

Ćwiczenie 15

Temat: Zasada superpozycji, twierdzenia Thevenina i Nortona

Cel ćwiczenia

Sprawdzenie zasady superpozycji. Sprawdzenie twierdzenia Thevenina. Sprawdzenie twierdzenia Nortona. Czytanie schematów elektrycznych. Obsługa przyrządów pomiarowych i badanie urządzeń elektronicznych, w oparciu o przedstawione schematy układów pomiarowych. Przestrzeganie przepisów bhp podczas ćwiczenia.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Gdy w układzie znajduje się więcej niż jedno źródło zasilania, to na przepływ prądu mają wpływ oba źródła. Aby rozwiązać ten problem bardziej skutecznie, przedstawimy trzy szeroko znane zasady teoretyczne.

Zasada superpozycji.

Zasada superpozycji głosi, że w każdym obwodzie liniowym zawierającym jedno lub więcej źródeł zasilania, prąd w danym punkcie tej sieci jest sumą algebraiczną prądów wszystkich źródeł, to jest prądów, które by płynęły, gdyby każde z tych źródeł rozpatrywać indywidualnie, zastępując jednocześnie pozostałe źródła tylko ich rezystancjami wewnętrznymi.

Twierdzenie Thevenina

Twierdzenie Thevenina głosi, że każdy obwód liniowy składający się z rezystancji i źródeł zasilania, jeśli jest oglądany z danych dwóch punktów tej sieci, może być zastąpiony napięciowym źródłem zastępczym V_{TH} i połączoną z nim szeregowo rezystancją zastępczą R_{TH} .

Twierdzenie Nortona

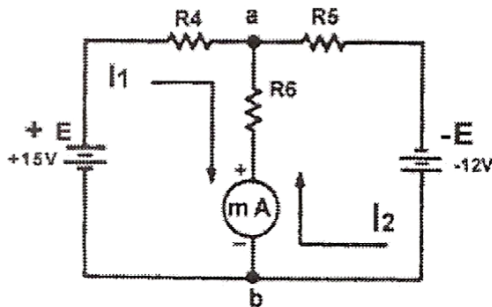
Twierdzenie Nortona głosi, że każdy obwód liniowy składający się z rezystancji i źródeł zasilania, jeśli jest oglądany z danych dwóch punktów tej sieci, może być zastąpiony prądowym źródłem zastępczym I_N i rezystancją zastępczą R_N połączoną równolegle z tym źródłem prądowym.

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

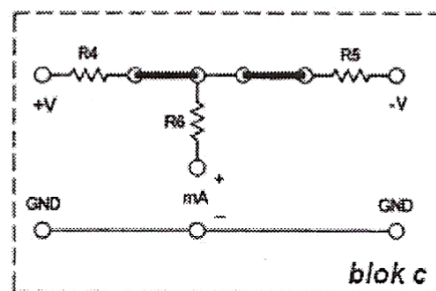
1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-24002 — podstawowy moduł do ćwiczeń z elektryczności

PROCEDURA

1. Ustawić moduł KL-24002 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c.
2. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 2-3-1 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 2-3-2.



Rys. 2-3-1



Rys. 2-3-2 Schemat montażowy (KL-24002 blok c)

3. Do wyprowadzeń V+ i V- dołączyć napięcie +15 V i odpowiednio -12V z zasilacza o napięciu wyjściowym regulowanym znajdującego się w module KL-22001.
4. Włączyć szeregowo z miliamperomierzem rezystor R6. Zmierzyć i zanotować wartość prądu płynącego przez rezystor R6, którą wskazuje miliamperomierz. I_{R6} _____ mA
Uwaga: Wartość prądu I_{R6} jest sumą prądu I_1 wytwarzanego przez źródło napięcia zasilania +15V oraz prądu I_2 wytwarzanego przez źródło zasilania -12V.
5. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania -12 V i wyprowadzenia -V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R5 i R6 zostaną połączone równolegle. Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. $I_1 =$ _____ mA

6. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania +15 V i wyprowadzenia +V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R4 i R6 zostaną połączone równolegle. Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. Zamienić miejscami doprowadzenia miliamperomierza, a następnie: $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

7. Obliczyć prąd $I_{R6} = I_1 + (-I_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

Czy istnieje zgodność między wartościami prądu I_{R6} obliczonymi i zmierzonymi $\underline{\hspace{2cm}}$?

8. Usunąć miliamperomierz i pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym. Posługując się woltomierzem zmierzyć napięcie między punktami a i b i zapisać wynik jako $E_{TH} \underline{\hspace{2cm}}$ V Obliczyć wartość rezystancji zastępczej wynikającej z połączenia szeregowego rezystorów R4 i R5 i zapisać wynik jako $R_{TH} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω

W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem **Thevenina** wartość siły elektromotorycznej E_{TH} i rezystancji R_{TH} . Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-3.

Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru. $I_{TH} = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R6} \underline{\hspace{2cm}}$ mA

Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? $\underline{\hspace{2cm}}$

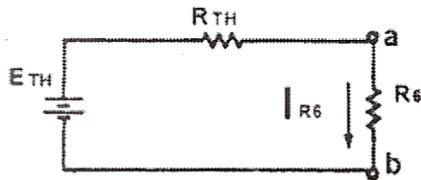
9. Przywrócić układ z rys. 2-3-1.

10. Pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym. Zmierzyć prąd płynący przez węzły a i b, używając do tego miliamperomierza. Po czym wynik zapisać jako I_N . $I_N = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

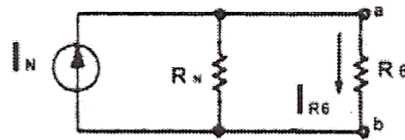
11. $R_N = R_{TH} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω

W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem **Nortona** wartość siły źródła prądowego I_N rezystancji R_N . Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-4. Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru. $I_{R6} = I_N * R_N / (R_N + R6) = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? $\underline{\hspace{2cm}}$



Rys. 2-3-3 Układ zastępczy wg twierdzenia Thevenina



Rys. 2-3-4 Układ zastępczy wg twierdzenia Nortona

PODSUMOWANIE

W trakcie naszego ćwiczenia sprawdziliśmy trzy zasady teoretyczne. Te trzy zasady są skutecznymi narzędziami wykorzystywanymi do rozwiązywania obwodów liniowych zawierających jedno lub więcej źródeł zasilania. Obwód liniowy to taki, w którym prąd jest zawsze proporcjonalny do napięcia.

Są cztery kroki, które wykonuje się stosując zasadę superpozycji:

1. Zastąpić zwarcie wszystkie źródła z wyjątkiem jednego. Przyjąć kierunek przepływu prądu.
2. Obliczyć wartość prądu, który płynie przy jednym źródle w układzie.
3. Zrobić to dla każdego źródła zasilania w układzie.
4. Dodać do siebie obliczone wartości prądów. Prądy płynące w kierunku przyjętym są traktowane jako dodatnie, a te, które płyną w kierunku przeciwnym, jako ujemne. Jeśli całkowita suma wartości prądów wyjdzie ujemna, oznacza to, że przyjęty kierunek prądu jest niewłaściwy.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Zasada superpozycji, twierdzenia Thevenina i Nortona	Nrów 15	Klasa 1TEZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samoocena	Wykonanie	Ogólna

Cel ćwiczenia;

Wykaz materiałów

.....

Wykaz narzędzi i sprzętu

.....
.....

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

.....
.....

SCHEMATY

Rys 2-3-3 układ zstępczy wg twierdzenia Thevenina

Rys 2-3-4 układ zstępczy wg twierdzenia Nortona

--	--

PROCEDURA

- 1 Ustawić moduł KL-24002 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c.
 2. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 2-3-1 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 2-3-2
 3. Do wyprowadzeń V+ i V- dołączyć napięcie +15 Vi odpowiednio -12V z zasilacza o napięciu wyjściowym regulowanym znajdującego się w module KL-22001.
 4. Włączyć szeregowo z miliamperomierzem rezystor R6.
- Zmierzyć i zanotować wartość prądu płynącego przez rezystor R6, którą wskazuje miliamperomierz. I_{R6} _____ mA
- Uwaga: Wartość prądu I_{R6} jest sumą prądu I_1 wytwarzanego przez źródło napięcia zasilania +15V oraz prądu I_2 wytwarzanego przez źródło zasilania -12V.

5. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania -12 V i wyprowadzenia -V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R5 i R6 zostaną połączone równolegle.

Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

6. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania +15 V i wyprowadzenia +V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R4 i R6 zostaną połączone równolegle.

Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. Zamienić miejscami doprowadzenia miliamperomierza, a następnie: $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

7. Obliczyć prąd $I_{R6} = I_1 + (-I_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

Czy istnieje zgodność między wartościami prądu I_{R6} obliczonymi i zmierzonymi $\underline{\hspace{2cm}}$?

6. Usunąć miliamperomierz i pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym. Posługując się woltomierzem zmierzyc napięcie między punktami a i b i zapisać wynik jako E_{TH} . $E_{TH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V

Obliczyć wartość rezystancji zastępczej wynikającej z połączenia szeregowego rezystorów R4 i R5 i zapisać wynik jako R_{TH} . $R_{TH} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem **Thevenina** wartość siły elektromotorycznej E_{TH} i rezystancji R_{TH} . Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-3.

Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru.

$$I_{TH} = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R6} \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? $\underline{\hspace{2cm}}$

9. Przywrócić układ z rys. 2-3-1.

10. Pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym.

Zmierzyć prąd płynący przez węzły a i b, używając do tego miliamperomierza. Po czym wynik zapisać jako I_N .

$$I_N = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

$$11. R_N = R_{TH} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem **Nortona** wartość siły źródła prądowego I_N rezystancji R_N .

Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-4.

Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru.

$$I_{R6} = I_N \cdot \frac{R_N}{R_N + R6} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? $\underline{\hspace{2cm}}$ 1 Ustawić moduł KL-24002 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c.

2. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 2-3-1 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 2-3-2.

3. Do wyprowadzeń V+ i V- dołączyć napięcie +15 V i odpowiednio -12V z zasilacza o napięciu wyjściowym regulowanym znajdującego się w module KL-22001.

4. Włączyć szeregowo z miliamperomierzem rezystor R6. Zmierzyć i zanotować wartość prądu płynącego przez rezystor R6, którą wskazuje miliamperomierz. $I_{R6} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

Uwaga: Wartość prądu I_{R6} jest sumą prądu I_1 wytwarzanego przez źródło napięcia zasilania +15V oraz prądu I_2 wytwarzanego przez źródło zasilania -12V.

5. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania -12 V i wyprowadzenia -V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R5 i R6 zostaną połączone równolegle. Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

6. Wyłączyć zasilanie. Odłączyć napięcie zasilania +15 V i wyprowadzenia +V i GND (masa) połączyć ze sobą. Spowoduje to, że rezystory R4 i R6 zostaną połączone równolegle. Włączyć zasilanie. Zmierzyć i zapisać wartość prądu płynącego przez rezystor R6, a wskazywaną przez miliamperomierz. Zamienić miejscami doprowadzenia miliamperomierza, a następnie: $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

7. Obliczyć prąd $I_{R6} = I_1 + (-I_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

Czy istnieje zgodność między wartościami prądu I_{R6} obliczonymi i zmierzonymi $\underline{\hspace{2cm}}$?

8. Usunąć miliamperomierz i pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym. Posługując się woltomierzem zmierzyc napięcie między punktami a i b i zapisać wynik jako E_{TH} $\underline{\hspace{2cm}}$ V Obliczyć wartość rezystancji zastępczej wynikającej z połączenia szeregowego rezystorów R4 i R5 i zapisać wynik jako $R_{TH} = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω

W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem Thevenina wartość siły elektromotorycznej E_{TH} i rezystancji R_{TH} . Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-3.

Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru. $\underline{\hspace{2cm}}$ mA Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? $\underline{\hspace{2cm}}$

9. Przywrócić układ z rys. 2-3-1.

10. Pozostawić rezystor R6 w stanie rozwartym. Zmierzyć prąd płynący przez węzły a i b, używając do tego miliamperomierza. Po czym wynik zapisać jako I_N . $I_N =$ _____ mA

11. $R_N = R_{TH} =$ _____ Ω

W ten sposób otrzymaliśmy zgodnie z twierdzeniem Nortona wartość siły źródła prądowego I_N rezystancji R_N . Należy teraz zbudować układ zastępczy przedstawiony na rys. 2-3-4. Obliczyć prąd płynący przez rezystor R6 używając do tego poniższego wzoru. $I_{R6} = I_N * R_N / (R_N + R6) =$ _____ mA

Czy wartość I_{R6} jest równa wartości I_{R6} z kroku 4? _____

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Napisz zasadę superpozycji i twierdzenia Thevenina i Nortona i wnioski z ćwiczenia.