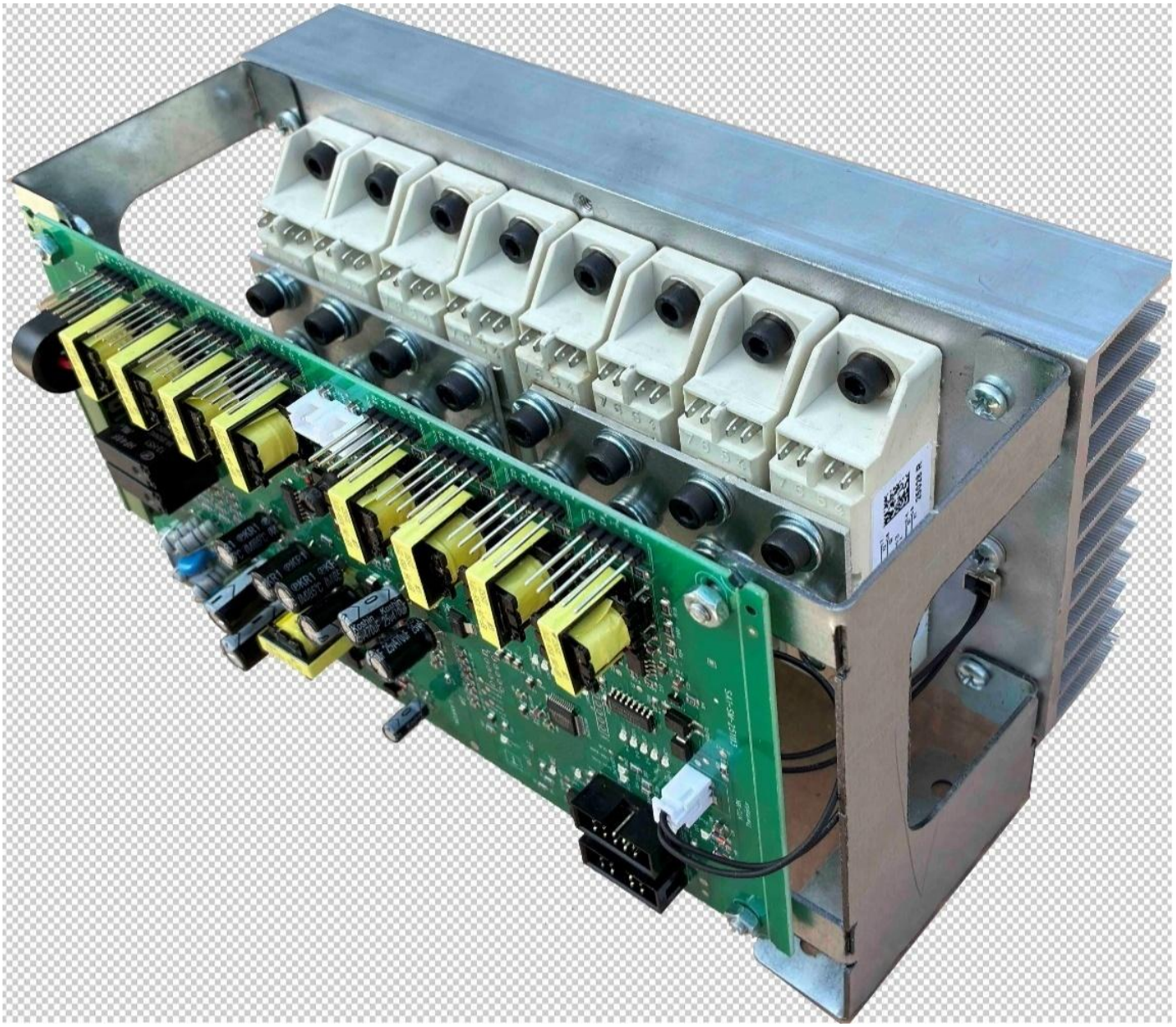


Рисунок 1 — Общий вид платы SM-2603

Инженерная группа "Lankon" не осуществляет окончательную сборку или производство какого-либо устройства.

Группа занимается только разработкой и производством встроенных систем и электронных плат, используемых в конечных устройствах; она обеспечивает процессы мониторинга и управления устройствами через интернет, а также автоматическую отправку возникающих кодов ошибок на соответствующие адреса электронной почты.

Кроме того, группа предоставляет консультационные услуги производственным компаниям по вопросам эксплуатации этих устройств.

Названия соответствующих руководств пользователя для использования силового блока SM-2603P в статическом регуляторе напряжения приведены ниже:

1. SM-2603, основная плата.
2. SM-2603P, силовой блок.
3. EPM-310, дисплей.

Актуальные руководства пользователя можно скачать по следующим интернет-ссылкам.

https://gearsteady.com/documents

https://github.com/Sabir392/devices

Дата: 2026/07/05

Руководство пользователя SM-2603P

1. Содержание

Руководство пользователя SM-2603P....2
1. Содержание 2
2. Меры безопасности 2
3. О блоке «SM-2603P» 2
4. Что вам нужно? 2
5. Принцип работы статического регулятора напряжения....4
6. Расчёт автотрансформатора 5
7. Строение тиристорного модуля 6
8. Проверка исправности тиристорного модуля и подключения 7
9. Обслуживание SMPS/PCB.... **Səhv! Əlfəcin adı müəyyənləşdirilməyib.**
10. Определение неправильно подключённых выводов трансформатора. 9
11. Выводы затвора тиристорных модулей IXYS и SEMIKRON 9
12. Корпус кабеля затвора тиристорного модуля IXYS 10
13. Контактная информация 10

2. Меры безопасности

Для безопасной и правильной эксплуатации устройства необходимо строго соблюдать следующие предупреждения:

🔴 При подаче напряжения на плату не забывайте, что на ней присутствует электрическое напряжение, опасное для жизни.

🔴 Если при подключении вход UART-0 одной платы соединён со входом UART-0 другой платы, либо перепутаны фаза и нейтраль между платами, то при подаче напряжения платы и тиристорные модули могут получить необратимые повреждения.

⚠️ Обязательно использовать AC-конденсатор 0,1 мкФ…1 мкФ между выводами A1 и A2 катушки контактора.

⚠️ Для безопасной работы устройства обязательно заземление корпуса; никогда не эксплуатируйте устройство без заземления. Отсутствие заземления создаёт риск поражения электрическим током.

⚠️ Перед эксплуатацией системы на максимальной мощности обязательно завершите тепловые и электрические расчёты.

3. О блоке «SM-2603P»

«SM-2603P» не производится компанией как отдельный продукт. Это название присвоено руководству пользователя, описывающему процедуру подготовки, монтажа и настройки силовой части, используемой совместно с основной платой «SM-2603» в статическом регуляторе напряжения.

4. Что вам нужно?

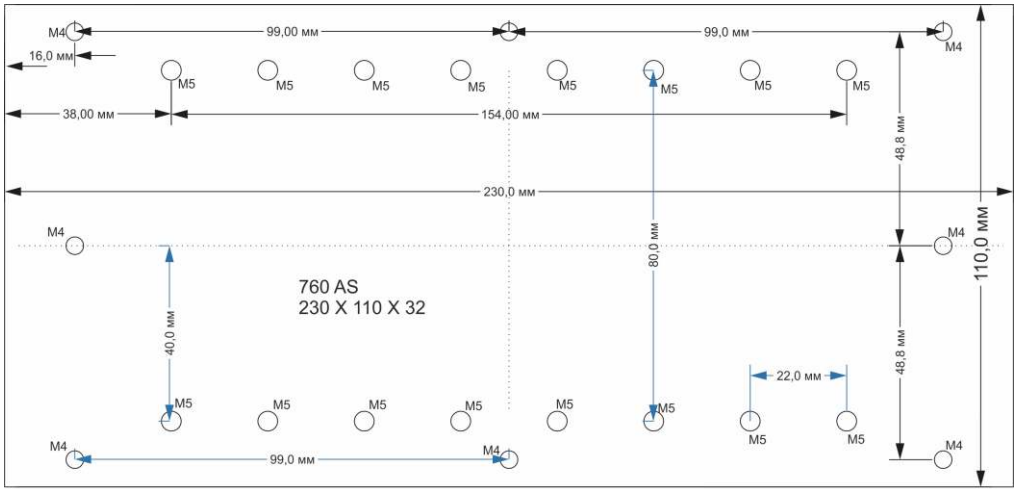
Если однофазное устройство потребляет от входа непрерывный ток 106 ампер, для однофазной силовой части требуются следующие материалы:

4.1. Основная плата тиристорного драйвера 'SM-2603' …….. 1 шт
4.2. Алюминиевый радиатор '760 AS' 230 мм, 35мм, 110мм …… 1 шт
4.3. Держатель электронной платы …… 2 шт
4.4. Держатель вентилятора радиатора …….. 1 шт
4.5. Алюминиевая шина Busbar 80 x 32 x 2 мм …….. 2 шт
4.6. Тиристорный модуль 106 ампер 1200В …… 8 шт
4.7. Кабель затвора тиристорного модуля ……... 8 шт
4.8. Конденсатор 6 мкФ 475В AC, 2 шт …… 2 шт
4.9. Вентилятор 120x120x25мм 230 VAC 0,08 A …… 1 шт

Рисунок 2 — **Алюминиевый радиатор '760 AS' 230 мм, 35мм, 110мм**

Рисунок 2 показывает расположение отверстий алюминиевого радиатора '760 AS' и поднимающей металлической детали.

Файл расположения этих отверстий в формате DXF можно скачать по указанным выше ссылкам.



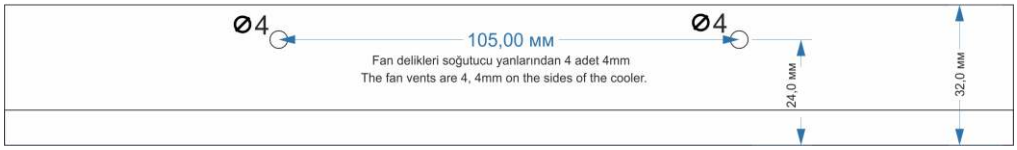


Рисунок — 3 **Держатель электронной платы 'SM-2603T'**

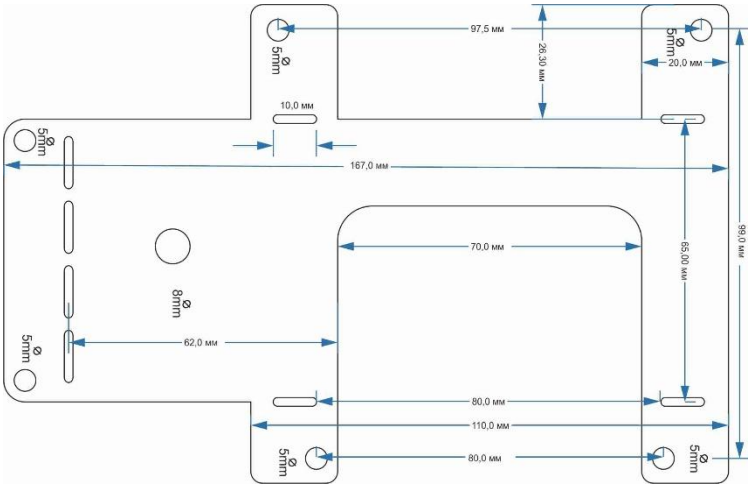


Рисунок — 4

Держатель вентилятора радиатора 'SM-2603F'

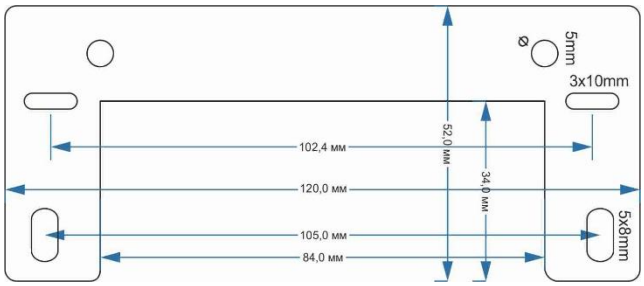


Рисунок — 5

'SM-2603B' Алюминиевая шина Busbar

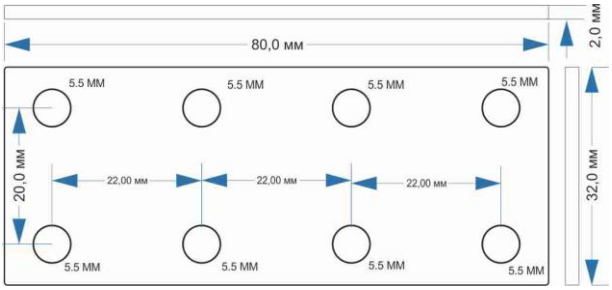


Рисунок — 6

Собранная тиристорная группа

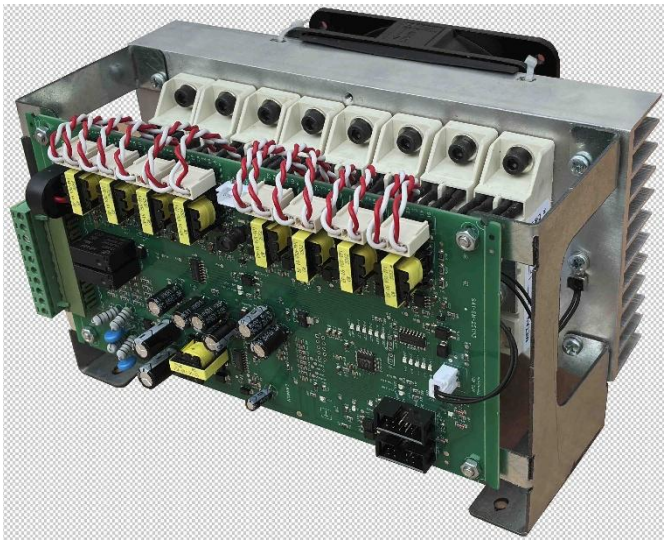


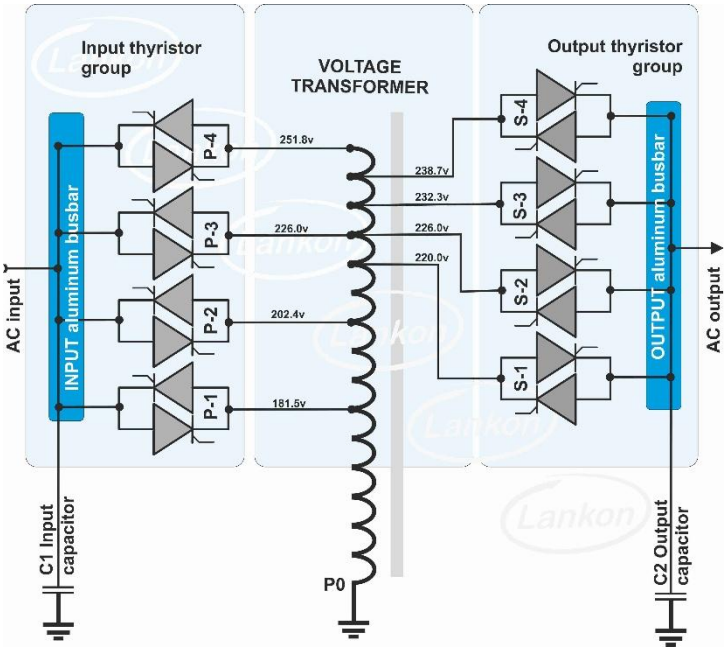
Рисунок — 7

Полностью собранная тиристорная группа

5. Принцип работы статического регулятора напряжения.

Входящий на устройство переменный ток (AC) подаётся на **автотрансформатор**. Первичная и вторичная обмотки автотрансформатора электрически соединены между собой. Вторичное (выходное) напряжение снимается с различных точек подключения обмотки. Каждая точка подключения (например, P-1, P-2, P-3, P-4) соответствует разному числу витков, и именно этим определяется **коэффициент преобразования напряжения**. Регулятор, руководствуясь входным напряжением, непрерывно отслеживаемым микропроцессором, выбирает подходящую ступень как на входе, так и на выходе. Если входное напряжение повышается, схема управления включает более высокую по числу витков точку (например, P-4 → 251,8 В, при этом на выходе S-1 → 220,0 В);

Рисунок 8 — Схема принципа работы статического регулятора напряжения



если входное напряжение низкое, выбирается точка с меньшим числом витков (например, P-1 → 181,5 В, при этом на выходе S-4 → 220,0 В). Таким образом, выходное напряжение всегда поддерживается стабильным около 220 В.

Тиристорные переключающие группы, выполняющие эту операцию, расположены с обеих сторон, как показано на рисунке:

- **Входная тиристорная группа (P1-P4)** – выбирает подходящую отпайку обмотки автотрансформатора в соответствии с сетевым напряжением.
- **Выходная тиристорная группа (S1-S4)** – передаёт выбранное напряжение на выходную шину и обеспечивает стабильное напряжение для нагрузки.

Обе группы соединены через **алюминиевую шину** для передачи больших токов. **Конденсаторы C1 и C2** на входе и выходе гасят гармоники и импульсные помехи, обеспечивая более чистую форму сигнала.

Визуальное пояснение (по рисунку)

- **P1–P4**: входные тиристорные ступени (181,5 В → 251,8 В).

- **S1–S4**: выходные тиристорные ступени (220 В → 238,7 В).
- **P0**: общий (нейтральный) вывод автотрансформатора.
- **C1, C2**: входной и выходной фильтрующие конденсаторы.
- **Busbar** (алюминиевая шина): линия передачи, несущая большой ток.

Микропроцессор непрерывно сравнивает входное и выходное напряжения.
При выходе за установленные пределы автоматически включается соответствующий тиристорный переключатель.
Благодаря этому регулятор обеспечивает быструю, бесшумную и высокоточную стабилизацию напряжения полностью электронным способом, без каких-либо механических перемещений.

6. Расчёт автотрансформатора

В статическом регуляторе напряжения всегда используется как минимум один силовой автотрансформатор. Этот трансформатор рассчитывается в соответствии с требованиями регулятора напряжения.

Возможные значения требований таковы:

1) Максимальная мощность нагрузки регулятора напряжения …….. 10 кВА
2) Минимальное напряжение, подлежащее коррекции …… 170В
3) Требуемое выходное напряжение ……. 220В
4) Максимально допустимый допуск выходного напряжения …… 5,4В
5) Количество тиристорных модулей …… 4 x 4 (8) шт.

Как видно, требования 1, 2 и 3 рассчитываются стандартно, так же как и для других регуляторов напряжения; диаметр провода и сердечника также одинаковы. В статическом регуляторе напряжения от автотрансформатора берётся больше отводов, и в зависимости от требования используются тиристорные модули.
Максимальное значение напряжения, подлежащее коррекции, автоматически определяется исходя из значений 2, 3 и 4.
Значения напряжения, снимаемые с выводов трансформатора, автоматически выводятся микропроцессором на экран в соответствии с введёнными значениями через меню 9, 10, 11 и 12 блока «EPM-310». Например.
При изменении значений в сервисном меню микропроцессор в режиме реального времени выводит на экран результат необходимого расчёта. Хотя количество тиристорных модулей 3 x 3 (6) не удовлетворяет условиям требования, оно принудительно фиксируется как 4 x 4 (8).
Соответствующие расчёты трансформатора выводятся на ЖК-экран, как показано на рисунке.

1. Среднее значение требуемого выходного напряжения. (220В)
2. Чувствительность выходного напряжения. (5.4В)
3. Количество тиристорных модулей. (4 x 4, восемь шт.)
4. Нижнее напряжение трансформатора. (167 — то есть выходное напряжение не опускается ниже 214,6В)
5. Автоматический обратный отсчёт выхода из меню. (Если клавиши не нажимаются, обратный отсчёт выхода из меню продолжается)
6. Процент чувствительности выходного напряжения. (2.4%)
7. Количество статических ступеней.
8. Минимальный процент напряжения, подлежащего коррекции (23%)
9. Максимальный процент напряжения, подлежащего коррекции (15%)
10. Напряжение на выводе 4 вторичной обмотки трансформатора (245.9В)
11. Напряжение на выводе 3 вторичной обмотки трансформатора (240.0В)
12. Напряжение на выводе 2 вторичной обмотки трансформатора (234.2В)
13. Напряжение на выводе 1 вторичной обмотки трансформатора (228.6В)
14. Напряжение на выводе 1 первичной обмотки трансформатора (188.2В)
15. Напряжение на выводе 2 первичной обмотки трансформатора (207.4В)
16. Напряжение на выводе 3 первичной обмотки трансформатора (228.6В)
17. Напряжение на выводе 4 первичной обмотки трансформатора (251.9В)

18. Максимальное значение напряжения, подлежащее коррекции. (То есть если входное напряжение ниже 252, выходное напряжение не может быть выше 225,4В)
19. Значок возврата в верхнее меню.
20. Номер изменяемого в данный момент параметра

0 Изменяемый в данный момент параметр

Процедура навигации по меню подробно описана в руководстве пользователя «EPM-310».

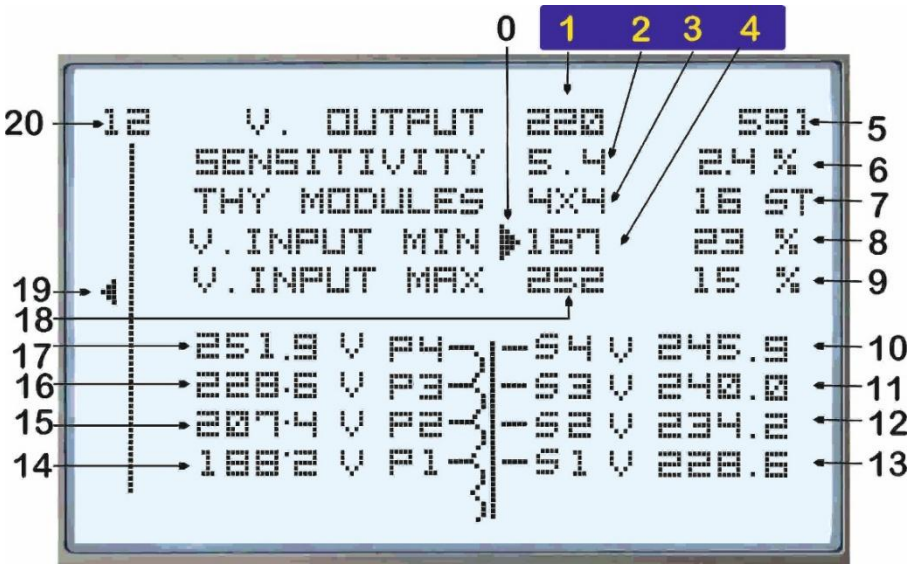


Рисунок 9 — Экран расчёта автотрансформатора EPM-310

7. Строение тиристорного модуля

Внутри тиристорного модуля находятся **2 тиристора**. Эти два тиристора объединены в одном корпусе, из которого выведено **7 выводов**.
Эти выводы делятся на две группы:
Стандартные соединительные выводы (1, 2, 3): выполняют одну и ту же функцию во всех марках и моделях. Порядок подключения и функция не меняются от производителя к производителю.
Управляющие (триггерные) выводы (4–5 и 6–7): используются для отдельного отпирания каждого тиристора. Маркировка и нумерация этих выводов **различаются от производителя к производителю.** Это распространённая ситуация в отрасли, требующая внимания.

Отпирание первого тиристора
Для отпирания первого тиристора в модуле обычно используются **выводы 4–5**. Однако порядок маркировки не всегда бывает "4–5"; в некоторых модулях может быть **обратная маркировка "5–4"**. В корпусах другого типа эти выводы могут располагаться иначе.
Чтобы эта путаница не привела к повреждению, разъёмы отпирания тиристоров на плате **SM-2603** обозначены как
"G1–K1".

✅ **Правило правильного подключения:**

- Вывод, обозначенный на модуле как **"G1"** → вывод **G1** на плате драйвера
- Вывод, обозначенный на модуле как **"K1"** → должен быть подключён к выводу **K1** на плате драйвера.

⚠️ **Важно:** при подключении следует руководствоваться не номером вывода, а **маркировкой вывода (G1, K1)**.

Отпирание второго тиристора
Триггерные выводы второго тиристора обычно — **выводы 6–7.** Однако в некоторых модулях эта маркировка может быть **обратной, "7–6"**.
В этом случае для правильного подключения разъёмы на плате **SM-2603** обозначены **как "K2-G2"**.

✅ **Правило правильного подключения:**

- Вывод, обозначенный на модуле как **"K2"** → вывод **K2** на плате драйвера
- Вывод, обозначенный на модуле как **"G2"** → должен быть подключён к выводу **G2** на плате драйвера.

⚠️ **Важно:** здесь также следует руководствоваться не номером вывода, а **маркировкой вывода (K2, G2)**.

🔴 **Критическое предупреждение:** при подключении следует руководствоваться не **номерами выводов на модуле, а маркировкой G1–K1 и K2–G2**. При неправильном подключении тиристорный модуль и плата драйвера **могут получить необратимые повреждения.**

8. Проверка исправности тиристорного модуля и подключения

⚠️ **Предупреждение: невозможно со 100%-ной точностью проверить обычным измерительным прибором, исправен ли тиристорный модуль. Исправность нужного тиристорного модуля можно легко определить, только используя описанную здесь процедуру.**

Если все надписи на вашем тиристорном модуле стёрты, необходимо определить выводы **(G1–K1 и K2–G2)**.

Физическая структура модуля

Управляющие (gate) выводы тиристорного модуля всегда представляют собой **4 тонких вывода (2+2)**. Эти две группы выводов затвора всегда разделяет **приподнятый барьер шириной 3 мм**.

Остальные **3 силовых вывода** толстые, и на них постоянно и чётко нанесены номера **3, 2 и 1**.

Шаг 1 — Проверка сопротивления изоляции

Перед подключением любого кабеля к тиристорному модулю измерьте измерительным прибором сопротивление между каждой парой выводов **3, 2 и 1**. Значение сопротивления между всеми этими выводами должно быть **более 1 МОм**.

Шаг 2 — Определение выводов затвора (gate)

4 тонких вывода, составляющих группу затвора, всегда выходят рядом с **силовым выводом 3**.

С помощью измерительного прибора поочерёдно измерьте сопротивление между **выводом 1** и **каждым из 4 тонких выводов**.

- **Вывод 1** и **только один** из тонких выводов — если между ними считывается сопротивление **0 Ом**, этот вывод определяется как **"K2"** и подключается к точке **"K2"** на плате. Соседний вывод определяется как **"G2"** и подключается к точке **"G2"** на плате.
- **Толстый вывод 2** всегда расположен точно посередине между **силовыми выводами 3 и 1**. Если между одним из оставшихся тонких выводов и **выводом 2** считывается сопротивление **0 Ом**, этот вывод определяется как **"K1"** и подключается к точке **"K1"** на плате. Оставшийся единственный тонкий вывод определяется как **"G1"** и подключается к точке **"G1"** на плате.

Шаг 3 — Подготовка тестовой среды

Для теста исправности тиристорного модуля и определения функций выводов необходимо подготовить следующее оборудование:

- Непроводящий (изолированный) испытательный стол
- **"SM-2603"** плата
- **"EPM-310"** плата дисплея
- Один плоский кабель **для связи между платами**
- Измерительный прибор (мультиметр)

Шаг 4 — Подключение и подача напряжения

1. **SM-2603**: подключите к терминалу **UART-0** плоский кабель, идущий от платы дисплея **"EPM-310"**.
2. **SM-2603**: на входы **"Bypass"** и **"Neutral"** терминала **J3** подайте переменное напряжение **36В … 240В**. *(Все остальные выводы терминала J3 должны оставаться свободными.*

Красный светодиод №16 на плате **SM-2603**, с маркировкой 'BYPASS ERR', должен загореться, а на дисплее должна появиться надпись 'BYPASS'*)*

Шаг 5 — Настройки меню

1. **EPM-310**: на графическом дисплее, перейдя на страницу **"PHASE(R)1"**, нажмите кнопку **"SET"**.
2. Из списка на экране кнопкой **"UST"** или **"ALT"** перейдите к **меню 25** (строка **"SMPS/PCB SERVİS"**), затем снова нажмите **"SET"**.
3. Значение в открывшемся меню должно быть **64**. Когда вы кнопкой **"ALT"** снизите его до **32**, светодиоды **"CUR ERR"**, **"TRM ERR"** и **"ERR+"** на плате начнут быстро и непрерывно мигать. Значение обратного отсчёта при выходе из меню зафиксируется на 950.

Шаг 6 — Проверка диодов тиристорного модуля

1. Переведите измерительный прибор в режим **измерения диодов**.
2. Когда значение в меню равно **16**, светодиоды **"P-4" "S-1"** будут мигать раз в секунду.
   - **Когда светодиод горит:** значение падения напряжения на диоде между **выводами 1-2** тестируемого тиристорного модуля должно быть между **0,3В … 0,8В**.
   - **Когда светодиод не горит:** измерительный прибор не должен показывать какое-либо значение между этими выводами.
3. Если одновременно между **выводами 1–3** измеряются такие же значения, тиристорный модуль **исправен**, то есть выводы определены верно, а кабели затвора подключены правильно.

💡 **Примечание:** если вы также хотите проверить исправность трансформаторов SMPS на плате, **не выходите из меню.**

⚠️ **Совет для быстрого доступа:** чтобы быстро перейти к тесту исправности тиристорного модуля, подключите выводы затвора (gate) тестируемого тиристорного модуля — не меняя их порядка — в разъём **"P-4"** на плате.

9. Обслуживание SMPS/PCB

4. **Процедура обслуживания SMPS/PCB продолжается с меню 25 раздела 'Проверка исправности тиристорного модуля и подключения'.**

Рисунок 10 — Неправильное подключение, строка меню 26

Эта процедура обычно может потребоваться при производстве PCB. Чтобы проверить правильность команд, передаваемых на затворы (gate) тиристорных модулей, необходимо активировать соответствующие выходы через меню.
По мере уменьшения значения в меню от **17 до 1**, соответствующие терминалы затвора тиристоров **P-1 … P-4** и **S-1 … S-4** активируются по очереди.

При измерении на активных терминалах затвора:
G1 – K1 должно быть напряжение **1,2В DC**. Между K2 – G2 также должно быть напряжение 1,2В DC.

⚠️ **Предупреждение:** если измеренное значение напряжения отклоняется более чем на **20% от 1,2В**, это означает наличие неисправности на плате, и необходимо провести техническую проверку.

10. Определение неправильно подключённых выводов трансформатора.

Неправильное подключение выводов, идущих от трансформатора, к тиристорным модулям — одна из наиболее часто встречающихся проблем при производстве. Эта проблема может иногда приводить к колебаниям выходного напряжения вместо его стабильности, а иногда — к отображению на экране кодов ошибок «ERROR=164», «ERROR=264» или «ERROR=364» в зависимости от неисправной фазы.

10.1. Перед началом устранения неисправности отключите систему от напряжения.

10.2. Подключите плоский кабель, идущий от платы дисплея EPM-310, к терминалу «UART0» неисправной фазы.

10.3. Отсоедините кабель, идущий к «UART1» той же платы, и оставьте его свободным.

10.4. Подайте напряжение на систему.

10.5. После входа в строку 26 «TRAFO BAĞLANTI KONTROL» сервисного меню кнопкой «ALT» необходимо уменьшить отображаемое на экране значение 63. Если значение станет меньше 59, красный светодиод «ERR+» на плате **SM-2603** начнёт непрерывно мигать.

Когда значение станет ровно 31, замкнётся реле, включающее выходной контактор.

В работу включатся первичный тиристорный модуль P-4 (4) и вторичный тиристорный модуль S-1 (1).

Перед номером включившегося тиристора на экране будет отображаться знак «+».

На этом этапе на экране будет отображено значение напряжения, которое должно присутствовать на выводе 3 каждого тиристорного модуля.

За исключением активного первичного тиристора, значения напряжения, отображаемые рядом с номерами остальных тиристоров, представляют собой значения, оценённые микропроцессором с учётом текущего входного напряжения в соответствии с расчётом трансформатора, выполненным по меню 9, 10, 11 и 12.

Рисунок 11 — Неправильное подключение, строка меню 26, значение 31

Через это меню можно поочерёдно протестировать различные группы тиристоров.

Кроме того, светодиоды «CUR-ERR» и «TRM-ERR» на основной плате начинают непрерывно мигать. С этого момента значения на экране будут обновляться в соответствии со значением, введённым в меню.

Число «949» будет постоянно отображаться в правом верхнем углу экрана в этом меню.

11. Выводы затвора тиристорных модулей IXYS и SEMIKRON

Рисунок 12 — Выводы затвора тиристорных модулей IXYS и SEMIKRON

На рисунке показаны различия в выводах двух разных тиристорных модулей, имеющих одинаковый корпус.

Как видно из рисунка, между модулями существуют различия как в нумерации, так и в функциях выводов. Поэтому, если вместо модуля IXYS будет устанавливаться модуль SEMIKRON, необходимо поменять местами кабели затвора (gate). Иными словами, как показано на рисунке, после того как кабели с номерами 6 и 7 поменяны местами, кабель, идущий к выводу G-2 на основной плате, должен быть подключён к выводу G-2 модуля.

12. Корпус кабеля затвора тиристорного модуля IXYS

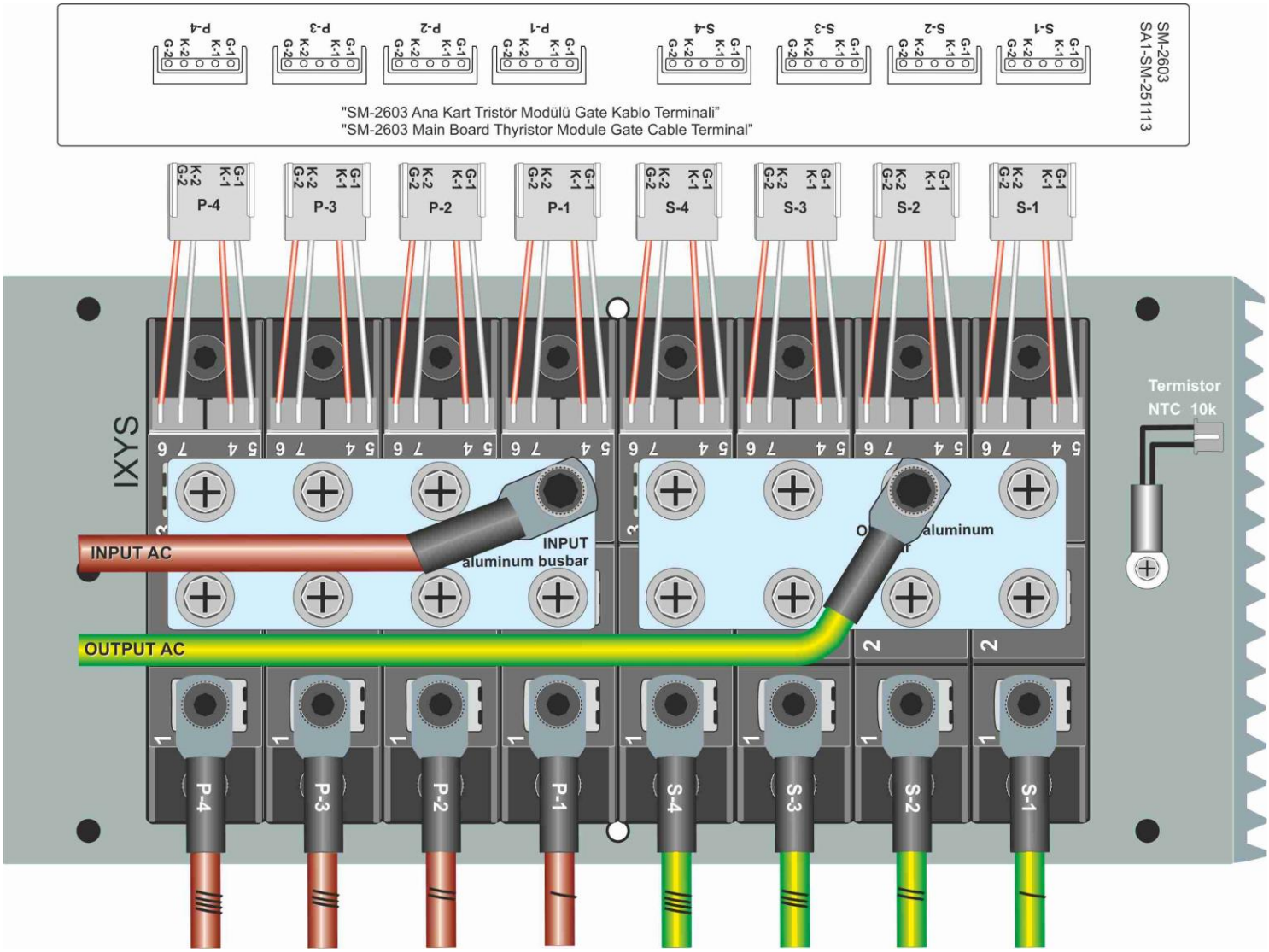


Рисунок 13 — Силовой блок SM-2603P, собранный с модулями IXYS.

13. Контактная информация

	Инженерная группа Lankon
Веб-сайт 1	https://gearsteady.com/documents
Веб-сайт 2	https://github.com/Sabir392/devices
E-mail 1	info@gearsteady.com

Лицензия	GPL v3 — https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html
Версия	2026.03