

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

АНАЛИЗ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ПРИЁМНИКА ТРЕУГОЛЬНИКОМ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2020

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88 Анализ трехфазной цепи при включении приёмника треугольником: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 16 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы и методику ее выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплины и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

1 Цель работы	4
2 Содержание работы.....	4
3 Оборудование	4
4 Порядок выполнения работы	5
4.1 Анализ трехфазной цепи при симметричном приемнике.....	5
4.2 Анализ трехфазной цепи при несимметричном приемнике.....	7
4.3 Анализ трехфазной цепи с приемником включенным по схеме треугольника и возникновении аварийных режимов.....	8
5 Контрольные вопросы	10
Список использованных источников	12
Приложение А Бланк лабораторной работы	13

1 Цель работы

Приобрести практические навыки исследования параметров трехфазной цепи при подключении приемника треугольником. Построить векторные диаграммы симметричного, несимметричного включения приемников, а также аварийных режимов работы.

2 Содержание работы

1. Собрать схему, включающую трехфазный источник переменного тока, активные приемники, подключенные к каждой фазе и контрольно-измерительные приборы.

2. Провести испытания симметричного приёмника. Записать показания приборов и произвести расчеты недостающих параметров. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

3. Выполнить пункты 1-2 для несимметричного приемника.

4. Выполнить пункты 1-2 для аварийных режимов работы трехфазной цепи: обрыва одной из фаз приёмника и обрыва линейного провода.

5. Сделать вывод.

3 Оборудование

Лабораторный стенд ЛЭС-5, электроизмерительные приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры), соединительные провода.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Анализ трехфазной цепи при симметричном приемнике

Каждая из фаз симметричного приемника включает в себя активную нагрузку, роль которой выполняют лампы накаливания. Помимо этого, в каждую фазу трёхфазной цепи включен амперметр и ваттметр.

Схема трехфазной цепи при включении приемника треугольником показана на рисунке 1.

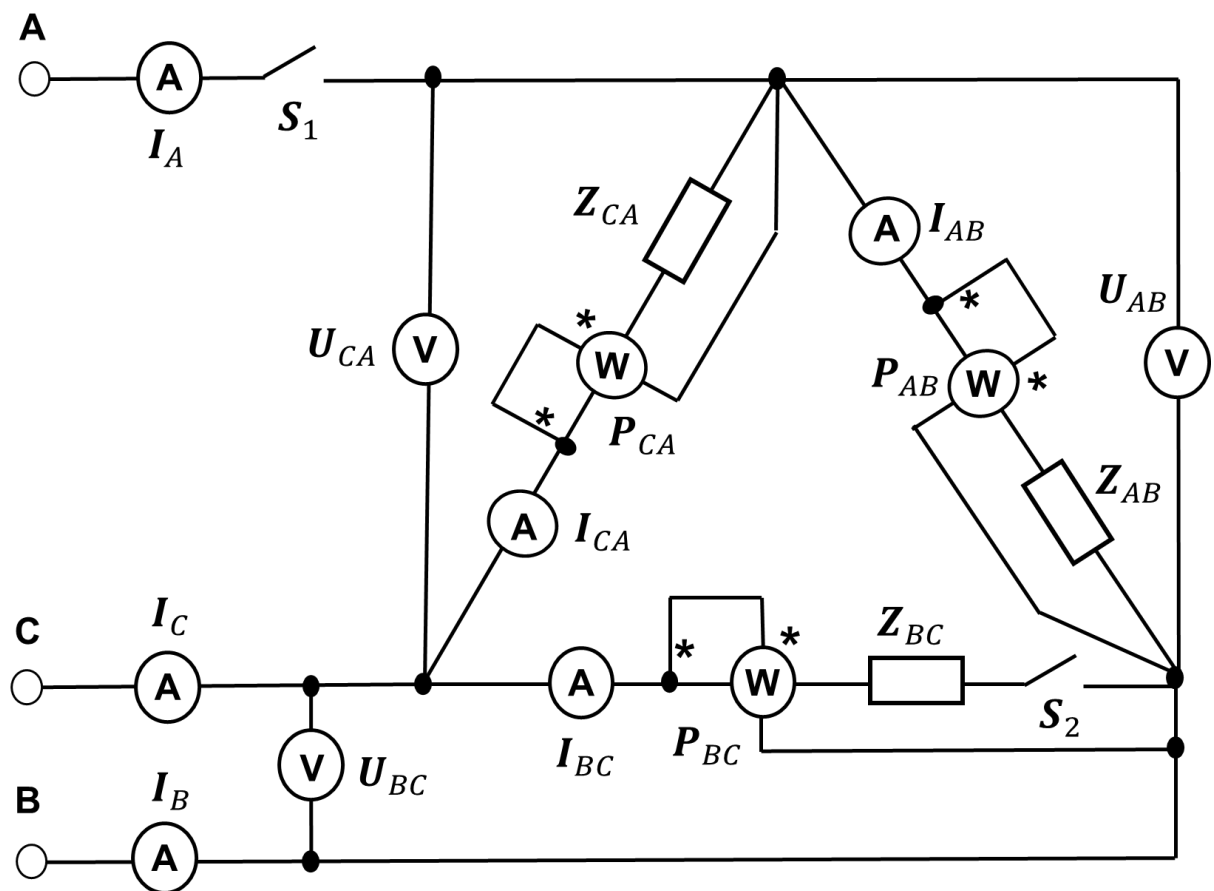


Рисунок 1 – Схема трехфазной цепи при включении приемника треугольником

Показания приборов заносят в таблицу по форме таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты измерения параметров трехфазной цепи при симметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Токи в фазах приемника, А			Напряжения на фазах приемника, В			Мощности фаз приемника, Вт			Токи в линейных проводах, А		
I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	I_A	I_B	I_C

На основании данных таблицы 1 выполняются вычисления угла сдвига фаз и сопротивлений фаз приемника. Данные расчета заносят в таблицу по форме таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты вычисления параметров трехфазной цепи при симметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Углы сдвига фаз приемника, град.			Сопротивления фаз приемника, Ом		
φ_{AB}	φ_{BC}	φ_{CA}	Z_{AB}	Z_{BC}	Z_{CA}

В выбранном масштабе строится векторная диаграмма токов и напряжений симметричного приёмника, включенного треугольником. Вначале откладываются векторы фазных напряжений (с учетом сдвига между фазами в 120°). Затем, откладывают векторы фазных токов, учитывая расчетные сдвиги фаз (таблица 2). Путем сложения векторов фазных токов формируются векторы линейных токов. Пример построения векторной диаграммы для симметричного приёмника приведен на рисунке 2.

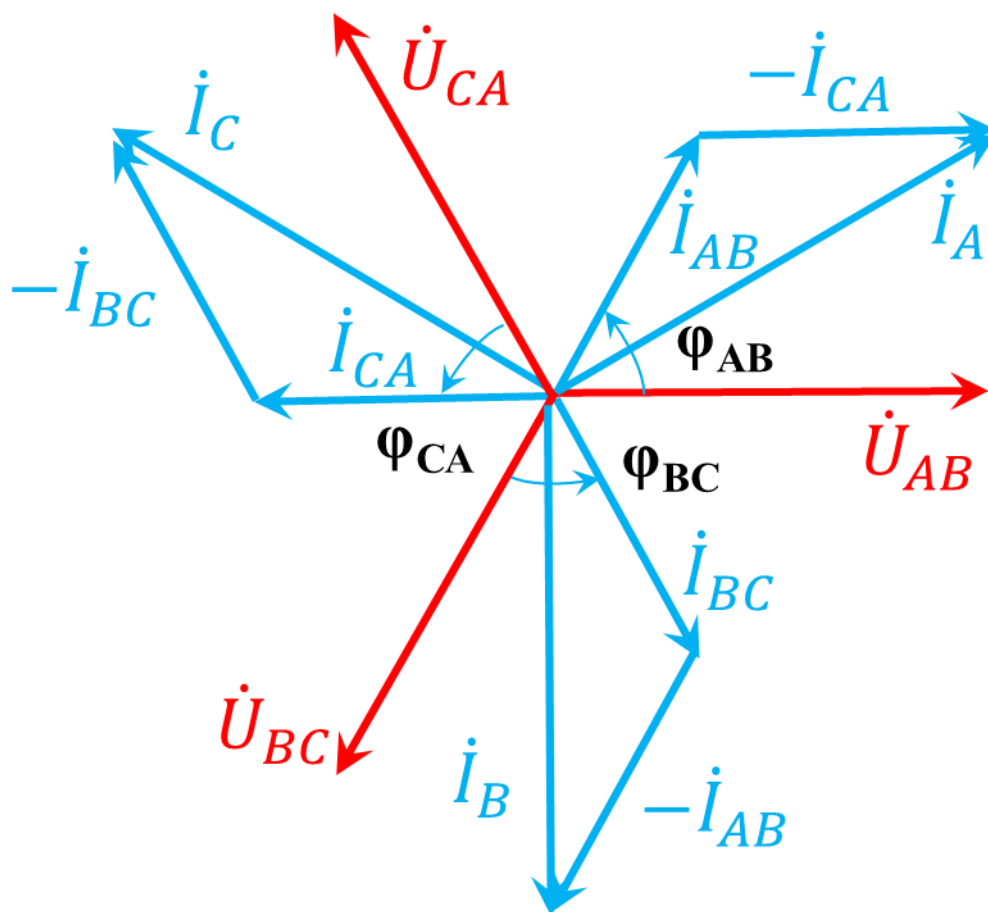


Рисунок 2 – Векторная диаграмма токов и напряжений трехфазного симметричного приемника, включённого треугольником

4.2 Анализ трехфазной цепи при несимметричном приемнике

Несимметричная нагрузка формируется разным числом ламп накаливания включенных в фазы приемника: одна в первой фазе, две – во второй фазе и три – в третьей фазе. Помимо этого, в каждую фазу трёхфазной цепи включен амперметр и ваттметр. Схема трехфазной цепи при несимметричном приемнике также показана на рисунке 1.

Показания приборов заносят в таблицу по форме таблицы 1.

На основании данных таблицы 1 выполняются вычисления угла сдвига фаз и сопротивлений фаз приемника. Данные расчета заносят в таблицу по форме таблицы 2.

В выбранном масштабе строится векторная диаграмма токов и напряжений несимметричного приёмника, включенного треугольником.

Вначале откладываются векторы фазных напряжений (с учетом сдвига между фазами в 120°). Затем откладываются векторы фазных токов, учитывая расчетные сдвиги фаз (таблица 2). Путем сложения векторов фазных токов формируются векторы линейных токов. Пример построения векторной диаграммы для несимметричного приёмника приведен на рисунке 3.

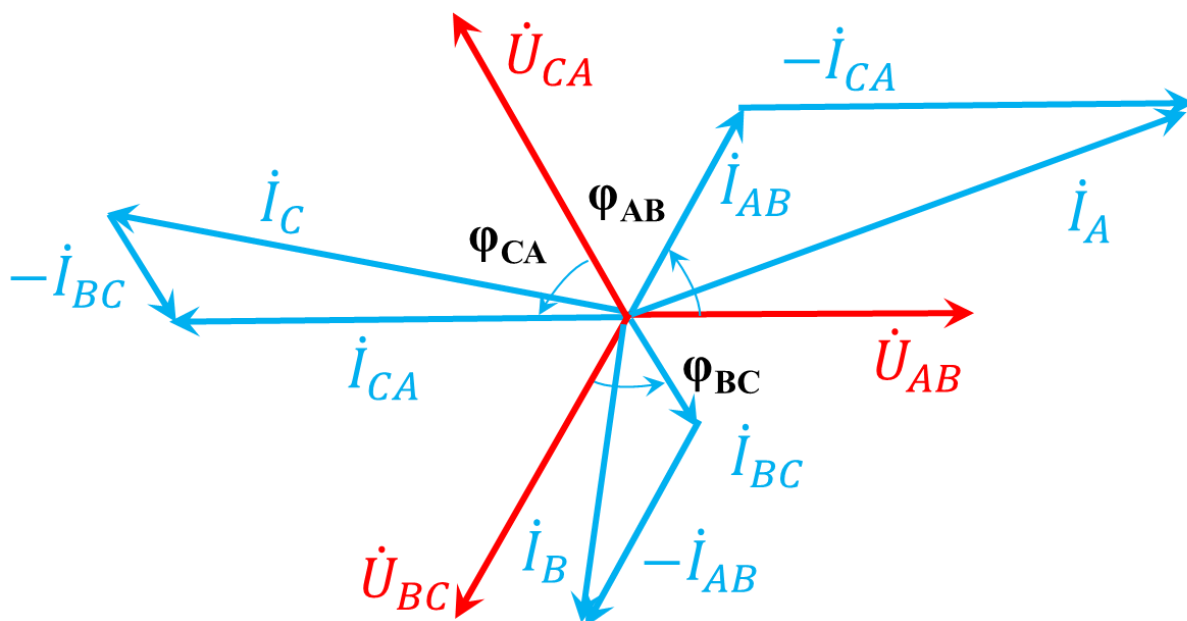


Рисунок 3 – Векторная диаграмма токов и напряжений трехфазного несимметричного приемника, включённого по схеме треугольника

4.3 Анализ трехфазной цепи с приемником включенным по схеме треугольника и возникновении аварийных режимов

Для создания аварийных режимов работы используются выключатели S1 и S2 (рисунок 1). В первом случае возникает обрыв линейного провода в фазе А, во втором случае – обрыв фазы приемника.

Показания приборов заносят в таблицу по форме таблицы 3.

Таблица 3 – Результаты измерения параметров трехфазной цепи при возникновении аварийных режимов

Аварийный режим	Токи в фазах приемника, А			Напряжения на фазах приемника, В			Мощности фаз приемника, Вт			Токи в линейных проводах, А		
	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	I_A	I_B	I_C
Обрыв линейного провода												
Обрыв фазы приемника												

На основании данных таблицы 3 выполняются вычисления угла сдвига фаз и сопротивлений фаз приемника. Данные расчета заносят в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 – Результаты вычисления параметров трехфазной цепи при возникновении аварийных режимов

Аварийный режим	Углы сдвига фаз приемника, град.			Сопротивления фаз приемника, Ом		
	φ_{AB}	φ_{BC}	φ_{CA}	Z_{AB}	Z_{BC}	Z_{CA}
Обрыв линейного провода						
Обрыв фазы приемника						

В выбранном масштабе строится векторная диаграмма токов и напряжений при возникновении аварийных режимов. Вначале откладываются векторы фазных напряжений. Затем откладывают векторы фазных токов, учитывая расчетные сдвиги фаз (таблица 4). Путем сложения векторов фазных токов формируются векторы линейных токов. Пример построения векторной диаграммы в случае обрыва линейного провода и фазы приемника приведен на рисунке 4.

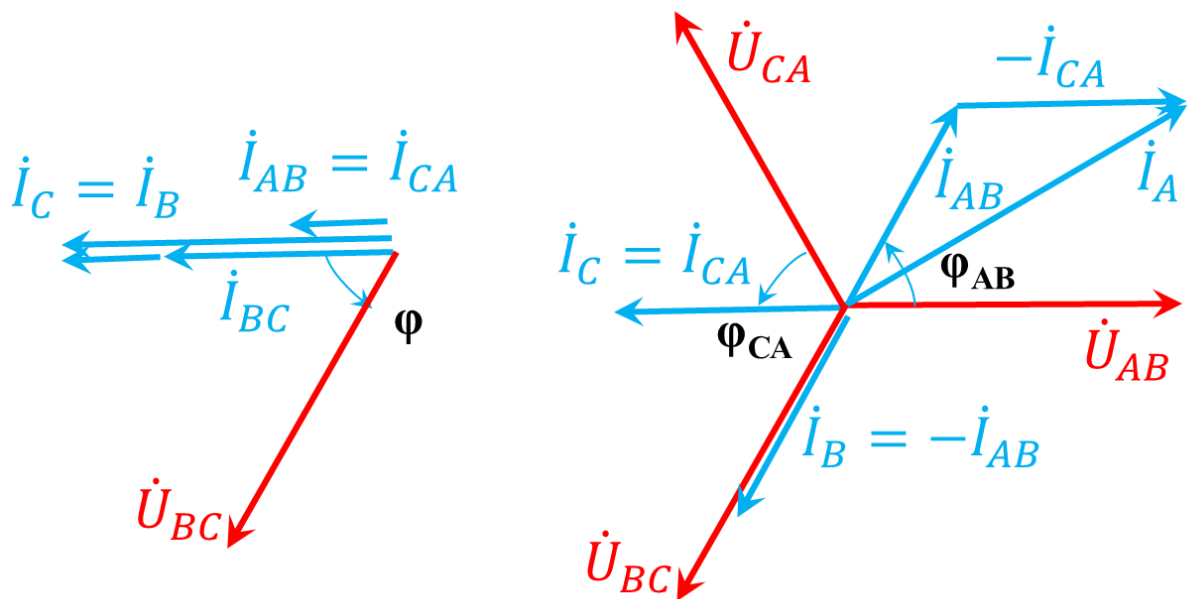


Рисунок 4 – Векторная диаграмма токов и напряжений трехфазного приемника, включённого треугольником при обрыве линейного провода (слева) и обрыве фазы приемника (справа)

5 Контрольные вопросы

1. Дайте определение трёхфазной системы синусоидального тока.
2. Поясните преимущества трёхфазной системы синусоидального тока в сравнении с одной системой.
3. Укажите способы соединения потребителей электроэнергии в трёхфазной системе.
4. Какая трёхфазная система называется симметричной?
5. Как соединить электроприёмники однофазного тока звездой и треугольником?
6. Какие существуют соотношения между линейными и фазными электрическими величинами при соединении нагрузки звездой и треугольником?
7. Какие существуют способы измерения мощности трёхфазного тока?

8. Почему измерение мощности двумя ваттметрами допускается только при отсутствии нейтрального провода?
9. Как называются провода, отходящие от трёхфазного генератора?
10. Как экспериментально определить линейные и нейтральные провода?
11. Как сказывается обрыв линейного провода на работу трёхфазной установки?
12. Как влияет короткое замыкание одной фазы на работу трёхфазной сети:
 - а) при наличии нейтрального провода?
 - б) при отсутствии нейтрального провода?
13. Как сказывается обрыв нейтрального провода на работу трёхфазного приёмника?
14. Как построить векторные диаграммы токов и напряжений при несимметричной нагрузке при:
 - а) нормальном режиме работы приёмника;
 - б) при обрыве линейного провода;
 - в) при коротком замыкании одной фазы.

Список использованных источников

1. Касаткин, А.С. Электротехника: учеб. для студентов неэлектротехн. специальностей вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 11-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 544 с.
2. Хернер, А. Автомобильная электрика и электроника /А. Хернер, Х-Ю. Риль; перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2013. – 624 с.
3. Wyatt, D. Aircraft Electrical and Electronic Systems / D. Wyatt, M. Tooley. – Second Edition – NY, Routledge, 2018. – 439 p.
4. Bell, J.A. Modern Diesel Technology: Electricity & Electronics / J.A. Bell - Second Edition – NY, Delmar, 2014. – 546 p.

Таблица А.1 – Результаты измерения параметров трехфазной цепи при симметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Токи в фазах приемника, А			Напряжения на фазах приемника, В			Мощности фаз приемника, Вт			Токи в линейных проводах, А		
I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	I_A	I_B	I_C

Таблица А.2 – Результаты вычисления параметров трехфазной цепи при симметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Углы сдвига фаз приемника, град.			Сопротивления фаз приемника, Ом		
φ_{AB}	φ_{BC}	φ_{CA}	Z_{AB}	Z_{BC}	Z_{CA}



Рисунок А.2 – Векторная диаграмма трехфазной цепи при симметричном приемнике

А.3 Анализ трехфазной цепи при несимметричном приемнике

Таблица А.3 – Результаты измерения параметров трехфазной цепи при несимметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Токи в фазах приемника, А			Напряжения на фазах приемника, В			Мощности фаз приемника, Вт			Токи в линейных проводах, А		
I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	I_A	I_B	I_C

Таблица А.4 – Результаты вычисления параметров трехфазной цепи при несимметричном приемнике, включенном по схеме треугольника

Углы сдвига фаз приемника, град.			Сопротивления фаз приемника, Ом		
φ_{AB}	φ_{BC}	φ_{CA}	Z_{AB}	Z_{BC}	Z_{CA}

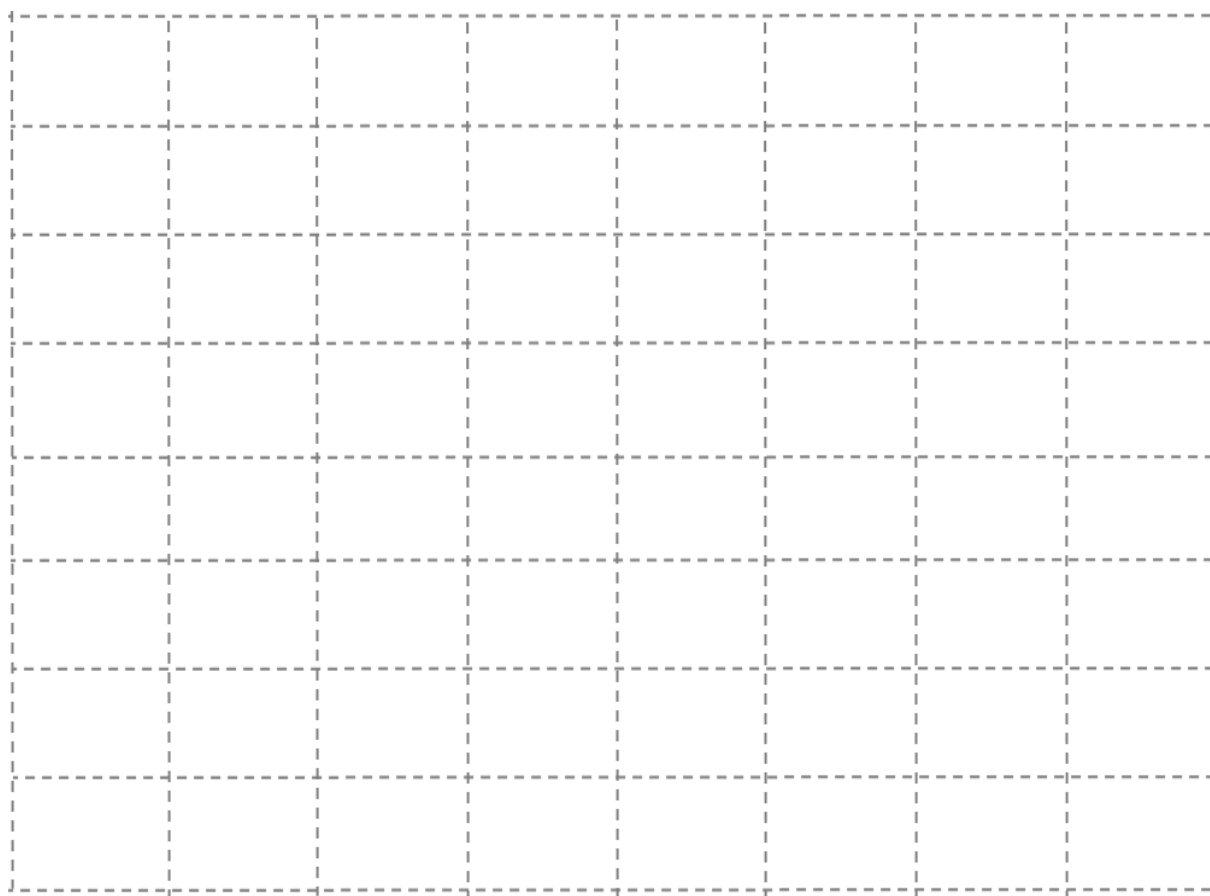


Рисунок А.3 – Векторная диаграмма трехфазной цепи при несимметричном приемнике

А.4 Анализ трехфазной цепи с приемником включенным по схеме треугольника и возникновении аварийных режимов

Таблица А.5 – Результаты измерения параметров трехфазной цепи при возникновении аварийных режимов

Аварийный режим	Токи в фазах приемника, А			Напряжения на фазах приемника, В			Мощности фаз приемника, Вт			Токи в линейных проводах, А		
	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	I_A	I_B	I_C
Обрыв линейного провода												
Обрыв фазы приемника												

Таблица А.6 – Результаты вычисления параметров трехфазной цепи при возникновении аварийных режимов

Аварийный режим	Углы сдвига фаз приемника, град.			Сопротивления фаз приемника, Ом		
	φ_{AB}	φ_{BC}	φ_{CA}	Z_{AB}	Z_{BC}	Z_{CA}
Обрыв линейного провода						
Обрыв фазы приемника						

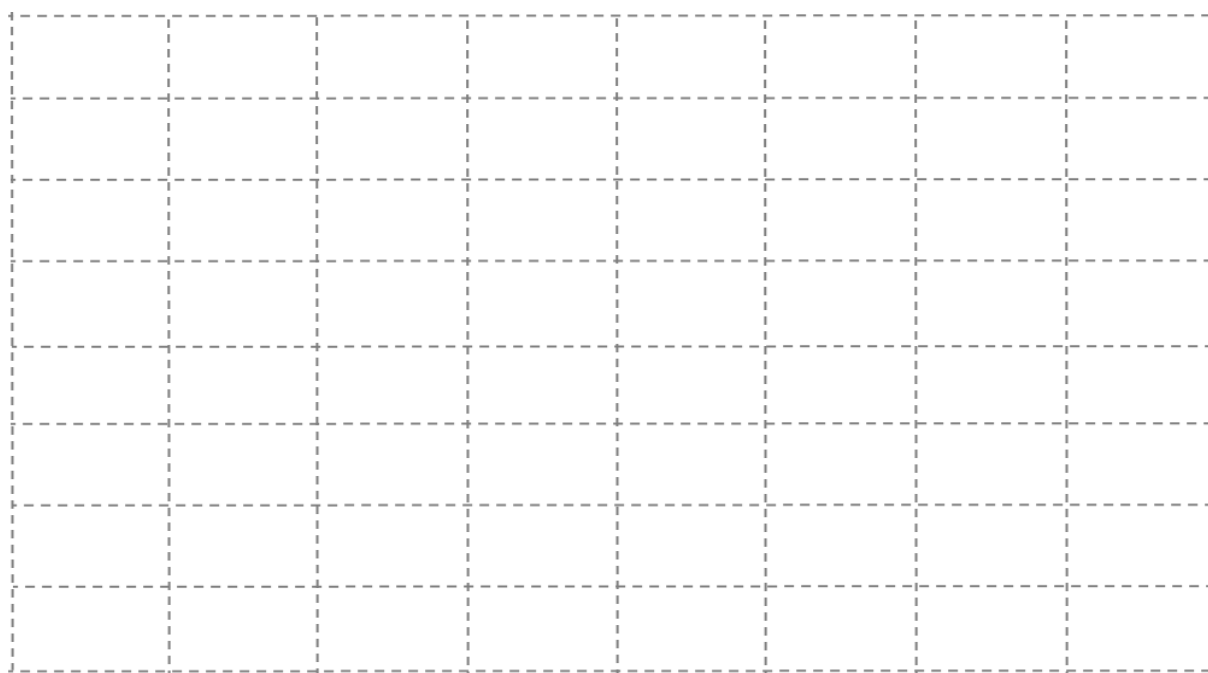


Рисунок А.4 – Векторная диаграмма токов и напряжений трехфазного приемника, включённого треугольником при обрыве линейного провода

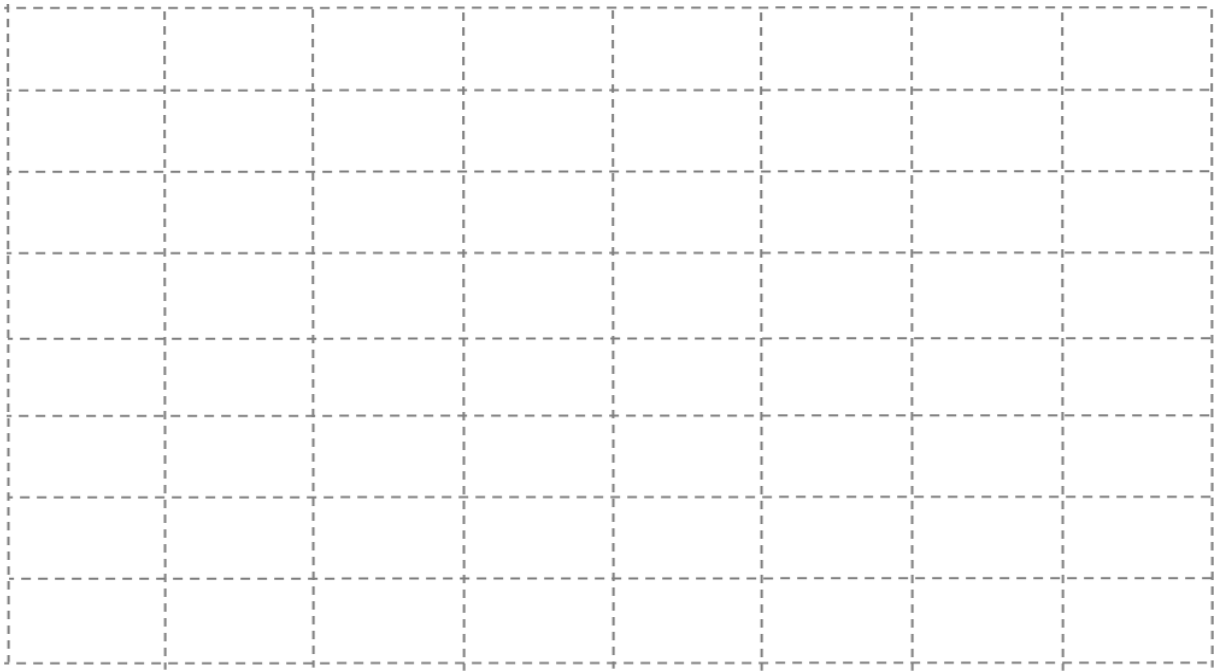


Рисунок А.5 – Векторная диаграмма токов и напряжений трехфазного приемника, включённого треугольником при обрыве фазы приемника

А.5 Выводы и анализ полученных результатов
