ПРАКТИЧНИЙ КЕЙС: САМОСТІЙНА РОЗРОБКА ТА СКЛАДАННЯ СХЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВВОДУ РЕЗЕРВУ НА БАЗІ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ.

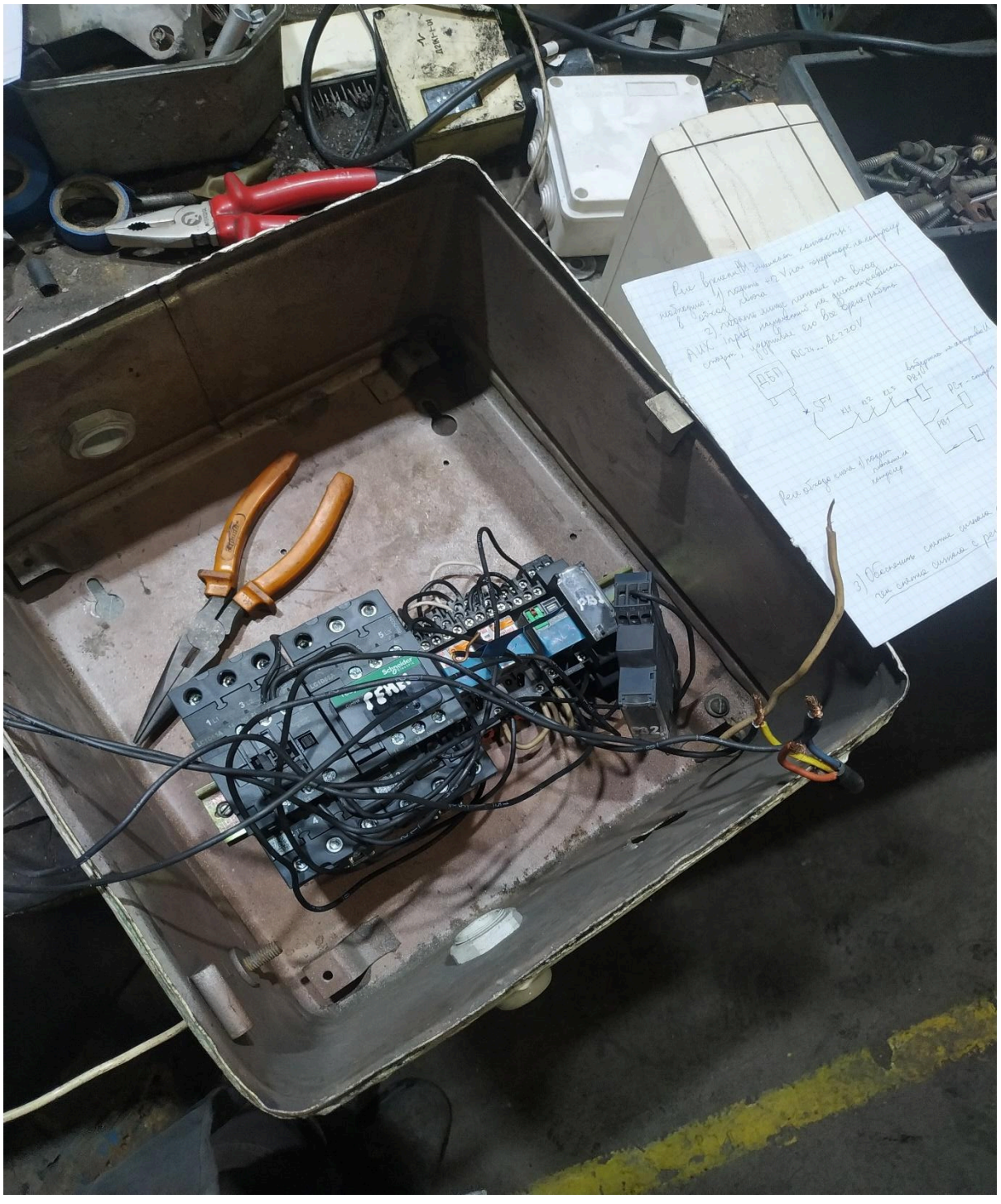
За завданням головного інженеру я, перебуваючи на посаді електрослюсаря з ремонту устаткування, розробив власну схему АВР, що базується на використанні релейно-контакторної логіки, котра згодом була вбудована в існуючу схему приєднань раніше встановленого генератора. Збиранням та пошуком компонентів займався в приміщенні електроцеху у вільний час, після виконання завдань за нарядом. Встановлення схеми спростило роботу чергового електрика під час блекауту – до встановлення схеми він повинен був зайти в РП на відмітці +6м, вимкнути автомат, що живить щит освітлення від шин РП, увімкнути автомат що заживлює цей щит від генератора, вимкнути автомати освітлення в щиті, котрі вимикаються для розвантаження генератора, вийти на вулицю та запустити генератор. Під час повернення напруги зовнішньої мережі виконати вищезгадані дії у зворотньому порядку.

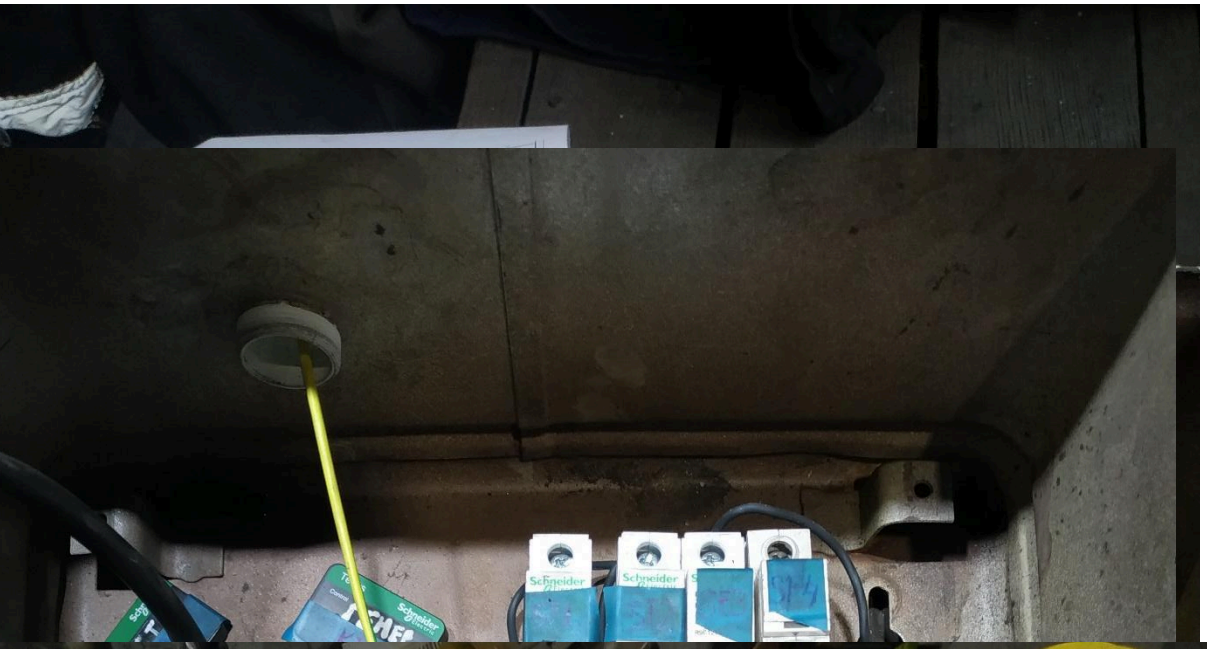
Під час розробки схеми я пройшов шлях від прототипування принципової схеми на листку папіру до збирання та випробування схеми на столі, паралельно оформлюючи креслення в Autocad Electrical, інструкцію та лист-застереження до схеми. Для реалізації функції автоматичного запуску та зупинки генератора за сигналами моєї схеми мені також ближче познайомитись з контролером генератора, а саме з програмованими параметрами та вільними входами/виходами контролера.

Під час роботи над схемою мною були використані раніше набуті знання та навички, котрі я засвоїв під час навчання на бакалавріаті, самонавчанні та роботі за спеціальністю. Схема неодноразово мною переусвідомлювалась та дороблялась у вільний від роботи час, але принцип дії закладений з самого початку залишався незмінним. Схема збиралась з наявних в електроцеху компонентів.

Наступні фото ілюструють:

Процес збирання щита

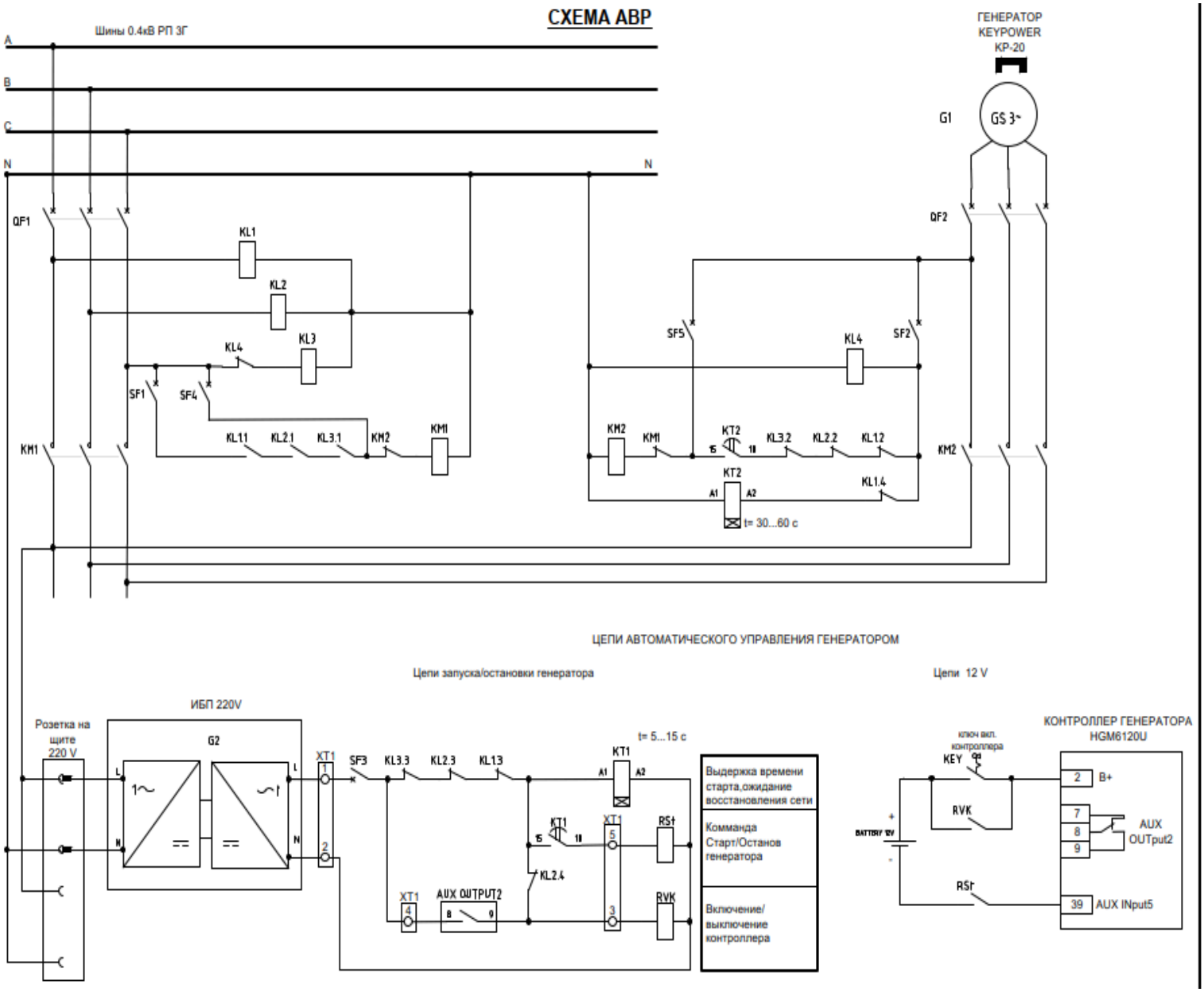




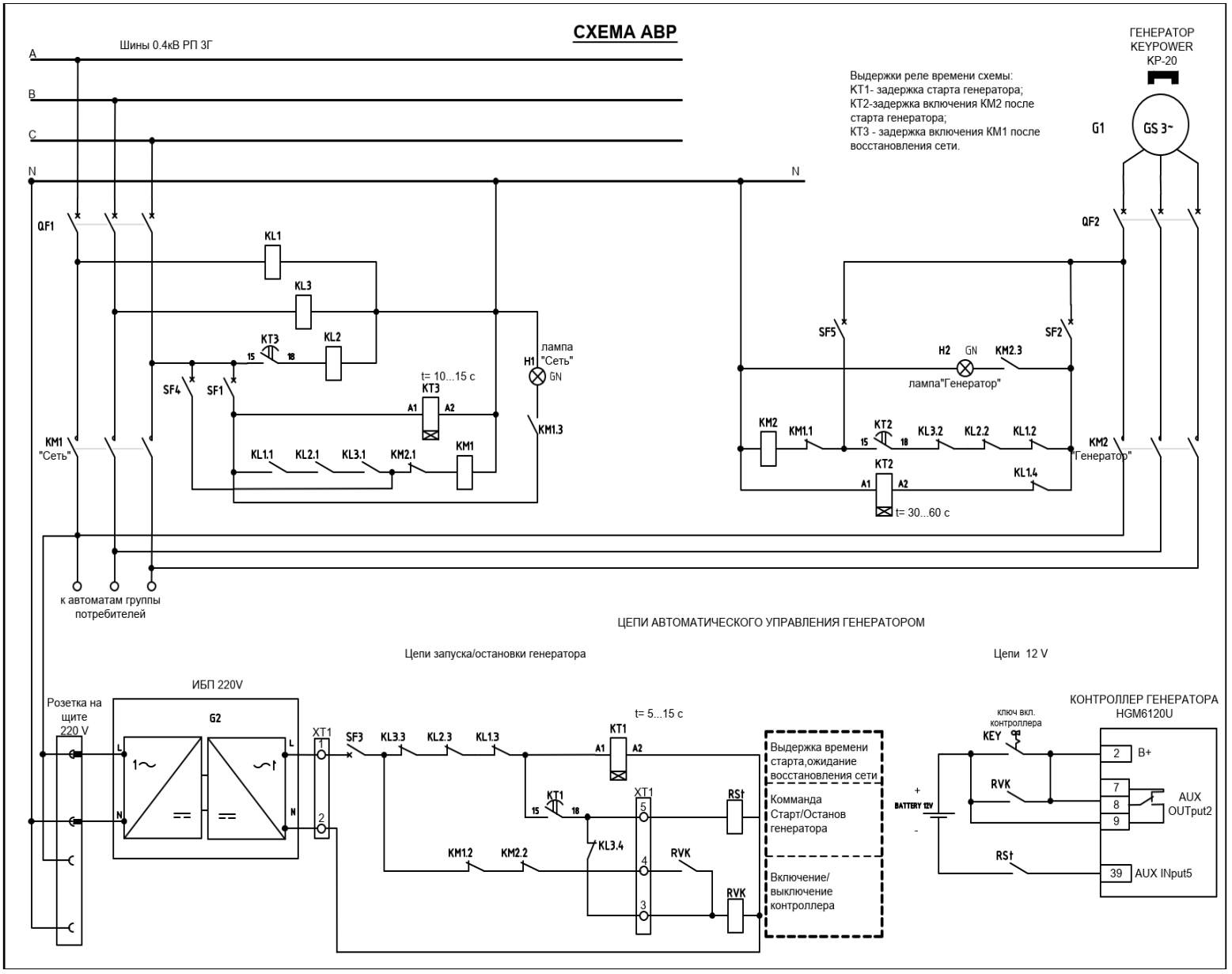
Випробування логіки роботи схеми



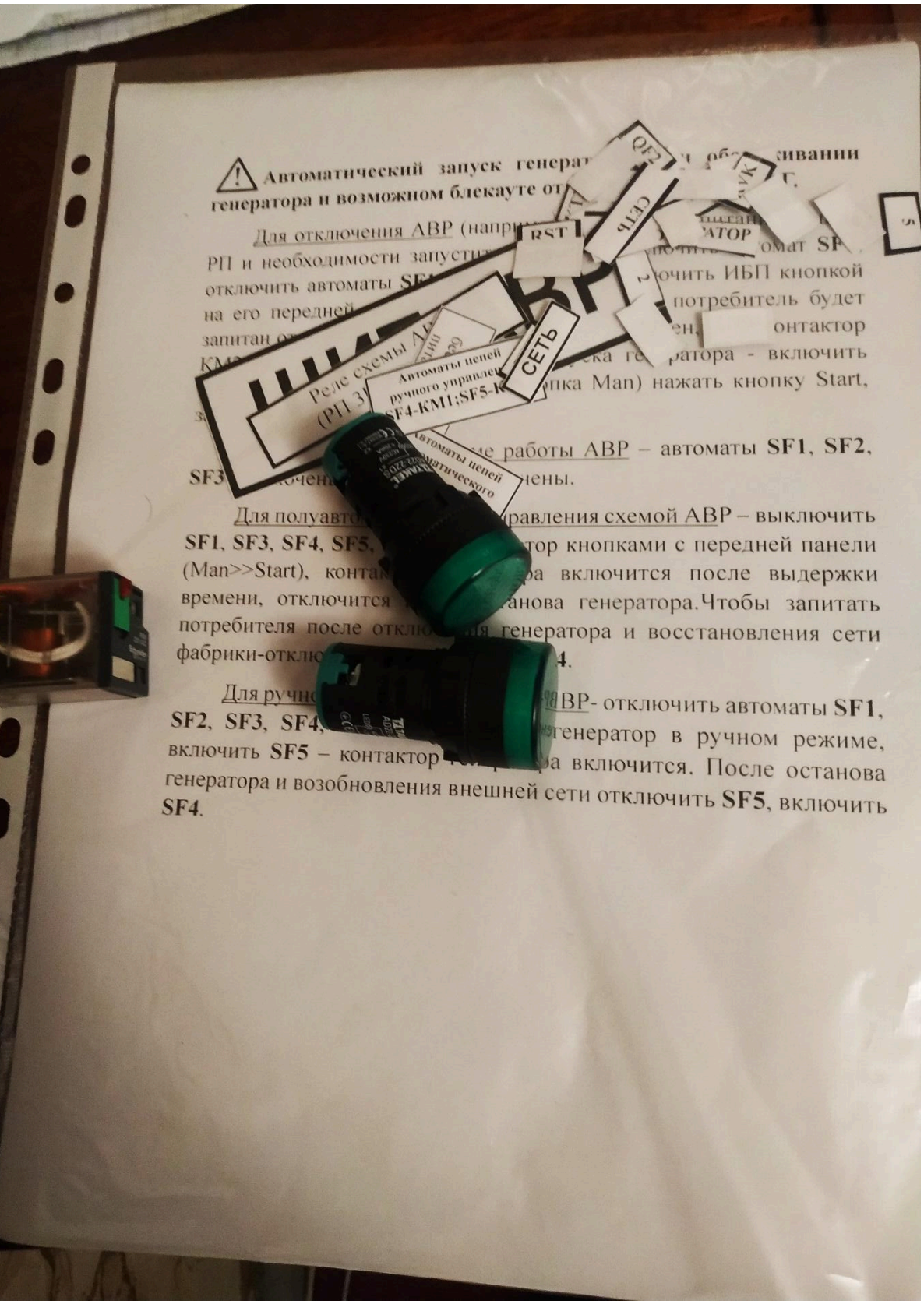
Креслення одного з перших варіантів схеми



Остаточний варіант схеми



Невелика частина моєї домашньої роботи



Інструкція до електроустановки для персоналу

Описание и инструкция схемы АВР

Ноябрь 2026

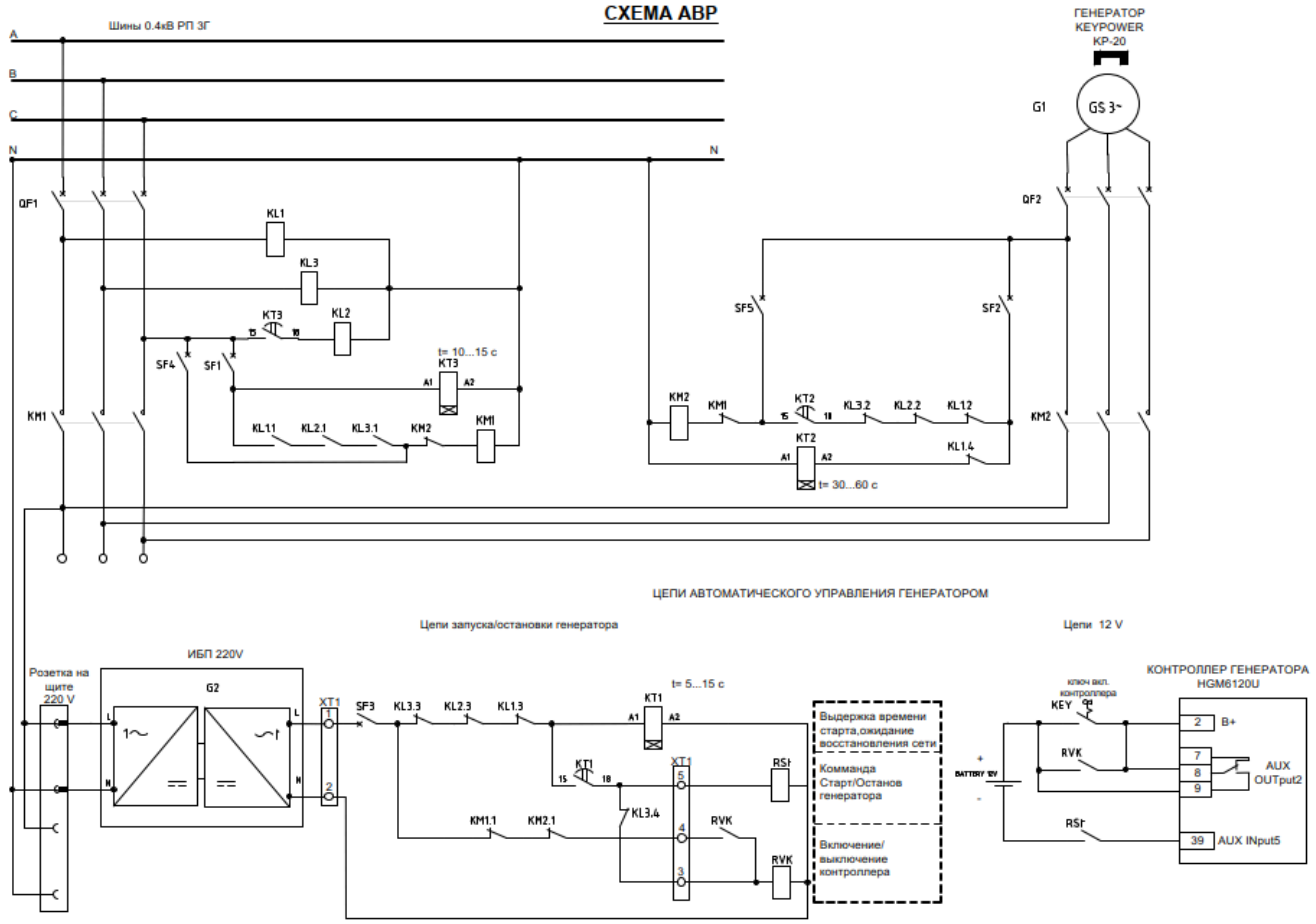
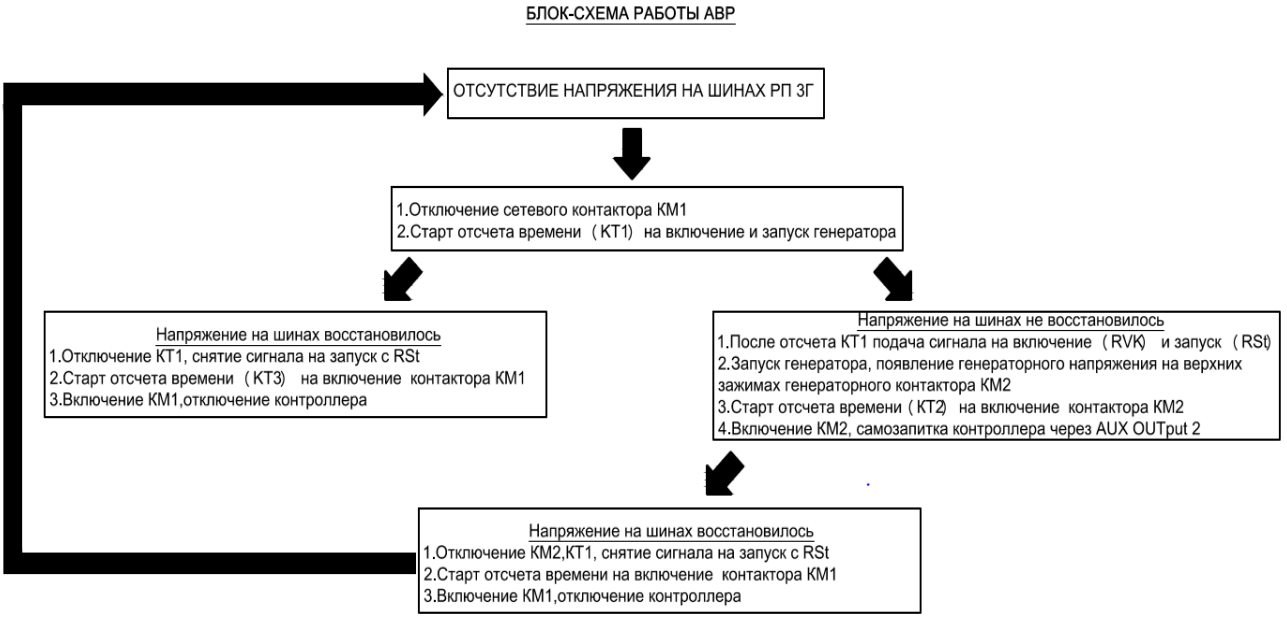


Рис.1 – Схема электрическая принципиальная.



В автоматическом режиме работы АВР – автоматы SF1, SF2, SF3 - включены, SF4 SF5 -выключены.

Схема может работать в ручном режиме управления - автоматы SF1, SF2, SF3 отключены, включение/отключение сетевого контактора КМ1 автоматом SF4, генераторного контактора КМ2 (при наличии напряжения от генератора) – автоматом SF5, при этом взаимная блокировка контакторов сохраняется.

При полном выключении схемы АВР - отключить автоматы SF1, SF2, SF3, SF5 выключить ИБП кнопкой включения на его передней панели. Включение/отключение сетевого контактора КМ1 выполнять автоматом SF4.

Таблица 1 – Назначение элементов схемы

Позиционное обозначение	Назначение	Размещение
QF1	Защита и коммутация потребителей при питании от сети	РП 3Г
QF2	Защита и коммутация потребителей при питании от генератора	РП 3Г
KM1	Сетевой контактор	Щит АВР РП 3Г
KM2	Генераторный контактор	Щит АВР РП 3Г
SF1	Автомат цепей управления контактора KM1	Щит АВР РП 3Г
SF2	Автомат цепей управления контактора KM2	Щит АВР РП 3Г
SF3	Автомат цепей управления генератором	Щит АВР РП 3Г
SF4	Байпасный автомат для питания KM1 при отключении схемы АВР	Щит АВР РП 3Г
SF5	Байпасный автомат для питания KM2 при ручном управлении схемой АВР	Щит АВР РП 3Г
Реле KL1,KL2,KL3	-Контроль присутствия напряжения на шинах РП. -Включение/отключение контактора KM1. - Включение, запуск,останов генератора. -Включение/отключение контактора KM2.	Щит АВР РП 3Г
Реле времени KT1	Создание выдержки времени на запуск генератора в ожидании восстановления сетевого напряжения	Щит АВР РП 3Г
Реле времени KT2	Создание выдержки времени на включение KM2 после запуска генератора	Щит АВР РП 3Г
Реле времени KT3	Создание выдержки времени на включение KM1 после восстановления напряжения в сетях фабрики	Щит АВР РП 3Г
Реле RVK	Включение/отключение контроллера генератора	Щит освещения в п/ст №1
Реле RSt	Старт/останов генератора	Щит освещения в п/ст №1
НО контакт 8-9 реле AUX OUTput2	Самопитание контроллера генератора во время его работы	Тыльная сторона панели контроллера
ИБП 220V	Питание цепей управления генератором в том числе в бестоковую паузу.	РП 3Г

Описание работы схемы.

Схема автоматического ввода резерва (АВР) основана на управлении контактором Сети КМ1 и контактором Генератора КМ2 с помощью трех реле KL1, KL2 и KL3, включенных на фазные напряжения шин РП и соединенных по схеме звезды, а также запуском генератора с помощью реле включения контроллера генератора RVK и реле старта генератора RSt. При наличии фазных напряжений 220 вольт на всех трех фазах катушка сетевого контактора КМ1 через НЗ контакт генераторного контактора КМ2 и НО контакты реле KL1-KL3 получает питание и держит включенным контактор КМ1, который, в свою очередь, своим разомкнутым НЗ контактом блокирует включение контактора КМ2 даже при работе генератора. При необходимости (например при неисправности KL1-KL3) КМ1 можно запитать через автомат байпаса SF4 (рис.2).

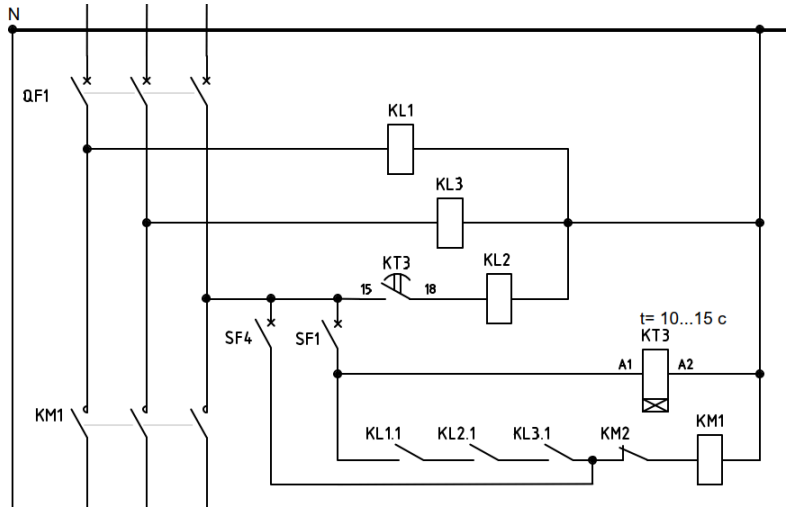


Рис.2-Схема питания катушки сетевого контактора КМ1.

1.**Автоматический пуск генератора при блекауте**.

Для работы от схемы АВР генератор переведен в АВТО режим, без контроля напряжения внешней сети фабрики контроллером генератора (контроль осуществляется релейной схемой щита АВР). Таким образом после включения контроллера генератора с помощью реле RVK не производится его автозапуск, а генератор ожидает сигнала на пуск, который приходит от схемы АВР через время ожидания восстановления сетевого напряжения, которое задается уставкой по времени реле КТ1.Сигнал на запуск приходит от реле RSt и генератор работает все время наличия этого сигнала. Цепи управления генератором питаются от блока питания (Рис.3).

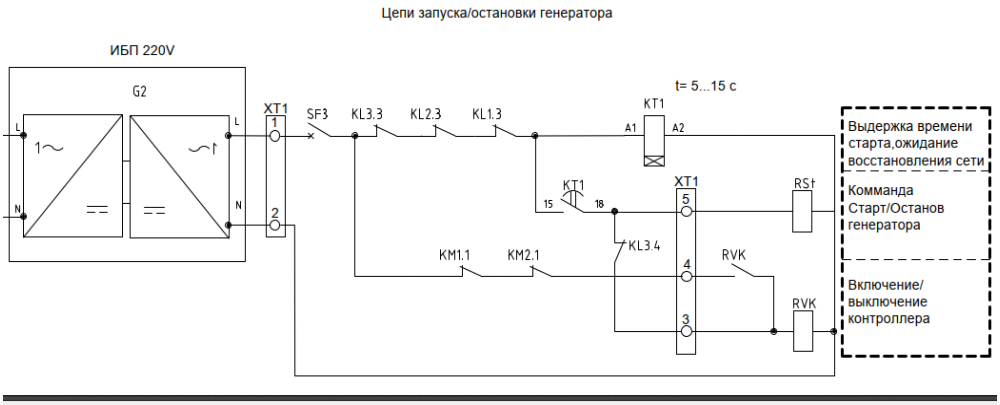


Рис.3 – Цепи автоматического запуска генератора.

Принцип работы схемы запуска генератора следующий:

1.При отсутствии напряжений на KL1-KL3 получает питание реле времени KT1 и начинает отсчет времени на случай возможного восстановления питания на шинах РП, после выдержки времени включается реле включения контроллера RVK, которое подает +12 V на клемму питания контроллера B+ в обход ключа ручного включения питания KEY и реле старта RSt, которое подает минус на логический вход, запрограммированный на дистанционный старт генератора (Рис.4).

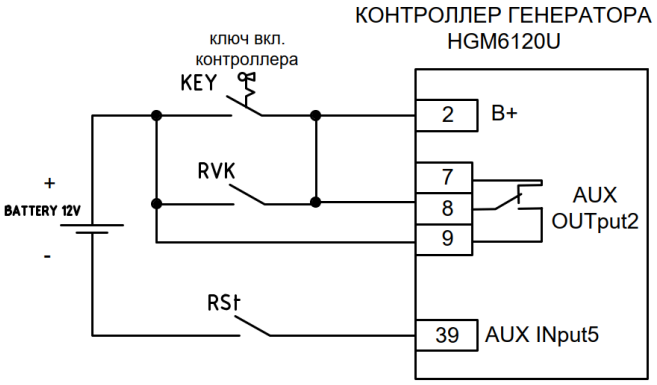


Рис.4 – Цепи управления генератором.

2. После успешного пуска генератора (в течении 20 сек.) замыкаются НО контакты 8-9 его встроенного реле AUX Output 2 (DIGITAL OUTPUT 2 в меню настроек) и контроллер самозапитывается через эти контакты все время работы генератора (пока присутствует сигнал от RSt).

2.Процесс автоматической остановки генератора при возобновлении внешнего питания.

При восстановлении внешнего питания, реле KL1 и KL3 включаются, разрывая своими НЗ контактами питание реле RSt, сигнал со входа AUX Input 5 пропадает (Рис.4), генератор переходит в режим останова. Контактор КМ2 отключается реле KL1 KL3.После окончательной остановки генератора контакты 8-9 внутреннего реле контроллера размыкаются, отключая контроллер. С момента появления напряжения на шинах реле времени КТ3 отсчитывает свою выдержку времени и включает реле KL2, что приводит к включению контактора КМ1.

Автоматическое управление генераторным контактором КМ2. После исчезновения сетевого напряжения собирается цепочка НЗ контактов (KL1-KL3, КМ1) для запуска контактора КМ2, но запуску препятствует разомкнутый контакт реле времени КТ2 и отсутствие генераторного напряжения (Рис.5)

После запуска генератора по вышеописанным схемам, реле КТ2 запитывается от генератора, отсчитывает запрограммированную выдержку времени и подает напряжение на катушку КМ2. Полное время запуска АВР состоит из суммы составляющих: выдержек времени реле КТ1 и КТ2 , задержки запуска генератора, выставленной в его настройках (по умолчанию этот параметр 06. Start delay равен 5 с), времени предпускового подогрева,задержки параметра Safe time.

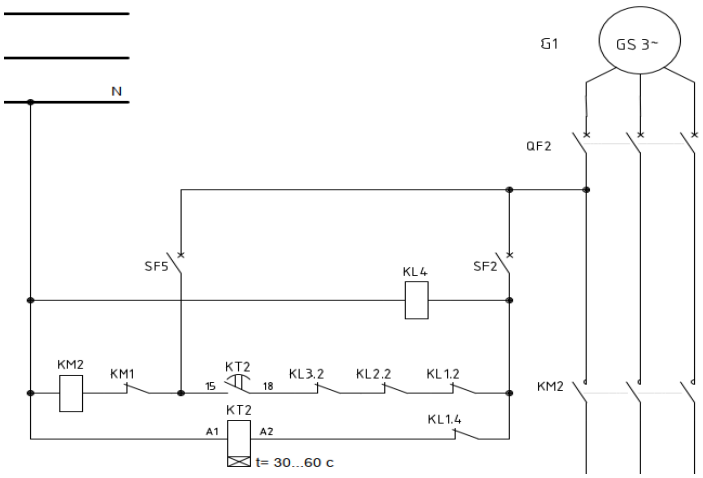
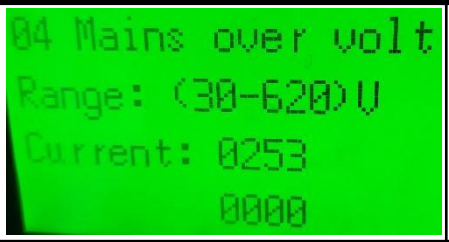
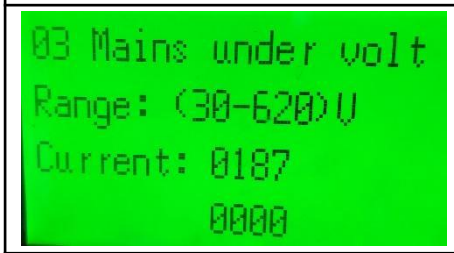


Рис.5 – Цепи управления контактором КМ2.

<u>В автоматическом режиме работы АВР при необходимости генератор может быть запущен кнопками с лицевой панели управления генератором.</u> Для этого нужно перейти в ручной режим управления (кнопка MAN) и нажать кнопку Старт, выключить кнопкой Стоп. При этом, если на шинах РП присутствует напряжение сети фабрики включения генераторного контактора КМ2 не произойдет и потребитель будет оставаться запитанным от сети фабрики.

<u>Для полного вывода АВР из эксплуатации необходимо:</u> включить автомат SF4, выключить SF1, SF2, SF3, SF5, отключить ИБП кнопкой на его передней панели, при необходимости вернуться к предыдущим настройкам генератора (Menu>>Установка параметров>>ввести пароль 0318>>выбрать и ввести старые значения параметров из Таблицы 2).

Таблица 2 – Параметры настройки генератора.

Старые значения	Значения при АВР	Описание параметра
	Выставлено максимальное значение 620 V (старое 253V)	Параметр максимального напряжения внешней сети при котором самозапускается генератор в режиме AUTO. Значение изменено, чтобы выйти за рамки установочного параметра, при этом контроллер перестает отслеживать внешнюю сеть по максимальному напряжению и самозапуска не происходит.
	Выставлено минимальное значение 30 V (старое187V)	Аналогично вышеуказанному параметру, параметр изменен для отсутствия самозапуска в режиме AUTO
MODULE POWER ON: STOP MODE	MODULE POWER ON: AUTO MODE	Определяет в каком режиме включается контроллер генератора при повороте ключа включения: для реализации управления от схемы АВР переведен в авто режим, старый режим Stop Mode.
DIGITAL INPUT 5 SET: Ранее не использовался (NOT USED), при возврате на старые настройки параметр можно не изменять.	DIGITAL INPUT 5 SET: REMOTE START – назначение входа : дистанционный запуск DIGITAL INPUT 5 ACT: CLOSE – дистанционный запуск при замыкании входа на (-) питания DIGITAL INPUT 5 DELAY: 5 S – дистанционный запуск при замыкании входа на (-) питания на протяжении 5 с	Вход настроен для дистанционного запуска генератора
DIGITAL OUTPUT 2 SET: Ранее не использовался (NOT USED), при возврате на старые настройки параметр можно не изменять.	DIGITAL OUTPUT 2 SET: GENERATOR RUN – замыкание контактов 8-9 встроенного реле при успешном запуске генератора.	Выход задействован для самопитания контроллера во время работы генератора.

Возможные неисправности схемы.

Схема АВР особо чувствительна к исправной работе реле KL1 – KL3, при неисправности хотя бы одного реле даже при наличии нормальных напряжений на шинах РП сетевой контактор КМ1 отключит потребителей, а АВР не произойдет. В этом случае необходимо включить обходной автомат SF4 и, заменив неисправное реле, отключить SF4.

Таблица 2 – Возможные неисправности

Описание ситуации	Возможные пути решения
Напряжение сети исчезло, контроллер и дисплей генератора включены, но генератор не стартует в течении >20 сек	Неисправность реле времени КТ1 или реле старта RSt, если есть другие ошибки на дисплее (разряд батареи, низкий уровень охл.жидкости) то устранить их.
Напряжение сети исчезло, но контроллер и дисплей генератора выключены, АВР не произошел.	1)Проверить наличие напряжения 220 v на выходе источника бесперебойного питания (клеммы 1-2 колодки XT1), если причина в его отсутствии - запустить генератор с панели управления генератора, переведя его в ручной режим (MAN >> Start) 2)Проверить и при необходимости заменить реле RVK 3)Проверить наличие 12 V в бортовой сети генератора. 4) Проверить на предмет приваривания контактов реле KL1-KL3
Генератор работает, на потребители обесточены в течнии времени > 80 с после блекаута	1)Проверить работу контактора КМ2, НЗ блок - контакт КМ1, исправность KL1-KL3 2) Проверить работоспособность реле времени КТ2 3) Проверить наличие 380 V на зажимах генератора
Напряжение на шинах РП нормальное, но потребители обесточены	Проверить исправность KL1-KL3, НЗ блок - контакта КМ2,катушки КМ1, реле КТ3.При необходимости запитать катушку контактора КМ1 от SF4