

ЗАДАЧА 1

РАСЧЕТ СИММЕТРИЧНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

Задано:

1. Трехфазная сеть 220/380 В, 50 Гц с нулевым проводом.
2. Осветительная нагрузка из n лампочек в каждой фазе, включенная по схеме «звезда с нулевым проводом» с номинальным фазным напряжением 220 В (рис. 1). Мощность каждой лампы $P_{л}$ приведена в табл. 1.
3. Трехфазный асинхронный электродвигатель, обмотки которого подключены к этой же сети по схеме «треугольник» (рис. 1). В таблице 1 приведены данные двигателя: полезная мощность $P_{Д}$, КПД η , коэффициент мощности $\cos \varphi$.

Требуется:

1. Определить расчетные фазные сопротивления $Z_1 = R_1$ по номинальным данным лампы.
2. Рассчитать линейные токи \dot{I}_{1A} , \dot{I}_{1B} , \dot{I}_{1C} в комплексной форме.
3. Построить векторную диаграмму фазных напряжений и токов осветительной нагрузки.

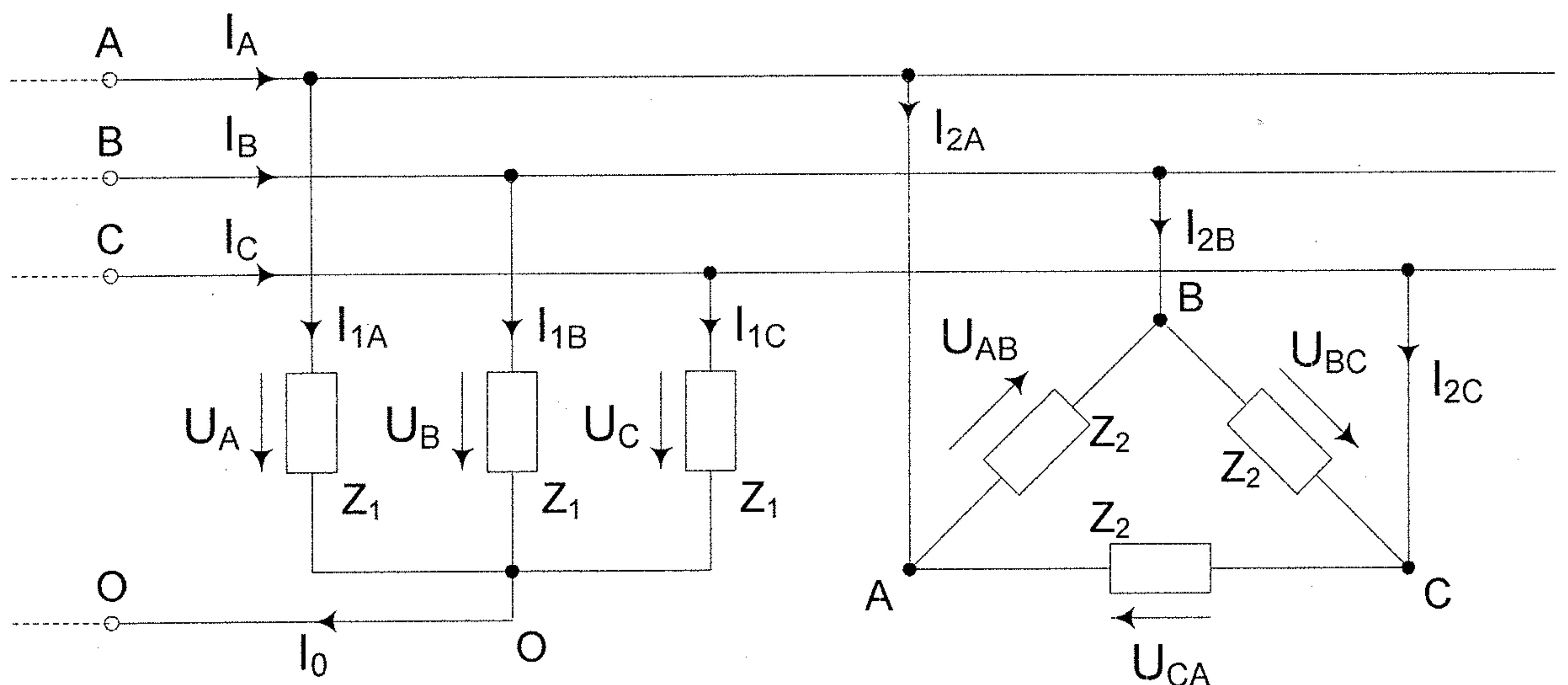


Рис.1. Схема симметричной трехфазной цепи

Таблица 1. Исходные данные для расчета трехфазных симметричных и несимметричных электрических цепей

	$P_{Л},$ Вт	n	$P_{Д},$ кВт	η	$\cos \varphi$	$Z_a, \text{ Ом}$	$Z_b, \text{ Ом}$	$Z_c, \text{ Ом}$
1	100	10	2,0	0,8	0,45	20+j20	40	-j40
2	60	20	2,5	0,8	0,7	40	-j40	20+j20
3	150	20	3,0	0,82	0,7	20+j20	-j40	40
4	200	25	3,5	0,85	0,65	20-j40	j30	20
5	40	100	4,0	0,85	0,75	j30	20	20-j40
6	75	25	1,5	0,6	0,5	20	20-j40	j30
7	150	15	2,5	0,8	0,6	50	30-j50	-j50
8	200	5	1,5	0,85	0,5	-j30	50	30+j50
9	100	20	4,0	0,8	0,8	50-j40	j30	50
10	60	30	3,5	0,85	0,7	40	j30	-j30
11	70	5	1,0	0,6	0,45	10-j10	30+j30	40-j40
12	80	10	1,5	0,65	0,5	15+j15	30-j30	50
13	90	15	2,0	0,7	0,55	20-j20	40	j50
14	110	20	2,5	0,75	0,6	20+j20	j40	-j50
15	120	25	3,0	0,8	0,65	-j30	j40	20+j20
16	130	30	3,5	0,85	0,7	30	40+j40	20-j40
17	140	35	4,0	0,6	0,75	30+j30	10-j10	30
18	150	40	4,5	0,65	0,8	30-j30	15+j15	20
19	160	45	5,0	0,7	0,45	40	20-j20	40-j40
20	170	50	1,0	0,75	0,5	j40	20+j20	50
21	180	55	1,5	0,8	0,55	-j40	-j30	j50
22	190	60	2,0	0,85	0,6	40+j40	30	-j50
23	200	65	2,5	0,6	0,65	40-j40	50+j50	20+j20
24	210	70	3,0	0,65	0,7	50	50-j50	40
25	230	75	3,5	0,7	0,75	j50	15+j15	20+j20

26	240	80	4,0	0,75	0,8	-j50	15-j15	20-j40
27	250	85	4,5	0,8	0,5	50+j50	40-j40	-j30
28	260	90	1,0	0,85	0,55	50-j50	50	30
29	270	95	1,5	0,9	0,6	15+j15	j50	30+j30
30	280	100	2,0	0,95	0,7	15-j15	-j50	30-j30

- По данным асинхронного двигателя определить модуль линейных и фазных токов двигателя, а затем записать их в комплексной форме: линейных - $\dot{I}_{2A}, \dot{I}_{2B}, \dot{I}_{2C}$, фазных - $\dot{I}_{2AB}, \dot{I}_{2BC}, \dot{I}_{2CA}$, с учетом сдвига фаз.
- Построить векторную диаграмму линейных и фазных токов и напряжений электродвигателя.
- Определить результирующие комплексные токи сети $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$.
- Построить векторную диаграмму всех токов.
- Проверить расчет путем составления баланса мощности.

Методические указания

- Величину сопротивления одной лампы определить по заданному напряжению и мощности одной лампы, а при расчете сопротивления фазы учесть, что n ламп соединены в фазе параллельно.
- При расчете линейных токов осветительной нагрузки считать начальную фазу напряжения фазы A равной нулю. При этом напряжение фазы B отстает на 120 градусов, а напряжение фазы C опережает фазное напряжение фазы A на 120 градусов.
- При построении векторной диаграммы вектор фазного напряжения фазы A направить по оси вещественных чисел, а остальные векторы ориентировать на комплексной плоскости в соответствии с их комплексными значениями.
- Модуль линейных токов электродвигателя определяется из формулы активной мощности трехфазной цепи. Предварительно необходимо определить подводимую к электродвигателю электрическую мощность $P_{эл}$ по заданной его полезной мощности и КПД.
- Модуль фазных токов определяется по модулю линейных токов. При записи в комплексной форме линейных токов электродвигателя учесть, что они отстают на угол φ от соответствующих фазных напряжений, а фазные токи – от соответствующих линейных напряжений.
- Результирующие линейные токи сети $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ из закона токов Кирхгофа (ЗТК).

7. Вычислить активную мощность, поступающую из сети, мощность осветительной нагрузки и электродвигателя, проверить расчет путем составления баланса активных мощностей:

$$P_{\text{СЕТИ}} = P_{\text{ОСВ}} + P_{\text{Д}}.$$

ЗАДАЧА 2

РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ С РАЗОМКНУТЫМ НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ

Задано:

1. Трехфазная электрическая сеть 220/380 В, 50 Гц, без нулевого провода.
2. Несимметричная нагрузка $\underline{Z}_a, \underline{Z}_b, \underline{Z}_c$ соединенная звездой без нулевого провода. Данные нагрузки приведены в табл. 1.

Требуется:

1. Определить напряжение смещения нейтралей \dot{U}_0 между нулевой точкой сети и нагрузки.
2. Определить фазные напряжения нагрузки $\dot{U}_a, \dot{U}_b, \dot{U}_c$.
3. Определить токи в фазах нагрузки $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$.
4. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.
5. Определить показания ваттметров, проверить ~~баланс~~ баланс активных и реактивных мощностей.

Методические указания

1. Напряжение смещения нейтралей \dot{U}_0 определяется из уравнения, составленного по методу узловых напряжений.
2. Фазные напряжения нагрузки $\dot{U}_a, \dot{U}_b, \dot{U}_c$ определяются из уравнений, составленных по закону напряжений Кирхгофа (ЗНК) для контуров, каждый из которых содержит фазное напряжение источника, рассчитанное выше напряжение смещения нейтралей \dot{U}_0 и искомое фазное напряжение нагрузки, например для фазы a нагрузки получим: $\dot{U}_A - \dot{U}_0 - \dot{U}_a = 0$.

3. Фазные токи нагрузки определяются из закона Ома по известному сопротивлению фазы и найденному фазному напряжению.
4. Векторные диаграммы должны содержать все векторы фазных напряжений источника и нагрузки, фазные токи, линейные напряжения.
5. Показания ваттметров определить из формулы мощности через соответствующие линейные напряжения и токи (рис. 2) с учетом угла сдвига между ними, который следует определить из векторной диаграммы.
6. Проверка определения активной мощности трехфазной сети по методу двух ваттметров (проверяется по формуле):

$$P_{\phi A} + P_{\phi B} + P_{\phi C} = P_{W1} + P_{W2}, \text{ (равенство должно выполняться всегда)}$$

где $P_{\phi A}, P_{\phi B}, P_{\phi C}$ - активные мощности фаз нагрузки; P_{W1}, P_{W2} - показания ваттметров.

7. Проверка определения реактивной мощности трехфазной сети по методу двух ваттметров (проверяется по формуле):

$$Q_{\phi A} + Q_{\phi B} + Q_{\phi C} = \sqrt{3}(P_{W1} - P_{W2}). \text{ (формула справедлива только для симметричной нагрузки).}$$

где $Q_{\phi A}, Q_{\phi B}, Q_{\phi C}$ - реактивные мощности фаз нагрузки. P_{W1}, P_{W2} - показания ваттметров.

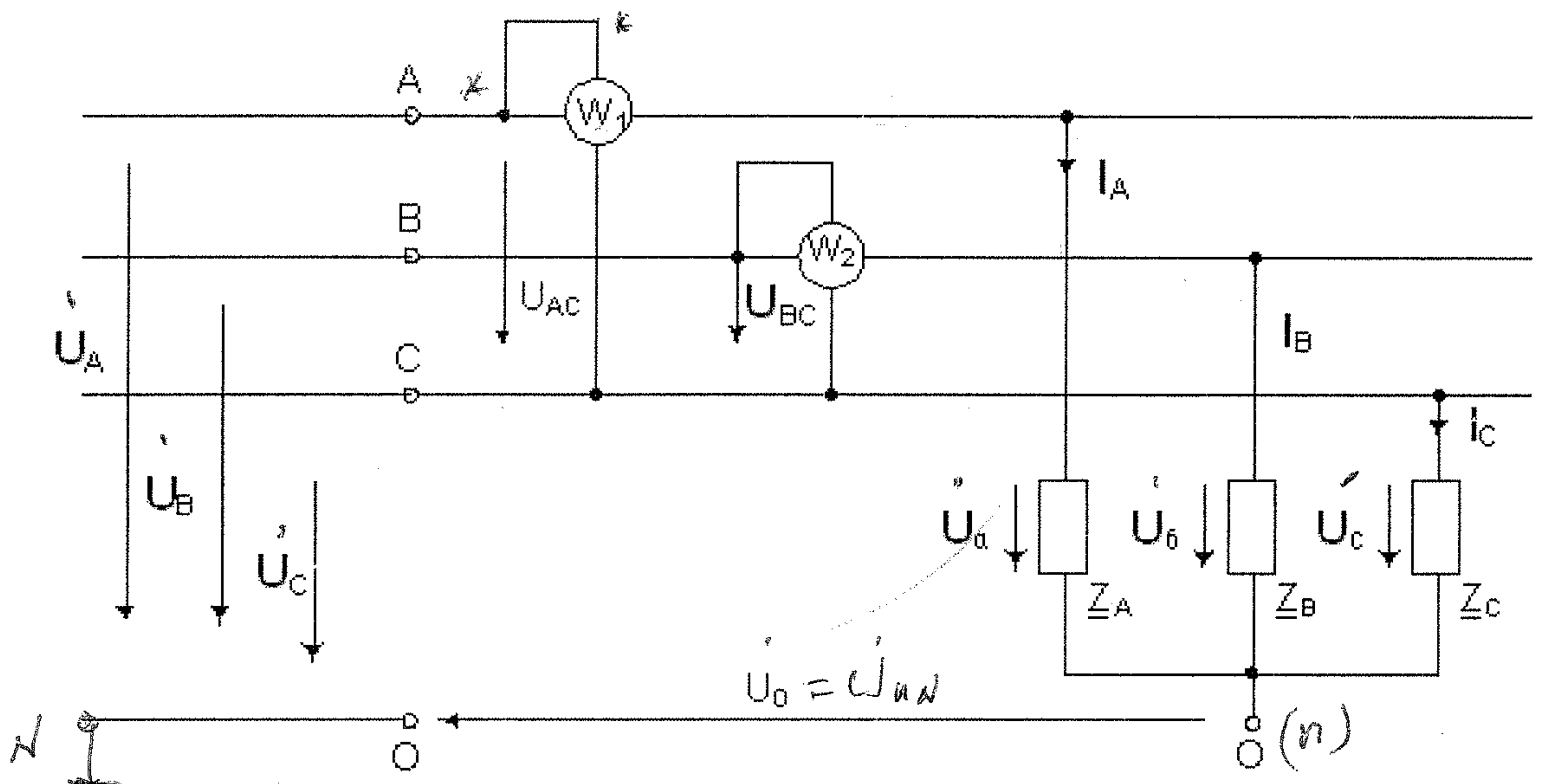


Рис. 2. Схема несимметричной трехфазной цепи