

#### Sprzęt pomiarowy:

Cyfrowy miernik uniwersalny.....	szt. 2
Oscyloskop dwukanałowy.....	szt. 1

#### Źródło zasilania:

Zasilacz prądu przemiennego 24V~.....	szt. 1
Zasilacz 12 V~ .....	szt. 1

#### Akcesoria:

Płyta montażowa .....	szt. 1
Komplet przewodów .....	szt. 1

Komputer z oprogramowaniem do symulacji TINA.....	szt. 1
---	--------

## **E. Zagadnienia do opracowania**

1. Zasada działania tyrystora.
2. Zasada działania triaka.
3. Charakterystyka prądowo-napięciowa tyrystora i stany pracy.
4. Charakterystyka prądowo-napięciowa triaka i obszary pracy.
5. Podstawowe własności tyrystorów (stan blokowania, stan przewodzenia). Przedstawienie tych stanów na charakterystyce prądowo-napięciowej.
6. Sposoby sterowania tyrystorów, włączanie i wyłączanie tyrystora.
7. Straty mocy w tyrystorze.

## **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.