



# Рельсовые цепи

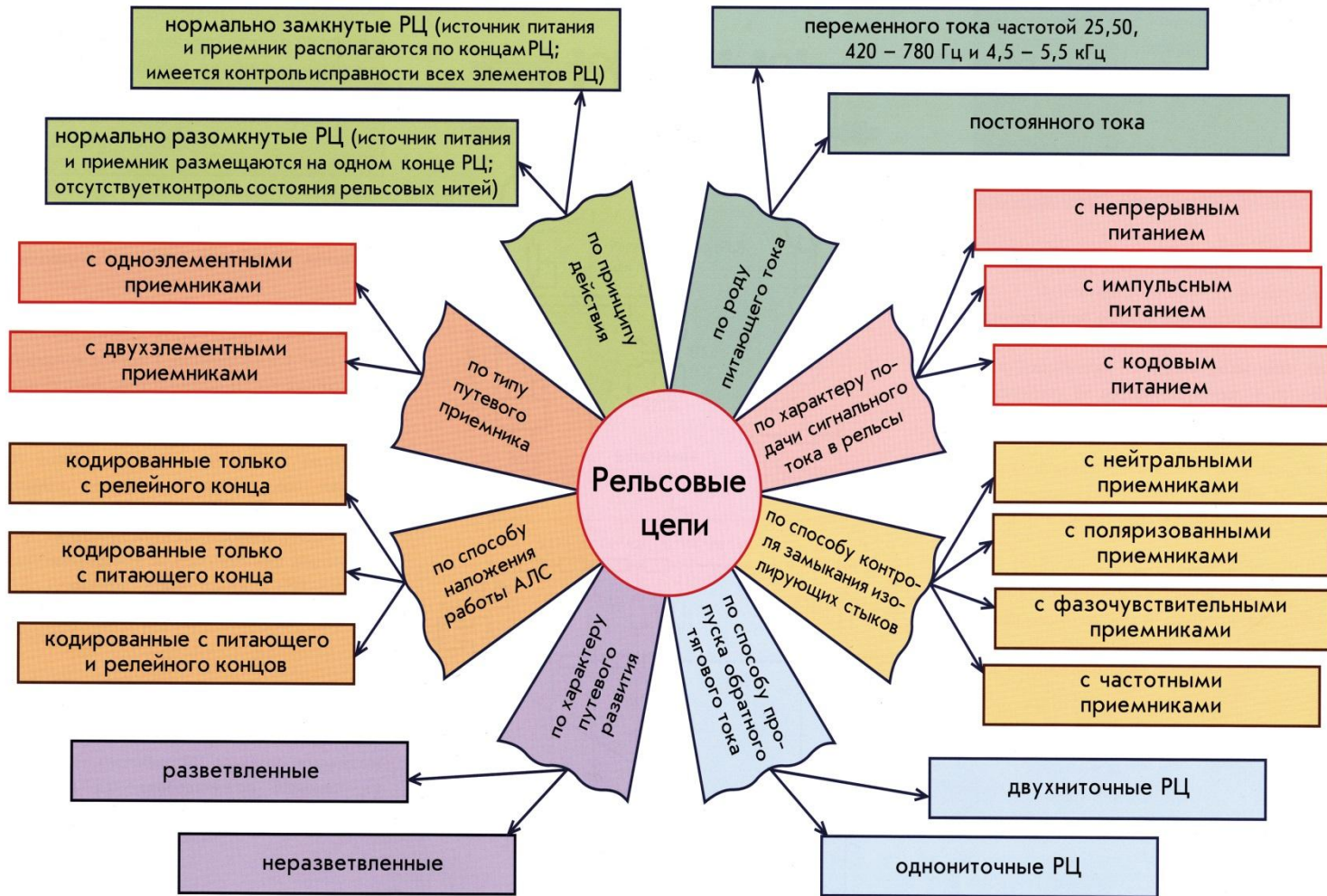
## Рельсовые цепи

- Рельсовой цепью называется электрическая цепь, проводниками которой служат рельсовые нити пути.
- Рельсовые цепи являются основным элементом всех устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: автоблокировки, автоматической локомотивной сигнализации, электрической централизации стрелок и сигналов, диспетчерского контроля движения поездов, автоматической переездной сигнализации и ряда других систем.
- Рельсовые цепи предназначены для:
  1. Контроля свободного или занятого состояния участков пути.
  2. Контроля целостности рельсовой линии.
  3. Передачи кодов АЛСН с пути на локомотив.



- Уильям Робинсон (1840-1921) - американский инженер-электрик, инженер-механик и бизнесмен. Он изобрел первую рельсовую цепь, используемую в железнодорожной сигнализации.

# 1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ



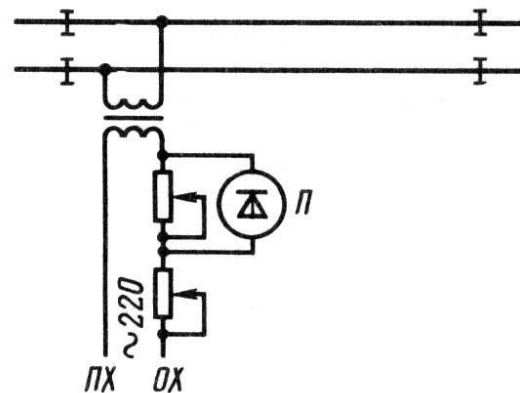
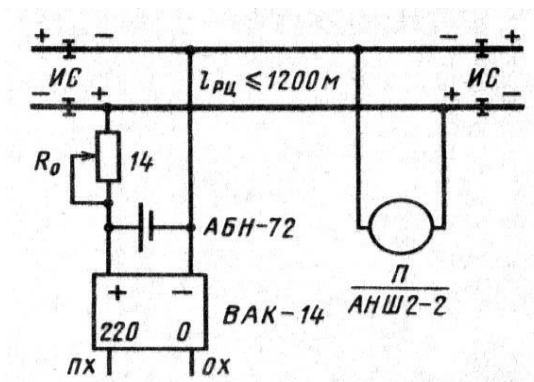
Данная классификация приведена для нормально замкнутых РЦ, так как они получили наибольшее применение в работе устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

# Рельсовые цепи

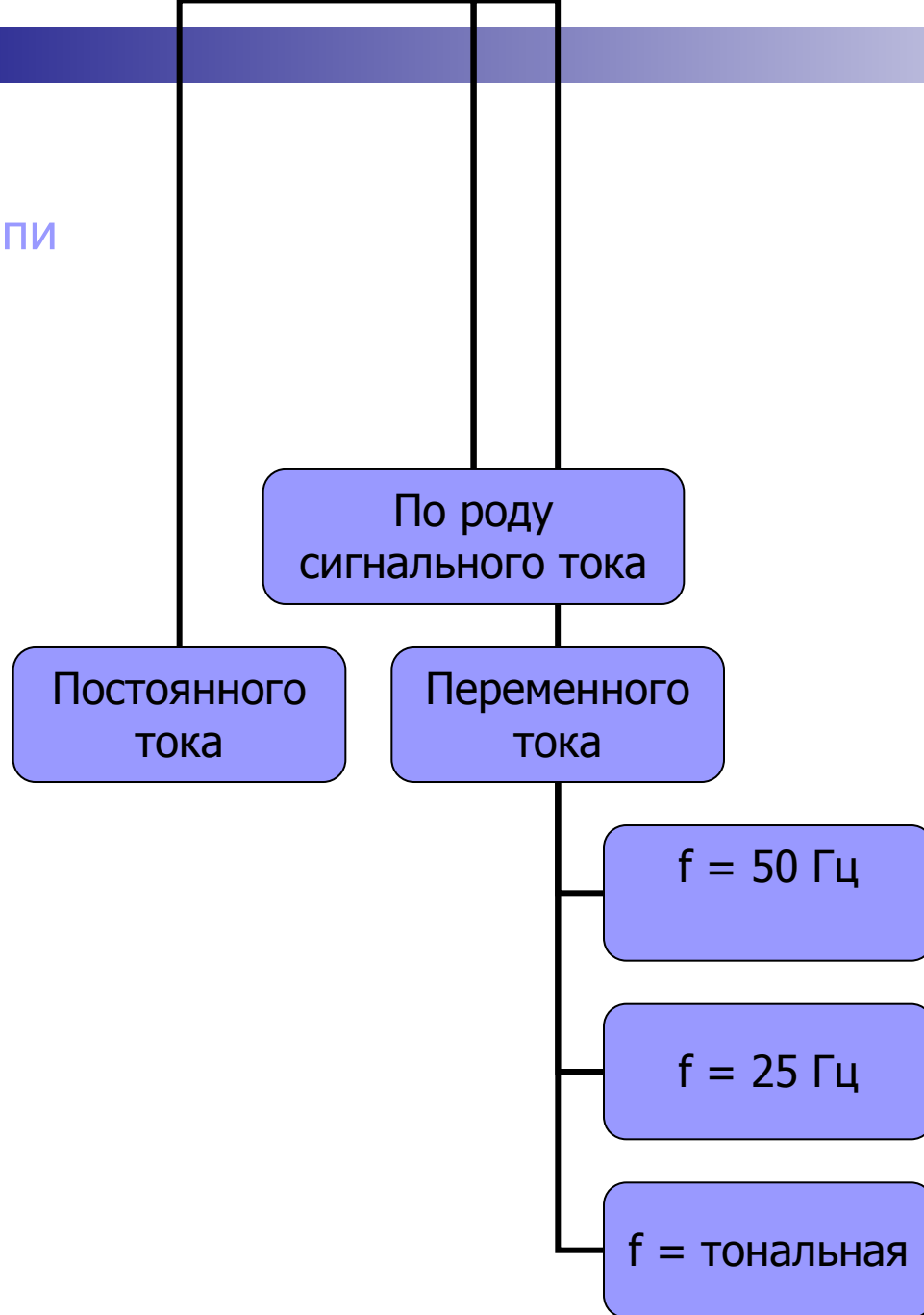
По принципу действия

Нормально замкнутые

Нормально разомкнутые



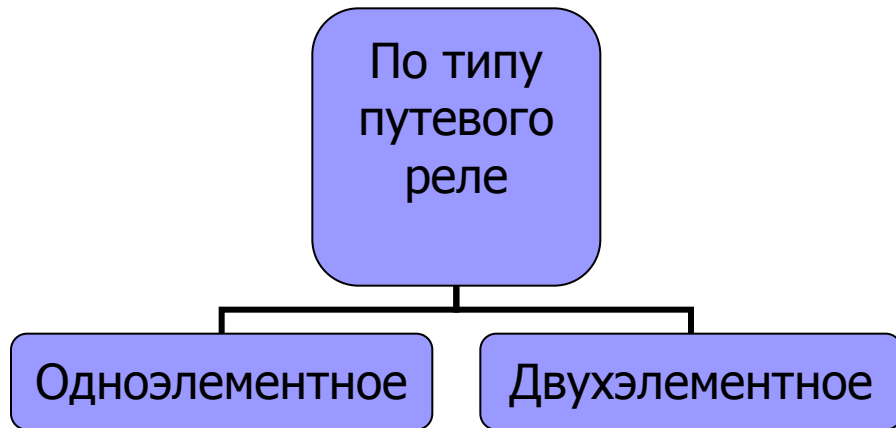
## Рельсовые цепи



## Рельсовые цепи



## Рельсовые цепи





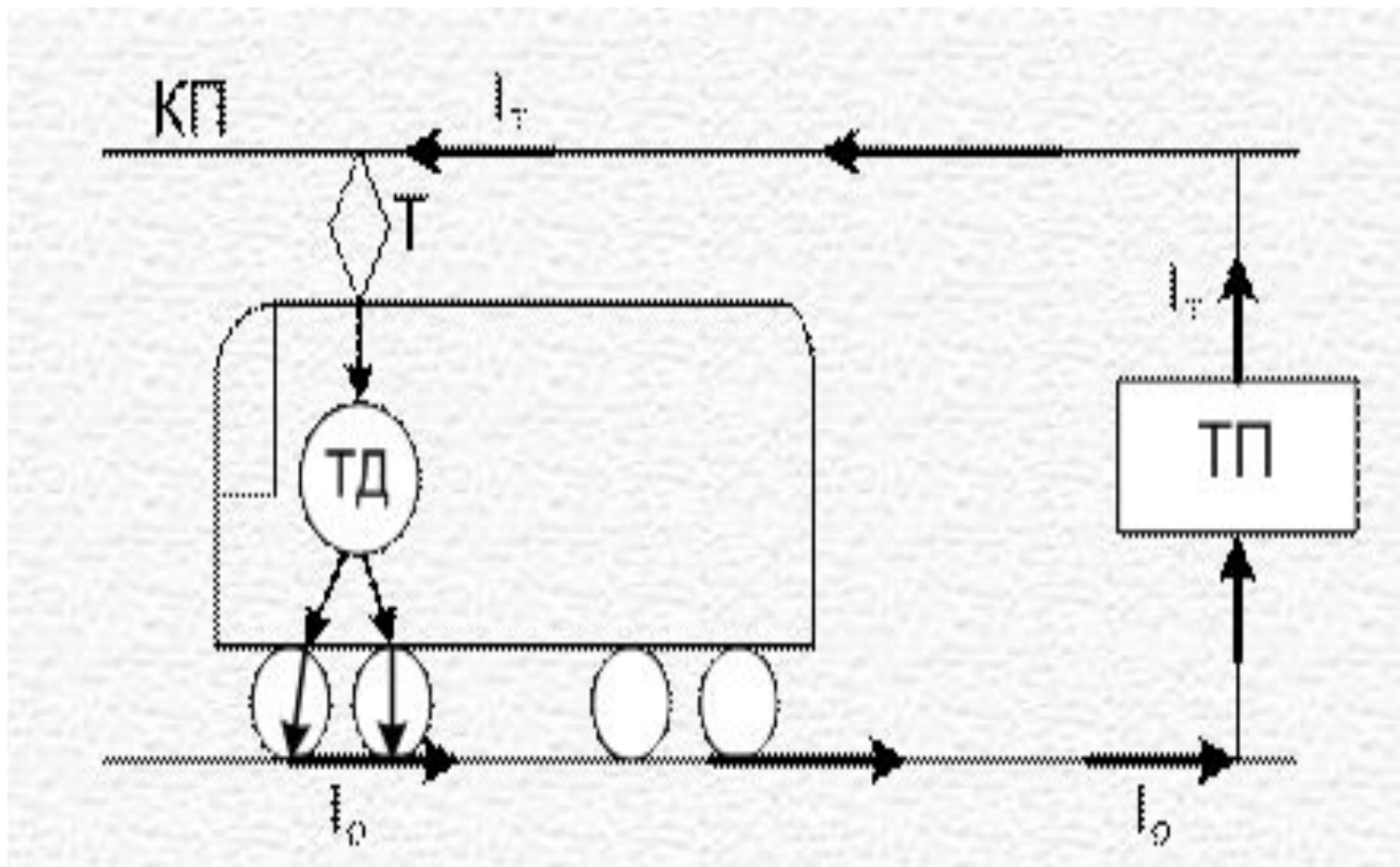


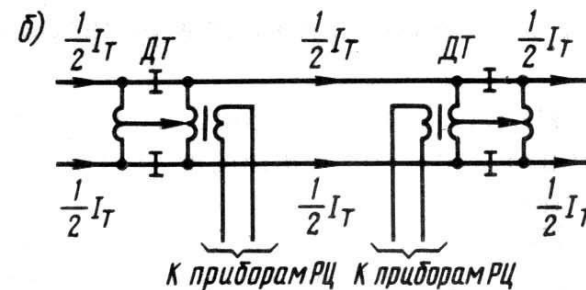
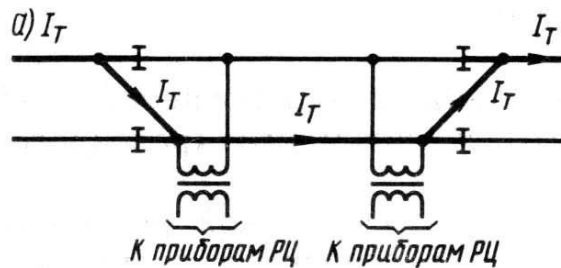
Схема  
электроснабжения

# Рельсовые цепи

По способу пропускания  
обратного тягового тока

Однониточные

Двухниточные

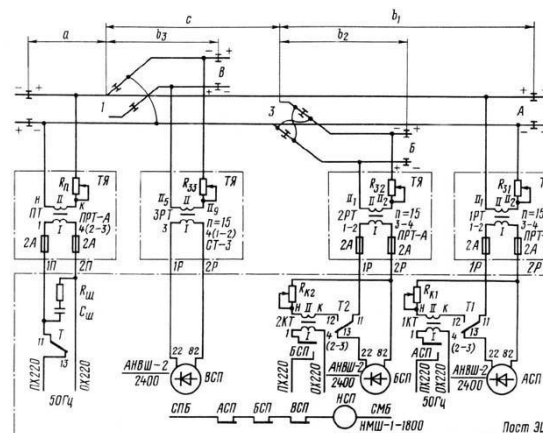
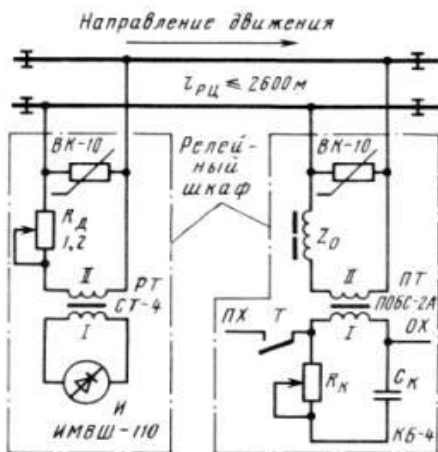


# Рельсовые цепи

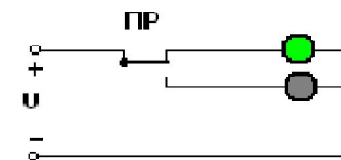
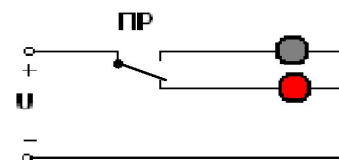
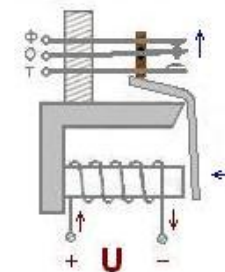
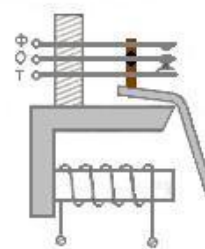
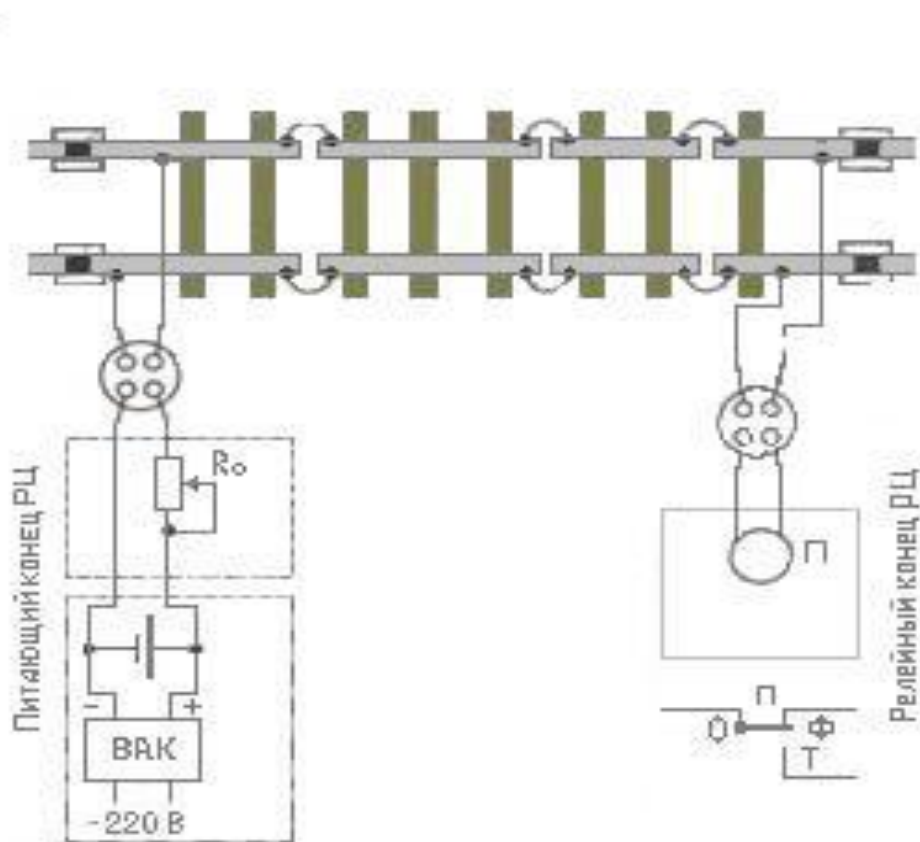
По месту применения

Неразветвленные

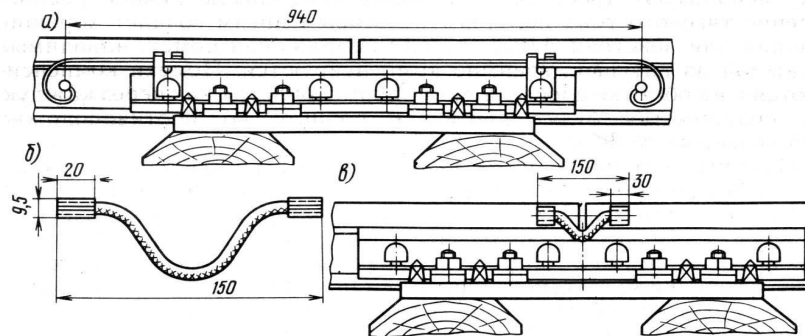
Разветвленные



# Устройство простейшей рельсовой цепи



# Элементы рельсовой цепи

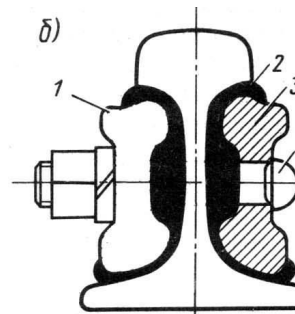
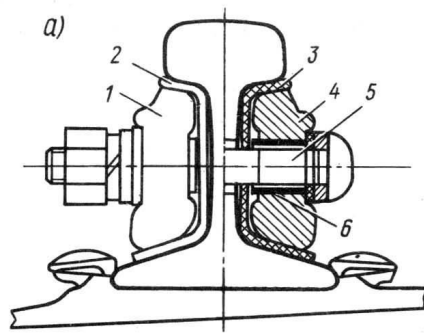


- Стальной штепсельный рельсовый стыковой соединитель состоит из двух стальных проволок диаметром 5 мм, заваренных по концам в штепселя конической формы. Длина соединителя в развернутом виде 1276 мм.
- Стальной приварной рельсовый соединитель состоит из куска стального троса диаметром 6 мм, заваренного по концам в стальные наконечники (манжеты). Длина соединителя в выпрямленном состоянии 200 мм, масса 36 г. Стальные приварные соединители устанавливают на участках без электротяги.
- На электрифицированных участках применяют приварные медные рельсовые соединители. Такие соединители предназначены для уменьшения сопротивления не только сигнальному, но и тяговому току. Соединитель представляет собой гибкий медный трос длиной 200 мм, заваренный по концам в стальные наконечники (манжеты).

# Элементы рельсовой цепи



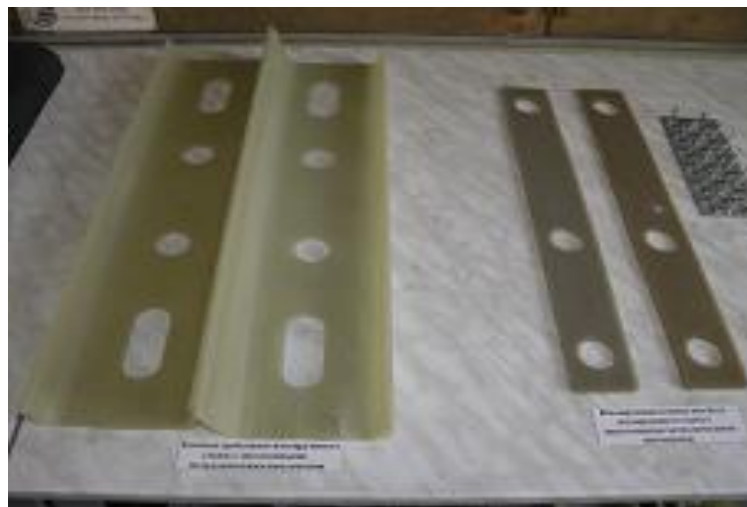
# Элементы рельсовой цепи



- **Изолирующие стыки** устанавливаются для электрического разделения смежных рельсовых цепей; Изолирующий стык ([рис. а](#)) состоит из двух металлических накладок фансовой формы 1 и 4, стянутых болтами 5. Болты изолированы от рельса изолирующими втулками 6. Между накладками и рельсами установлены изолирующие прокладки 2 и 3, а между торцами смежных рельсов — стыковая изолирующая прокладка. Изолирующий стык крепят навесу без сдвоенных шпал.
- На участках бесстыкового пути устраивают высокопрочный стык ([рис. б](#)) с пазухами между накладками 1, 3 и рельсом, заполненными изолирующей композицией 2. При помощи болтов 4 обеспечивается необходимое сжатие склеиваемых поверхностей на период отвердения клеявого шва.

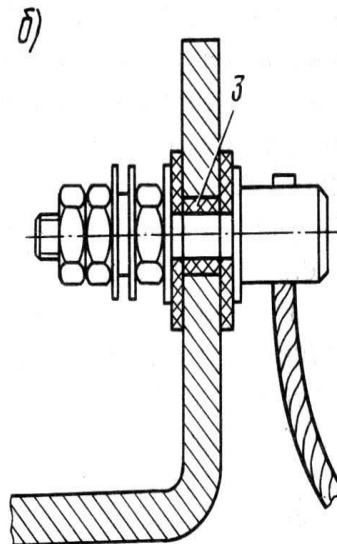
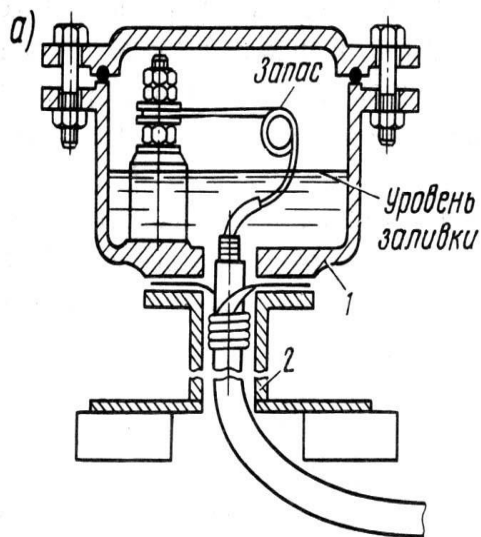


# Элементы рельсовой цепи



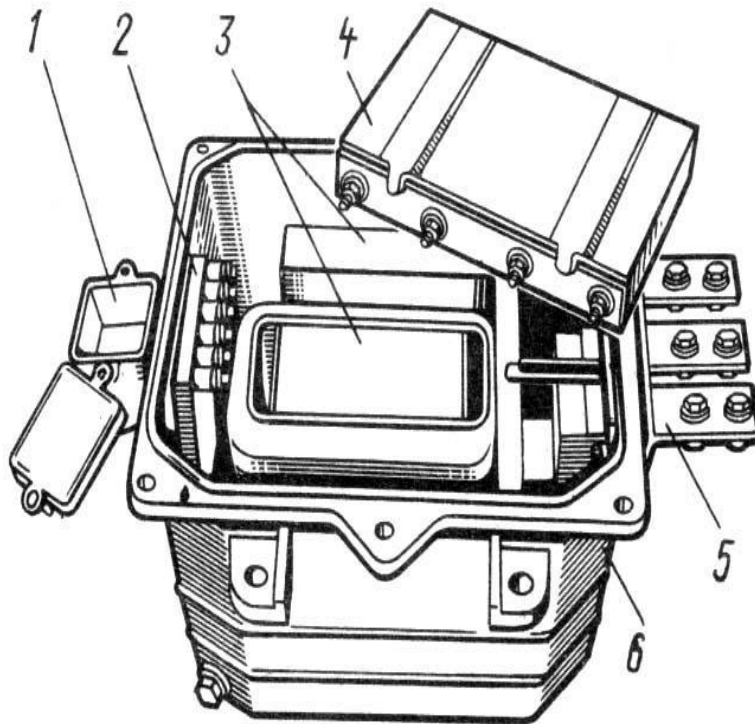


# Элементы рельсовой цепи



- **Кабельные стойки (рис. а)** применяют, как правило, на участках без электротяги по концам рельсовых цепей. Кабельные стойки служат для соединения проводников (стальных тросов), идущих от рельсов, с жилами кабеля, проложенного от релейного шкафа автоблокировки.
- Кабельная стойка состоит из чугунной головки 1, соединенной со стальной трубой 2. Кабель заводят внутрь трубы и разделяют в головке. Жилы кабеля подсоединяют к зажимам фарфоровой колодки. Для подсоединения стальных тросов от рельсов на стенке кабельной стойки укрепляют два болта, изолированные от стенок фибровыми втулками 3 (рис. б). Болты с зажимами фарфоровой колодки соединяются внутри кабельной стойки проводниками.

# Элементы рельсовой цепи



- **Путевые дроссель-трансформаторы** предназначены для пропуска обратного тягового тока в обход изолирующих стыков и согласования низкоомного входного сопротивления рельсовой цепи с аппаратурой питающего и релейного концов.

На линиях с электрической тягой постоянного тока устанавливают путевые дроссель-трансформаторы ДТ-0,2-1000; ДТ-0,6-1000; ДТ-0,2-500 и ДТ-0,6-500.

Основные детали ДТ-0,2 и ДТ-0,6:

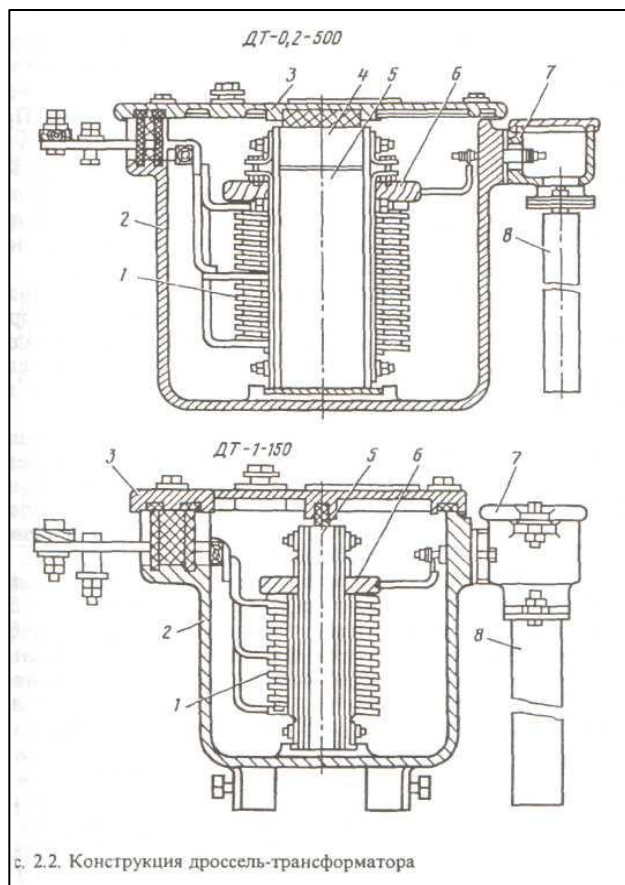
- чугунный корпус 6;
- муфта 1;
- сердечник 3;
- ярмо 4;
- основная обмотка с выводами 5;
- дополнительная обмотка с выводами 2.

Между сердечником и ярмом имеется воздушный зазор 1—3 мм, наличие которого обеспечивает стабильность сопротивления дроссель-трансформатора переменному сигнальному току при подмагничивании его неуравновешенным тяговым током.

# Путевой дроссель-трансформатор ДТ-0,2-500



# Путевые дроссель-трансформаторы



## Основные детали:

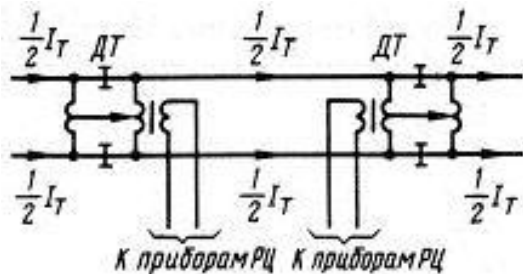
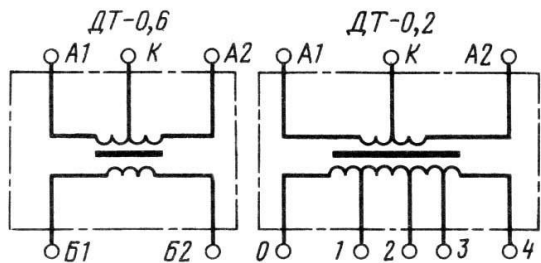
- 1 - основная обмотка
- 6 - дополнительная обмотка
- 2 - чугунный корпус
- 3 - крышка
- 4 - ярмо
- 5 - сердечник
- 7 - муфта
- 8 - труба

Концы и средняя точка основной обмотки выведены из корпуса с помощью медных шин, концы дополнительной обмотки выведены в муфту.

Дроссель-трансформатор заливают маслом до красной черты, нанесенной на корпус (27 литров).

с. 2.2. Конструкция дроссель-трансформатора

# Элементы рельсовой цепи



- Первые цифры указывают полное сопротивление переменному сигнальному току частотой 50 Гц (0,2 и 0,6), вторые—значение номинального тягового тока, на пропускание которого рассчитана основная обмотка (500 и 1000 А на каждый рельс).
- Основная обмотка дроссель-трансформатора выполнена из медной шины большого сечения и имеет малое сопротивление постоянному тяговому току (от 0,0008 до 0,0024 Ом).
- У дроссель-трансформатора ДТ-0,2 дополнительная обмотка имеет несколько выводов, что позволяет устанавливать различные коэффициенты трансформации (7, 10, 13, 17, 23, 30, 33, 40). Основная обмотка содержит 14 витков из медной шины сечением 100 мм<sup>2</sup> для ДТ-0,2-500 и 221 мм<sup>2</sup> для ДТ-0,2-1000. Поскольку в рельсовых цепях практически применяют дроссель-трансформаторы ДТ-0,2 с коэффициентом трансформации 17 или 40, с 1985 г. завод выпускает ДТ-0,2, имеющие только один коэффициент трансформации (17 или 40). Дроссель-трансформаторы с коэффициентом 40 имеют на крышке маркировку  $n=40$ , а с коэффициентом 17— не имеют маркировки.
- У дроссель-трансформатора ДТ-0,6 дополнительная обмотка имеет только два вывода, коэффициент трансформации его равен 15. Основная обмотка содержит 16 витков медной шины сечением 100 и 243 мм<sup>2</sup> для ДТ-0,6-500 и ДТ-0,6-1000 соответственно.



# РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ

*Режимы работы*

# Нормальный (регулируемый) режим

- **Соответствует свободному состоянию рельсовой цепи.**
- Путьевое реле должно надежно удерживать якорь в притянутом состоянии (при непрерывном питании) или надежно срабатывать от каждого импульса (при импульсном питании).
- **Неблагоприятные условия:**
  - Минимальное напряжение источника питания;
  - Максимальное сопротивление рельсов;
  - Минимальное сопротивление изоляции.



# Шунтовой режим

- **Соответствует занятому состоянию рельсовой цепи.**
- Путевое реле должно надежно отпускать якорь (при непрерывном питании) или исключаться срабатывание от импульсов тока (при импульсном питании).
- **Неблагоприятные условия:**
  - Максимальное напряжение источника питания;
  - Минимальное сопротивление рельсов;
  - Максимальное сопротивление изоляции.

**Шунтовая чувствительность рельсовой цепи должна быть не менее 0,06 Ом.**



# Контрольный режим

- **Соответствует свободному состоянию рельсовой цепи и разрыву рельсовой нити.**
- Путевое реле должно надежно отпускать якорь (при непрерывном питании) или исключаться срабатывание от импульсов тока (при импульсном питании).
- **Неблагоприятные условия:**
  - Максимальное напряжение источника питания;
  - Минимальное сопротивление рельсов;
  - Критическое сопротивление изоляции.

# Режим АЛС

- **Соответствует вступлению поезда на входной конец рельсовой цепи.**
- Ток в рельсах под приемными катушками локомотива должен быть не менее расчетного, необходимого для надежной работы устройств АЛС на локомотиве.
- Минимальный расчетный ток д.б. не менее:
  - 1,2 А при автономной тяге;
  - 2 А при электротяге постоянного тока ( $f_{\text{сигн.тока}}=50$  Гц);
  - 1,4 А при электротяге переменного тока ( $f_{\text{сигн.тока}}=25$  Гц).

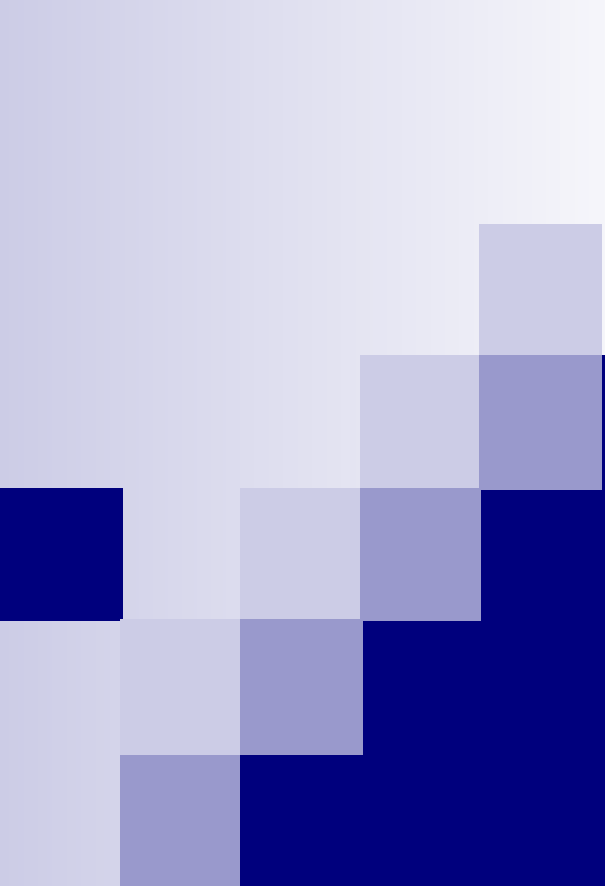
**Неблагоприятные условия совпадают с нормальным режимом**

# Первичные параметры рельсовых цепей

- Условия передачи сигналов по рельсовой линии определяются ее первичными параметрами — электрическим сопротивлением рельсов и сопротивлением изоляции между ними, называемым также сопротивлением балласта. При расчетах используют удельные величины этих параметров.
- **Удельное электрическое сопротивление рельсов  $z$  (Ом/км)** представляет собой электрическое сопротивление обеих рельсовых нитей (рельсовой петли) с учетом сопротивления стыковых соединителей, отнесенное к 1 км рельсовой линии.
- Установлены следующие нормативные значения удельного сопротивления рельсов постоянному току:
  - $r_{max}$  при стальных штепсельных соединителях равно 0,6 Ом/км, при стальных приварных — 0,2 Ом/км;
  - $r_{min}$  при штепсельных соединителях равно 0,3 Ом/км, при приварных — 0,1 Ом/км.

# Первичные параметры рельсовых цепей

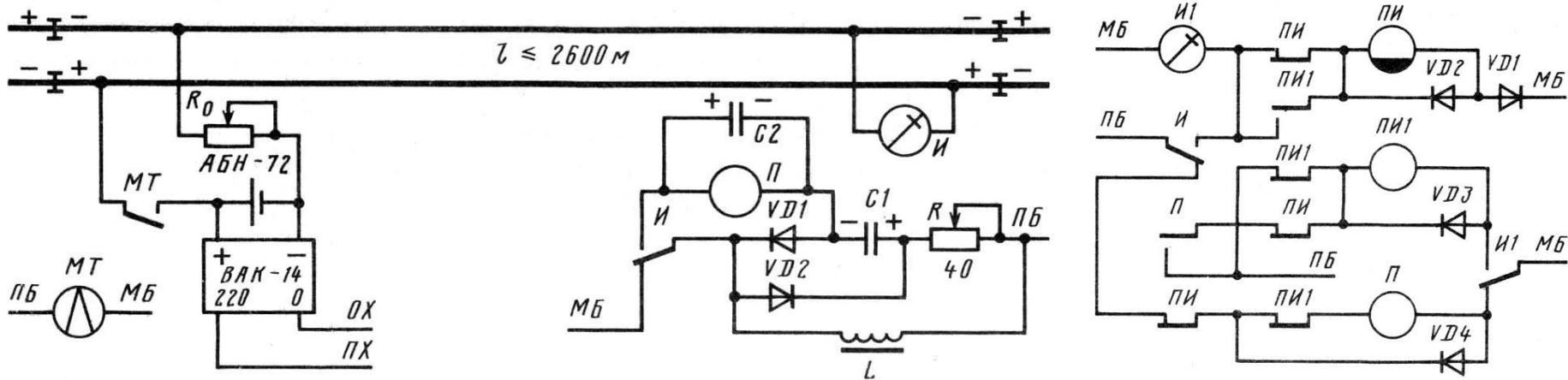
- **Удельным электрическим сопротивлением изоляции (балласта) рельсовой линии  $r_u$  (Ом/км)** называется сопротивление, оказываемое току утечки из одной рельсовой нити в другую через балласт и шпалы.
- **Значение сопротивления изоляции зависит от типа и состояния балласта и шпал, арматуры крепления рельсов к шпалам, наличия зазора между подошвой рельсов и балластом, от температуры и влажности окружающего воздуха и многих других причин.**
- Для рельсовых цепей постоянного и переменного тока для всех видов балласта установлена единая норма минимального сопротивления изоляции, равная  $1 \text{ Ом} \cdot \text{км}$ .



# Схемы рельсовых цепей.

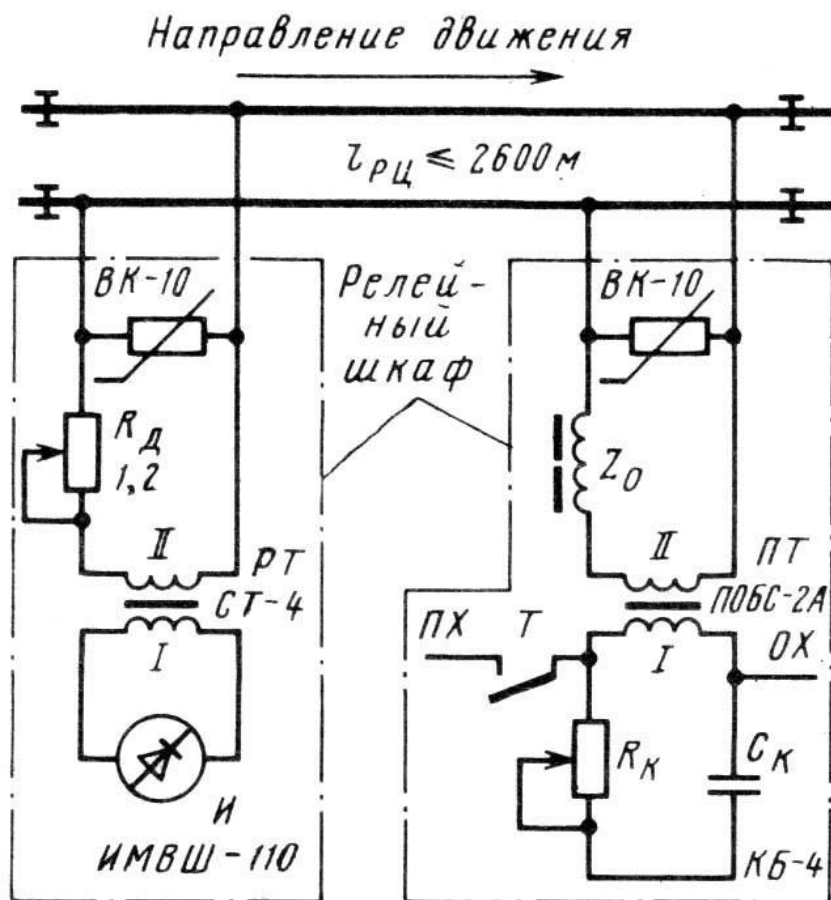
*При автономной  
тяге*

# Рельсовая цепь постоянного тока с импульсным питанием



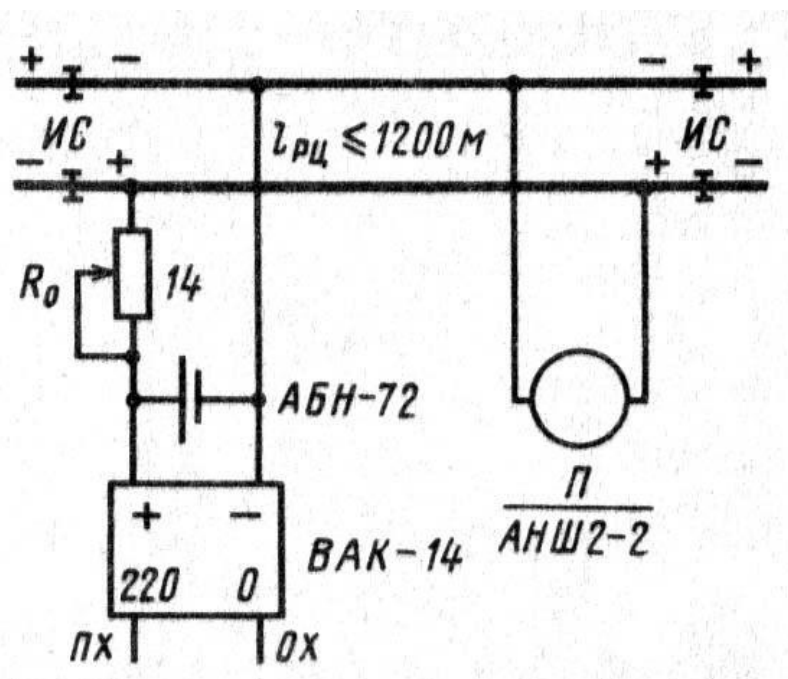
- В импульсных рельсовых цепях постоянного тока путевое реле всегда размещают на выходном конце блок-участка, т. е. импульсы для питания реле посылаются по ходу поезда.

# Кодовые рельсовые цепи переменного тока 50 Гц без дроссель-трансформаторов



- Применяют на перегонах участков без электротяги с учетом последующей электрификации или там, где не предусмотрен переход на электротягу, но имеется надежный источник электроснабжения переменного тока 50 Гц от основной и резервной линий.

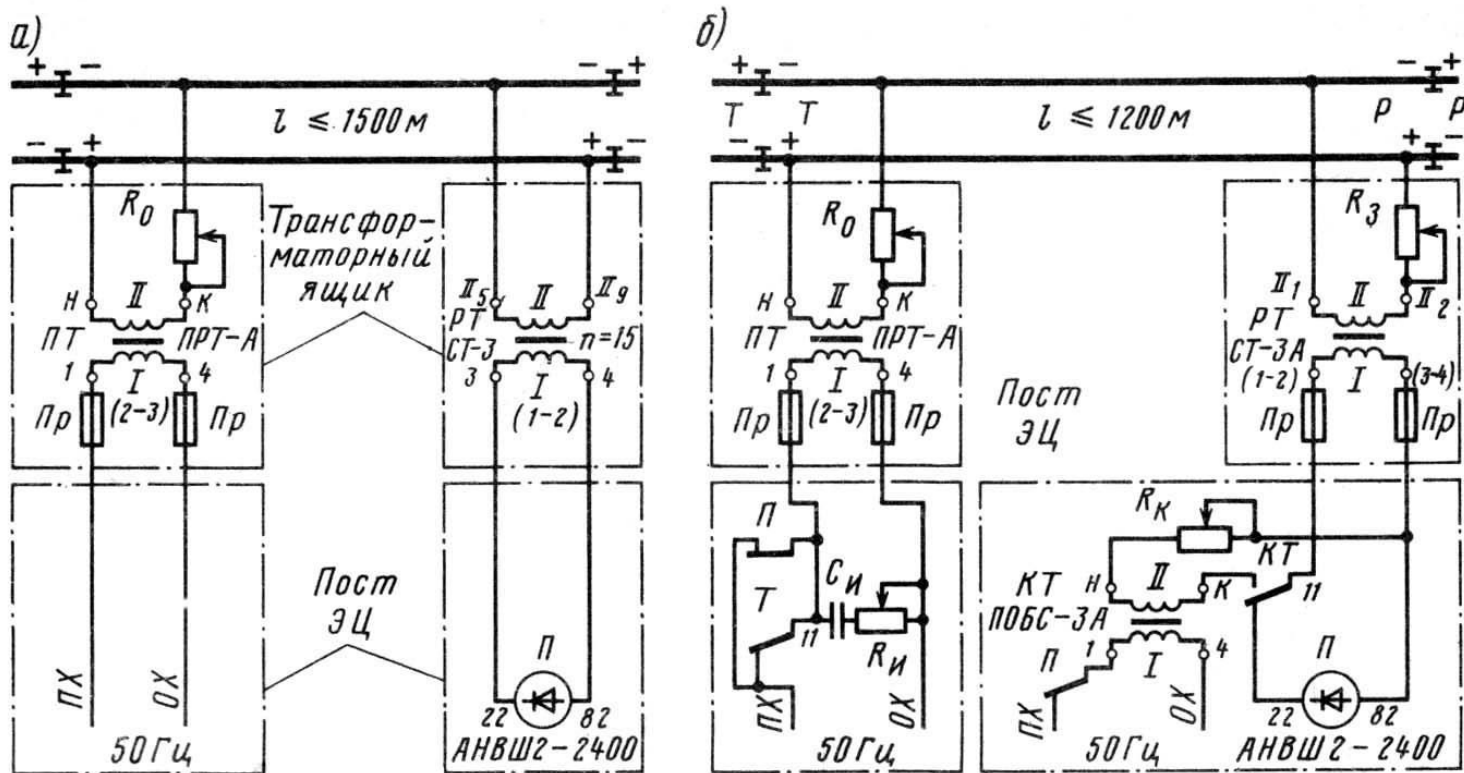
# Рельсовая цепь постоянного тока с непрерывным питанием



- Для контроля замыкания изолирующих стыков предусматривают чередование полярности тока в смежных рельсовых цепях.
- Рельсовые цепи постоянного тока с непрерывным питанием используются только на станциях участков, не подверженных влиянию блуждающих токов.

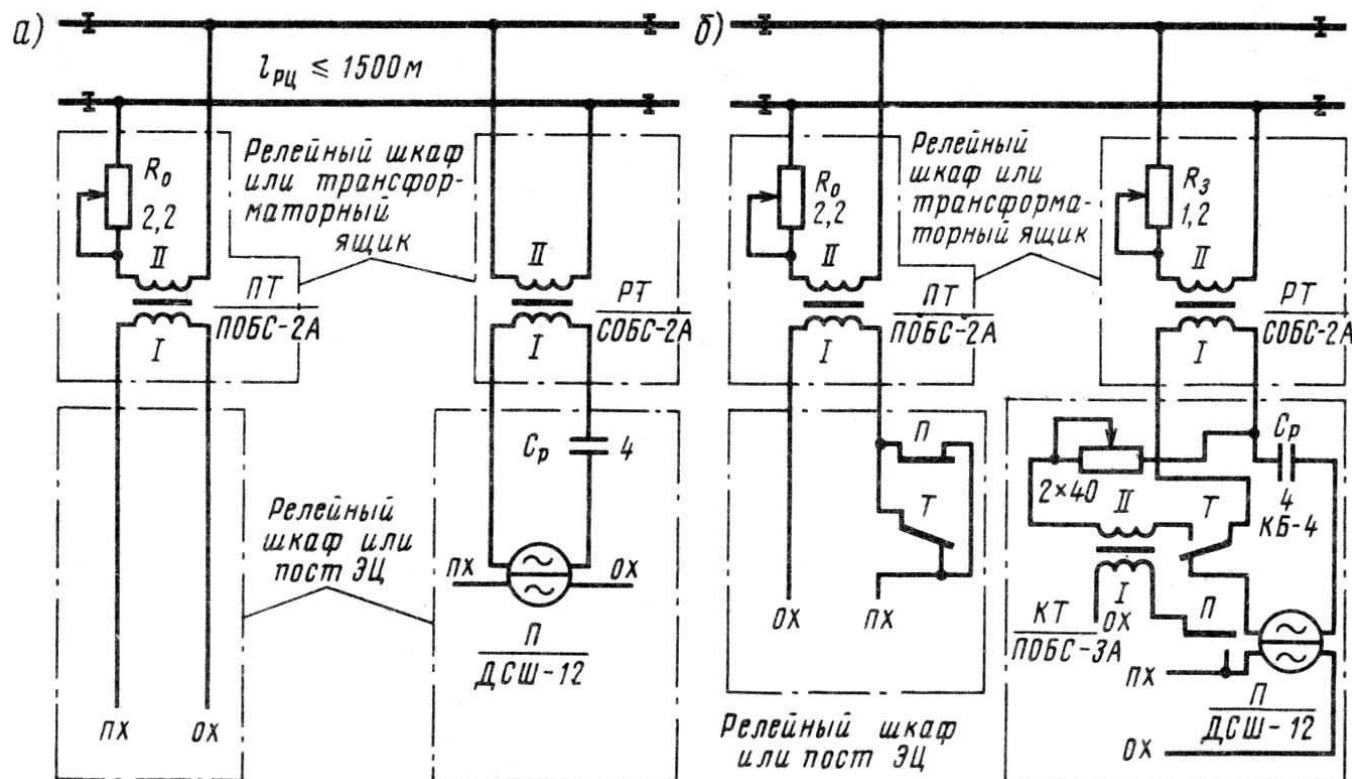


# Рельсовые цепи переменного тока

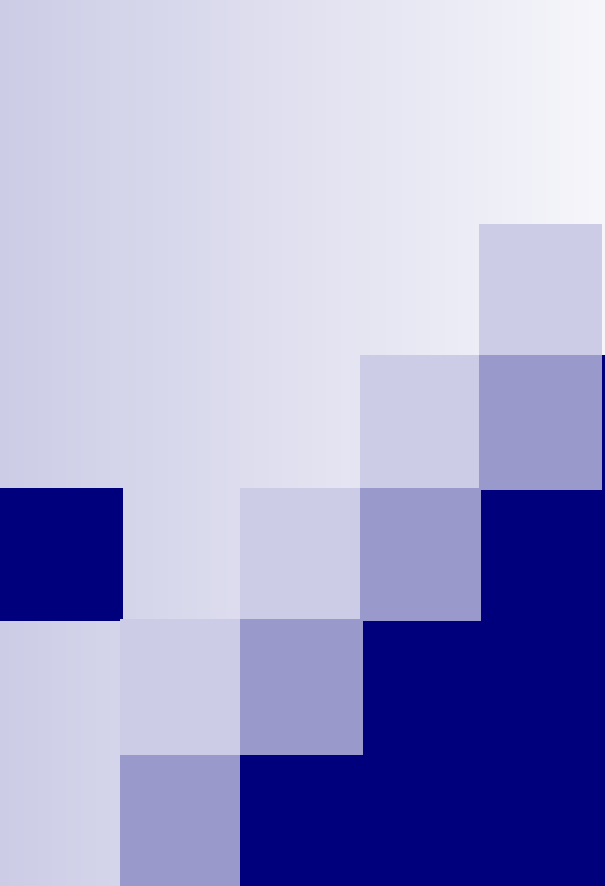


- Рельсовые цепи переменного тока 50 Гц с малогабаритной аппаратурой широко используют на некодированных путях станций без электротяги.

# Рельсовые цепи переменного тока



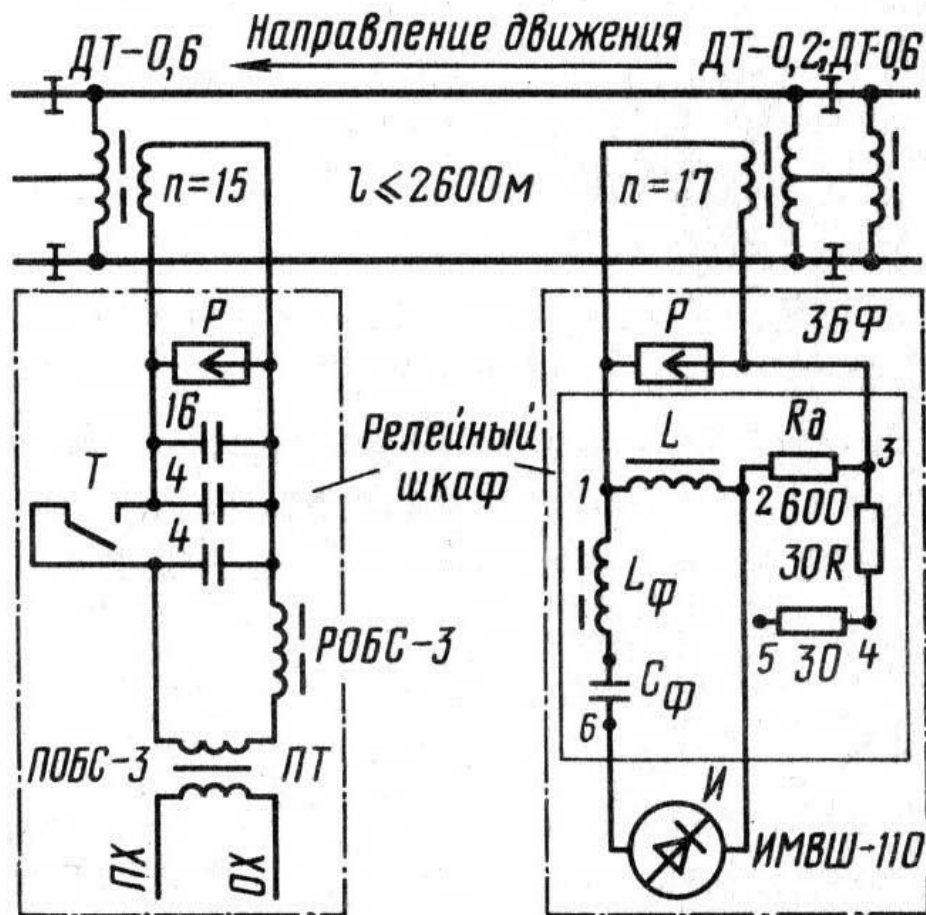
- Фазочувствительные рельсовые цепи переменного тока 50 Гц. с путевыми реле ДСР-12 или ДСШ-12 применяют на станциях участков с автономной тягой, подлежащих электрификации.



# Схемы рельсовых цепей.

*При  
электротяге  
постоянного*

# Кодовые рельсовые цепи переменного тока 50 Гц

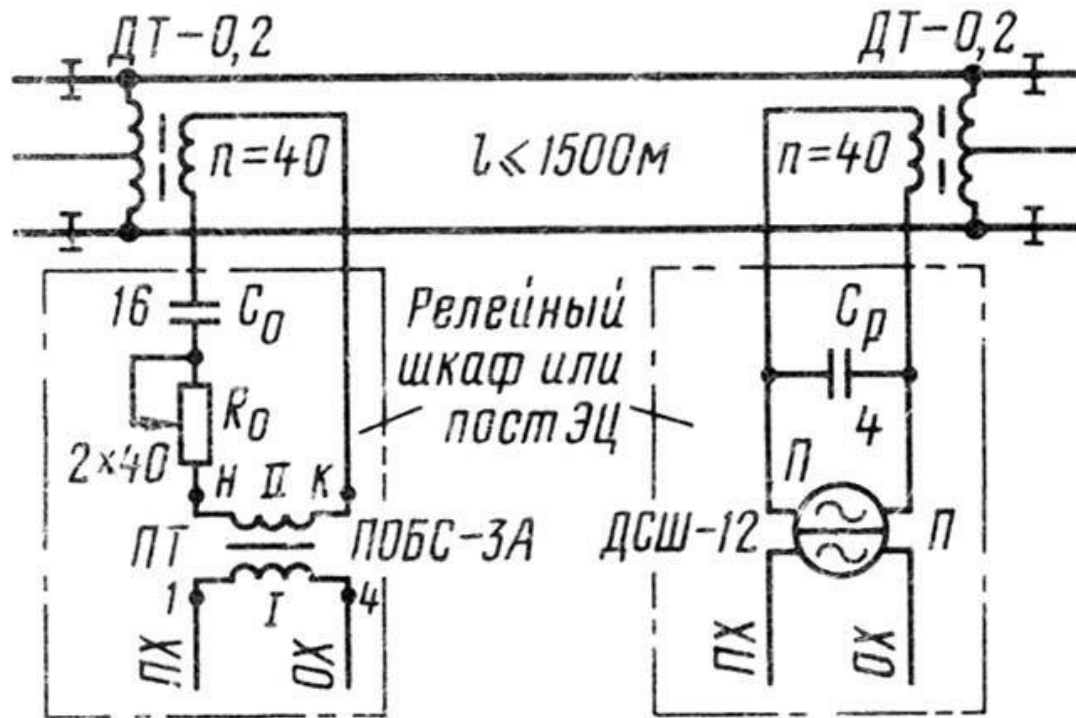


## Перегонная РЦ

3БФ – для защиты от воздействия гармоник тягового тока.

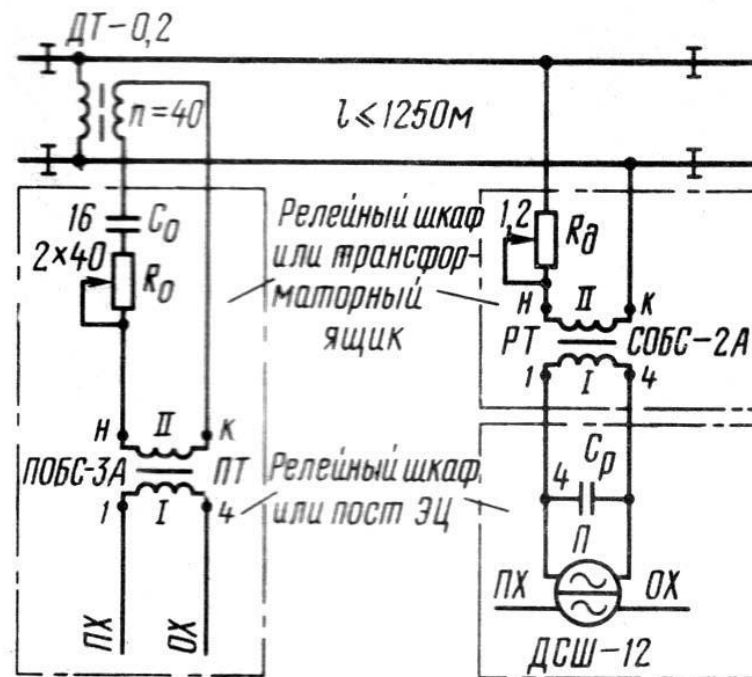
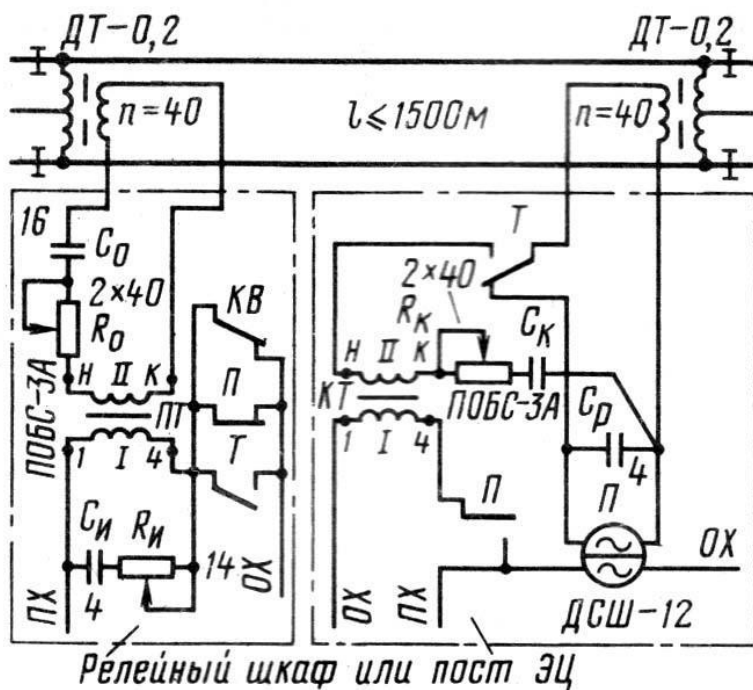
Фильтр представляет собой последовательный резонансный контур, составленный из индуктивности  $L_\Phi = 2,54$  Гн и емкости конденсатора  $C_\Phi = 4$  мкФ, настраиваемый в резонанс напряжений на частоту 50 Гц. В блоке фильтра помещается дроссель  $L$ , защищающий путевое реле от перенапряжения при замыкании изолирующих стыков

Двухниточная рельсовая цепь с дроссель-трансформаторами и фазочувствительным путевым реле ДСШ-12 или ДСР-12



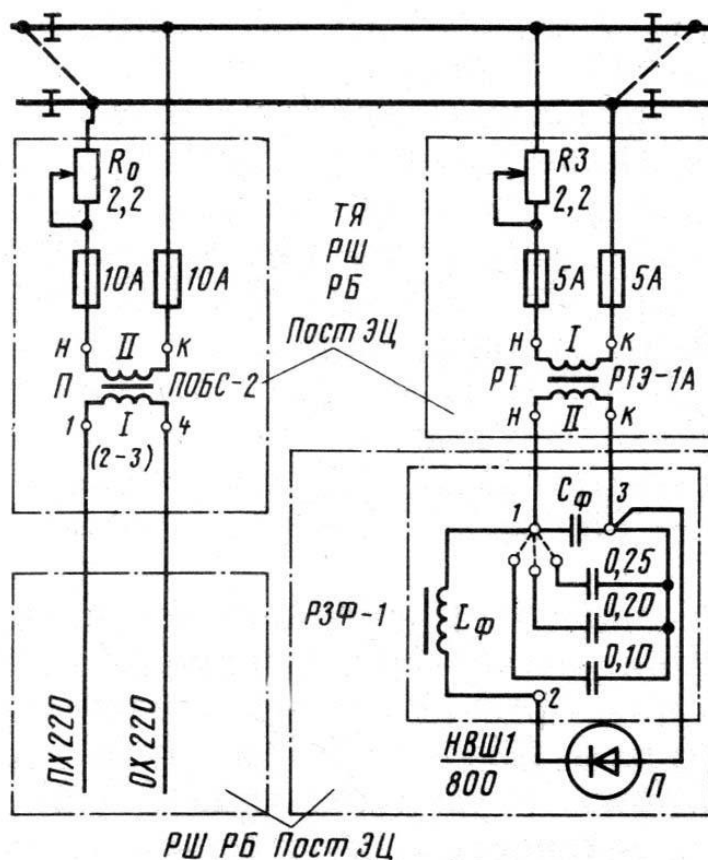
- может применяться на всех путях и стрелочных путевых участках станций.

# Двухниточная рельсовая цепь с дроссель-трансформаторами и фазочувствительным путевым реле ДСШ-12 или ДСР-12



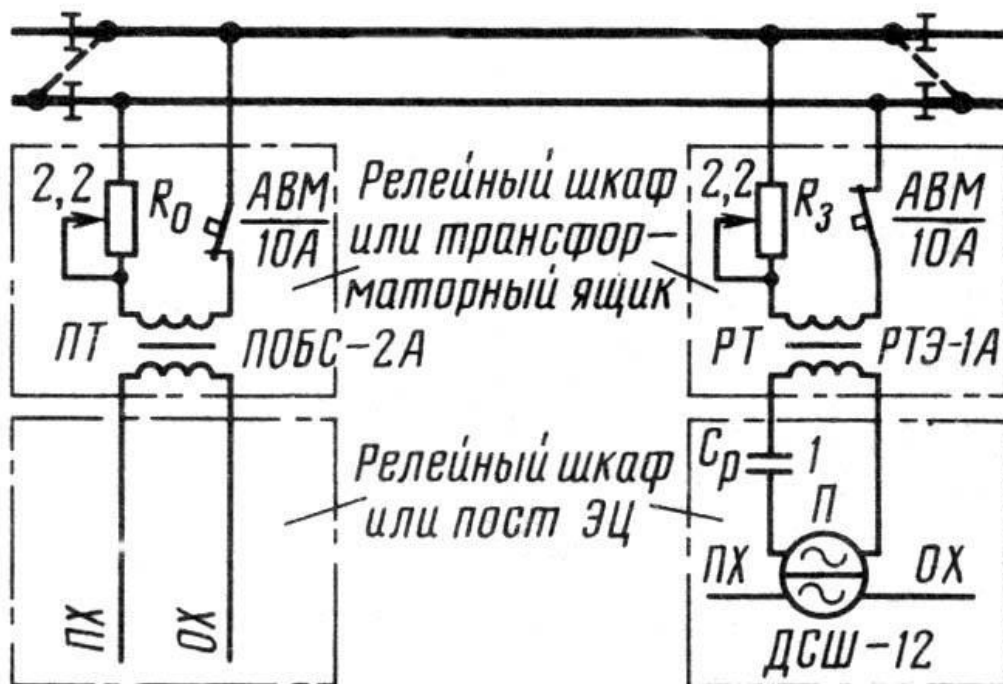


## Однониточные рельсовые цепи переменного тока 50 Гц



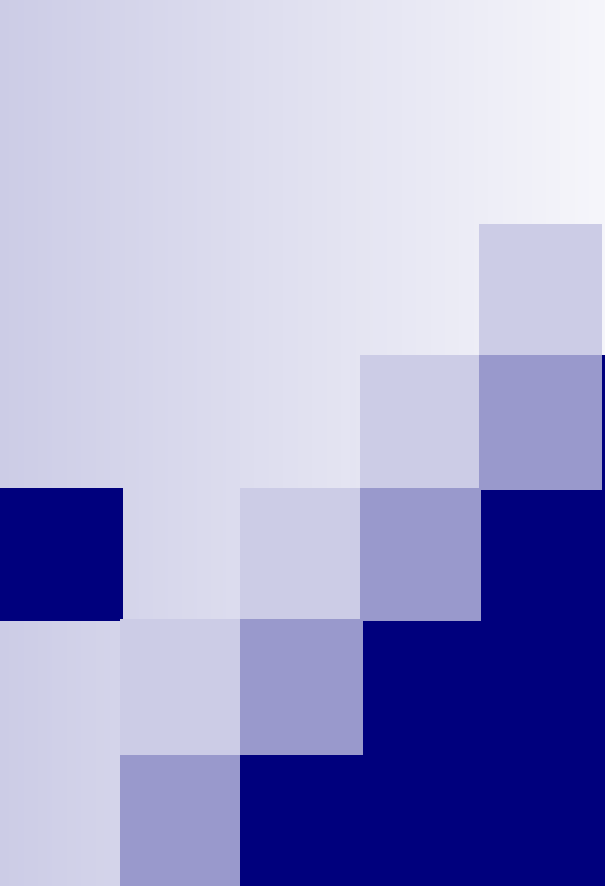
- На неcodируемых путях и стрелочных секциях на средних и крупных станциях применяют однониточные рельсовые цепи.
- Путевые реле защищают от ложного срабатывания из-за влияния гармоник тягового тока с помощью электрического фильтра РЗФ-1.
- Он состоит из секционированной емкости  $C_\phi$  и дросселя  $L_\phi$ .

## Однониточные рельсовые цепи переменного тока 50 Гц



- АВМ -автоматические выключатели многократного действия для защиты аппаратуры от случайного повышения тягового тока

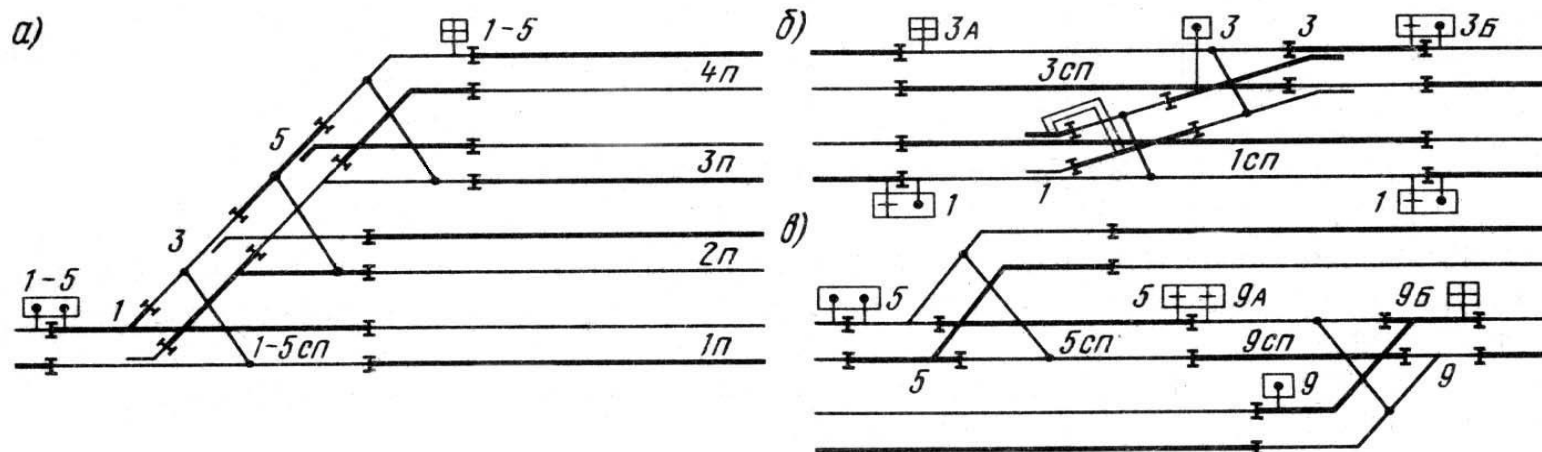




# Схемы рельсовых цепей.

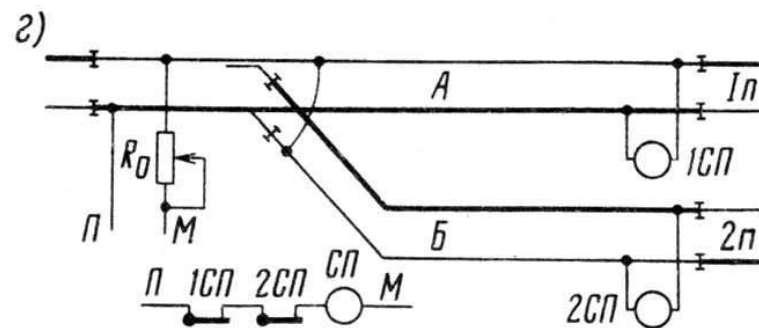
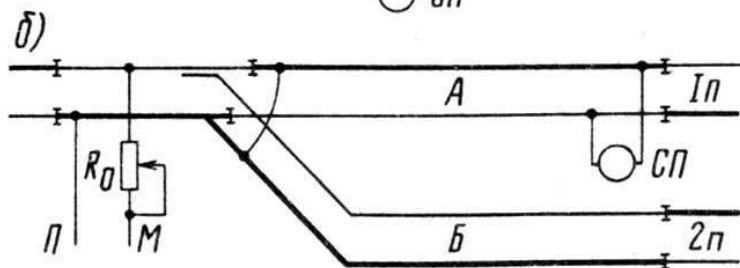
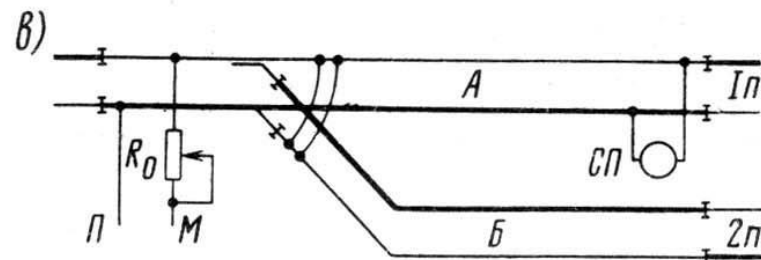
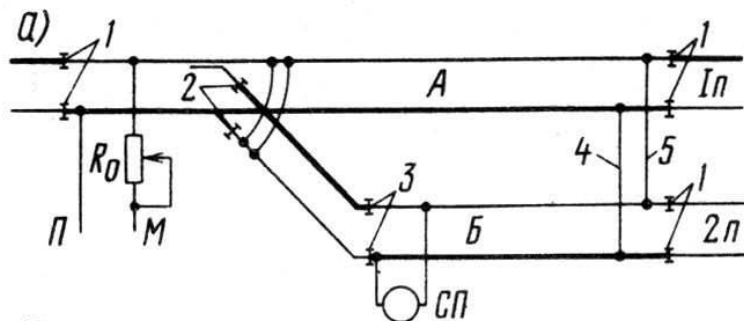
*Разветвленные  
рельсовые цепи*

## Разветвленные рельсовые цепи

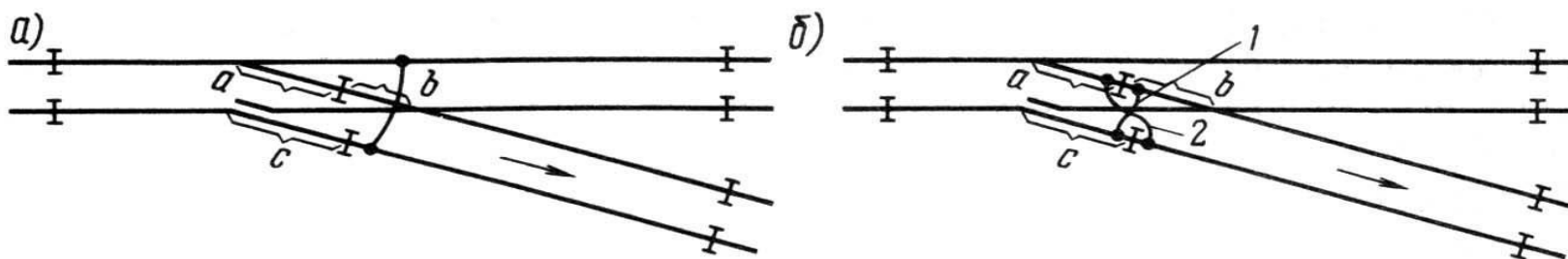


- В один изолированный участок можно включать не более трех одиночных (рис. а) или двух перекрестных стрелочных переводов.
- Стрелки в изолированные участки объединяют так, чтобы не создавалась излишняя враждебность маршрутов. Стрелки съезда включают в разные изолированные участки (рис. б), чтобы не препятствовать возможности установки двух невраждебных маршрутов по стрелкам 1 и 3. Также поступают и в случаях, когда по стрелкам возможны одновременные невраждебные передвижения (рис. в).

# Разветвленные рельсовые цепи

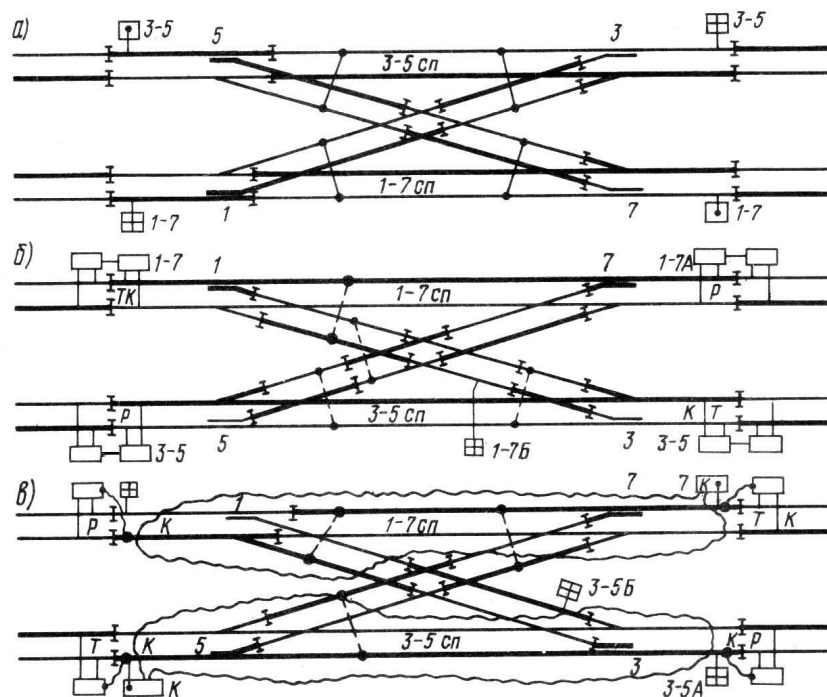


## Разветвленные рельсовые цепи



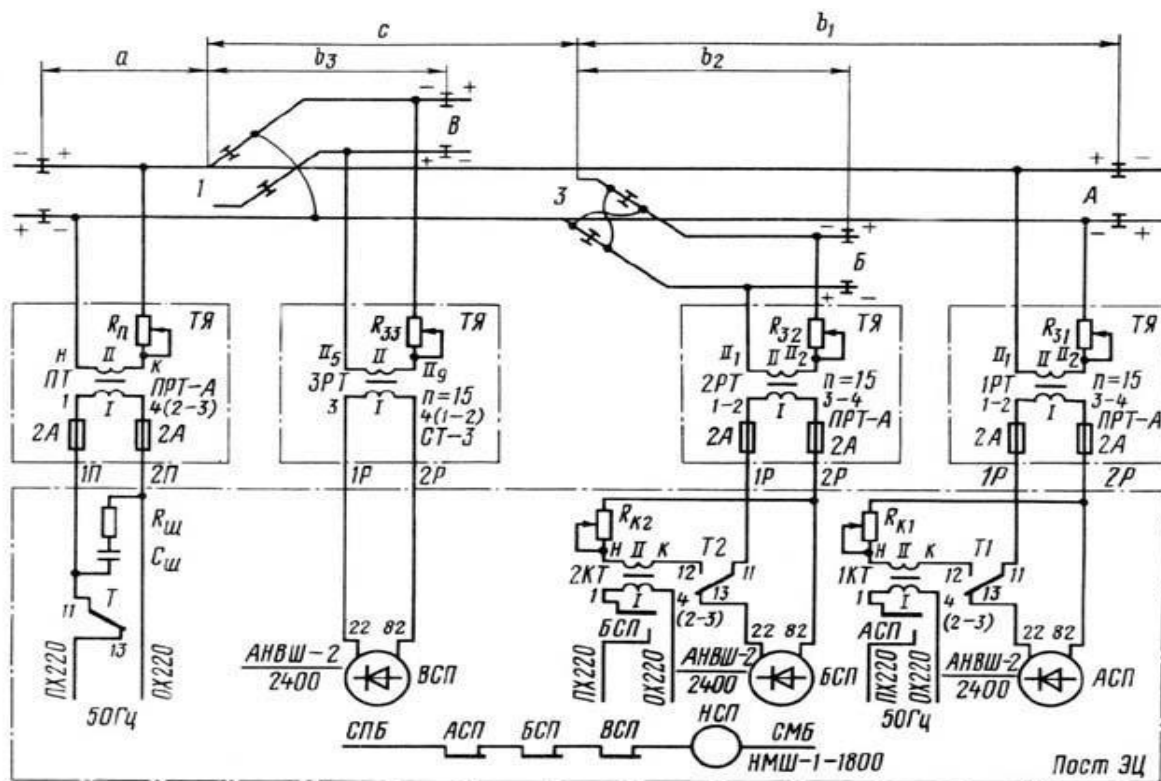
- В случае кодирования бокового пути размещение стрелочных соединителей по типовой схеме изоляции не обеспечивает нормальной работы устройств АЛС в маршрутах приема поездов на боковой путь и отправления с бокового пути. Это обусловлено тем, что при проследовании поезда по стрелке на боковой путь имеются участки, в которых кодовый ток полностью отсутствует или значительно ослаблен. Такие участки ([рис. а](#)) обозначены буквами *a*, *b*, *c*. В маршруте приема на боковой путь при типовом размещении соединителя в участках *a* и *c* кодовый ток полностью отсутствует, а на участке *b* ослаблен. Для повышения надежности действия АЛС при следовании поезда на боковой путь стрелочные соединители необходимо размещать по схеме ([рис. б](#)). Соединители 1 и 2 обеспечивают протекание всего кодового тока по участку *a*, а на участках *b* и *c* — большей его части.

# Разветвленные рельсовые цепи



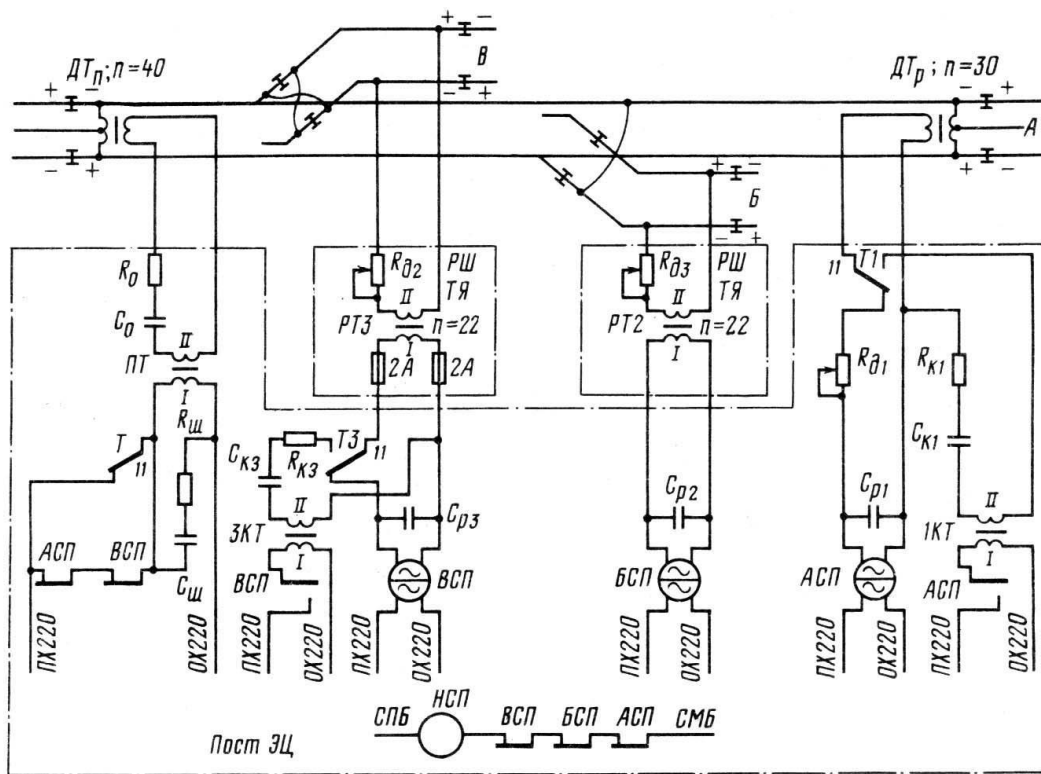
- На перекрестных съездах (глухие пересечения) с целью контроля стрелочных соединителей изолирующие стыки стрелок одной стрелочной секции устанавливают по-разному. Например, если стыки на стрелке 5 (рис. а) расположены на прямом направлении, то на стрелке 3— на боковом.
- На кодируемых перекрестных съездах при оборудовании их двухниточными рельсовыми цепями изолирующие стыки устанавливают по боковому пути с включением дополнительного путевого реле на одной из двух изолированных секций (рис. б), в данном случае на ответвлении стрелочной секции 1—7 СП.
- В случае оборудования перекрестных съездов одниточными рельсовыми цепями (рис. в) на одной из двух изолированных секций (секция 3-5) также устанавливают два путевых реле 3-5 АСП и 3-5БСП.
- Для передачи кодовых сигналов АЛС укладывают специальные шлейфы.

# Разветвленные рельсовые цепи



- При автономной тяге применяют рельсовые цепи переменного тока 50 Гц с реле НМШ2-900/900 или АНВШ2-2400
- Рельсовые цепи переменного тока позволяют осуществлять центральное питание устройств.
- Схема рельсовой цепи допускает двустороннее кодирование с главного (А) и одного из боковых путей (В).
- С целью повышения надежности действия рельсовой цепи путевые реле включают на всех ответвлениях.

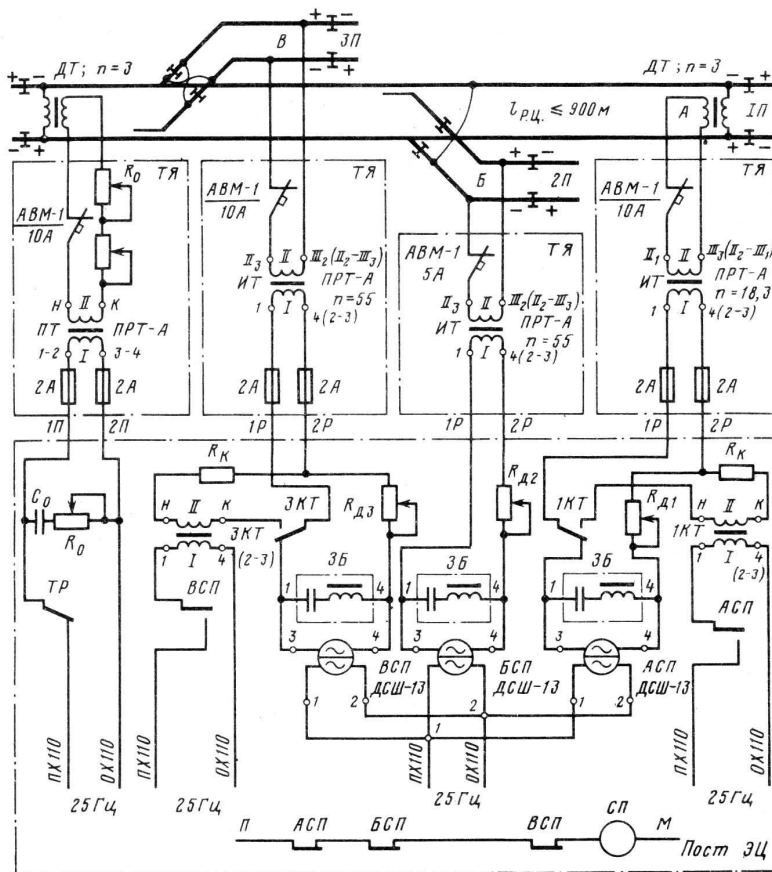
# Разветвленные рельсовые цепи



- При электротяге постоянного тока применяют рельсовые цепи переменного тока 50 Гц с реле ДСШ. Дроссель-трансформаторы ДТ-0,2-500 устанавливают по главному пути. Кодирование предусматривают по главному, а при необходимости и по боковым путям. На каждом ответвлении устанавливают путевое реле ДСШ-12. Общее путевое реле включают через фронтные контакты всех реле, включенных в ответвления. На главном ответвлении путевое реле подключают к дополнительной обмотке дроссель-трансформатора; на боковых ответвлениях — через релейные трансформаторы ПРТ-А. В качестве питающего и кодирующих применяют трансформаторы ПОбС-3А.



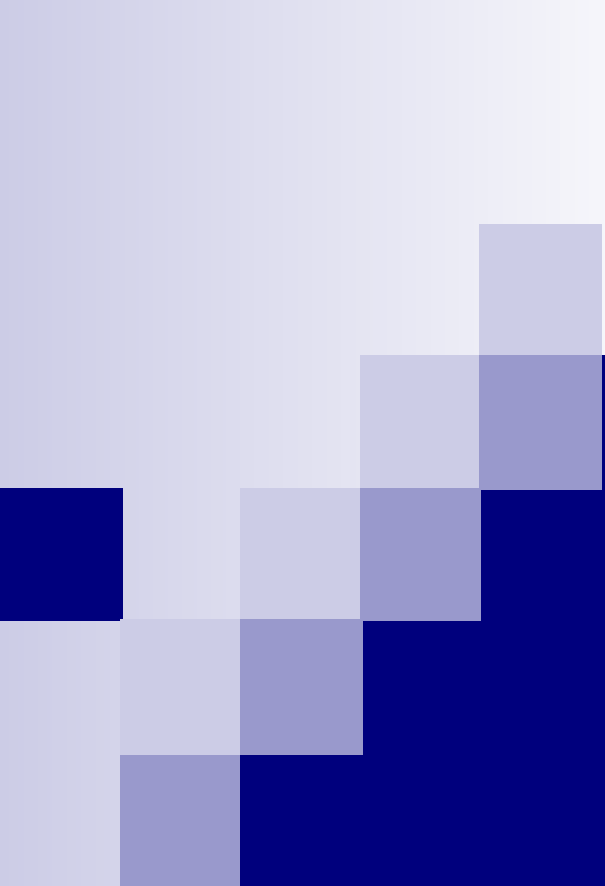
# Разветвленные рельсовые цепи



При электротяге переменного тока применяют разветвленные рельсовые цепи переменного тока 25 Гц (рис. 12.7). По главному пути устанавливают дроссель-трансформаторы ДТ-1-150, а на каждом ответвлении — путевое реле ДСШ-13

Путевые трансформаторы и местные элементы реле ДСШ-13 получают питание от отдельных преобразователей, напряжения которых для нормальной работы фазочувствительных реле должны быть сдвинуты по фазе на угол  $90^\circ$





# Схемы рельсовых цепей.

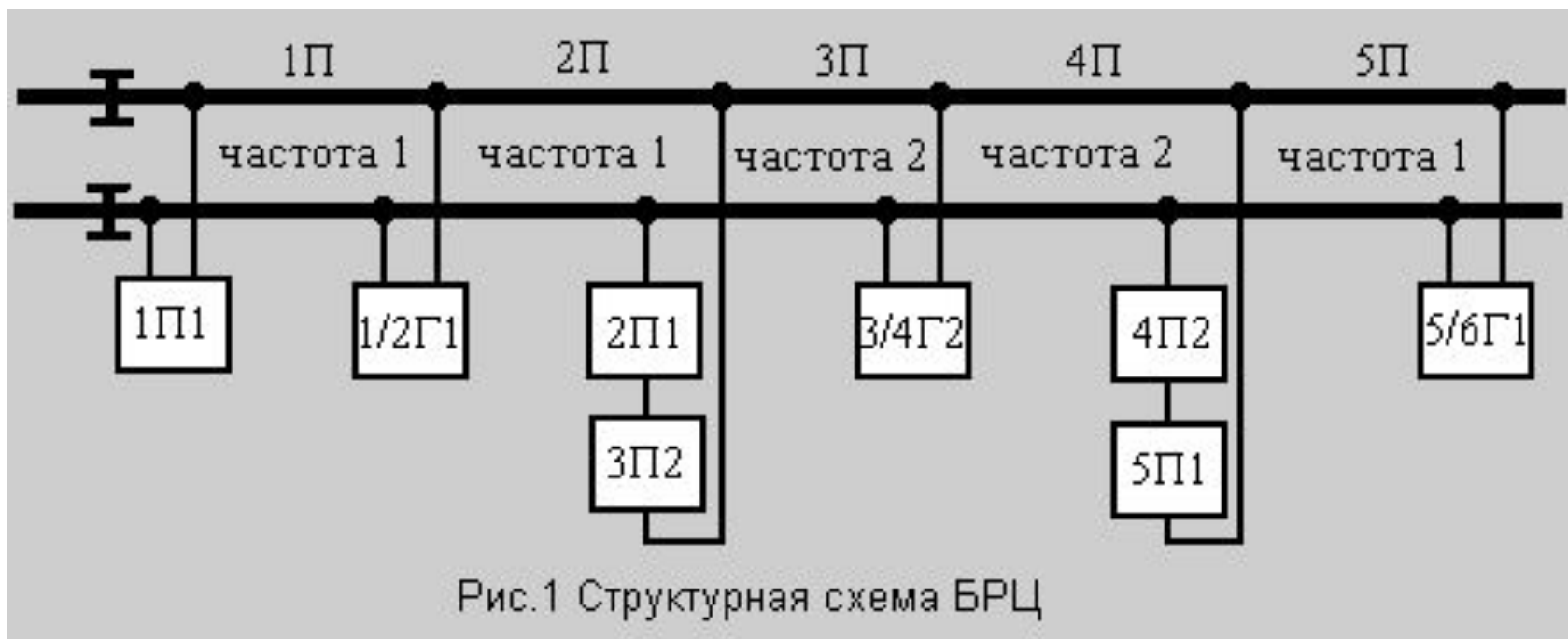
*Тональные  
рельсовые цепи*

## Принципы построения тональных рельсовых цепей

### Достоинства ТРЦ:

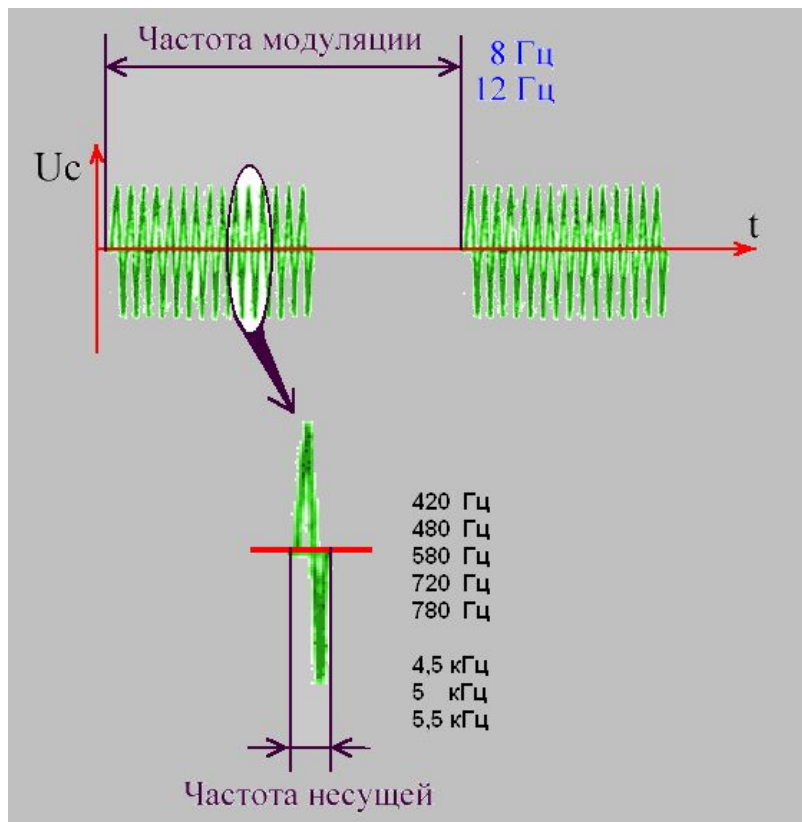
- Возможность исключения на перегонах изолирующих стыков и укладки цельносварного пути от станции до станции;
- Уменьшения количества дроссель-трансформаторов на электрифицированных участках;
- Возможность расположения аппаратуры рельсовых цепей на прилегающих станциях;
- Возможность применения при всех видах тяги;
- Сокращение потребления электроэнергии;
- Более высокая защищенность от воздействия помех тягового тока.

## Структурная схема тональных рельсовых цепей



- Г – генератор, питающий две смежные рельсовые цепи;
- П – путевого приемник.

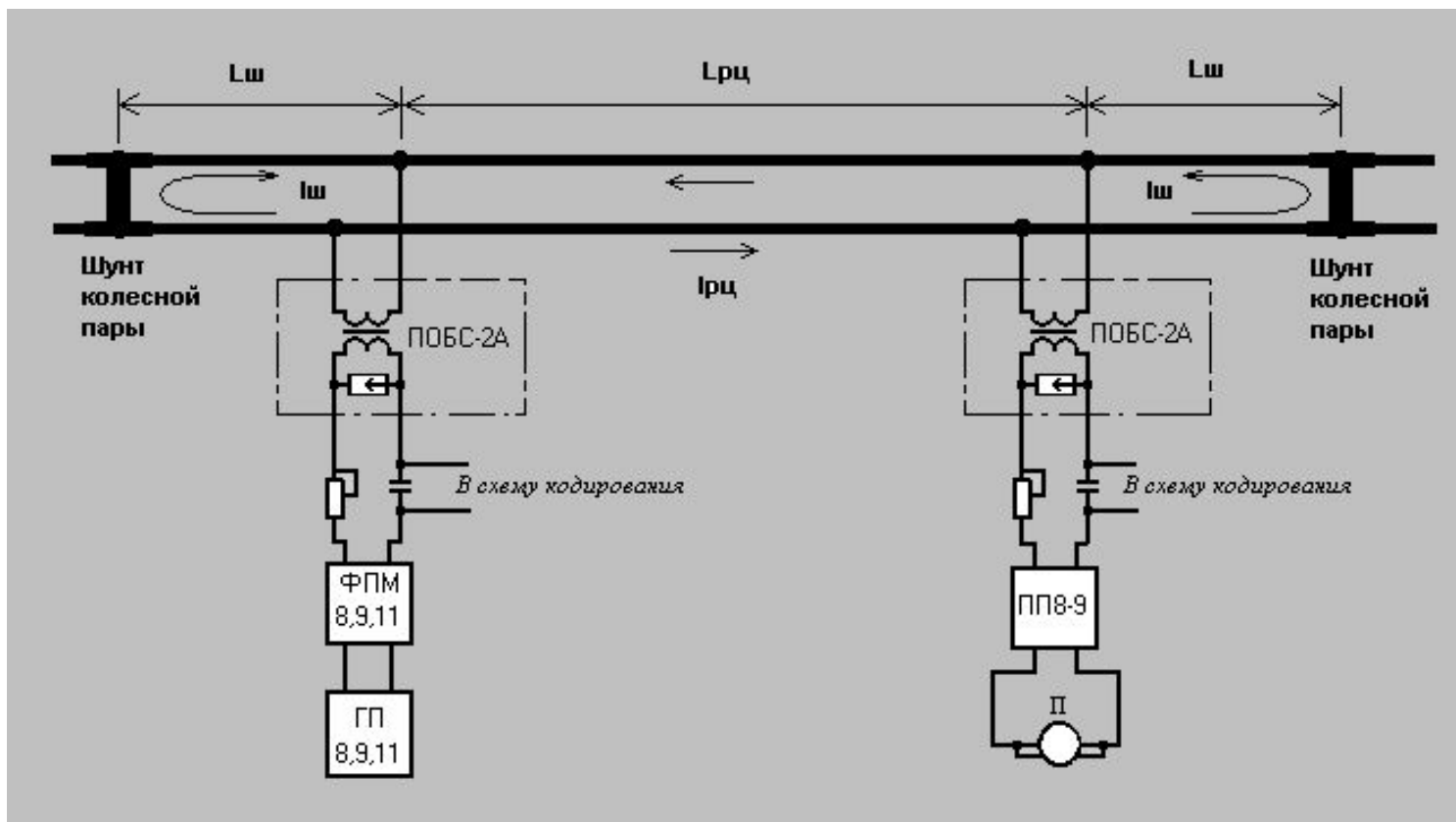
## Форма сигнала генератора ТРЦ



Частота сигналов генераторов ГПЗ			
Тип	Несущая частота, Гц	Частота модуляции Гц	Обозначение генераторов
ГПЗ-8,9,11	420 (8)	8	8/8
		12	8/12
	480 (9)	8	9/8
		12	9/12
	580 (11)	8	11/8
		12	11/12
ГПЗ-11,14, 15	580 (11)	8	11/8
		12	11/12
	720 (14)	8	14/8
		12	14/12
	780 (15)	8	15/8
		12	15/12

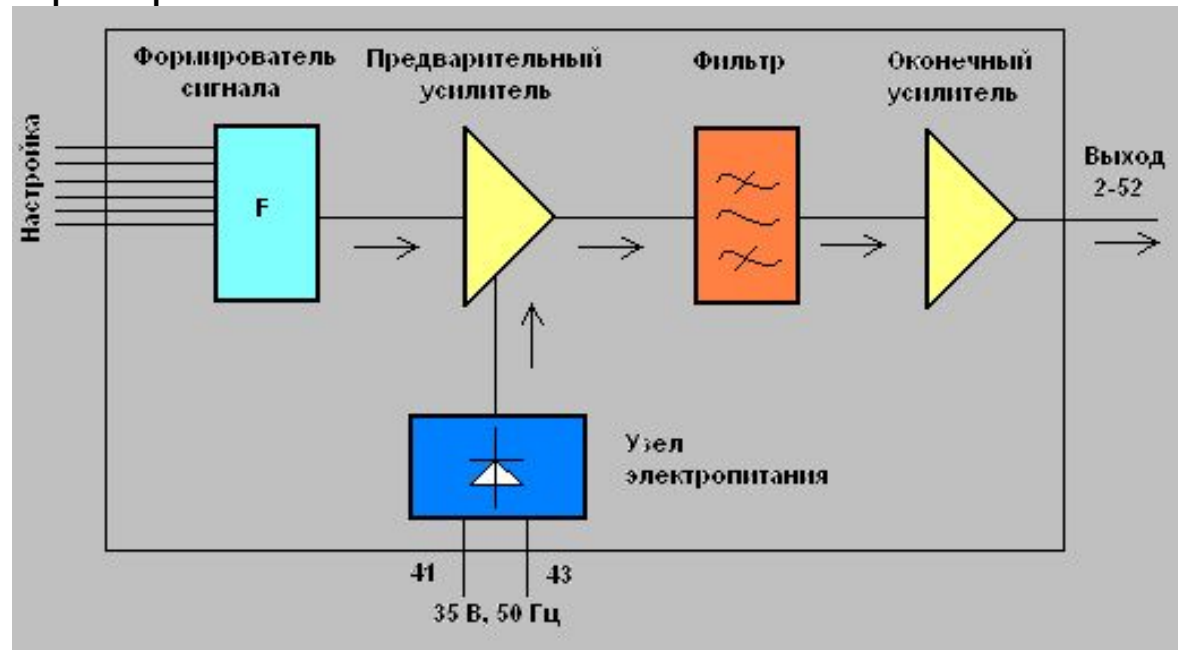
- Путьевой генератор ГПЗ предназначен для формирования и усиления амплитудно-модулированного сигнала для работы ТРЦ;
- Генератор ГПЗ собран в корпусе реле НШ.

## Расположение зон дополнительного шунтирования



Расстояние от точки подключения аппаратуры к ТРЦ до места нахождения колесной пары, вызывающей обесточивание путевого реле, называется зоной дополнительного шунтирования  $L_{ш}$

## Путевой генератор ГПЗ

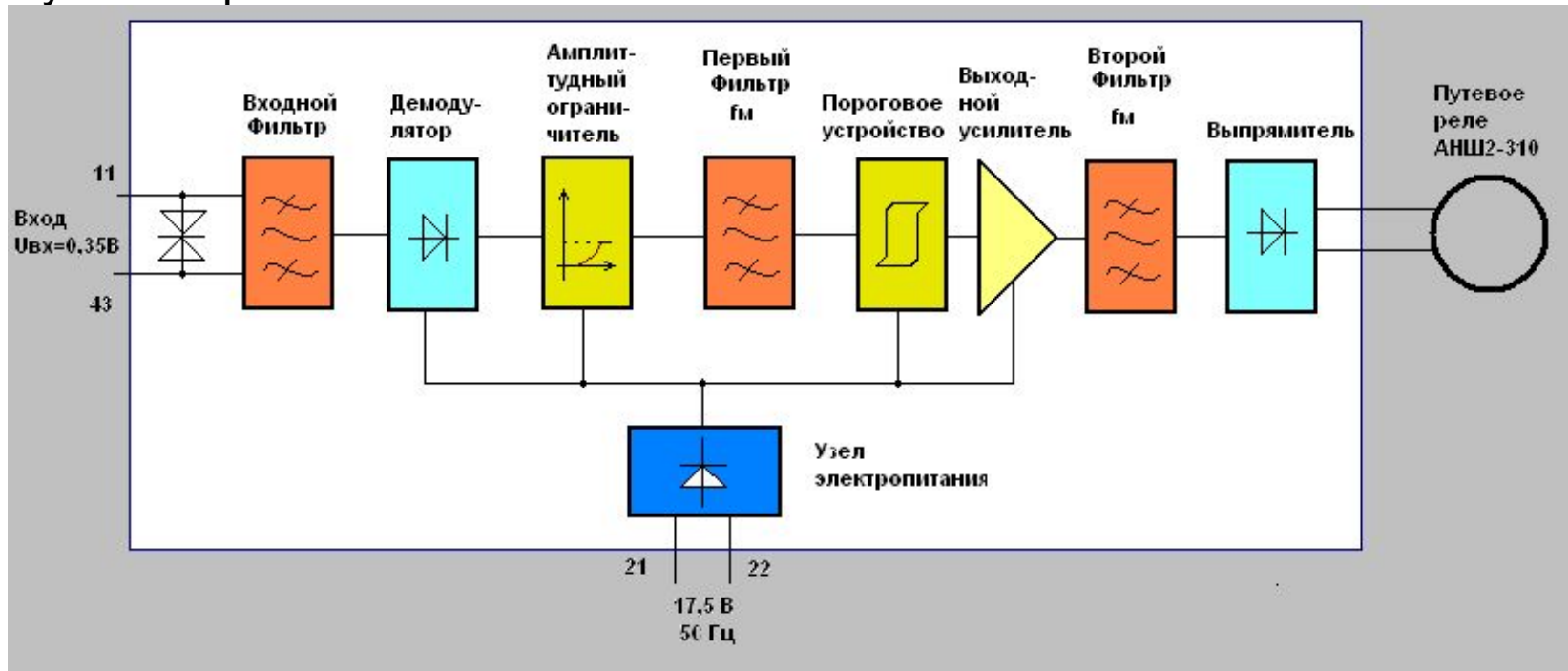


- Формирователь сигнала F (задающий каскад) – формирует сигнал ТРЦ с заданной несущей и модулирующей частотой.
- Предварительный усилитель – осуществляет усиление сигнала в зависимости от уровня, выставяемого резистором на передней панели блока.
- Фильтр – для сглаживания прямоугольной формы сигнала.
- Оконечный усилитель – для усиления сигнала до уровня 1-6 В переменного тока.
- Питание – от переменного тока частотой 50 Гц напряжением 35 В.

На передней панели имеется светодиодная индикация – два светодиода:

1 ровное свечение – наличие питания; 2 мигание – нормальная работа генератора.

## Путевой приемник ПП1

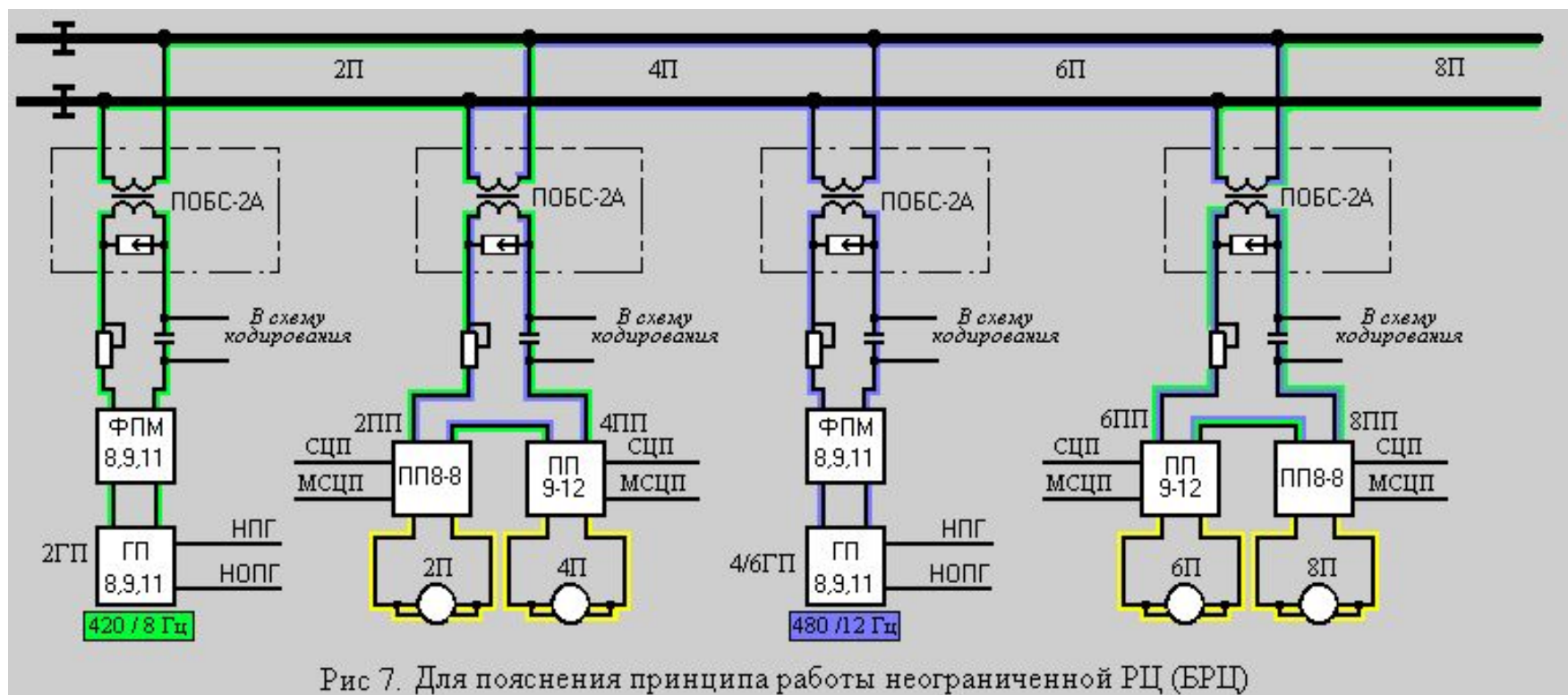


- Входной фильтр – выделяет сигнал с заданной несущей частотой, подавляет все другие частоты.
- Демодулятор – выделяет сигнал с частотой модуляции.
- Амплитудный ограничитель – не позволяет сигналу превысить уровень в 1,5-2 раза выше чувствительности
- Первый фильтр модулирующей частоты – разделение частот модуляции 8 и 12 Гц.
- Пороговое устройство – пропускает сигнал только соответствующей частоты.
- Выходной усилитель – усиливает сигнал до значения, достаточного для работы путевого реле.
- Второй фильтр модулирующей частоты – исключает срабатывание реле при повреждении узла питания.
- Выпрямитель – преобразует переменный ток в постоянный для работы путевого реле ( 4-7 В)

На передней панели имеется светодиодная индикация – два светодиода:

1 - ровное свечение – наличие питания; 2 - мигание с частотой модуляции соответствует приему сигнала и свободности ТРЦ

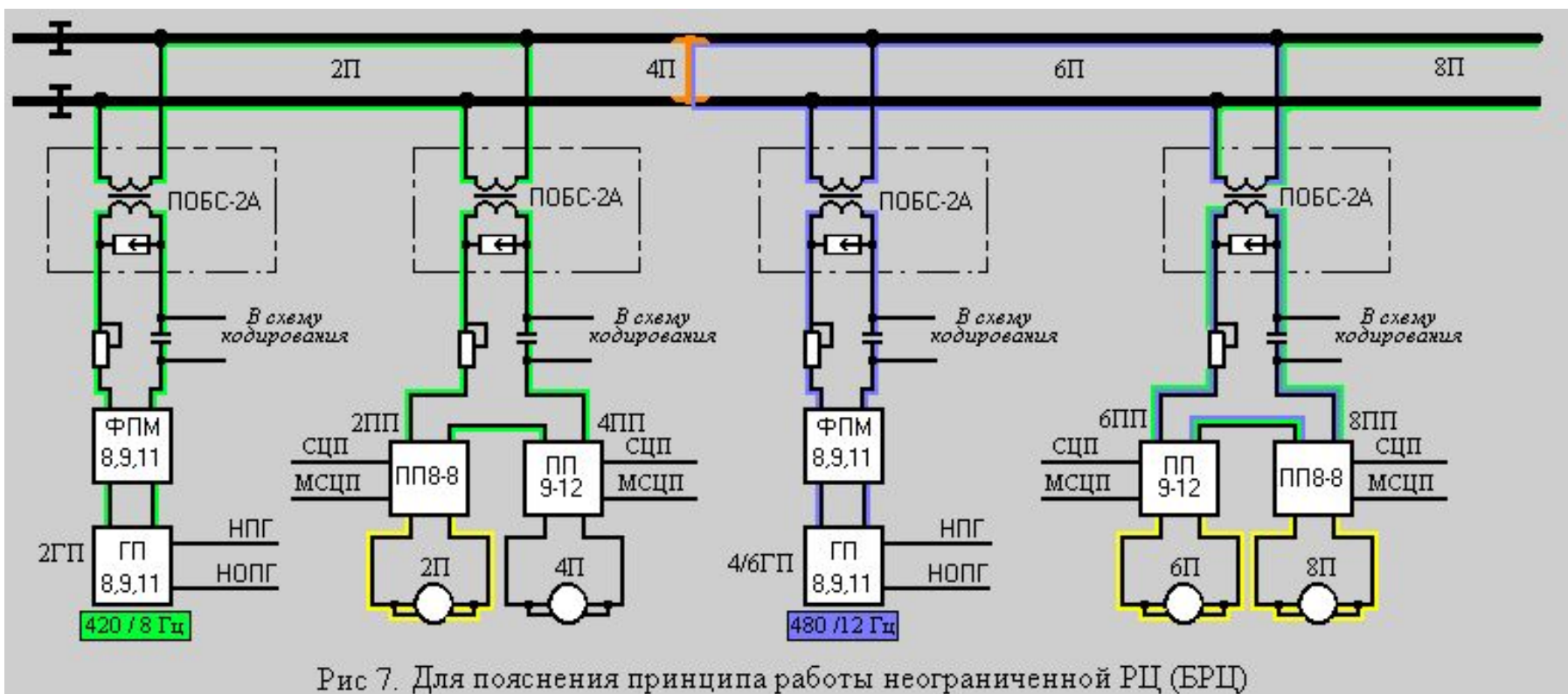
## Схема тональной рельсовой цепи ТРЦЗ



Рельсовая цепь свободна



## Схема тональной рельсовой цепи ТРЦЗ



Рельсовая цепь занята