

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Электроснабжения и электротехники

ОТЧЕТ  
по лабораторной работе  
«Исследование схемы автоматического включения  
резервного питания»

по дисциплине  
«Электроснабжение сельского хозяйства»

Выполнил:  
студент \_\_\_\_\_ гр. АЭФ

\_\_\_\_\_  
ФИО

Руководитель:

\_\_\_\_\_  
ФИО

Минск 2024г.

**Цель работы.** Изучить работу схем автоматического включения резервного питания, применяемых в сельских электрических сетях.

**План работы.**

1. Изучить схему ручного включения и отключения трансформаторов и секционного автомата на стороне напряжением 0,4 кВ.
2. Изучить схему автоматического включения резервного питания на стороне напряжением 0,4 кВ (АВР секционного автомата).
3. Изучить схему автоматического включения резервной линии на стороне напряжением 10 кВ (АВР линии).

**Общие сведения.** Автоматическое включение резервного питания (АВР) применяется в электроустановках с целью повышения надежности электроснабжения потребителей.

Для питания двухтрансформаторной подстанции по радиальной сети (одностороннее питание) АВР может быть выполнено по схеме, представленной на рисунке 1, а (АВР трансформатора), или рисунке 5.1, б (АВР секционного выключателя).

По схеме, представленной на рисунке 1, а, в нормальном режиме все потребители питаются от трансформатора 1-Т, а трансформатор 2-Т находится в резерве (выключатели 3-Q и 4-Q отключены).

В аварийном режиме отключаются выключатели 1-Q и 2-Q, и включаются 3-Q и 4-Q (все потребители питаются от резервного трансформатора 2-Т).

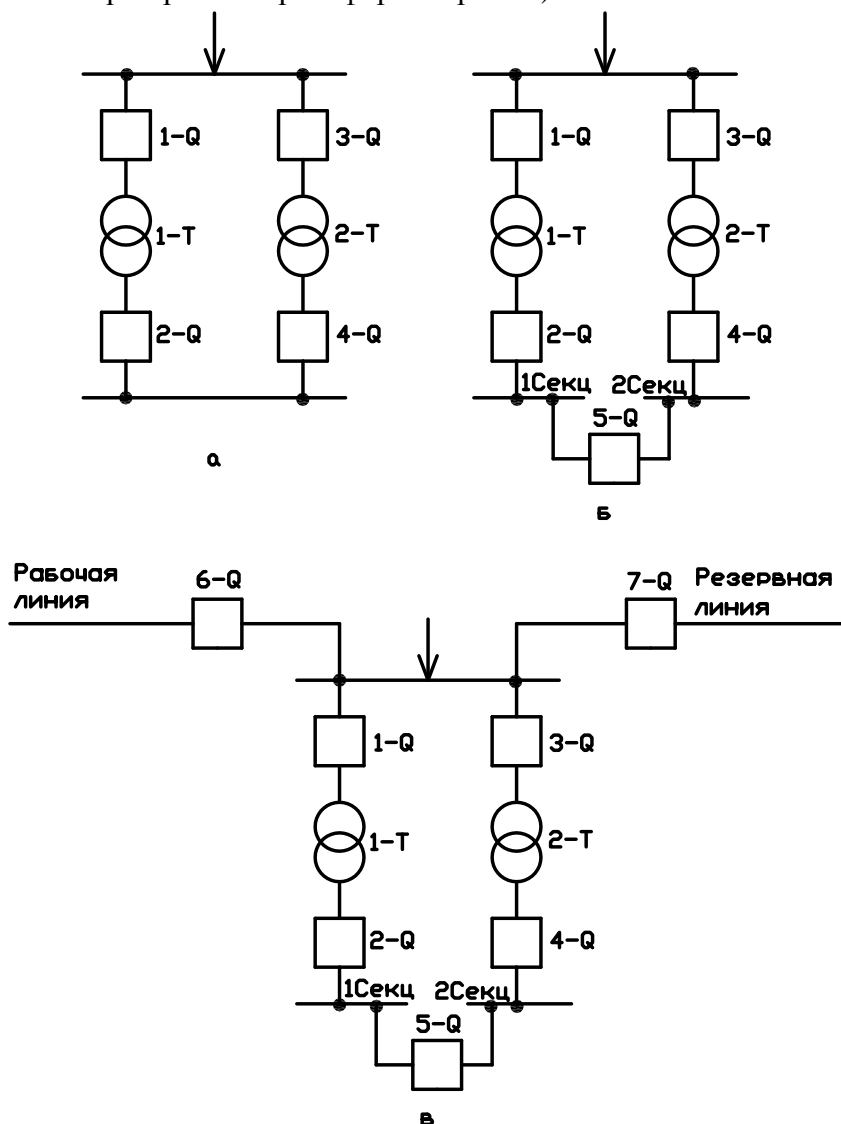


Рисунок 1 - Схемы использования АВР:  
 а — трансформатора; б — секционного выключателя; в — линии

В нормальном режиме питания по схеме, представленной на рисунке 1, б оба трансформатора включены и секционный выключатель 5-Q отключен. В случае отключения трансформатора 1-T (2-T) включается выключатель 5-Q и все потребители питаются от трансформатора 2-T (1-T).

Высокая надежность электроснабжения потребителей может быть достигнута за счет использования трансформаторной подстанции с двухсторонним питанием (рисунок 1, в). В этой схеме, кроме АВР трансформатора и АВР секционного выключателя 5-Q предусмотрено АВР линии. В нормальном режиме работы питания осуществляется по рабочей линии (выключатель 6-Q включен, а 7-Q отключен). В случае отключения выключателя 6-Q от защиты и других причин, а также исчезновения напряжения на рабочей линии включается выключатель 7-Q, и питание ТП осуществляется от резервной линии (при исчезновении напряжения на рабочей линии перед включением 7-Q обязательно должен быть отключен выключатель 6-Q).

В зависимости от местных условий схемы АВР имеют свои особенности, однако каждая из этих схем должна отвечать следующим требованиям:

- 1) схема АВР должна действовать при исчезновении напряжения на шинах потребителя;
- 2) включение резервного источника питания должно происходить непосредственно сразу же после отключения рабочего источника питания;
- 3) действие схемы АВР должно быть однократным;
- 4) включение резервного источника питания должно быть произведено только после отключения источника рабочего питания.

В данной лабораторной работе рассматривается АВР секционного выключателя и АВР линии на примере типовой трансформаторной подстанции В-42-400-М4. Схема первичных соединений приведена на рисунке 2.

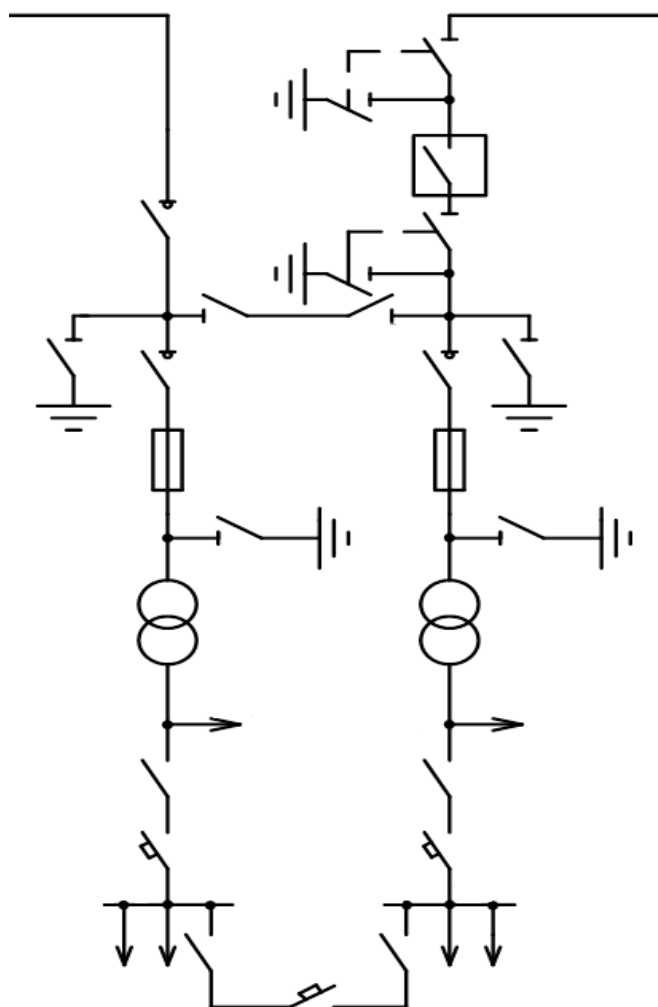


Рисунок 2 - Схема электрических соединений трансформаторной подстанции на два трансформатора с рабочим и резервным вводами

## Режим ручного управления

*Включение трансформатора 1-Т (2-Т).* При ручном управлении ключ 3-SAC (рисунок 5.31) устанавливается в положение *P*. Ключом 1-SA (2-SA) (рисунки 5.31 и 5.32), устанавливается положение *B1* «Включено») подается питание на реле 1-KL2 (2-KL2). Его контакты, замыкаясь, подают питание на электромагнит включения автомата 1-SF (2-SF), и он включается. При этом обесточивается реле 1-KL2, а замыкающий контакт этого реле с течением времени размыкается и обесточивает цепь включения автомата 1-SF. Ключ 1-SA (2-SA) возвращается в положение *B* – «Включено». При этом замыкается вспомогательный контакт 1-SSF (2-SSF) автомата 1-SF (2-SF) и включается реле-повторитель 1-KL1 (2-KL1) положения автомата. Замыкающий контакт этого реле включает лампу 1-HLB (2-HLB), которая сигнализирует о включенном положении автомата, а размыкающий контакт отключает лампу 1-HLO (2-HLO). Второй размыкающий контакт этого реле размыкает цепь реле 1-KL2, (2-KL2) и обесточивает его независимо от положения ключа 1-SA (2-HLA). При включенном положении выключателя 1-SF (2-SF) размыкается контакт 1-SSF (2-SSF) и отключается реле 1-KT2 (2-KT2). Этим блокируется возможность подачи питания на электромагнит включения при включенном положении автомата 1-SF (2-SF).

*Отключение трансформатора 1-Т (2-Т).* Ключом 1-SA (2-SA) (рисунки 5.3, 5.4) подается питание на электромагнит отключения автомат 1-SF (2-SF) в положении *O* «Отключить» и он отключается. Напряжение с автомата снимается этим же ключом в положение *O* «Отключено». При этом размыкается блокирующий контакт автомата 1-SSF (2-SSF), отключается реле-повторитель положения автомата 1-KL1 (2-KL1), отключается лампа 1-HLB (2-HLB) и включается 1-HLO (2-HLO). Одновременно замыкается контакт в цепи реле 1-KL2 (2-KL2) и подготавливается цепь для включения автомата.

Вместе с отключением автомата замыкается вспомогательный контакт 1-SSF (2-SSF) в цепи реле контроля восстановления напряжения 1-KT2 (2-KT2).

*Включение секционного автомата 3 SF.* В нормальном режиме работы автоматические выключатели 1-SF и 2-SF включены, а 3-SF — отключен. В схеме секционного автомата 3-SF (рисунок 5) размыкающиеся вспомогательные контакты реле 1-SSF и 2-SSF разомкнуты, а замыкающиеся — замкнуты. Замкнуты также контакты реле 1-KL1 и 2-KL1. Поскольку при ручном управлении переключатель 3-SAC находится в положении *P* – «Ручное», а 3-SA в положении *O* – «Отключено», то, несмотря на то, что замкнуты контакты 1-SSF, 2-SSF, 1-KL1 и 2-KL2 реле 3-KL2 отключено.

В случае отключения одного из трансформаторов в цепи включения автомата 3-SF замыкается соответствующий размыкающий контакт 1-SSF или 2-SSF и подготавливает цепь для включения 3-SF. В положении *B* – «Включено» ключа 3-SA реле 3-KL2 включатся, замыкает контакт в цепи включения автомата 3-SF и включает его. После включения ключ 3-SF возвращается в среднее положение, снимает напряжение с реле 3-KL2 и с некоторой задержкой размыкается контакт этого реле в цепи электромагнита включения автомата 3-SF.

Одновременно с включением 3-SF замыкается вспомогательный контакт 3-SSF в цепи реле-повторителя положения автомата и своими контактами включает соответствующую лампу 3-HLB («включено») или 3-HLO («отключено»).

*Отключение секционного автомата 3-SF.* Отключение автомата 3-SF (рисунок 5.3) в ручном режиме осуществляется переводом ключа 3-SA в положение *O* – «отключено». Размыкаясь, контакт 3-SSF отключает реле-повторитель положения автомата 3-KL1 и через соответствующий контакт загорается сигнальная лампа «отключено».

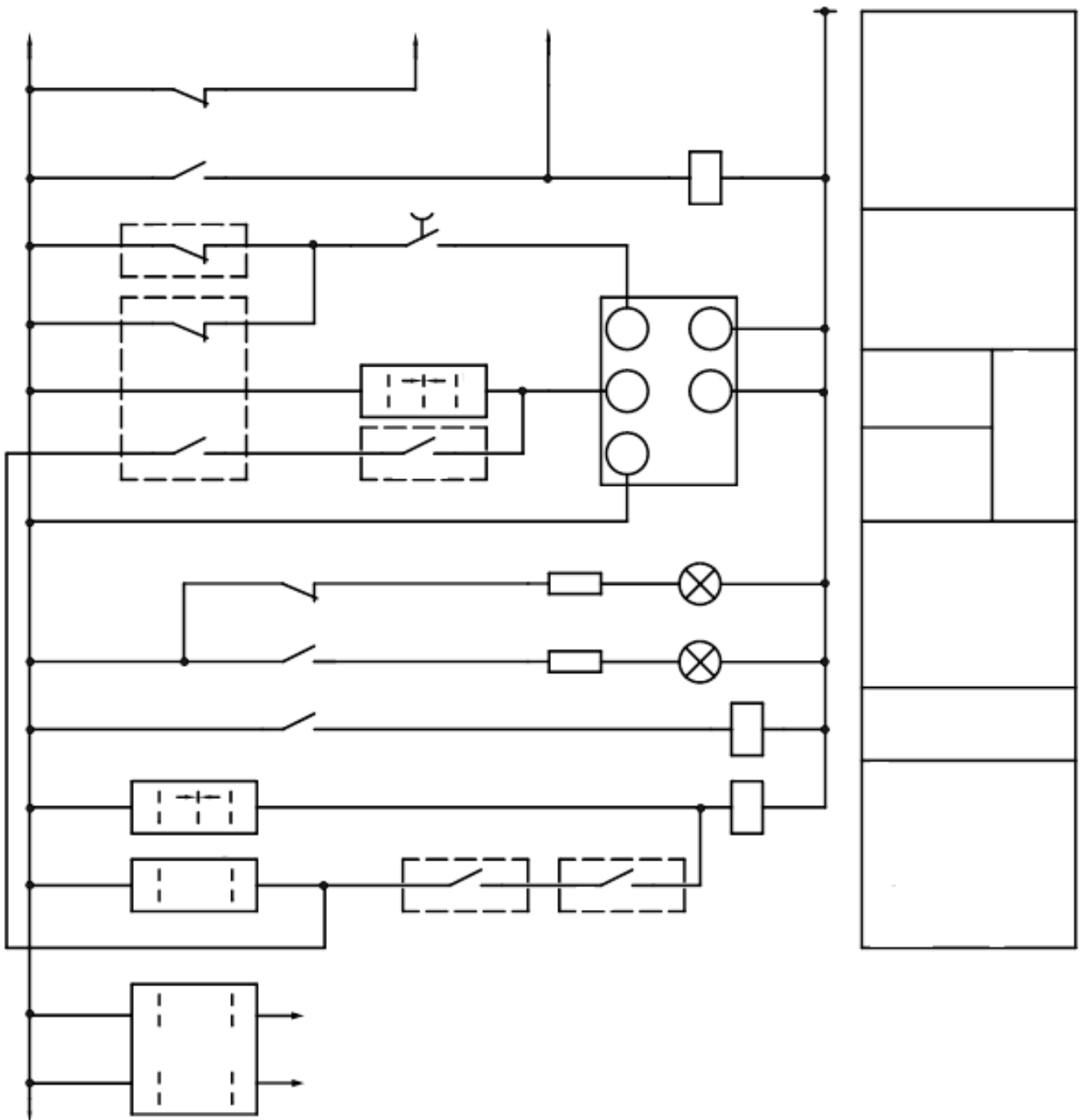


Рисунок 3 - Схема электрическая принципиальная секционного автомата 3-SF на шинах напряжением 0,4 кВ (аппараты 1-SSF и 1-KL1 находятся в схеме ввода 1-T, а 2-SSF и 2-KL1 находятся в схеме ввода 2-T)



### Автоматический режим

Для работы схемы в автоматическом режиме переключатель 3-SAC переводится в положение «А».

*Питание оперативных цепей управления.* В нормальном режиме работы питание оперативных цепей управления осуществляется от трансформатора 1-Т. При этом реле 3-KL3 замыкающим контактом переводит питание от 1-Т. Если трансформатор 1-Т будет отключен, то реле 3-KL3 обесточится, замкнет размыкающий контакт и переведет питание от трансформатора 2-Т. При восстановлении напряжения на 1Т питание оперативных цепей переключается на 1-Т.

*Автоматическое включение секционного автомата 3-SF.* При исчезновении напряжения на стороне 0,4 кВ трансформатора 1-Т (2-Т), которое может быть вызвано отключением выключателя нагрузки в результате перегорания плавкой вставки, обесточивается реле контроля наличия напряжения 1-KT1 (2-KT1). При этом с некоторой задержкой времени размыкающий контакт 1-KT1 (2-KT2) замкнется и отключит автомат 1-SF (2-SF). Вспомогательный контакт 1-SSF (2-SSF) автомата 1-SF (2-SF) отключает реле-повторитель 1-KL1 (2-KL1) положения автомата (рисунки 4 и 5). В результате этого лампа 1-HLB (2-HLB) отключается, а 1-HLO (2-HLO) — включается и сигнализирует об отключенном положении автомата 1-SF (2-SF). Одновременно замыкается размыкающий вспомогательный контакт 1-SSF (2-SSF) в цепи реле 1-KT2 (2-KT2) контроля восстановления напряжения и 1-KL1 (2-KL2) в цепи реле 1-KL2 (2-KL2) включения автомата и реле длительности импульса включения. Таким образом, подготавливается к работе цепь включения автомата 1-SF (2-SF) для включения его при восстановлении напряжения.

В нормальном режиме питания в схеме секционного автомата 3-SF замыкающиеся контакты 1-KL1 и 2-KL1 замкнуты, реле 3-KL2 включено. Его контакт 3-KL2 в цепи включения автомата включен.

При исчезновении напряжения на стороне 0,4 кВ одного из трансформаторов, замыкается соответствующий контакт и обесточивается реле 3-KL2. Одновременно с отключением автомата 1-SF (2-SF) в цепи контакта включения автомата 3-SF замыкается размыкающий вспомогательный контакт 1-SSF (2-SSF). Поскольку контакт 3-KL2 размыкается с задержкой времени, то электромагнит включения получает питание и автомат 3-SF включается. После размыкания контакта 3-KL2 катушка электромагнита включения обесточивается, а автомат 3-SF остается включенным. Вспомогательный контакт 3-SSF включает реле-повторитель положения автомата 3-KL1, своими контактами он отключает лампу 3-HLO и включает лампу 3-HLB, которая сигнализирует о включенном положении автомата 3-SF. Одновременно с включением автомата 3-SF замыкается второй вспомогательный контакт 3-SSF в цепи реле контроля восстановления напряжения в схеме трансформатора 1-Т (2-Т) и, таким образом цепь включения реле 1-KT1 (2-KT2) подготовлена к работе.

*Восстановление схемы нормального режима.* При восстановлении напряжения на стороне 0,4 кВ трансформатора 1-Т (2-Т) получает питание реле 1-KT1 (2-KT1), которое размыкает цепь электромагнита отключения 1-SF (2-SF) и реле контроля восстановления напряжения 1-KT2 (2-KT2). Это реле с некоторым замедлением подает кратковременный импульс на реле 1-KL2 и с помощью одного замыкающего контакта включает автомат 1-SF (2-SF).

Одновременно в схеме секционного автомата 3-SF замыкаются вспомогательные контакты 1-SSF и (2-SSF). Они подают питание на электромагнит отключения автомата 3-SF и отключают его. При этом восстанавливается схема нормального режима.

### Автоматическое включение резервной линии 10 кВ (АВР линии)

Пример АВР линии приведен на рисунке 6

В нормальном режиме питания переключатель 3-SAC находится в положении 3 (зарядка) и конденсаторы 1С и 2С заряжаются.

При исчезновении напряжения на рабочем вводе якорь реле КТ отпадает, а проскальзывающий контакт этого реле с замедлением подает кратковременно питание от конденсатора 2С на электромагнит отключения 3-YAT выключателя 3-Q и отключает его. Контакт 3-SQ в цепи электромагнита 3-YAT размыкает и обесточивает его, а в цепи включения 4-Q замыкается и подготавливает цепь для включения 4-Q. Затем с замедлением замыкается размыкающий нож КТ в цепи включения выключателя 4-Q и включает его. Электромагнит включения 4-YAC получает питание от конденсатора 1С. После включения 4-Q размыкаются

контакты 4-*SQ*, обесточивают электромагнит включения 4-*YAC* и замыкаются в цепи отключения, подготавливая цепь для отключения 4-*Q* вручную кнопкой управления *SBO*. Для включения двигателя завода пружин привода выключателя используется кнопка *SBM*. В конце завода пружин размыкающий контакт БКП в цепи двигателя размыкается, а замыкающий контакт в цепи отключения 4-*Q* замыкается и подготавливает цепь для включения 4-*Q* от АВР. Разрядка конденсаторов 1С и 2С осуществляется переключателем *SAC* в положение *P* (разряд).

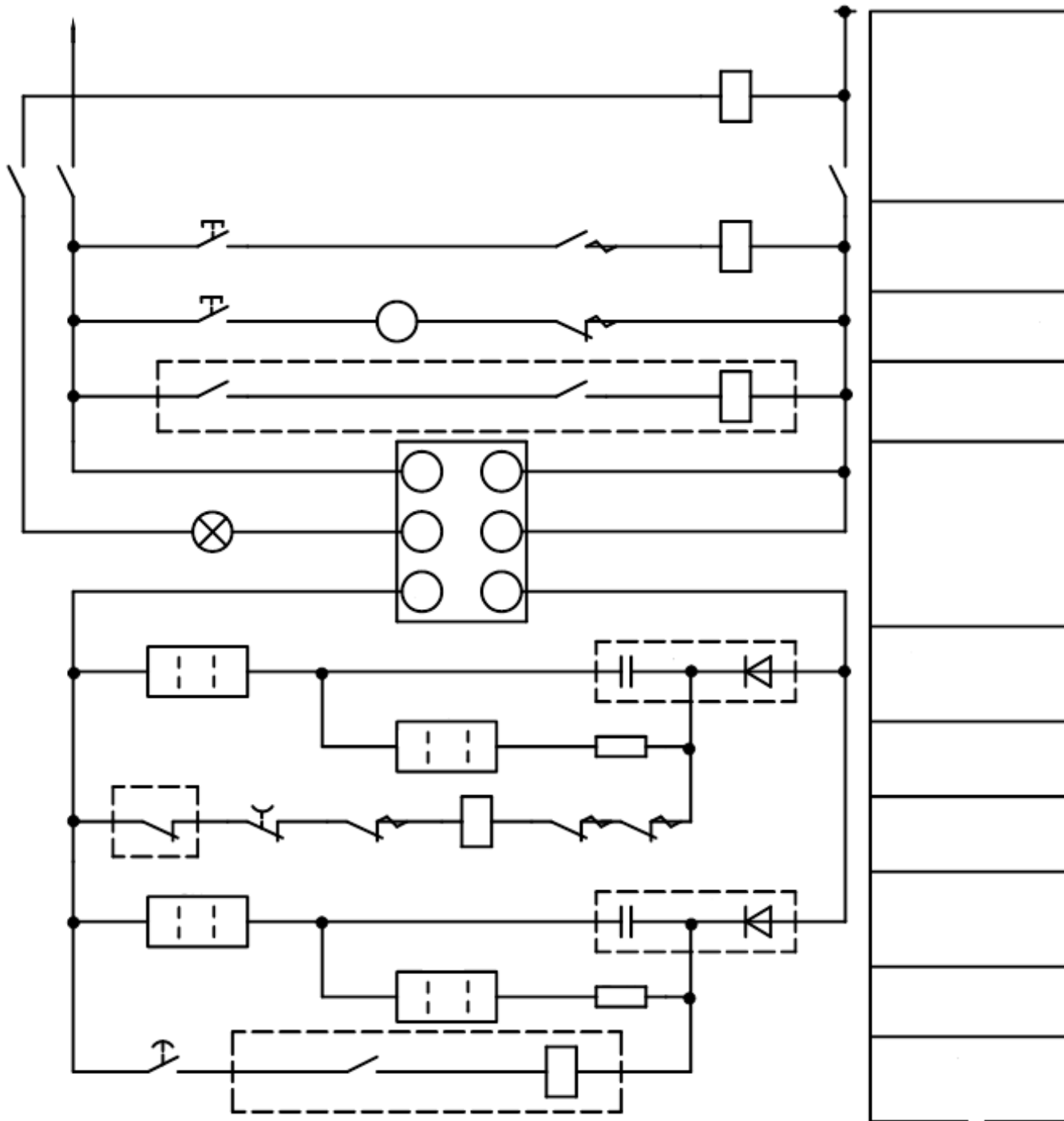


Рисунок 5.6 - Схема электрическая принципиальная резервного ввода 10 кВ с АВР



**Порядок выполнения работы.**

1. Изучить схемы АВР линии и трансформатора, приведенные на рисунках 5-6.
2. Изучить принцип действия приведенных на стенде схем АВР.
3. Проверить работу АВР линии и трансформатора в ручном и автоматическом режимах.

**Содержание отчета**

1. Краткие сведения о назначении, области применения и эффективности АВР в различных режимах работы.
2. Принципиальные электрические схемы АВР.

Выводы: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_