

# Модуль 4

## Электрооборудование Электроснабжение бортовой сети

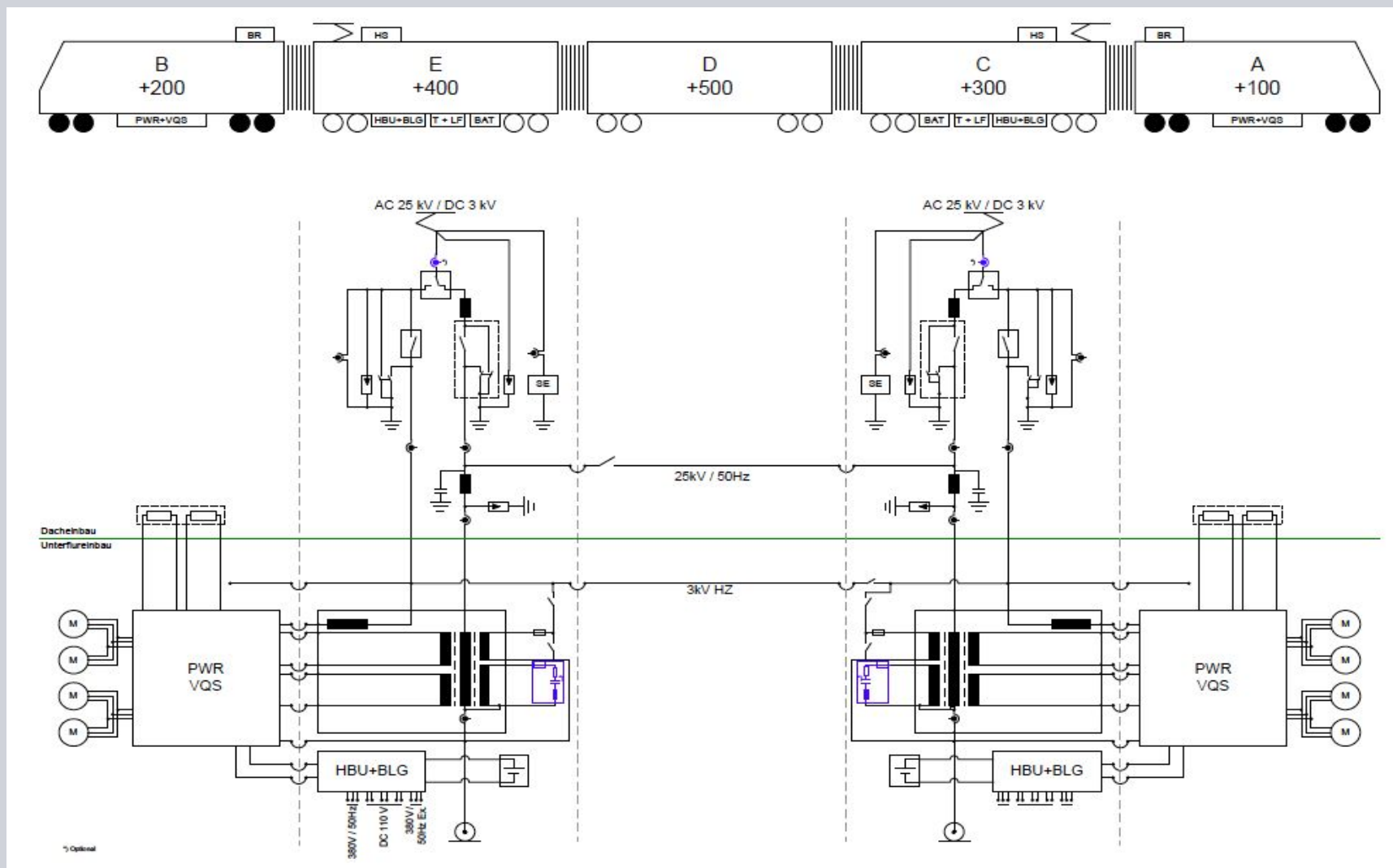
Настоящий материал носит учебный характер. Он содержит лишь краткую информацию по большинству технических вопросов и не может заменить подробную техническую документацию.

Соблюдайте изложенные в технической документации требования безопасности и инструкции при выполнении работ на продукте.

Дата выпуска 03/2012

© Siemens AG 2012  
Infrastructure & Cities

# Принципиальная схема Тяговая установка

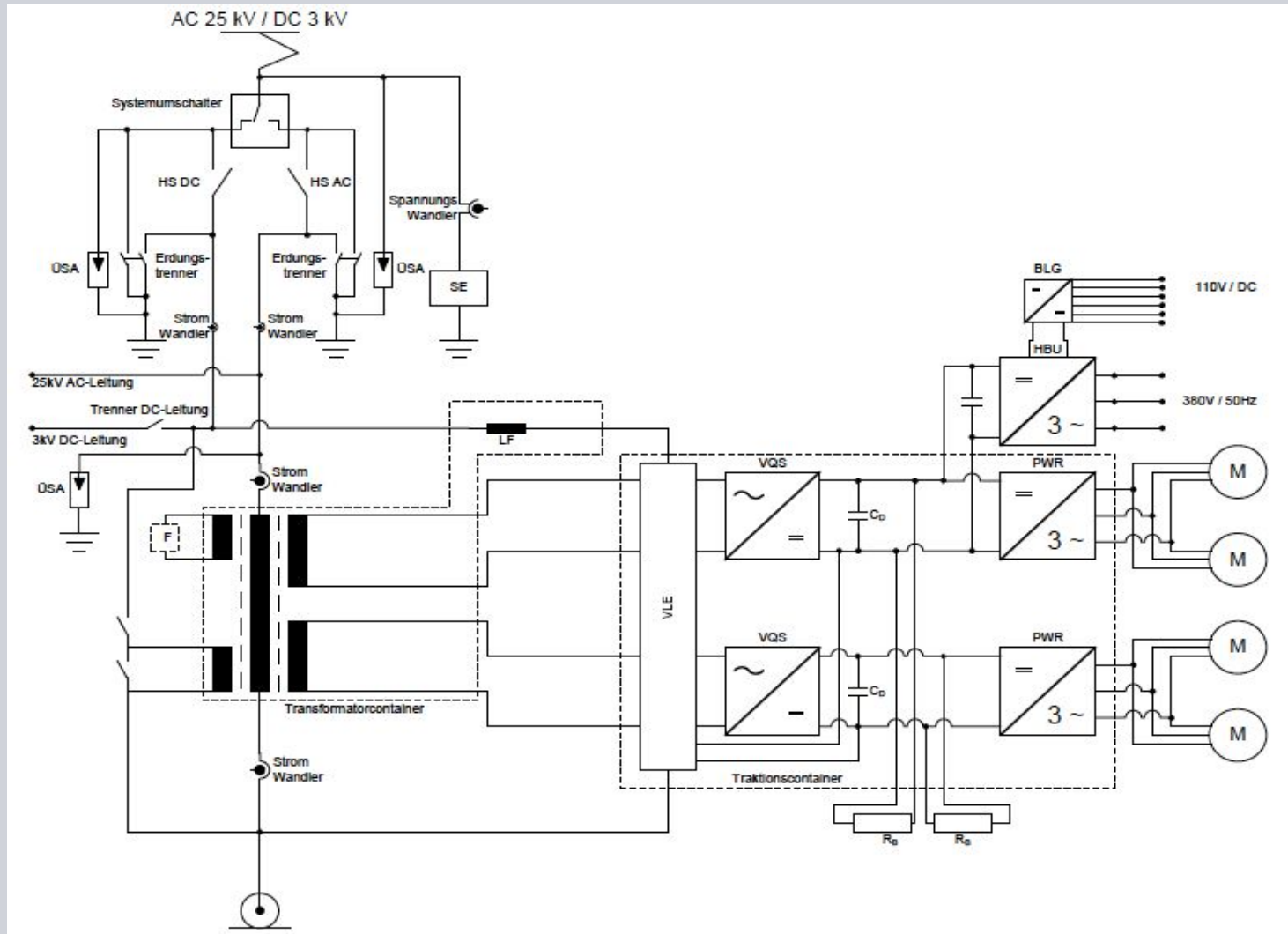


Тяговая система состоит из двух идентичных тяговых единиц, размещенных в одном поезде. При режиме работы от сети переменного тока на 25 кВ энергия передается через токосъемник и силовой выключатель переменного тока, расположенные на крыше вагонов С и Е, по проводке на первичную обмотку трансформатора (под кузовом). Трансформатор имеет две вторичные тяговые обмотки. Обе обмотки питают подвешенный под кузовом вагона тяговый контейнер.

При режиме работы от сети постоянного тока энергия передается через токосъемник и силовой выключатель постоянного тока на сетевой фильтр. Сетевой фильтр питает тяговый контейнер, расположенный под днищем головного вагона.

Тяговый контейнер питает четыре двигателя таким образом, что все оси головного вагона оснащены приводом. Каждый контейнер связан с установленным на крыше тормозным сопротивлением.

Вспомогательный преобразователь и зарядное устройство расположены в отдельном



При режиме работы от сети переменного тока напряжение на контактной сети передается от токосъемника через силовой выключатель переменного тока на первичную обмотку трансформатора. Первичная обмотка трансформатора заземлена через соприкосновение колесной пары с землей на случай возврата рабочего тока.

Каждый тяговый контейнер питает в трансформаторе две вторичные тяговые обмотки. Соединения вторичных тяговых обмоток с тяговым контейнером осуществляется через межвагонные переходы.

В тяговом контейнере провода связаны через сетевой размыкающий контактор и подзарядное устройство переменного тока с двумя H-образными регуляторами (каждый с вторичной обмоткой и подзарядным устройством). Выходы постоянного тока H-образных регуляторов разделены и питают по одному промежуточному контуру.

С шинами промежуточного контура связаны следующие узлы:

- Регулятор тормоза с тормозным сопротивлением, чтобы даже при отсутствии связи с контактной сетью электродинамическим путем привести тормоз в действие.
- Емкость промежуточного контура как промежуточный накопитель энергии для сглаживания напряжения в тяговом контуре.
- Тяговый пульсовый инвертор для питания двух двигателей (на каждый инвертор).
- Вспомогательный преобразователь и зарядное устройство на промежуточном контуре тягового контейнера.



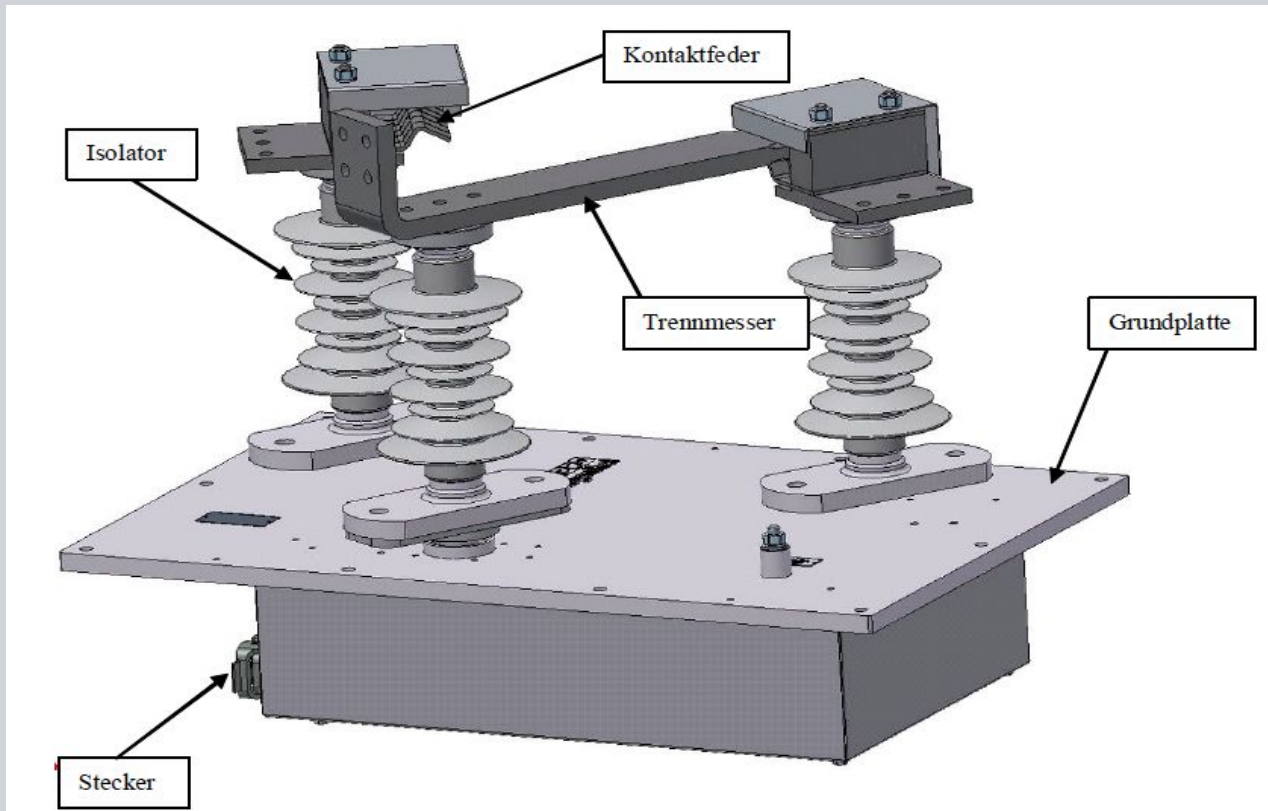
Токоприемник типа AX-NG 032 может использоваться как в сети с постоянным током, так и с переменным.

Токоприемник поднимается посредством сжатого воздуха сильфонного пневмопривода.

Контактные полозья токоприемника оснащены системой контроля.

Соответственно, при повреждении полоза токоприемник будет автоматически опущен.

Дополнительно осуществляется контроль высоты подъема, что предотвращает съезд токоприемника с четко заданной высоты.

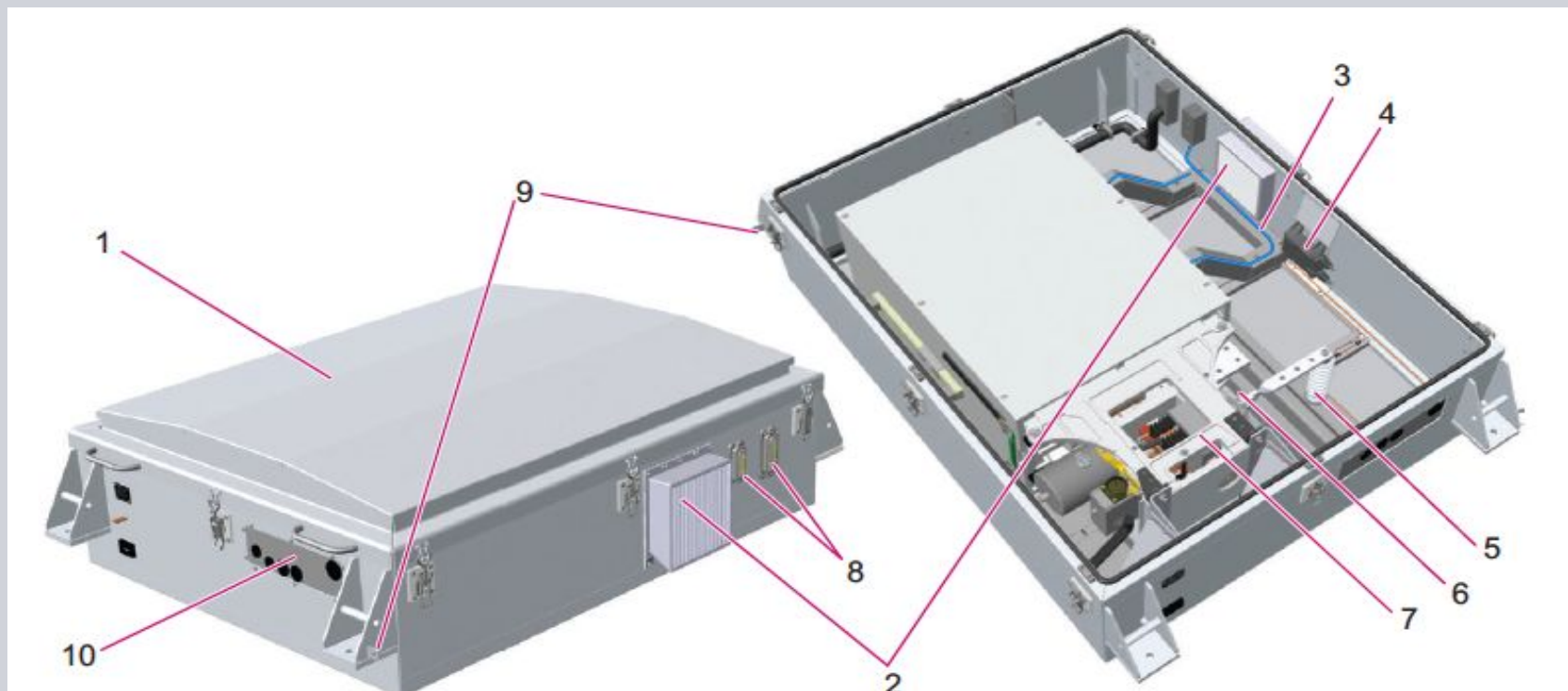


Системный переключатель RM 5137 разработан для использования на рельсовых транспортных средствах. Системный переключатель позволяет осуществлять переключение токоприемника по выбору между оборудованием для работы на постоянном токе или переменном. Разъединительный контактный нож приводится в действие посредством пневмоцилиндра.



# Выключатель постоянного тока UR26-64 Secheron

SIEMENS

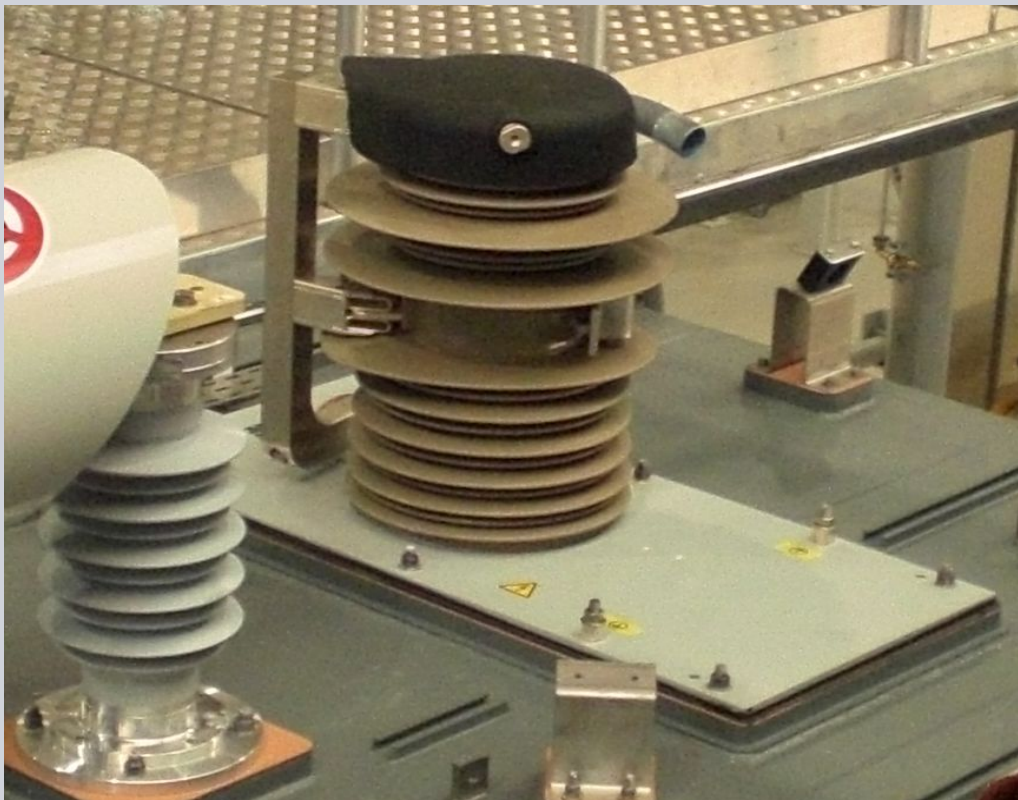


Узел	Узел
1. Контейнер	6. Трансформатор тока
2. Водоотделитель и воздушный фильтр	7. Силовой выключатель UR26-64
3. Детектор теплоты	8. Вход для низкого напряжения
4. Трансформатор напряжения	9. Вывод заземления
5. Изолятор	10. Выход для провода высокого напряжения



# Выключатель переменного тока с заземляющим разъединителем

SIEMENS



В качестве выключателя переменного тока используется работающий на сжатом воздухе вакуумный выключатель. На выключатель установлен заземляющий разъединитель. Его приводят в действие посредством ручного привода, расположенного в области перекрытия в пассажирском отделении.

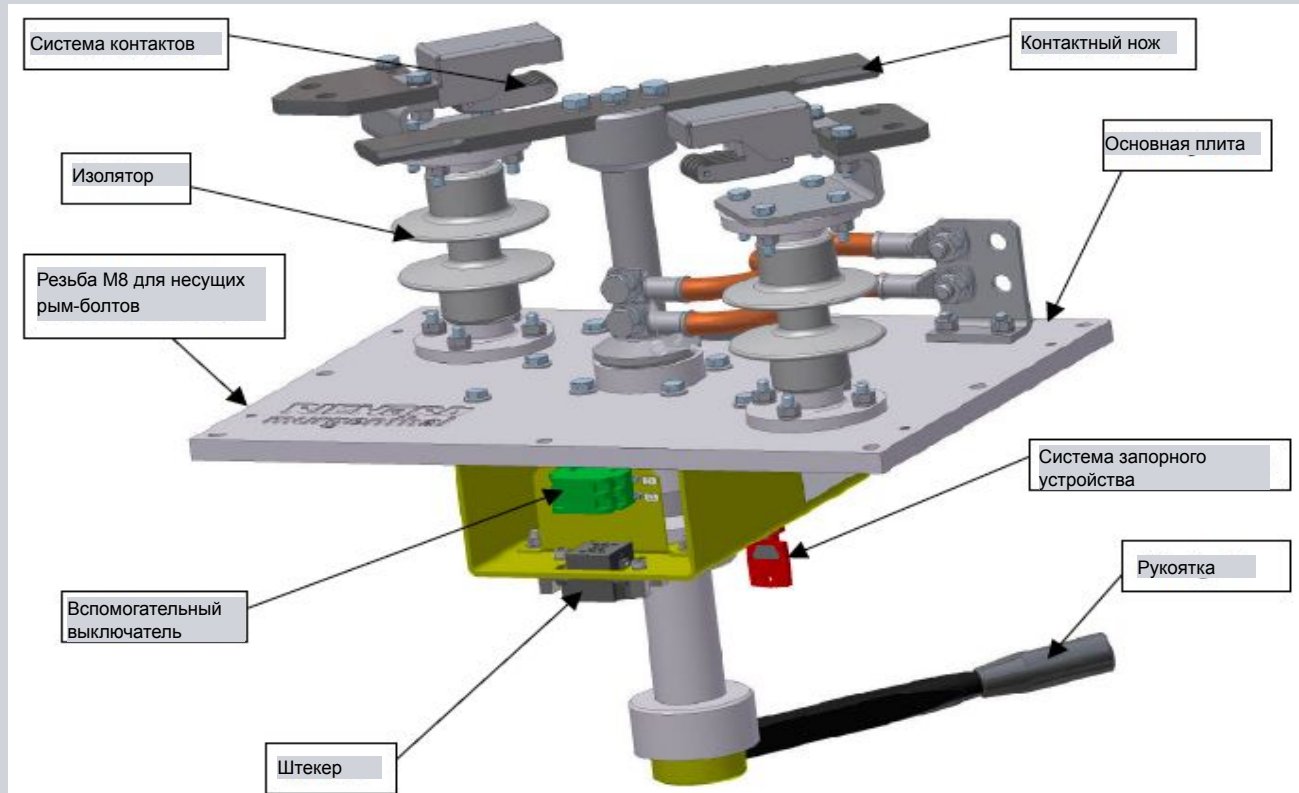


# Заземляющий разъединитель постоянного тока RM 585 **SIEMENS**

Заземляющий разъединитель постоянного тока RM 585 выполняет задачу по заземлению различных системных компонентов.

Разъединитель сконструирован только для ручного переключения.

Разъединительный контактный нож приводится в действие посредством ручки.

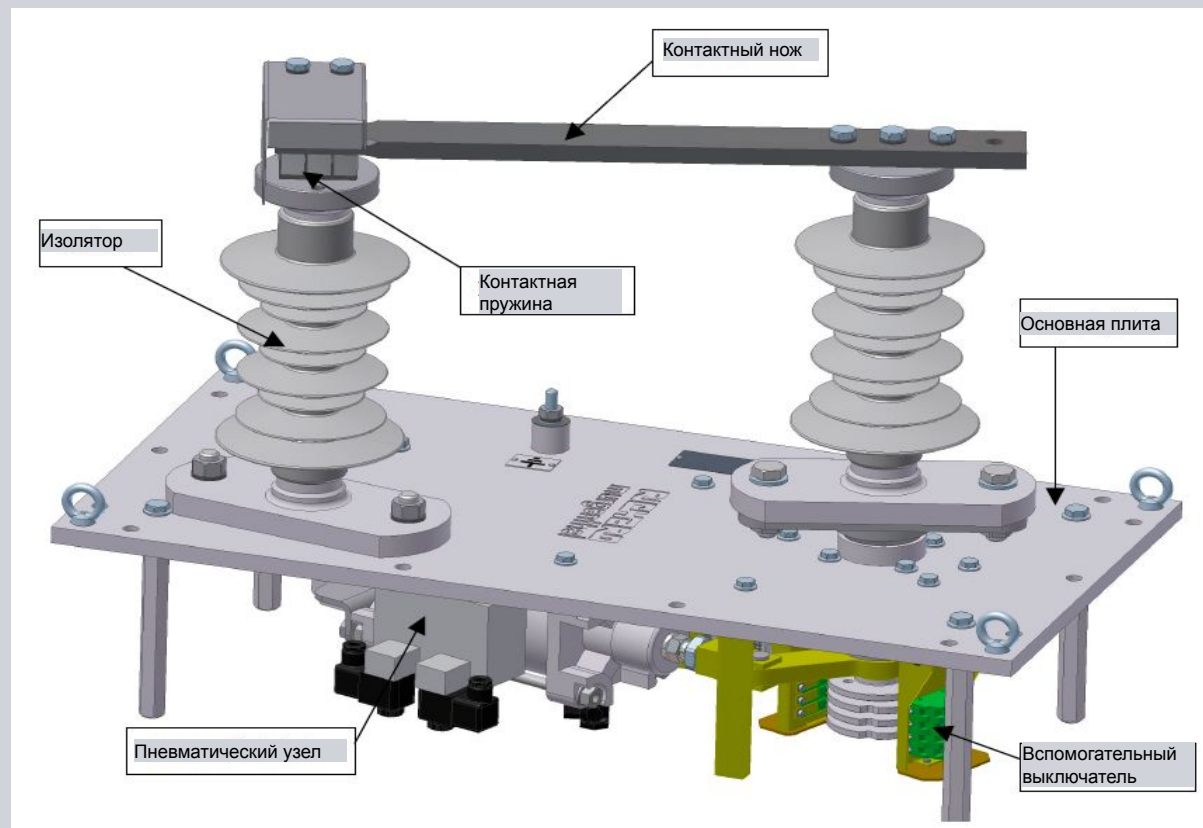


# Разъединитель крышевой проводки переменного тока RM 593

Разъединитель крышевой проводки переменного тока RM 593 предусмотрен для использования на рельсовых транспортных средствах.

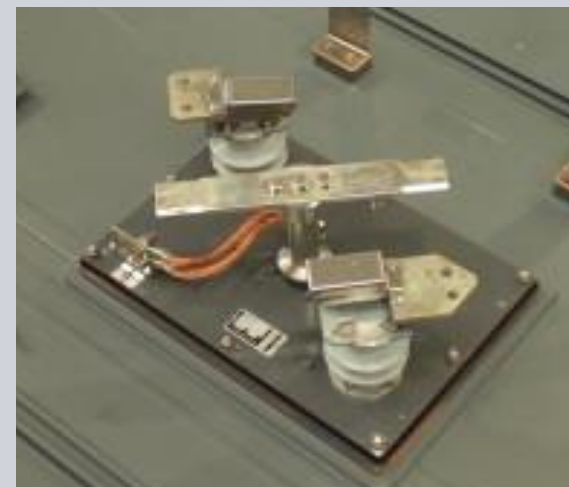
Он используется для объединения/разъединения систем электроснабжения.

Разъединительный контактный нож приводится в действие посредством пневмоцилиндра.





# Вид на оборудование крыши вагон С и Е



Заземляющий разъединитель



Разъединитель крышевой проводки переменного тока

# Вид на оснащение крыши вагон С и Е



Сетевой фильтр 25 кВ



Сетевой трансформатор  
Разрядник защиты от перенапряжения



Системный переключатель

Оба трансформатора состоят из одной первичной обмотки и трех вторичных обмоток. Две вторичные обмотки питают тяговый вентиляный преобразователь (1670 В), и одна вторичная обмотка - отопление (3 кВ).

Обмотки состоят из высококачественного медного провода, железная сердцевина выполнена из трансформаторной листовой стали.

Бак трансформатора изготовлен из сваренных листов стали. В нем находится трансформаторное масло и все конструктивные элементы.

Трансформатор охлаждается минеральным маслом. Масло циркулирует в закрытом контуре, соединяющем трансформатор, дроссели сетевого фильтра и теплообменник, фильтрация масла в условиях такой закрытой системы не требуется.

Для ограничения скачков напряжения, а также для соблюдения требований к допустимому уровню выброса тока утечки и входному сопротивлению в режиме постоянного напряжения используются соответствующие многоступенчатые сетевые фильтры.

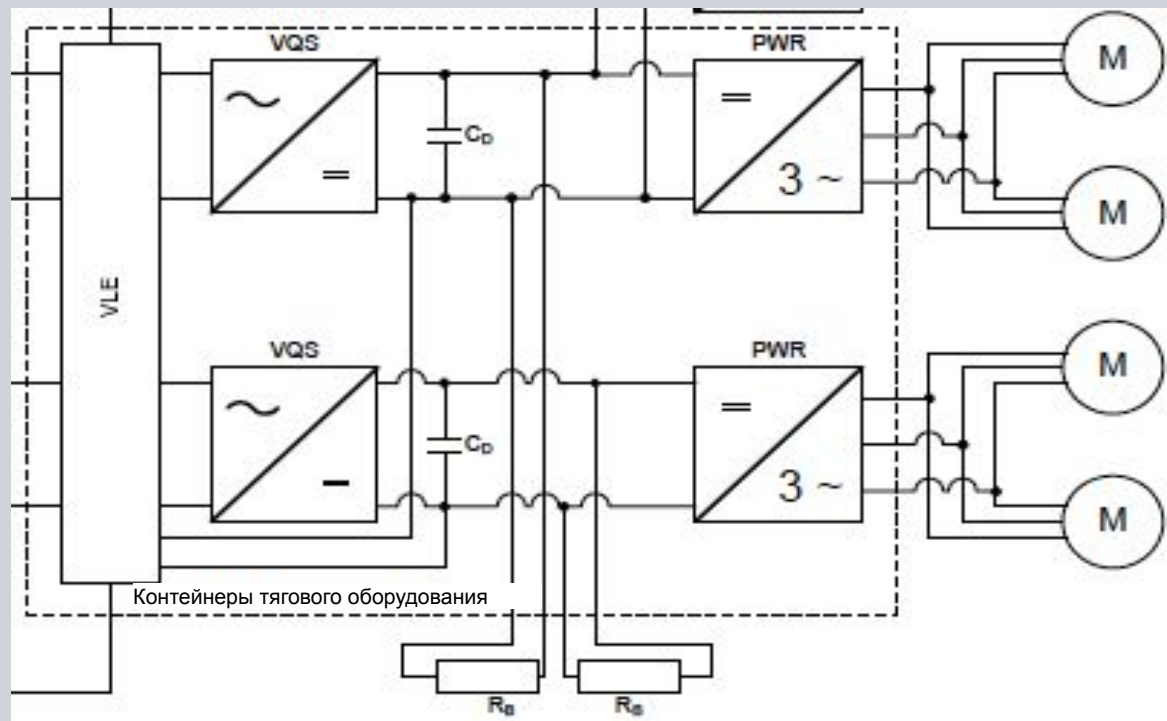
Дроссели сетевого фильтра представляют собой ни что иное, как магнитно разъединенные дроссели железного сердечника. Каждый тяговый выпрямитель переменного тока сопряжен с собственным фильтром.

Дроссели сетевого фильтра охлаждаются минеральным маслом и находятся в трансформаторном контейнере.



# Тяговый выпрямитель переменного тока

В тяговом контейнере установлены два тяговых выпрямителя переменного тока. Каждый из них состоит из H-образного регулятора, промежуточного контура, пульсового инвертора, а также регулятора тормоза. Каждый пульсовый инвертор питает два двигателя. Два двигателя на каждый инвертор говорят о высокой избыточности привода.



В случае отсутствия связи с контактной сетью во время процесса торможения тормозное сопротивление через тормозной регулятор, расположенный в тяговом выпрямителе переменного тока, в пульсирующем режиме переключается на напряжение промежуточного контура.

Кроме того, срабатывание тормозного регулятора служит защите от динамического перенапряжения в промежуточном контуре.

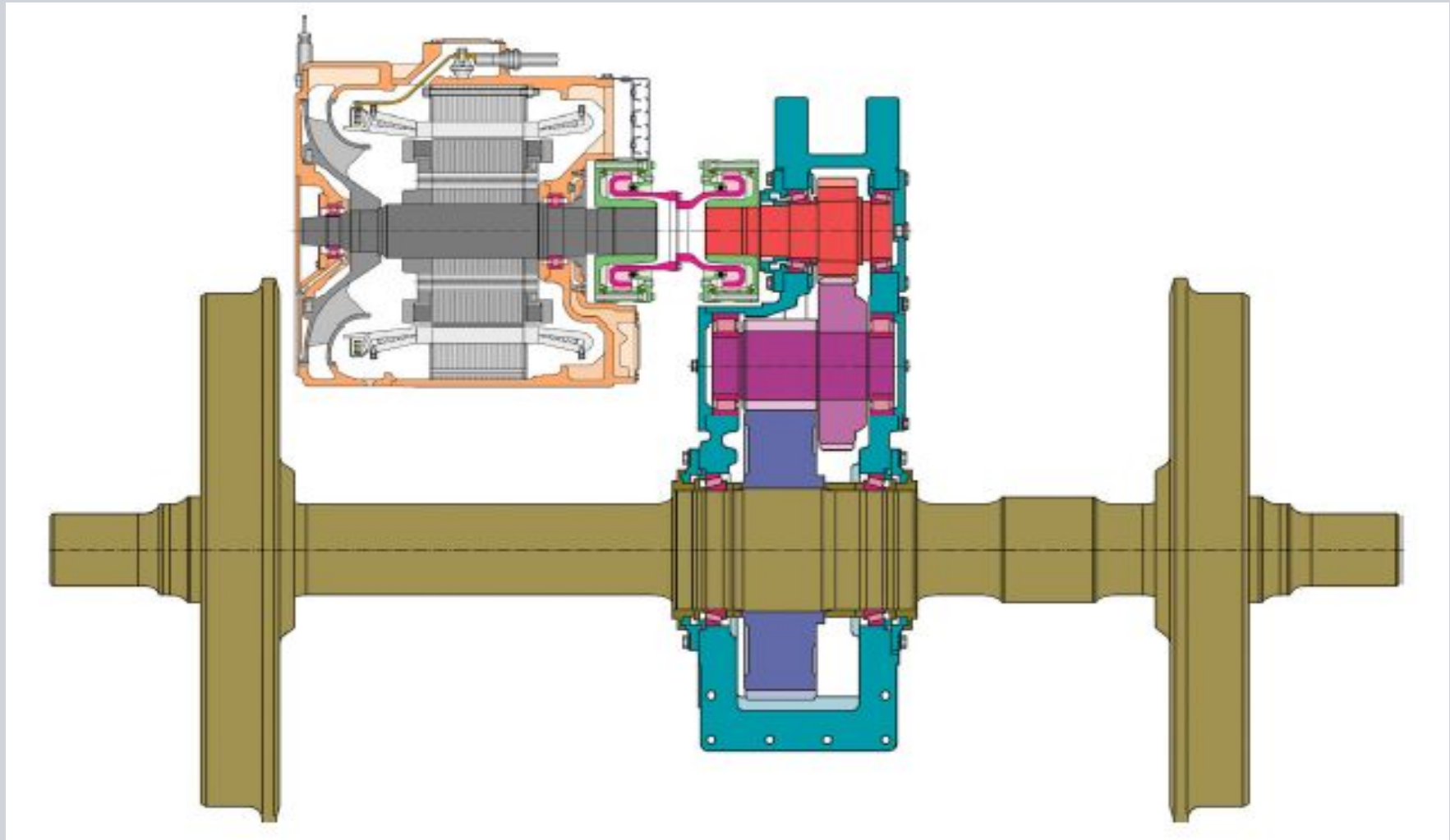
Для предотвращения перегрева тормозного сопротивления производится температурный контроль. При достижении максимальной температуры происходит отключение тормозного сопротивления.



Каждая колесная пара моторизированной тележки приводится в действие тяговым двигателем. Двигатели установлены поперек ходовой тележки и прикреплены к ее раме.

Речь идет о самовентилируемом асинхронном трехфазном электродвигателе с короткозамкнутым ротором. Двигатель рассчитан на работу с пульсовыми инверторами в технике, работающей на биполярных транзисторах с изолированными затворами, и рассчитан на специальные требования поездов.

Из-за покачивающихся движений тележки возникают относительные движения между валом двигателя и валом-шестерней. Для нейтрализации связанных с этими движениями сдвигов необходима связь коробки передач с двигателем через зубчатую муфту.

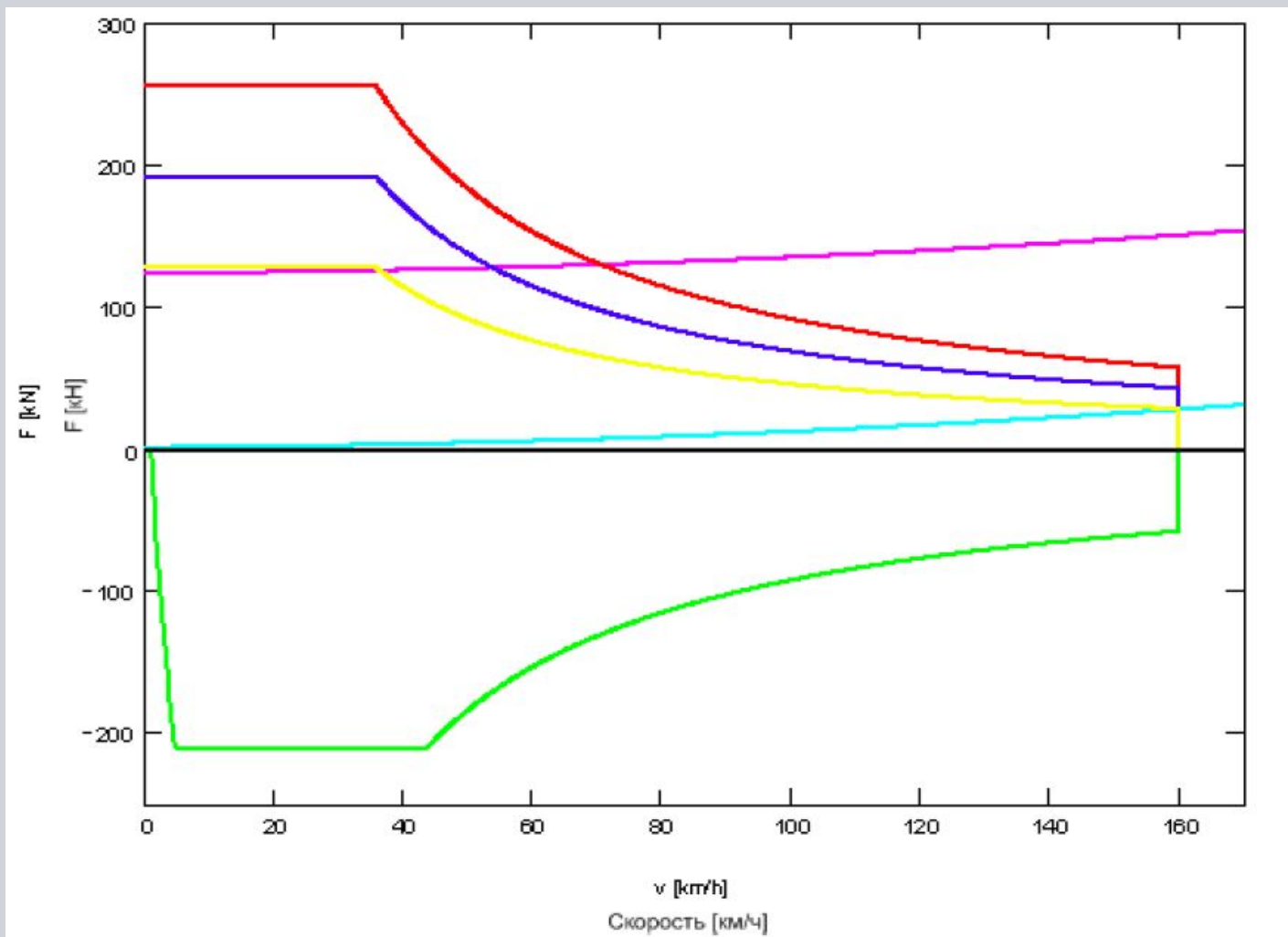


Блок управления приводом (ASG) встроен в тяговый контейнер. Он осуществляет регулирование и управление тяговым оборудованием моторизированных вагонов. Блок управляет выпрямителем переменного тока в соответствии с заданными машинистом или автоматической системой параметрами силы тяги или торможения и производит диагностику ошибок системы привода.

Коммуникация с центральным блоком управления происходит через транспортную шину.

Блок управления приводом выполняет следующие главные функции:

- Первичная обработка команд
- Подача и обработка заданных значений
- Функция противоскольжения и противобуксовочная функция
- Регулирование заданной силы тяги или электродинамического торможения
- Настройка выпрямителя переменного тока
- Контроль сетевых параметров
- Контроль с целью защиты компонентов привода
- Тестирование тягового оборудования (к примеру, при установке оборудования)

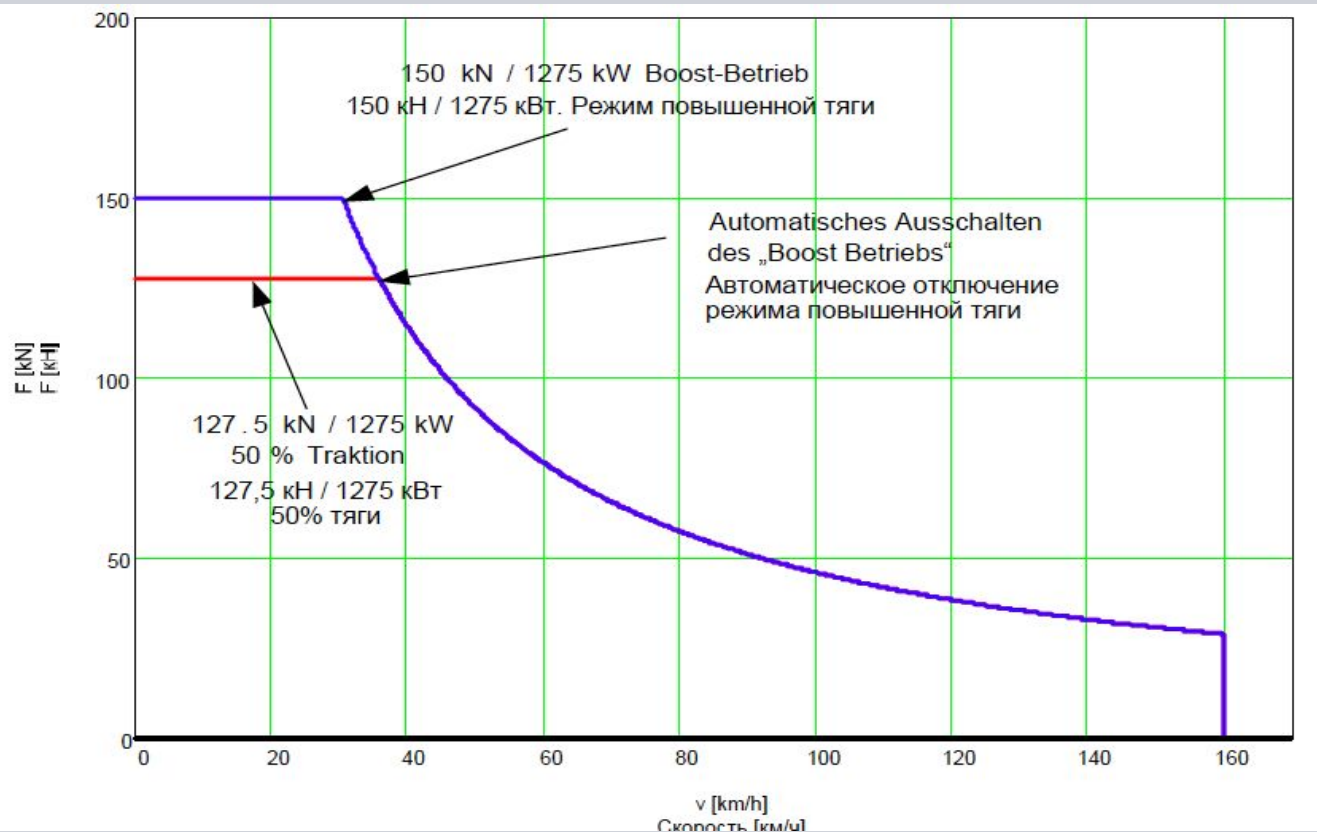


Характеристика силы тяги при 100 % тяговой мощности		Zugkraftkennlinie bei 100% Traktion
Характеристика силы тяги при 75 % тяговой мощности		Zugkraftkennlinie bei 75% Traktion
Характеристика силы тяги при 50 % тяговой мощности		Zugkraftkennlinie bei 50% Traktion
Характеристика силы торможения при рекуперативном торможении		elektrische Bremskraftkennlinie bei Netzbremse
Сопротивление движению на ровном участке		Fahrwiderstand in der Ebene
Сопротивление движению при уклоне = 40 ‰		Fahrwiderstand bei 40 ‰ Steigung



# Характеристика силы тяги и торможения

## Режим повышенной тяги



При потере 50% тяговой мощности в основной конфигурации поезда при езде в гору можно активировать режим повышенной тяги. Этот режим включается машинистом поезда вручную через интерфейс и способен увеличить силу тяги компонентов привода на 150 кН. Режим повышенной тяги автоматически отключается при достижении скорости в 36 км/ч.

Для осуществления работ на высоковольтном оборудовании поезда необходимо произвести процедуру заземления.

Она, как правило, производится при включенных блоках управления и достаточном давлении сжатого воздуха.

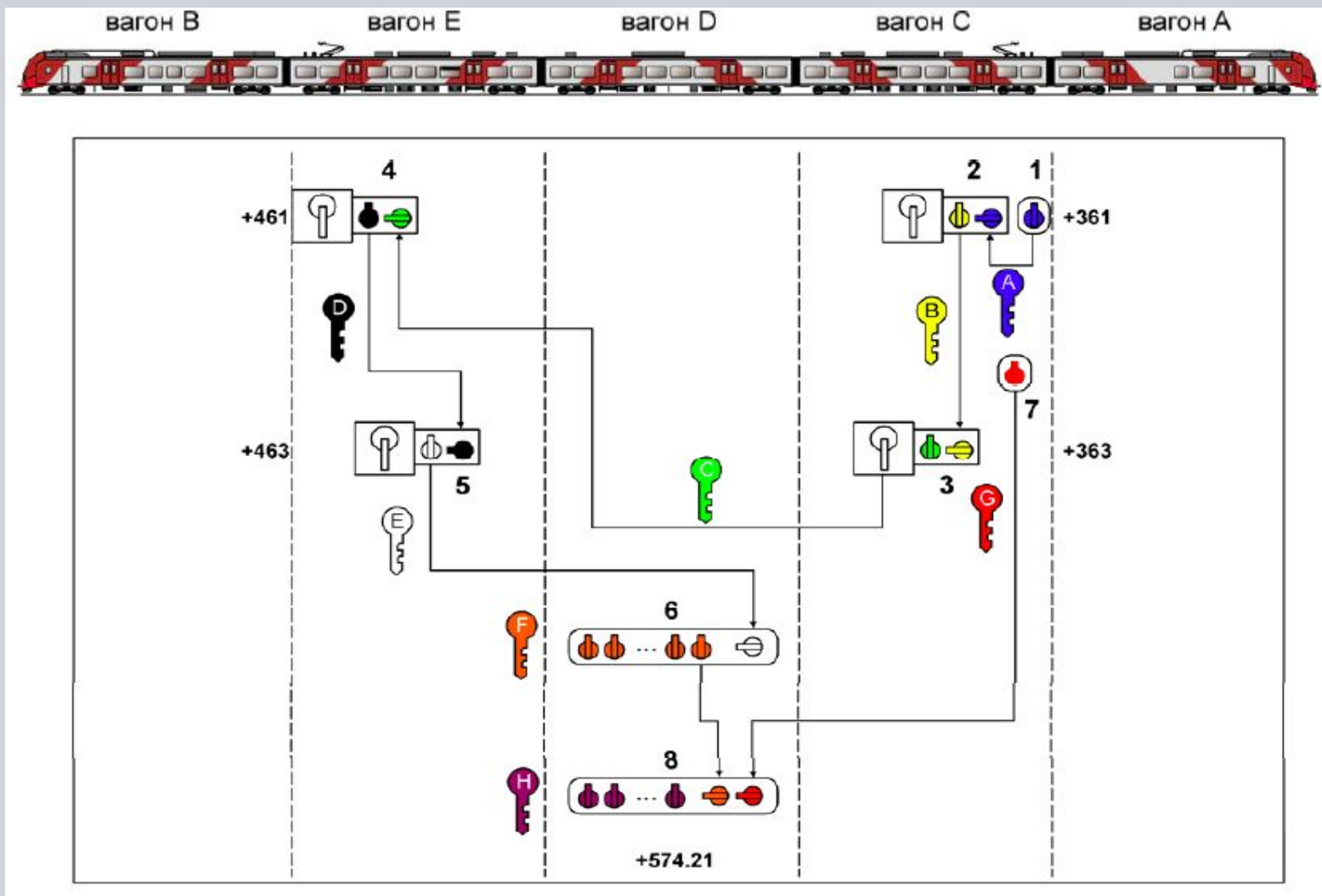
Заземление можно произвести с и без использования имеющихся блоков управления, однако при этом нельзя будет произвести контроль положения разъединителя и состояния разряда в промежуточном контуре.

Для осуществления заземления поезда необходимо произвести определенные шаги в заданной последовательности. Была ли соблюдена последовательность, позволяет точно установить набор ключей.

Ключи от А до Е и ключ G есть по одному на каждую единицу подвижного состава. Ключей F по 9, а ключей H 25.

# Процедура заземления

## Набор ключей



1. В ящике для ключей F, который можно открыть единственным ключом E, хранятся девять ключей F. Один из них необходим для ящика, где хранятся ключи H. Оставшиеся восемь ключей нужны для четырех крышек двух тяговых контейнеров.
2. В ящике для ключей H, который можно открыть единственным ключом G и одним ключом F, хранятся двадцать пять ключей H.

Ими открываются следующие контейнеры и шкафы:

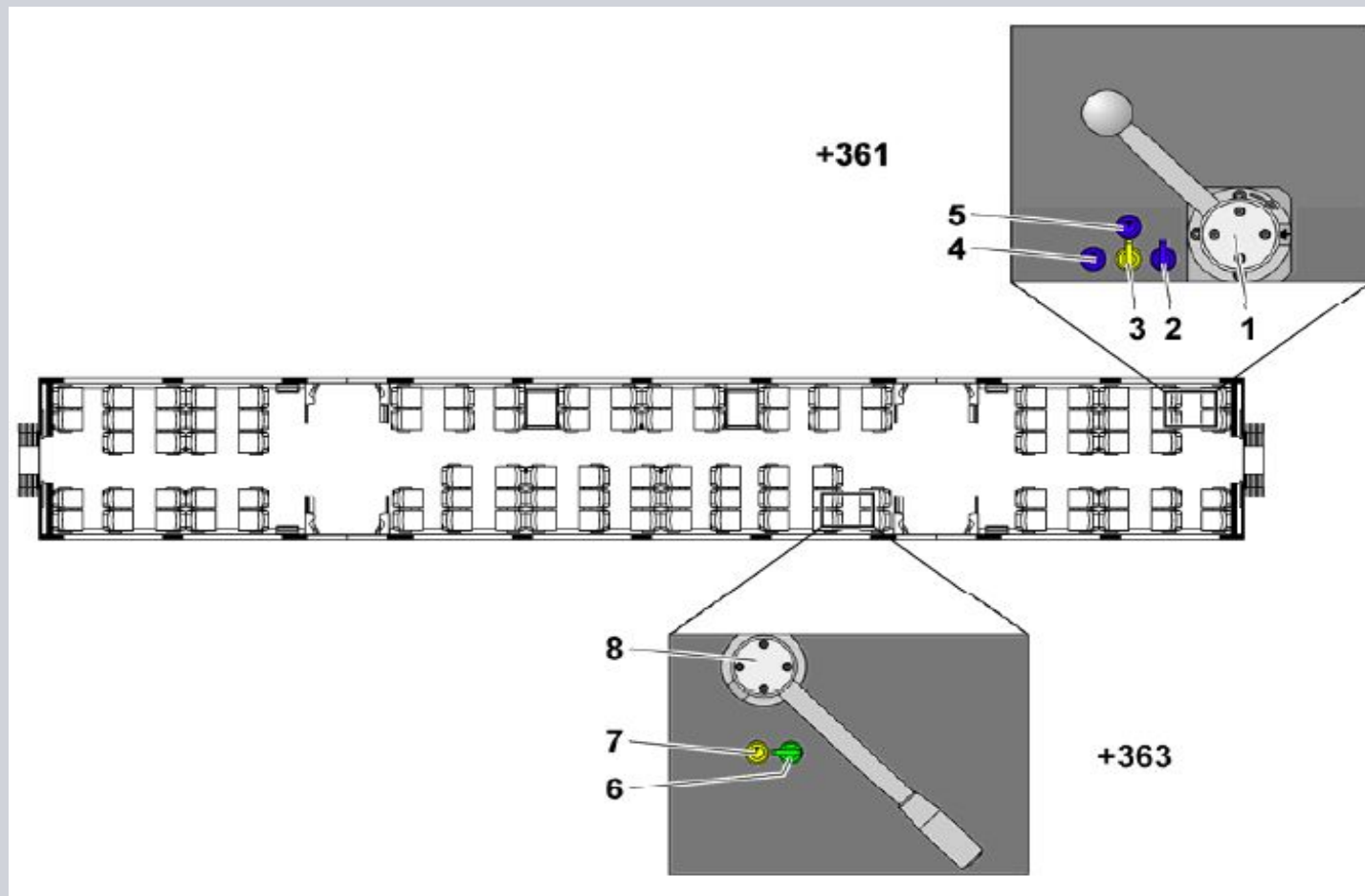
- Крышка расположенного под кузовом контейнера (+174.22, +274.22, +374.22, +474.22, +574.22)
- По две крышки на обоих НВU-контейнерах (+374.30, +474.30)
- По две крышки люка на климаконтейнерах (+105.20, +205.20, +303.10, +403.10, +503.10)

# Процедура заземления

## Размещение ключей и элементов управления

### Вагон С

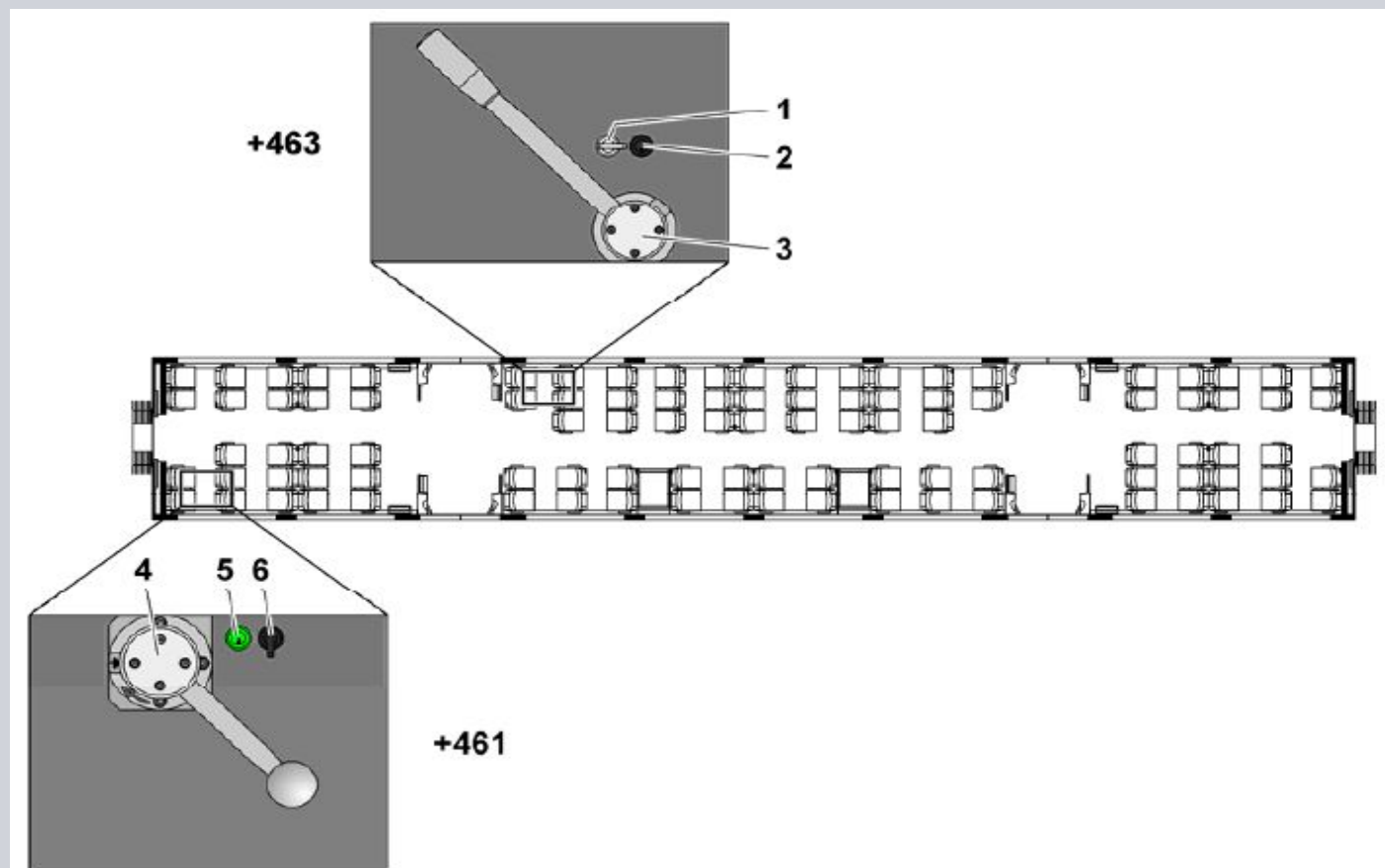
№	Описание
1	Заземляющий разъединитель пост. тока
2	Блокировка разъединителя пост. тока Ключ А
3	Блокировка разъединителя пост. тока Ключ В
4	Замок-выключатель Посторонний источник питания Ключ G
5	Замок-выключатель 3 кВ/25 кВ Ключ А
6	Блокировка разъединителя переменного тока Ключ С
7	Блокировка разъединителя переменного тока Ключ В
8	Заземляющий разъединитель переменного тока



# Процедура заземления

## Размещение ключей и элементов управления вагон Е

№	Описание
1	Блокировка разъединителя переменного тока Ключ Е
2	Блокировка разъединителя переменного тока Ключ D
3	Разъединитель переменного тока
4	Разъединитель постоянного тока
5	Блокировка разъединителя постоянного тока Ключ С
6	Блокировка разъединителя постоянного тока Ключ D



Питание электрической бортовой сети осуществляется через промежуточный контур тягового преобразователя.

Он питается:

- В сети постоянного тока на 3 кВ напрямую через контактный провод через сетевой дроссель
- В сети переменного тока на 25 кВ через трансформатор и H-образный регулятор.

Бортовая сеть при резком падении напряжения сети может продолжать питаться благодаря генераторному режиму двигателей. Однако это возможно только до определенной скорости, к примеру, на местах разделения фаз сети 25 кВ.

Вспомогательные преобразователи (ВП) преобразуют входное напряжение 3 кВ в трехфазное переменное напряжение 380 В 50 Гц.

В режиме работы на резерве, т.е. при сбое преобразователя, дальнейшее электроснабжение бортовой сети осуществляется через оставшиеся преобразователи. При этом сокращается питание только определенных потребителей (части отопления). Основные воздушные компрессоры, охлаждающие установки тягового оборудования и зарядные устройства

продолжают получать питание в полном объеме.



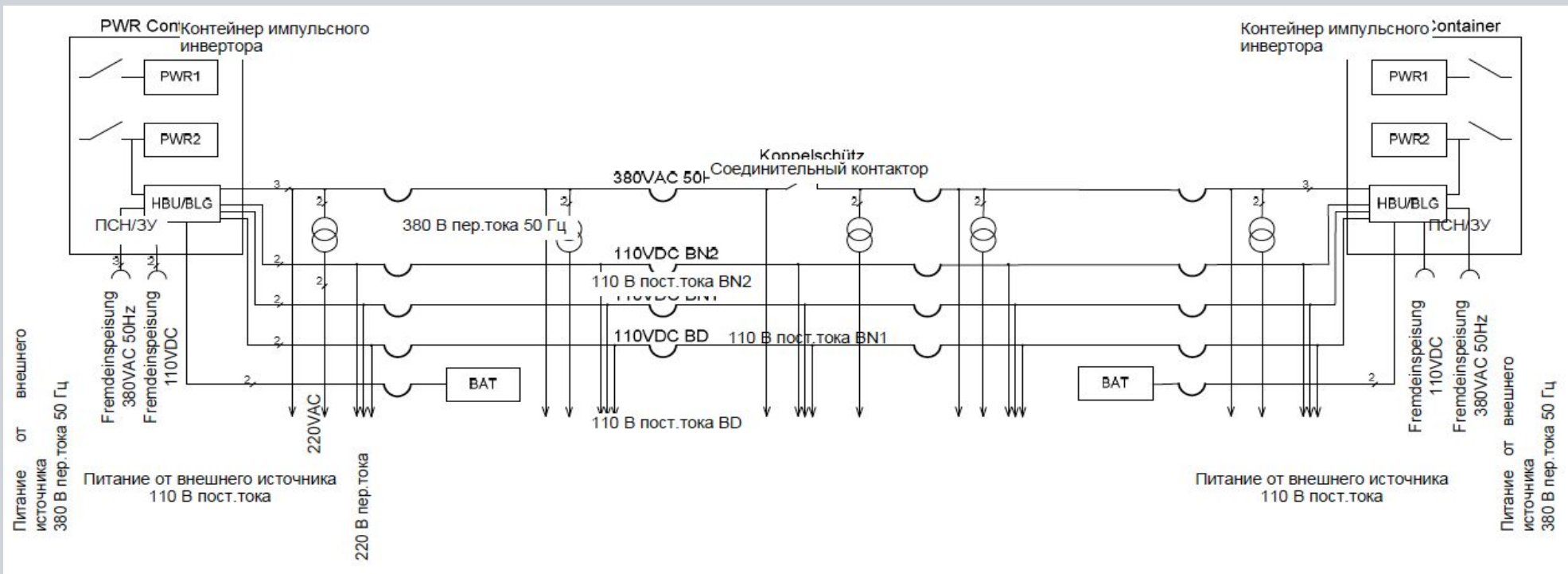
Выходы обоих преобразователей питаются синхронно от шины 3 перем.т 380 В 50 Гц, проходящей через весь поезд. Шина питает током все крупные энергопотребители в отдельных вагонах. Синхронизация преобразователей происходит исключительно через шину 3 перем.т 380 В 50 Гц.

Соединительный контактор отключается при питании от внешнего источника от двух розеток (в вагонах А и В).

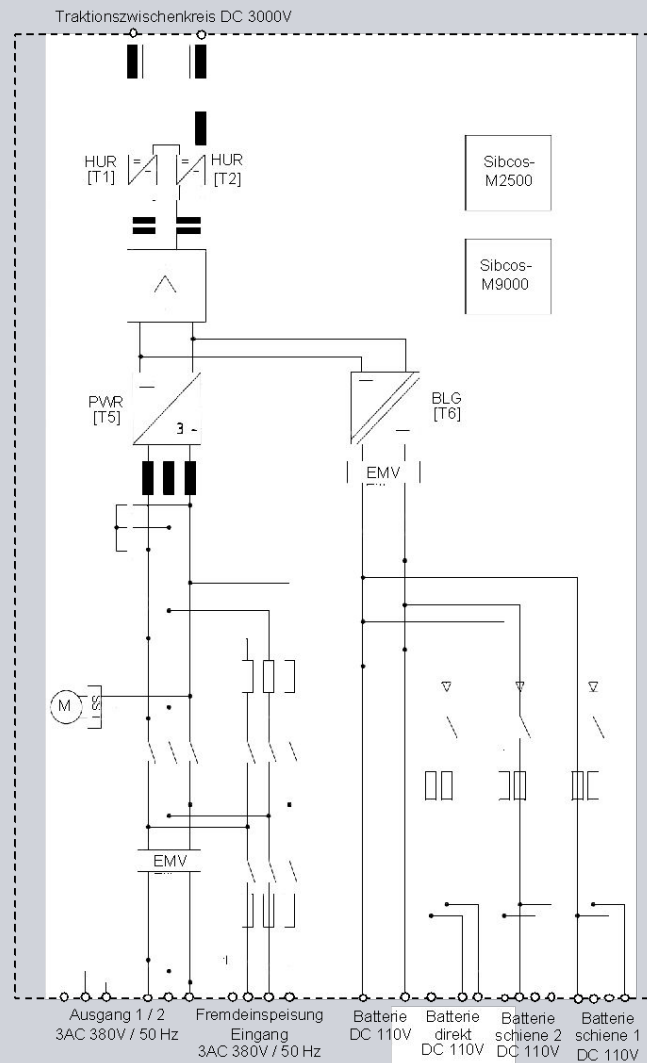
Управление подключением и нагрузкой потребителей сети переменного тока происходит в ЦБУ.

В каждом вагоне питание шины 1 перем.т 220 В 50 Гц происходит через разделительные трансформаторы от шины 3 перем.т 380В 50Гц. В пассажирском отделении каждого вагона установлены 8 розеток и 1 розетка в кабине машиниста.

# Принципиальная схема электроснабжения бортовой сети



# Принципиальная схема электроснабжения бортовой сети



# Бортовая сеть на 110 В

## Распределение батарей

Зарядные устройства батарей питаются из шины Зперем.т 380 В 50 Гц и снабжают энергией батареи, сеть постоянного тока на 110 В и связанных с этой сетью потребителей.

Сеть постоянного тока на 110 В состоит из различных шин (АЛ Н, АЛ1 и АЛ2), которые обеспечивают энергоснабжение всего поезда.

Шины АЛ1 и АЛ2 отключаются в соответствии с профилем отключения, если не происходит зарядка батарей.

Некоторые приборы требуют снабжения постоянным током напряжения 24 В. Каждый из этих приборов оснащен преобразователем 110 В / 24 В. В бортовой сети такие приборы вместе с преобразователями обозначаются как потребители 110 В,

Управление ими происходит соответствующим образом.

- Внешнее освещение
- Экстренное освещение внутри
- Установка пожарной сигнализации

# Бортовая сеть на 110 В

## Распределение батарей

Уровень постоянное напряжение 110 В делится на

- Энергообеспечение при «Аккумуляторная батарея напрямую» АЛ Н
- Энергообеспечение при «Аккумуляторная батарея 1 в нормальном режиме» АЛ1
- Энергообеспечение при «Аккумуляторная батарея 2 в нормальном режиме» АЛ2

Эти уровни энергообеспечения называются шинами батарей.

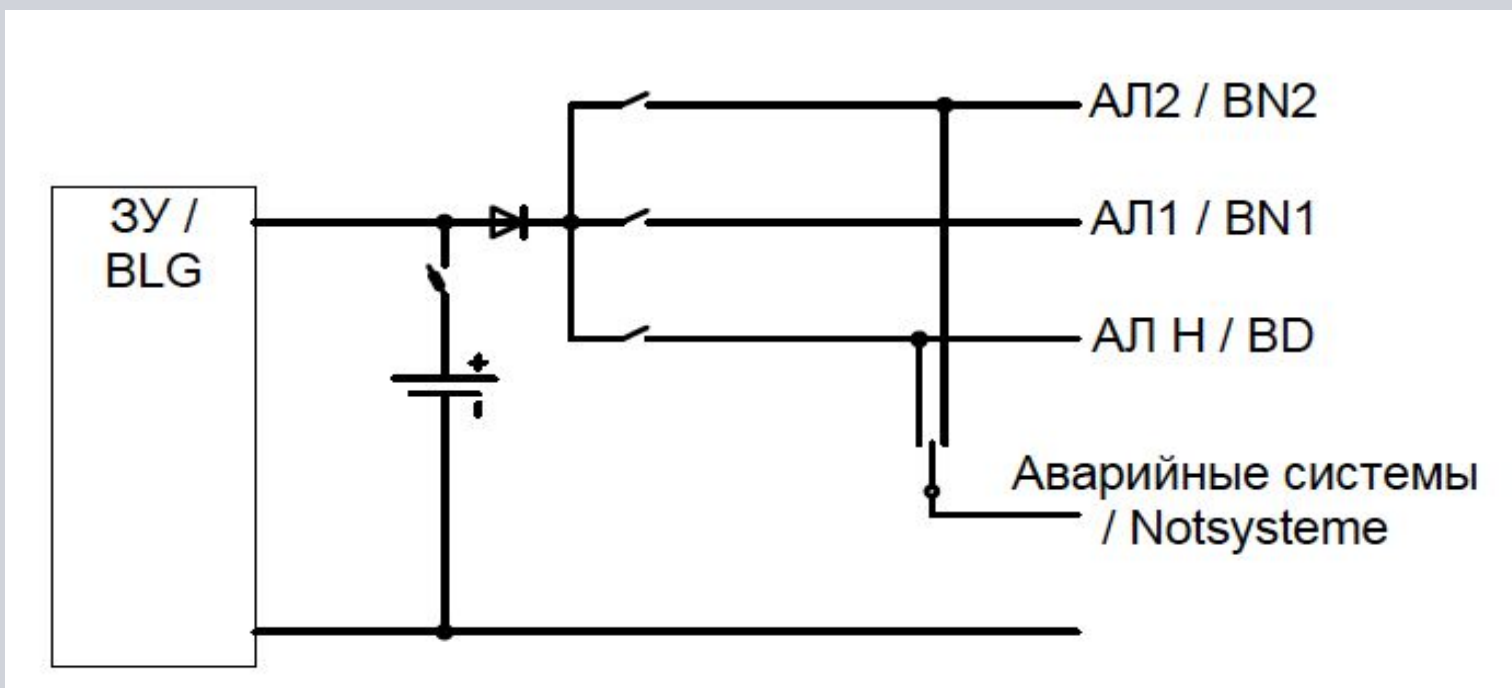
Питание этих шин производится за счет зарядных устройств и/или аккумуляторных батарей.

Шины отделены от батареи диодами так, что энергия из шины постоянного тока на 110 В не может проникнуть в батарею. Тем самым предотвращается возможность возникновения переходного тока между батареями.

Шины подключаются через главные контакторы батареи.

Оба зарядных устройства (ЗУ) питаются от вспомогательных преобразователей. Они находятся в подкузовном контейнере вагонов С и Е.

Установка батарей производится под кузовом вагонов С и Е. Устанавливается никелево-кадмиевая батарея.



## Подключение и отключение батареи

Подключение всех батарейных контакторов происходит одновременно и производится через управляющую линию вручную поворотом выключателя S1 в позицию «вкл.». Если напряжение батареи будет достаточно высоким, произойдет подключение всех шин постоянного тока 110 В.

Отключение шин АЛ1 и АЛ2 производится:

- Вручную поворотом выключателя «Батарея вкл/0/выкл» в позицию «выкл.» (по всему поезду)
- Автоматически через профиль отключения.

Отключение шины АЛ Н производится:

- Вручную поворотом выключателя батареи S3 (по всему поезду)
- Автоматически через систему защиты батареи от низкого напряжения (по всему поезду).



## Профиль отключения и аварийные функции при сбое заряда батареи

Центральный блок управления (ЦБУ) управляет нагрузкой, производя целенаправленные переключения между отдельными шинами, и тем самым оказывает влияние на процесс разрядки. Управление производится на этапе 1 и этапе 2 через регулируемый с помощью реле времени профиль отключения со встроенным контролем минимального напряжения.

- этап 1 через 5 мин
- этап 2 через 90 мин

Чтобы экстренные функции смогли получить питание вместо 90 еще 180 мин., для экономии энергии батарейные контакторы примерно через 30 мин. должны быть отключены машинистом вручную через выключатель S1 «Батарея вкл./0/выкл.». С выключением шин АЛ1и АЛ2 заканчивается этап 2 профиля отключения.

## Профиль отключения и аварийные функции при сбое заряда батареи

Чтобы аварийные системы, такие как поездной радиоузел, система информирования пассажиров через громкоговоритель, пожарная сигнализация, аварийный огонь, продолжали дальше работать, должен быть включен переключатель S3 «Аварийная система батареи» в кабине машиниста.

Таким образом все системы, получавшие до этого питание от шины АЛ2, теперь будут снабжаться шиной АЛ Н. Это происходит за счет переключения снабжения соответствующих групп потребителей через контактор в каждом вагоне.

Другие аварийные системы, носовой/хвостовой сигнальный огонь, тифон и защита от скольжения и противобуксировочная система постоянно получают питание от шины АЛ Н.

# Распределительный щит в кабине машиниста Элементы управления батареей

Выключатель аккумуляторной батареи  
Включение/выключение

Вольтметр

Аварийная система батареи

Отключение АЛ Н  
(Квадратный выключатель)

