|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ćwiczenia laboratoryjne** | | | | | |
| **Data wykonania pomiarów** | | **Data oddania sprawozdania** | | **Poprawa** |
| **08.04.2019** | | **06.05.2019** | | **N** |
| **Temat wykonanego ćwiczenia** | | | | **Ocena** |
| **Termin:**  Poniedziałek  11:15  Nr grupy  3 | Badanie układów trójfazowych | | | |  |
| **Skład Grupy** | **Kacper Borucki**  **Kacper Pająk**  **Kamil Rychcik**  **Kamil Schabiński** | | **Protokół i sprawozdanie:**  **Kacper Borucki** |  |

# Wstęp teoretyczny i cel ćwiczenia

Układy trójfazowe są aktualnie standardem, jeśli o sposoby zasilania budynków i urządzeń. Idea tych układów jest taka, że napięcia w trzech liniach są przesunięte względem siebie w fazach o . Wynika z tego wiele właściwości takich układów, jak np. konieczność uwzględnienia symetrii zasilania oraz obciążenia.

Celem ćwiczenia było zbadanie układu trójfazowego połączonego w gwiazdę w czterech różnych stanach:

* stan normalnej pracy (obciążenie symetryczne)
* stan zwarcia jednej fazy
* przerwa w jednej fazie
* obciążenie asymetryczne

# Przebieg ćwiczenia

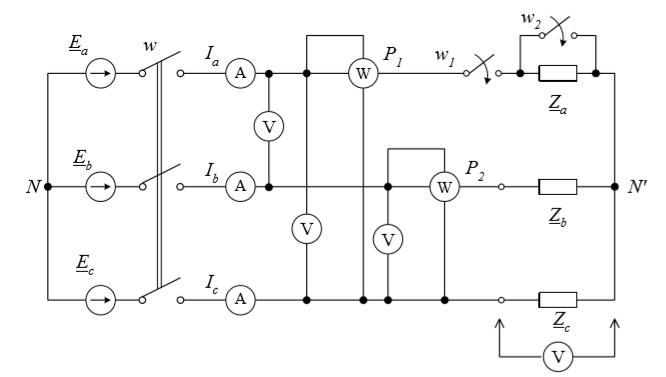
Po podłączeniu układu i włączeniu zasilania, wykonywaliśmy kolejno pomiary napięć fazowych, napięć między punktami N-N’, prądów i mocy i w układzie podłączonym w gwiazdę w różnych jego stanach (wymienionych w punkcie 1).

# Spis przyrządów pomiarowych

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Nazwa urządzenia** | **Numer** | **Pełniona funkcja** | **Dane techniczne przyrządów** |
| 1 | Woltomierz LE-3 | I-7-IVa-2249 | Pomiary napięć fazowych | * klasa 0,5 * zakresy 75V, 150V, 300V, 600V |
| 2 | Woltomierz ETA | I-7-IVa-872 | Pomiary napięć N-N’ | * klasa 0,5 * zakresy 75V, 150V |
| 3 | Amperomierze LE-3 | I-7-IVa-2384  I-7-IVa-3128  I-7-IVa-2686 | Pomiary napięć fazowych | * klasa 0,5 * zakresy 0,75A, 1,5A |
| 4 | Watomierze LW-1 | I-7/IVa-2410  I-7/IVa-2351 | Pomiary mocy | * klasa 0,5 * zakresy napięć: 100V, 200V, 400V * zakresy prądów: 1A, 2A |
| 5 | Autotransformator | I-7-IVa-3069 | Zasilanie | brak danych |
| 6 | Rezystory przesuwne | I-7-IVa-3042  I-7-IVa-3043  I-7-IVa-3044 | Rezystancje obciążenia | * max. rezystancja: * prąd znamionowy: 2,5A * max. napięcie znamionowe: 48V (zmienne), 70V (stałe) |

# Schematy badanych układów oraz układy pomiarowe

### Rys. 1: Badanie układu podłączonego w gwiazdę:



# Tabele pomiarowe

### Tab.1: Pomiary w układzie:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Układ** |  |  |  | **E** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **P** |
|  |  |  | **V** | **V** | **V** | **V** | **V** | **A** | **A** | **A** | **W** | **W** | **W** |
| Obciążenie symetryczne | 101,6 | 100,0 | 103,1 | 60 | 32,5 | 32,5 | 33,0 | 0 | 0,320 | 0,325 | 0,320 | 15,0 | 17,0 | 32,0 |
| Zwarcie jednej fazy | 0 | 106,4 | 110,4 | 60 | 0 | 58,0 | 58,5 | 33,0 | 0,930 | 0,545 | 0,530 | 45,5 | 17,5 | 63,0 |
| Przerwa w jednej fazie |  | 98,2 | 101,8 | 60 | 49,5 | 28,0 | 28,5 | 11,5 | 0 | 0,285 | 0,280 | 0 | 17,0 | 17,0 |
| Obciążenie asymetryczne | 105,3 | 72,4 | 47,3 | 60 | 40,0 | 35,5 | 26,0 | 8,0 | 0,380 | 0,490 | 0,550 | 19,5 | 28,0 | 47,5 |

### Tab. 2: Obliczenia:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Układ** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **V** | **V** | **V** | **V** | **A** | **A** | **A** | **VAr** | **VA** | **VA** | **VA** | **W** |
| Obciążenie symetryczne | 34,6 | -17,3–j30 | -17,3+j30 | 51,9+j30 | -j60 | -51,9+j30 | 0 | 0,34 | -0,17–j0,30 | -0,17+j0,30 | 0 | 17,65-j10,2 | 18+j10,2 | 35,65 | 35,65 |
| Zwarcie jednej fazy | 0 | -51,9–j30 | -51,9+j30 | 51,9+j30 | -j60 | -51,9+j30 | 34,6 | 0,96 | -0,49–j0,28 | -0,47+j0,28 | 0,6 | 49,82–j28,8 | 16,8+j29,4 | 66,62+j0,6 | 66,62 |
| Przerwa w jednej fazie | 51,9 | -j30 | j30 | 51,9+j30 | -j60 | -51,9+j30 | -17,3 | 0 | -j0,30 | j0,30 | 0 | 0 | 18 | 18 | 18 |
| Obciążenie asymetryczne | 40,5-j4,8 | -11,9–j34,8 | -11,9+j25,2 | 52,4+j30 | -j60 | -52,4+j30 | -5,9+j4,8 | 0,38-j0,05 | -0,16–j0,48 | -0,25+j0,53 | 0,82 | 21,41-j8,78 | 28,8+j9,6 | 50,21+j0,82 | 50,21 |

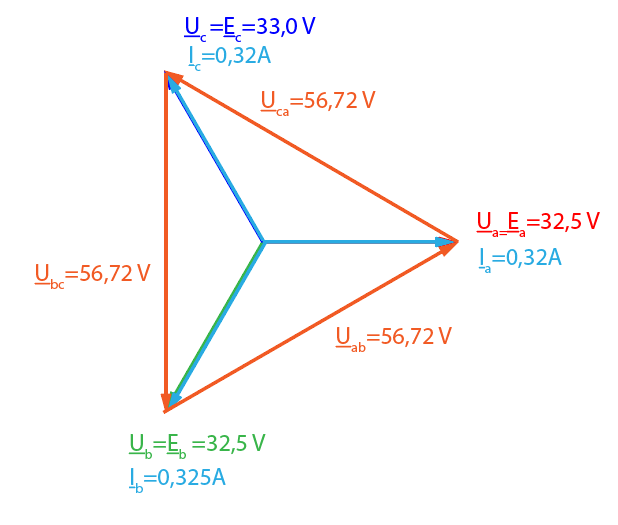
# Przykładowe obliczenia

### Wyznaczenie wartości zespolonej impedancji w danej fazie (przy założeniu, że odbiornik jest czysto rezystancyjny):

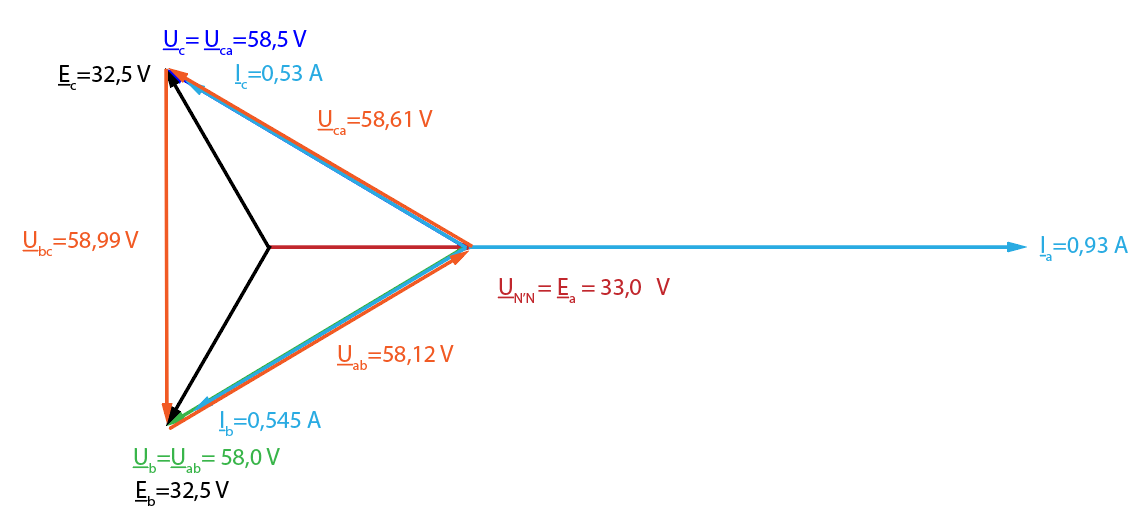
* Admitancje zespolone odbiorników:
* Przyjęty symetryczny układ zasilania:
  + Napięcie fazowe:
  + Napięcia poszczególnych faz:
* Wyznaczenie napięcia :
* Wyznaczenie napięcia danej fazy na podstawie uzyskanego :
* Wyznaczenie prądu w danej fazie:
* Wyznaczanie napięć międzyfazowych:
* Obliczenia mocy dla układów:

# Wykresy wskazowe

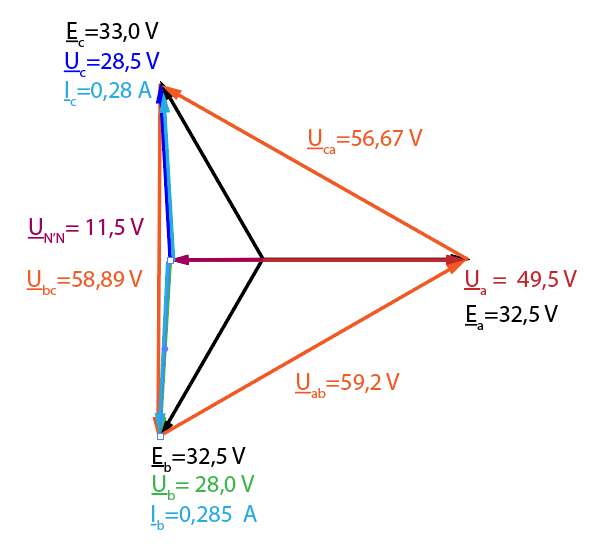
### Rys. 1: Układ z obciążeniem symetrycznym



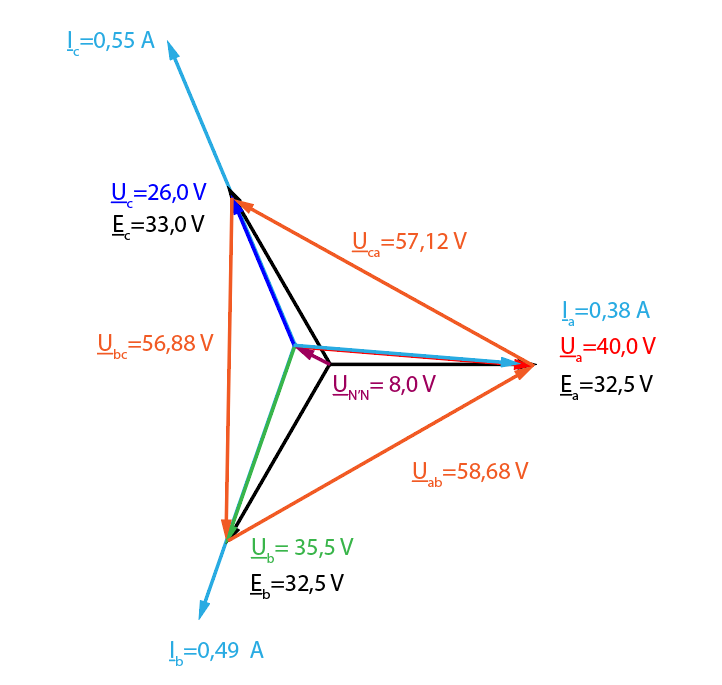
### Rys. 2: Układ z jedną fazą zwartą:



### Rys. 3: Układ z przerwą w jednej fazie:



### Rys. 4: Układ z obciążeniem niesymetrycznym:



# Wnioski

### Rysowanie wykresów wskazowych ujawniło kilka nieznacznych niepewności pomiarowych, które pojawiły się podczas ćwiczenia. Niemniej jednak, pomiary były wykonane na tyle dokładnie, że wykresy wskazowe wyglądają poprawnie i odzwierciedlają rzeczywiste wartości napięć i prądów w układzie.

### Dla obliczeń przyjęto układ zasilania symetryczny o wartości napięcia fazowego równej 34,6V. W przypadku wykresu wskazowego, za układ zasilania przyjęto napięcia zmierzone przy obciążeniu symetrycznym, z przyjęciem założenia, że było to obciążenie czysto rezystancyjne.

### W związku z powyższym, wyniki pomiarów odbiegały nieznacznie (odchyłka rzędu kilku %) od wartości obliczonych na podstawie danych teoretycznych. Odchyłki były na tyle niewielkie, że obliczenia można przyjąć za odzwierciedlające rzeczywisty stan układu.

### Różnice pomiędzy obliczeniami a rzeczywistymi wynikami pomiarów mogą wynikać m.in. z niedokładności przyrządów, wynikającej z tego niepewności pomiaru impedancji obciążenia, niedokładności nastawy napięcia zasilania, a także pominięcia wpływu pojemności i indukcyjności obciążenia na końcowe rezultaty.

### Biorąc pod uwagę zgodność modułów obliczonych wartości i wartości zmierzonych, można przyjąć słuszność przyjętego uproszczenia, a także stwierdzić, że wszystkie obliczenia zostały wykonane poprawnie.

### Fakt, że wyniki pomiarów i obliczeń są zgodne, świadczy o poprawnym wykonaniu pomiarów badanego układu.

### Możliwość zestawienia wyników pomiarów z wynikami obliczeń, a także narysowanymi wykresami wskazowymi, pozwoliła na przełożenie wszystkich zastosowanych metod matematycznych na praktykę.