

SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM
PODSTAW ELEKTRONIKI I ELEKTROTECHNIKI

Imiona i Nazwiska:

Piotr Bednarek

Adam Bednorz

Szymon Tomala

Nr grupy:

2b

Termin zajęć:

CZWARTEK

nieparzysty

15.15-18.15

Data:

21.11

2019

Ćwiczenie nr 6

Nieliniowe obwody elektryczne

Ocena:

1. Wstęp

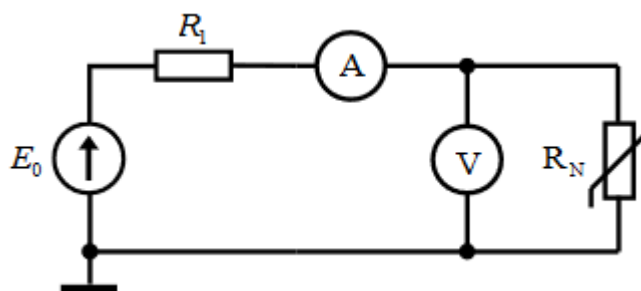
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zjawiskami występującymi w nieliniowych obwodach elektrycznych, pomiar charakterystycznych parametrów dla obwodów nieliniowych oraz wyznaczenie charakterystyki napięciowo - prądowej.

2. Spis przyrządów

- Zestaw laboratoryjny
- dwa multimetry CA5011 (pomiar napięcia oraz natężenia)
- generator sygnału okresowego (sinusoidalnego)
- dekada rezystorowa
- oscylloskop

3. Pomiar charakterystyki napięciowo – prądowej elementu nieliniowego

Na zestawie laboratoryjnym ustalono odpowiednie połączenie układu pomiarowego (rys. 1). Nieliniowy element rezystancyjny R_N ustawiono na numer 4. Manipulator rezystora R_1 ustawiono na pozycję „0” co według instrukcji odpowiada rezystancji $R_1 \approx 10 \Omega$.



Rys 1. Układ do pomiaru charakterystyki napięciowo - prądowej

Następnie stopniowo zwiększano napięcie na zasilaczu i odczytywano zmierzone wartości prądu i napięcia. Dokładna i płynna regulacja napięcia miała za zadanie wyznaczenie dokładnej charakterystyki wraz ze starannym odwzorowaniem najważniejszych (charakterystycznych) punktów wykresu.

L.p	U [V]	I [mA]	L.p	U [V]	I [mA]	L.p	U [V]	I [mA]
1	0,01	0,01	15	2,61	9,05	29	6,02	0,94
2	0,10	0,01	16	2,74	9,60	30	6,23	1,08
3	0,30	0,01	17	2,84	9,91	31	6,44	1,42
4	0,60	0,02	18	2,92	10,02	32	6,63	1,84
5	0,65	0,03	19	3,00	9,94	33	6,89	2,43
6	0,73	0,14	20	3,11	9,66	34	7,11	2,95
7	0,81	0,35	21	3,24	9,28	35	7,30	3,40
8	0,95	0,88	22	3,48	8,57	36	7,50	3,85
9	1,18	1,95	23	3,82	7,58	37	7,82	4,59
10	1,30	2,54	24	4,34	5,94	38	8,00	5,01
11	1,50	3,54	25	4,73	4,68	39	8,31	5,73
12	1,87	5,44	26	5,55	1,88	40	8,95	7,22
13	2,21	7,15	27	5,72	1,36	41	10,05	9,85
14	2,42	8,18	28	5,92	1,04	42	12,20	14,93

Tabela 1. Wyniki pomiarów charakterystyki napięciowo – prądowej

4. Obserwacja zjawisk w obwodzie z niestatecznym punktem pracy

W układzie pomiarowym jak na rys. 1. Zmieniono rezystancję R_1 , zmieniając położenie manipulatora na pozycję „10”. Kolejno stopniowo zwiększano napięcie zasilacza w celu zaobserwowania skoku napięcia punktu A' do A''. Następnie zmniejszano stopniowo napięcie w celu zaobserwowania przeskoku napięcia z punktu B' do B''. Odczytane wartości:

Punkt	U [V]	I [mA]
A'	2,93	10,01
A''	7,19	3,11
B'	5,87	0,94
B''	2,17	6,95

W celu sprawdzenia poprawności zbadanych pomiarów obliczam współczynniki „a” prostej. Jeżeli współczynniki będą zbliżone do siebie to odczytanie punkty można uznać za prawidłowe.

$$\Delta U_A = 7,19 - 2,93 = 4,26 [V]$$

$$\Delta U_B = 5,87 - 2,17 = 3,70 [V]$$

$$\Delta I_A = 10,01 - 3,11 = 6,9 [mA]$$

$$\Delta I_B = 6,95 - 0,94 = 6,01 [V]$$

$$tg_A \alpha = \frac{\Delta I_A}{\Delta U_A} = \frac{6,9}{4,26} = 1,62$$

$$tg_B \alpha = \frac{\Delta I_B}{\Delta U_B} = \frac{6,01}{3,70} = 1,62$$

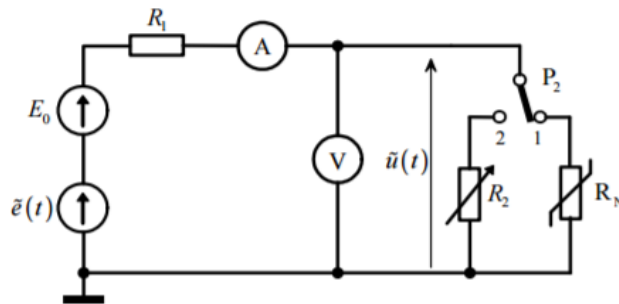
$$a=0,00162$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że proste są do siebie równoległe.

$$\text{Obliczono rezystancję } R_1 = \frac{1}{a} = \frac{1}{0,00162} = 618 \Omega$$

Zmierzona za pomocą omomierza wartość rezystancji $R_1 = 620 \Omega$

5. Pomiar i symulacja rezystancji dynamicznej rezystora nieliniowego



Rys 2. Schemat układu pomiarowego dla rezystancji dynamicznej

5.1 Parametry zmierzone podczas zajęć

- Punkt P1

$$U_{P1} = 1,5 [V]$$

$$I_{P1} = 3,5 [mA]$$

$$R_D = R_2 = 200 [\Omega]$$

$$G_D = 5 [mS]$$

- Punkt P2

$$U_{P2} = 9 [V]$$

$$I_{P2} = 7,35 [mA]$$

$$R_D = R_2 = 400 [\Omega]$$

$$G_D = 2,5 [mS]$$

5.2 Parametry wyznaczone graficznie z pozyskanych wykresów

- Punkt P1

Z wykresu nr 1.

$$U_{P1} = 1,5 [V]$$

$$I_{P1} = 3,5 [mA]$$

$$R_D = R_2 = 199 [\Omega]$$

$$G_D = 5,01 [mS]$$

Z wykresu nr 2.

$$R_D = R_2 = 196 [\Omega]$$

$$G_D = 5,1 [mS]$$

- Punkt P2
Z wykresu nr 1.

$$U_{P2} = 9 [V]$$

$$I_{P1} = 7,4 [mA]$$

$$R_D = R_2 = 424 [\Omega]$$

$$G_D = 2,36 [mS]$$

Z wykresu nr 2.

$$R_D = R_2 = 417[\Omega]$$

$$G_D = 2,4 [mS]$$

W celu obliczenia Rezystancji dynamicznej „Z wykresu nr 1.” Wyznaczono regresje liniowe odpowiednich części (zaznaczone na wykresie) wykresu charakterystyki napięciowo-prądowej. Współczynnik kierunkowy jest wartością Konduktancji dynamicznej dla danego punktu.

5.3 Zestawienie porównawcze każdej metody

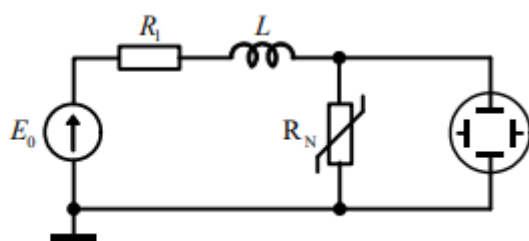
- Punkt P1

	Pomiary z zajęć	Graficznie z wykresu 1	Graficznie z wykresu 2
Rezystancja Dynamiczna	200 [Ω]	199 [Ω]	196 [Ω]

- Punkt P2

	Pomiary z zajęć	Graficznie z wykresu 1	Graficznie z wykresu 2
Rezystancja Dynamiczna	400 [Ω]	424 [Ω]	417 [Ω]

6. Obserwacja generacji drgań w obwodzie z induktorem i elementem rezystancyjnym o ujemnej rezystancji dynamicznej



Rys. C4. Układ do obserwacji drgań w obwodzie

6.1 Tabela Dla Stałej $R_1=200 \text{ } [\Omega]$

L.p	E [V]	$R_1 \text{ } [\Omega]$	$T \text{ } [\mu s]$	$T_1 \text{ } [\mu s]$
1.	4,9	200	105	43
2.	5,3		110	38
3.	5,7		111	58

6.2 Tabela dla stałej E=4,9 [V]

L.p	E [V]	$R_1 \text{ } [\Omega]$	$T \text{ } [\mu s]$	$T_1 \text{ } [\mu s]$
1.	4,9	10	140	35
2.		200	110	38
3.		300	96	44

7. Wnioski

- Charakterystyka prądowo-napięciowa badanego opornika nieliniowego składa się z dwóch zauważalnych części:
 1. Występuje dodatnia rezystancja dynamiczna (liniowa część)
 2. Występuje ujemna rezystancja dynamiczna
- Badając stateczność punktu pracy zaobserwowano przeskok punktu pracy z punktu A' do A'' podczas precyzyjnego zwiększania napięcia oraz zaobserwowano przeskok z punktu B' do B'' podczas zmniejszania napięcia.
- Pomiędzy punktami B' oraz A'' nie można ustalić statecznego punktu pracy, ponieważ na tym przedziale występuje ujemna rezystancja dynamiczna. Punkty znajdujące się poza tym przedziałem są statyczne.
- Podczas linearyzacji charakterystyki elementu nieliniowego wyznaczono rezystancje dynamiczną na 3 sposoby:
 - obliczenie na podstawie ręcznej symulacji za pomocą dekady rezystorowej
 - odczytanie z wykresu pochodnej charakterystyki napięciowo - prądowej
 - obliczenie jej jako współczynnika regresji liniowej do odpowiedniej części wykresu charakterystyki
- Obserwacje drgań w obwodzie z induktoem i elementem rezystancyjnym o rezystancji dynamicznej mniejszej od zera dały następujące wnioski:
 - Przy stałej rezystancji rezystora (R_1) i regulacji napięcia zasilania okres drgań zmniejsza się wraz ze wzrostem napięcia. Amplituda drgań jest w przybliżeniu bez zmian
 - Przy stałym napięciu i regulacji wartości rezystora(R_1) okres drgań rośnie wraz ze wzrostem rezystancji. Amplituda w przybliżeniu jest bez zmian.