0 8 4 5

1 9 8 1

0 7 9 6

ЛЕНИНГРАДСКИЙ
ОПЫТНЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
ЗАВОД



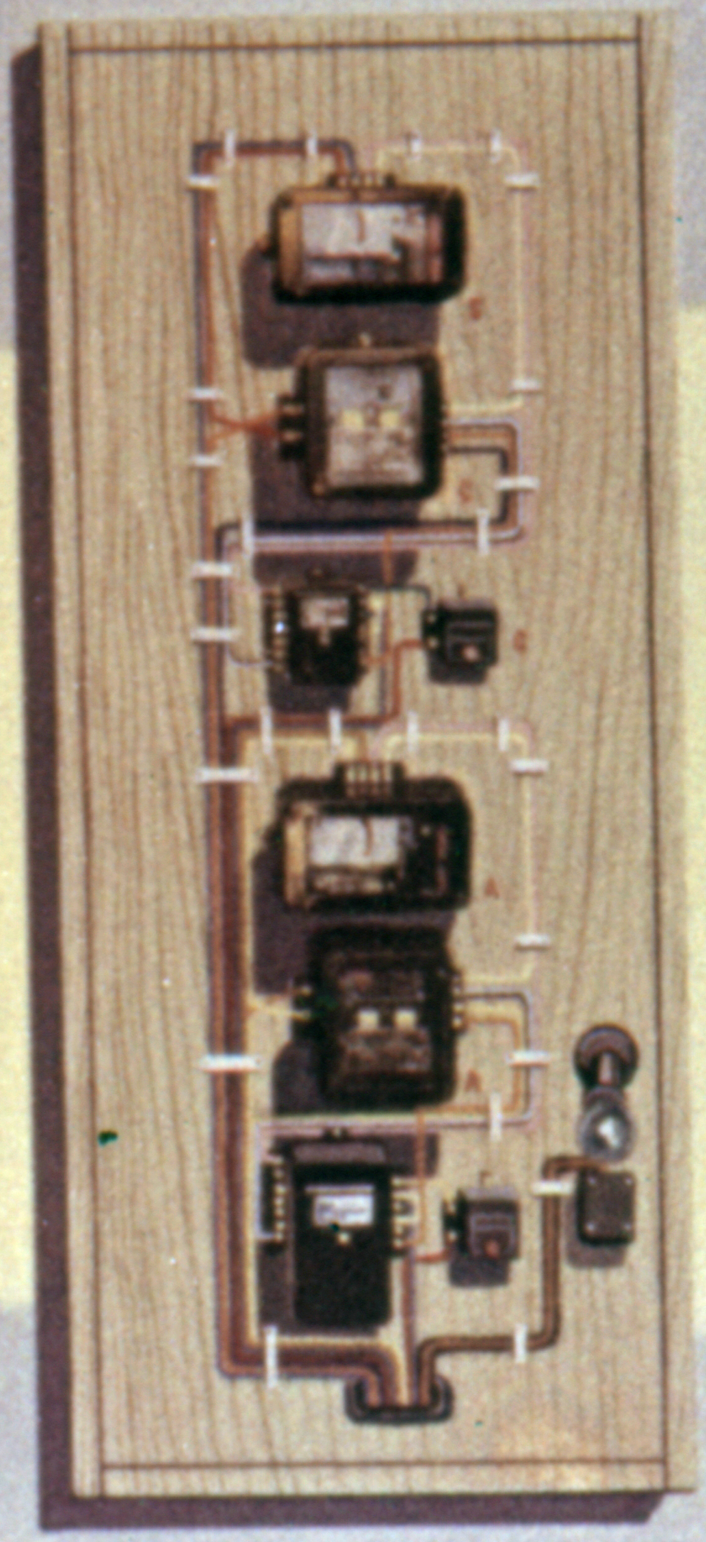
ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Диафильм в 2 частях

Часть II

Релейная защита

Релейная защита служит для предохранения промышленных электрических сетей и электроустановок от перегрузок и токов коротких замыканий.



Панель с приборами релейной защиты

Осуществляется специальными устройствами, состоящими из приборов-реле, которые при нарушении нормальной работы или повреждении какого-либо элемента установки (сети) срабатывают и вызывают отключение выключателя поврежденного элемента или приводят в действие сигнальные устройства.

Релейная защита должна быть быстродействующей, селективной (обладающей высокой избирательностью), надежной и чувствительной.

Релейная защита

По роду контролируемой величины:

- токовая
- напряжения
- мощности
- дистанционная
- газовая и т.п.

По характеру защищаемого объекта:

- для защиты трансформаторов
- для защиты линий электропередачи
- для защиты двигателей и т. п.

По принципу действия:

- реагирующая на абсолютное значение контролируемой величины
- реагирующая на направление контролируемой величины
- реагирующая на разность контролируемых величин

Реле — основной элемент релейной защиты

Классификация реле

По роду контролируемой величины:

- токовые
- напряжения
- мощности и т. д.

По виду устройства исполнительного механизма:

- прямого действия
- косвенного действия

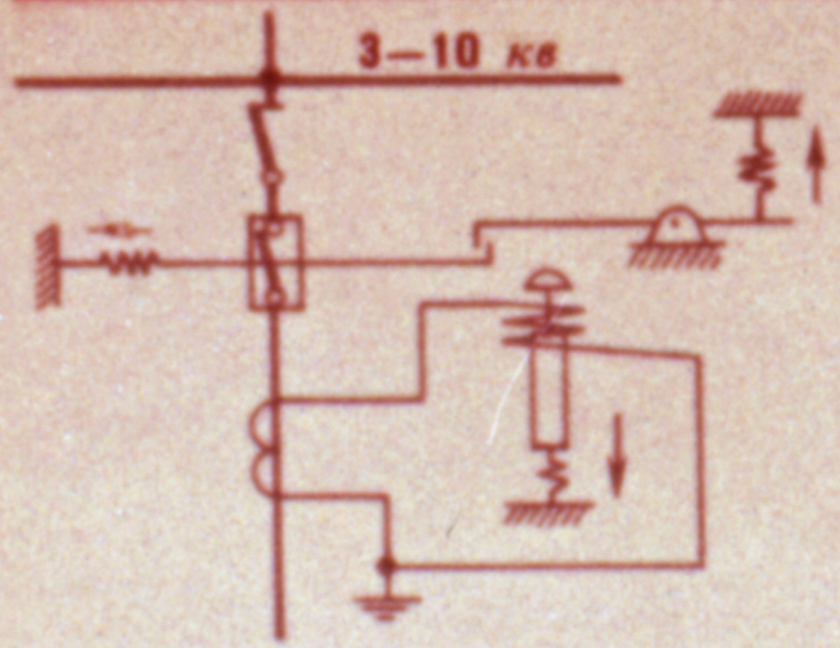


Схема реле прямого действия, встроенного в привод выключателя

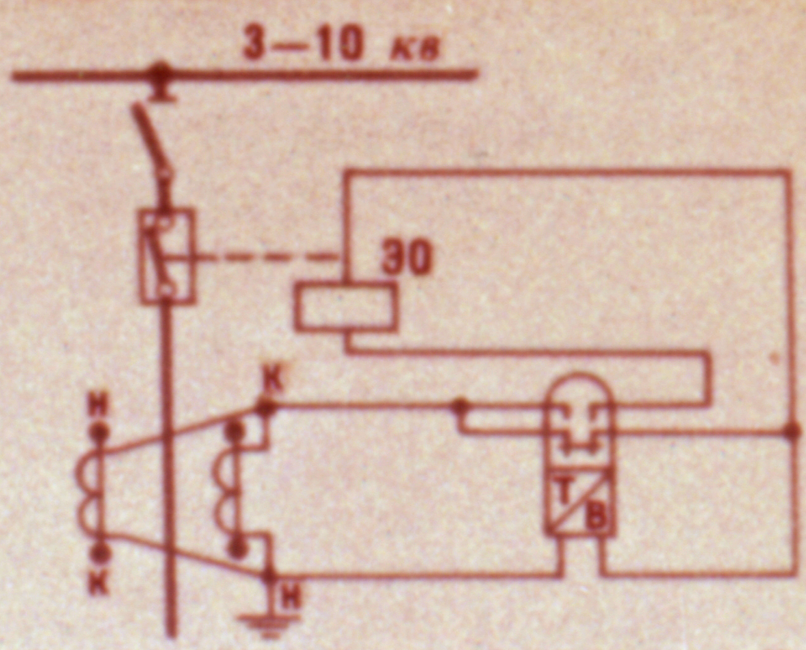
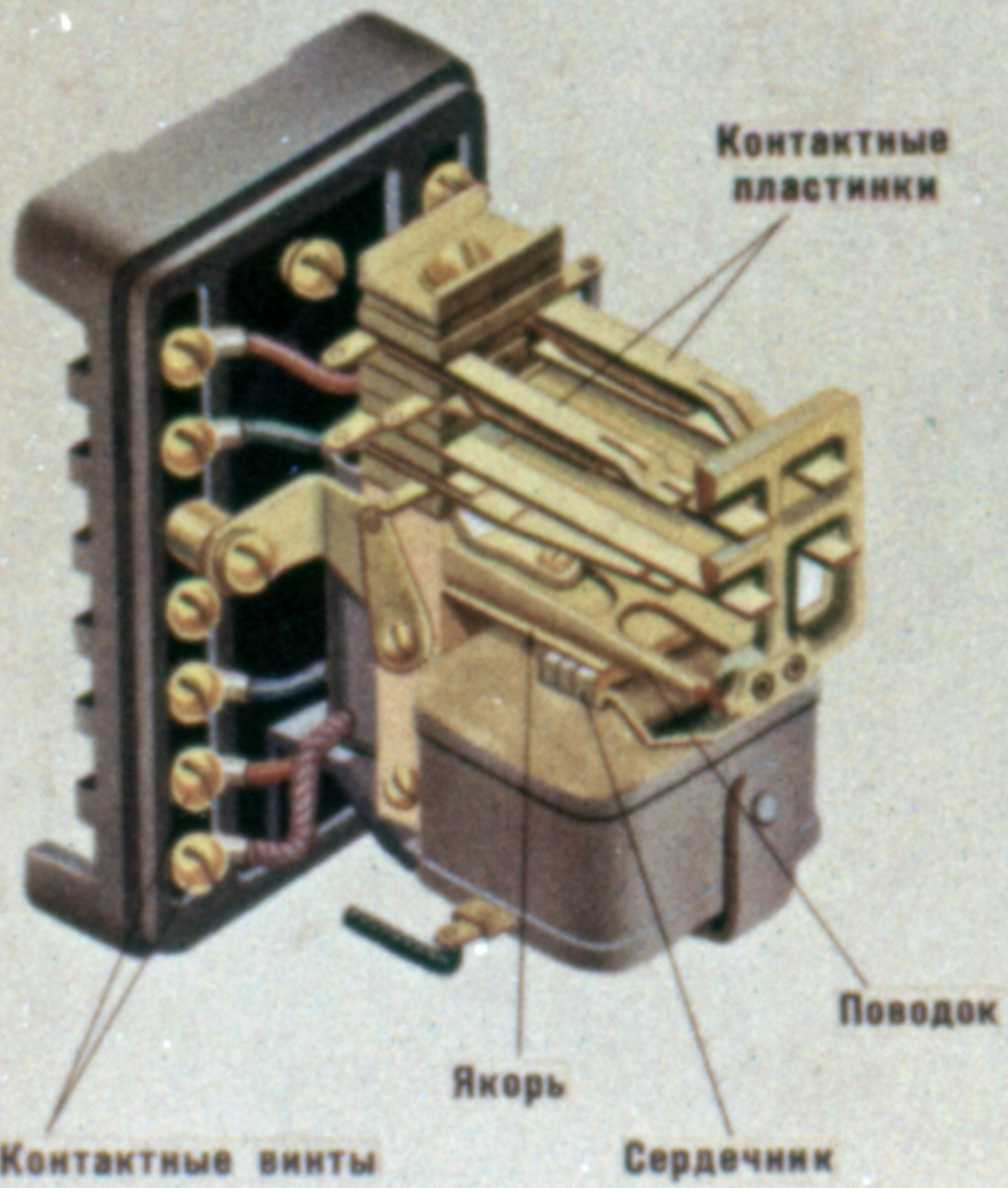


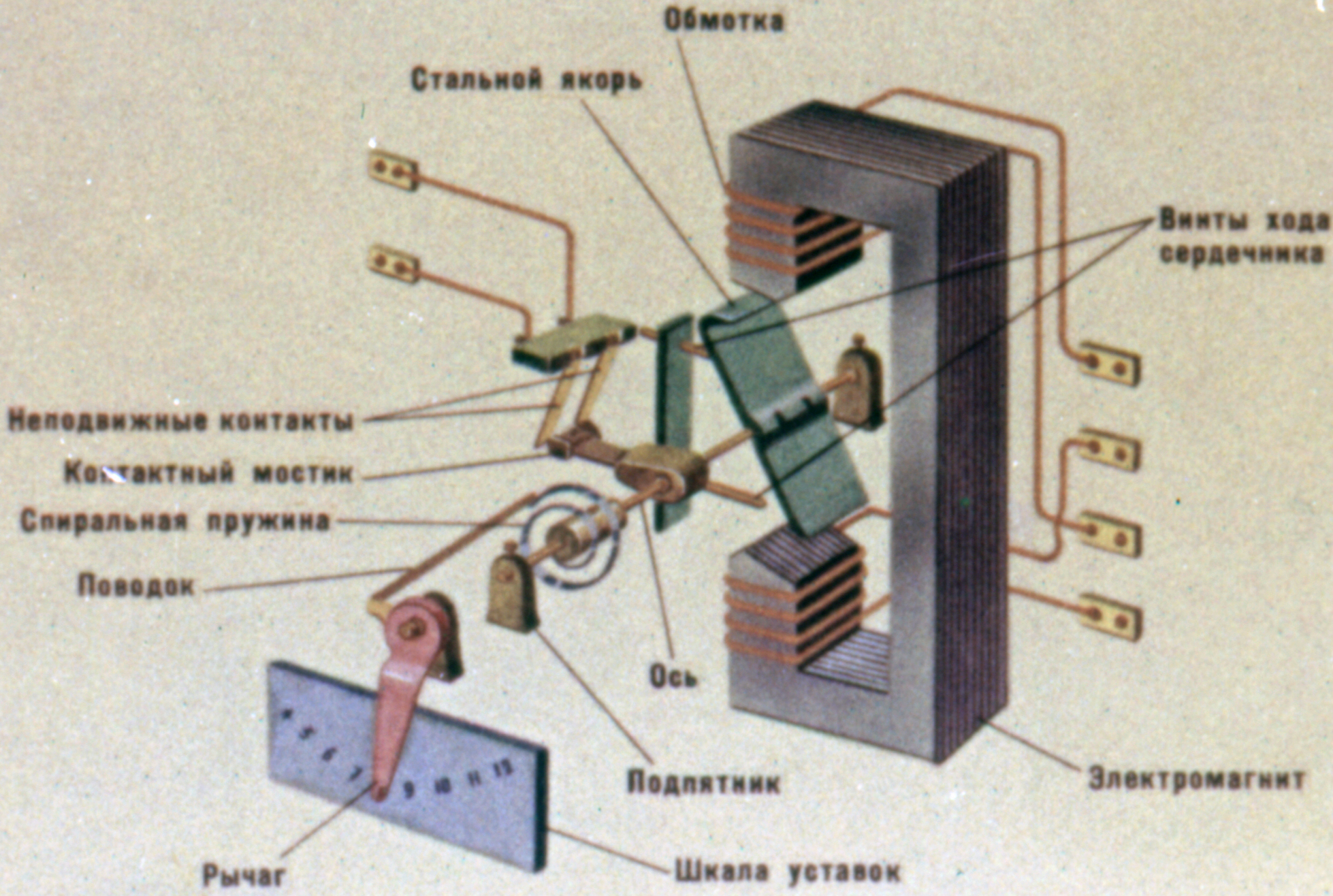
Схема реле косвенного действия с электромагнитом отключения в приводе

Промежуточное реле *РП-210*

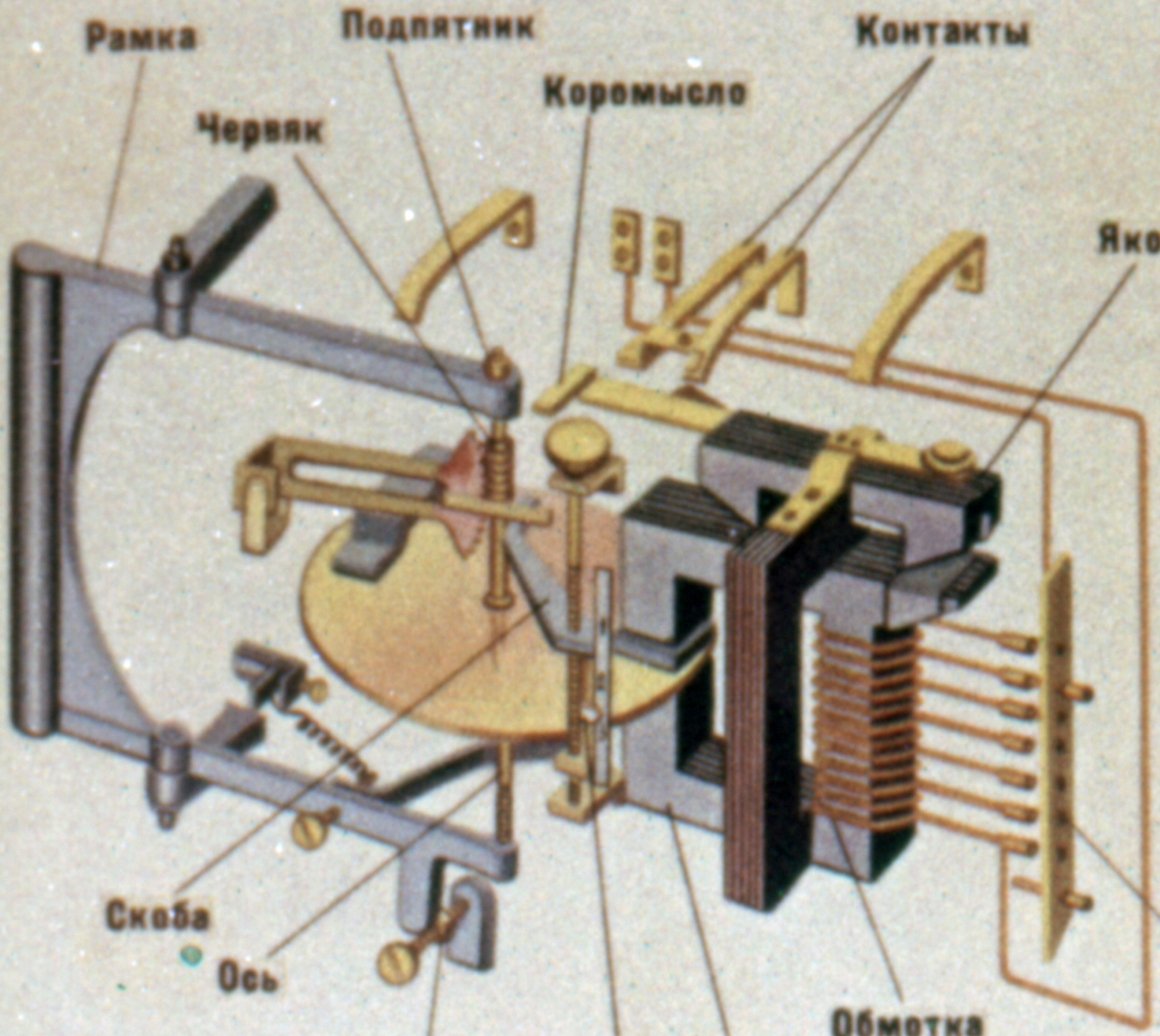


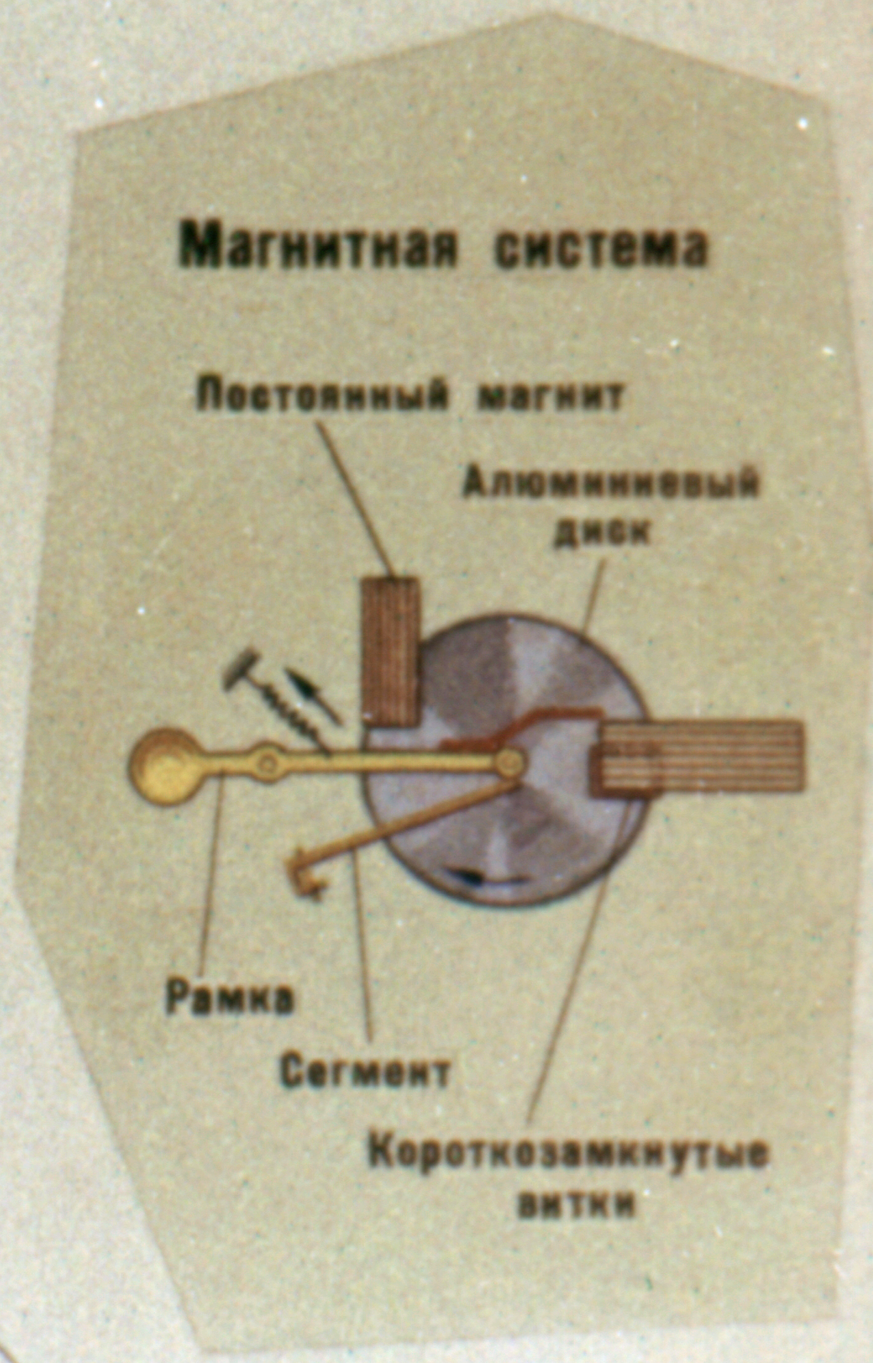
Реле косвенного действия может выполнять основную роль — контролировать параметры электрической цепи или вспомогательную — размножать импульсы, получаемые от основных реле, передавать команды другим реле или исполнительным аппаратам, создавать выдержки времени, а также регистрировать действия релейной защиты.

Реле максимального тока *ЭТ-520* мгновенного действия

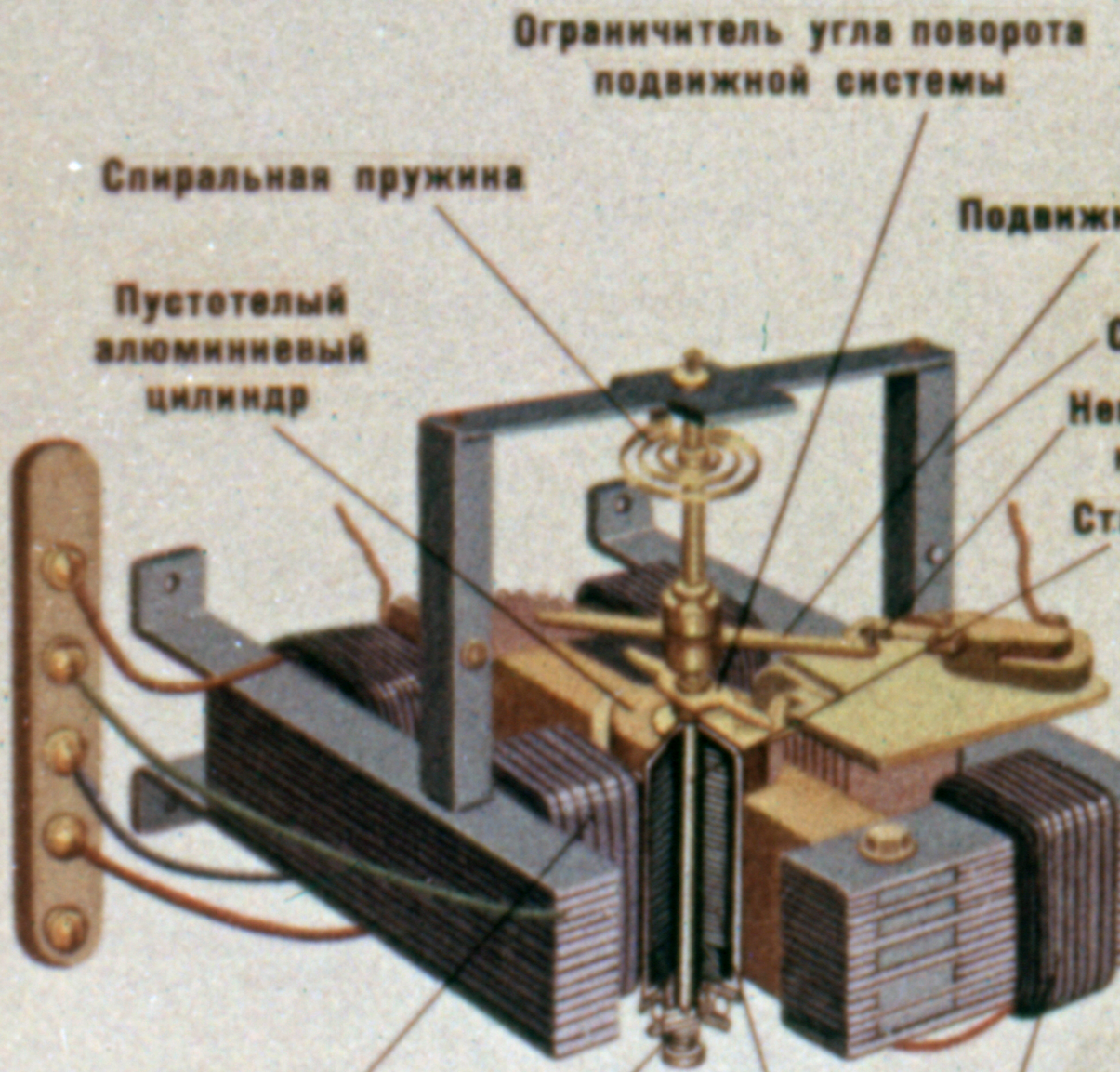


Реле максимального тока *РТ-80* с выдержкой времени

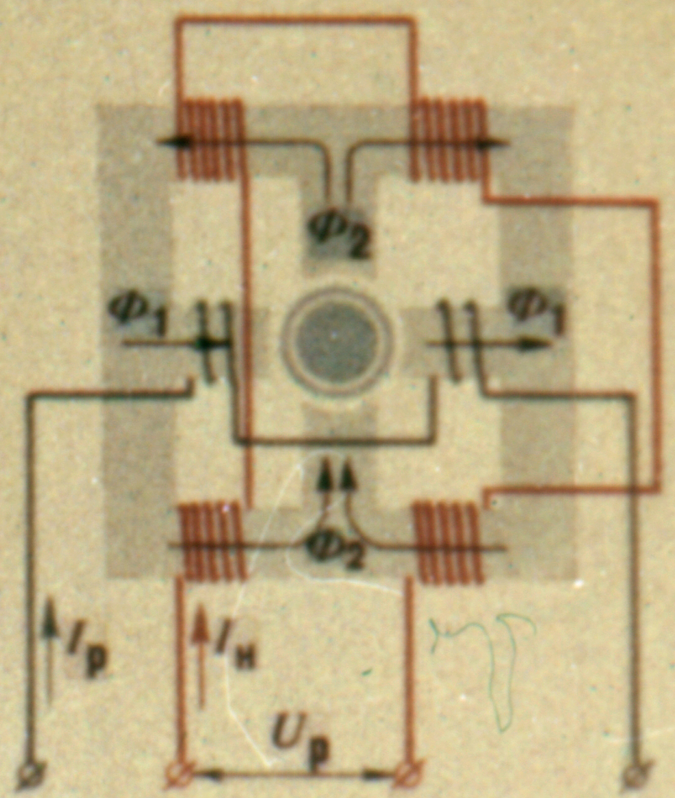




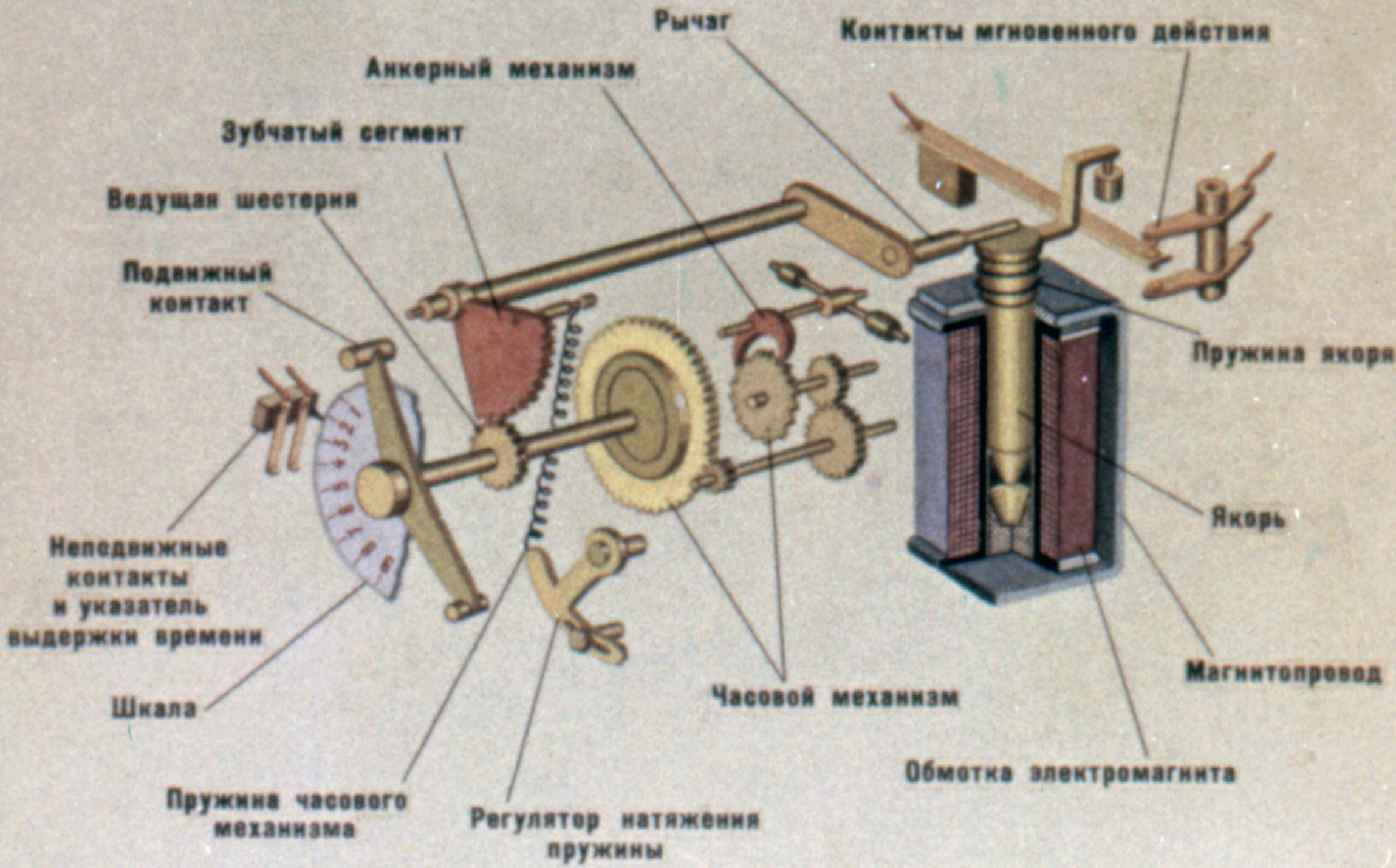
Индукционное быстродействующее реле мощности *РМБ-170*



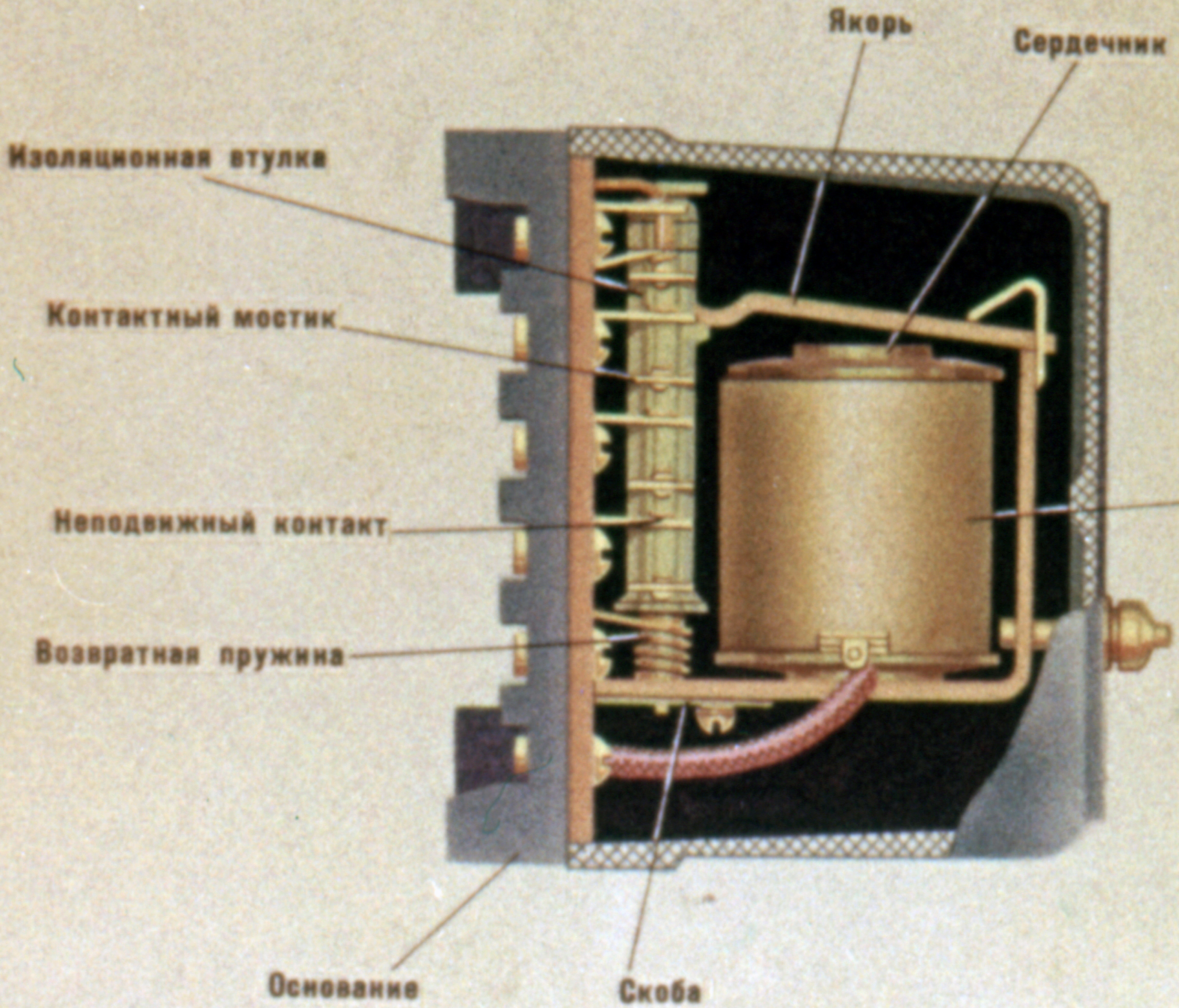
Магнитная система



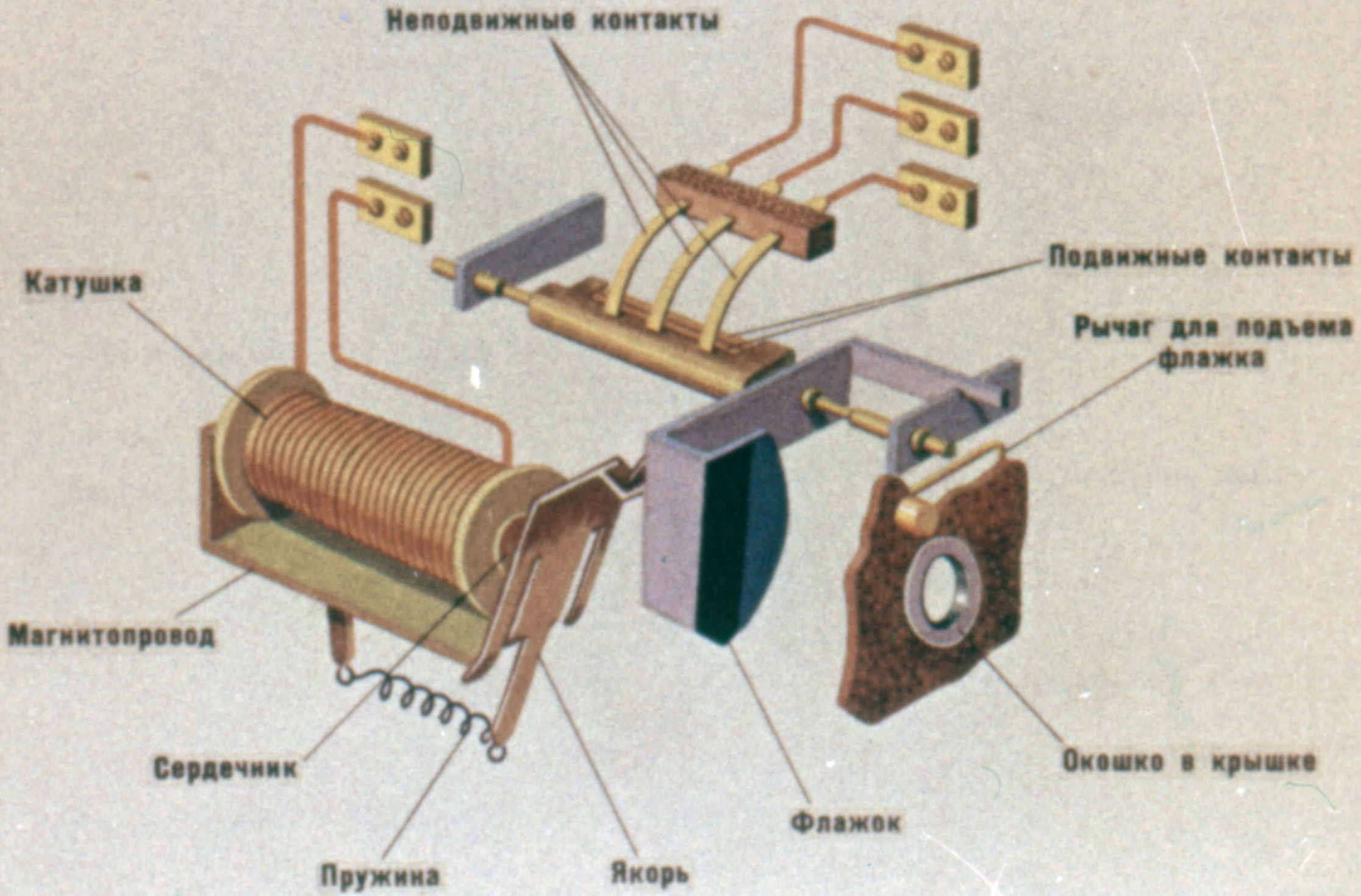
Реле времени *ЭВ-100*



Промежуточное реле *РП-23*

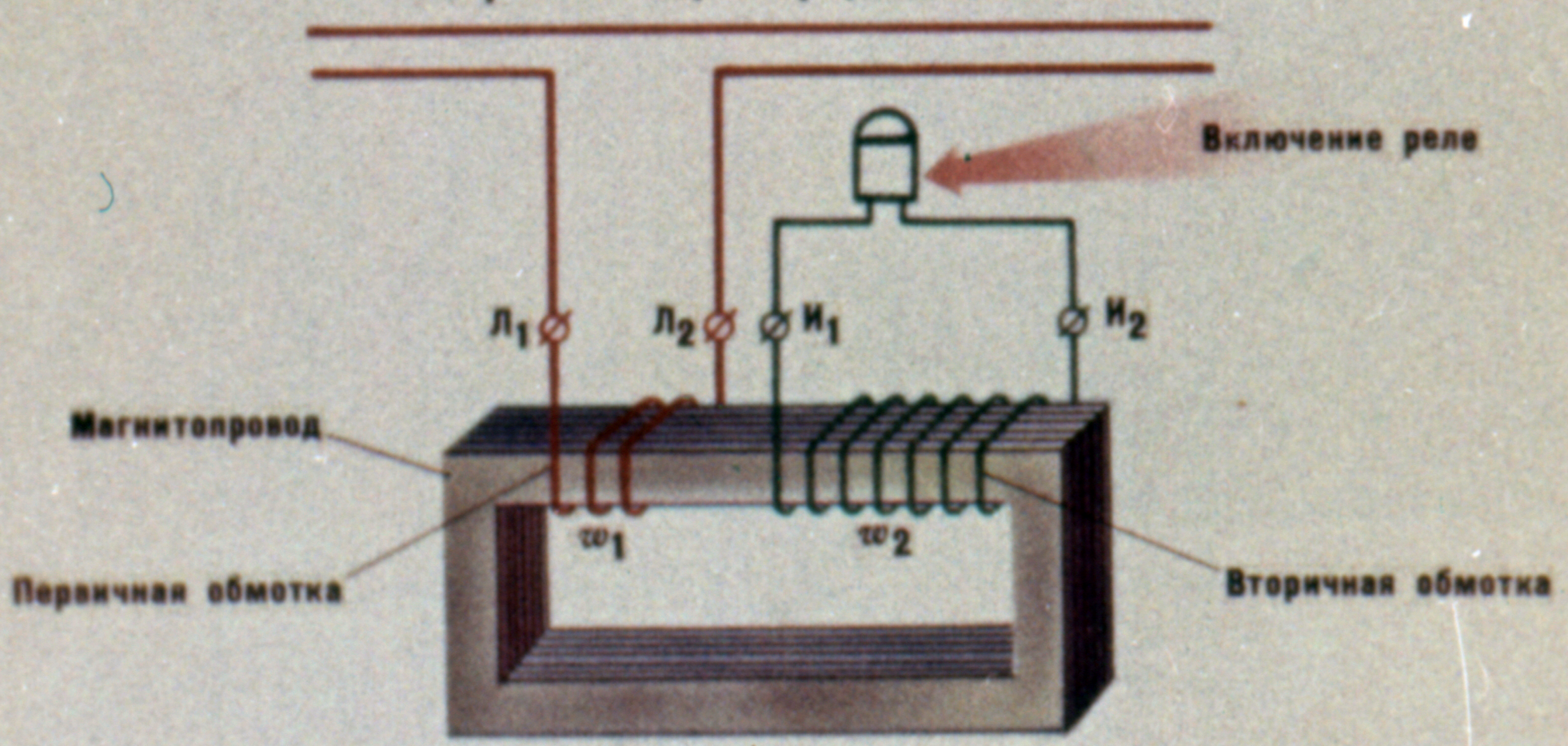


Указательное реле *РУ-21*



В качестве источников переменного оперативного тока используются трансформаторы.

Устройство трансформатора тока



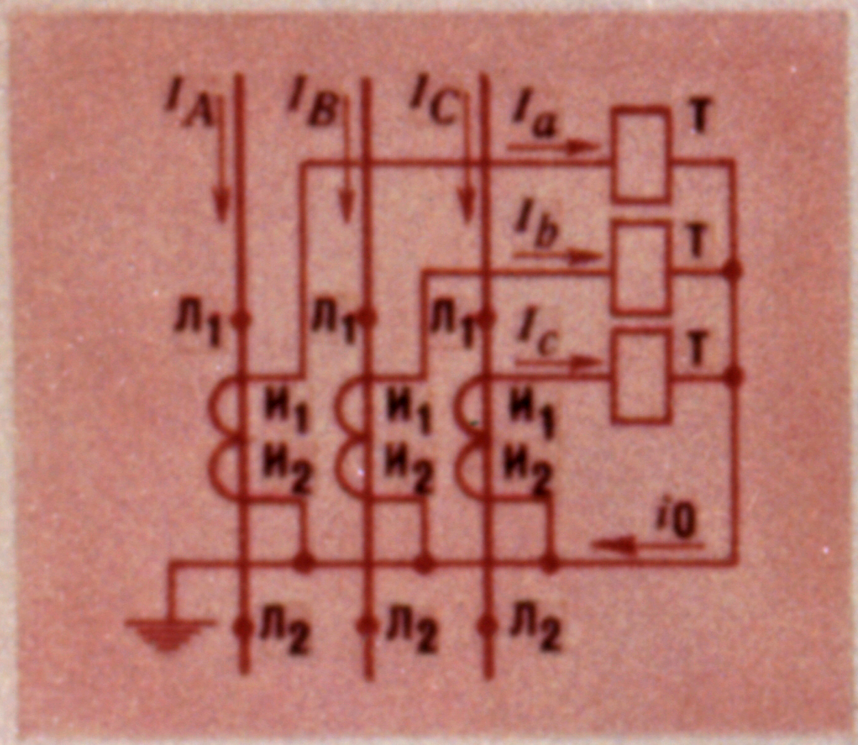
Первичный ток — Число витков вторичной обмотки

$$\text{Коэффициент трансформации } K_{тт} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{w_2}{w_1}$$

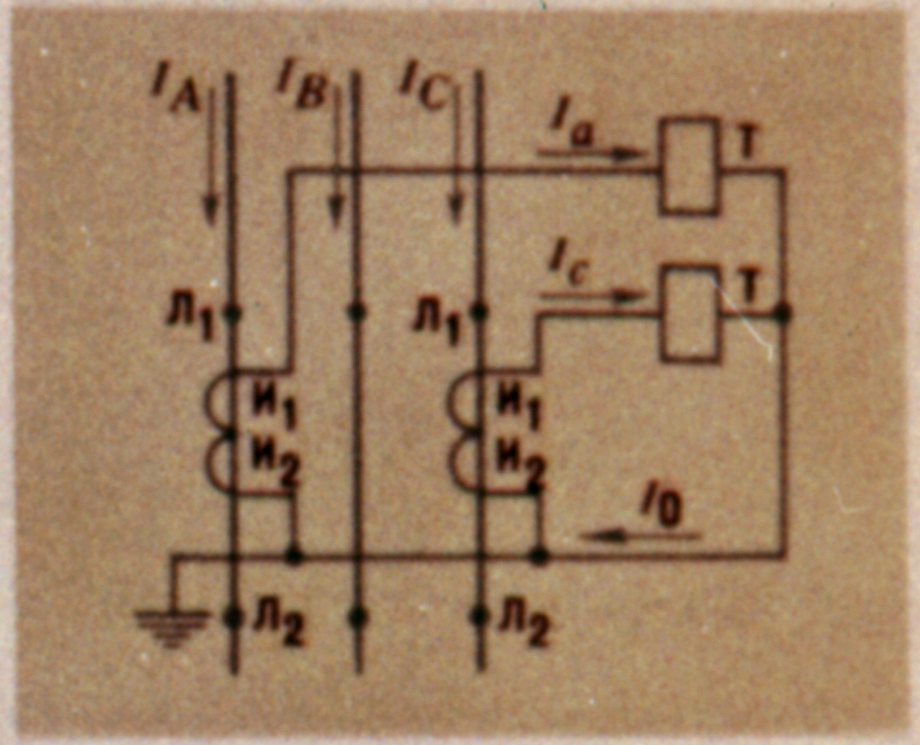
Вторичный ток — Число витков первичной обмотки

Схемы соединения трансформаторов тока

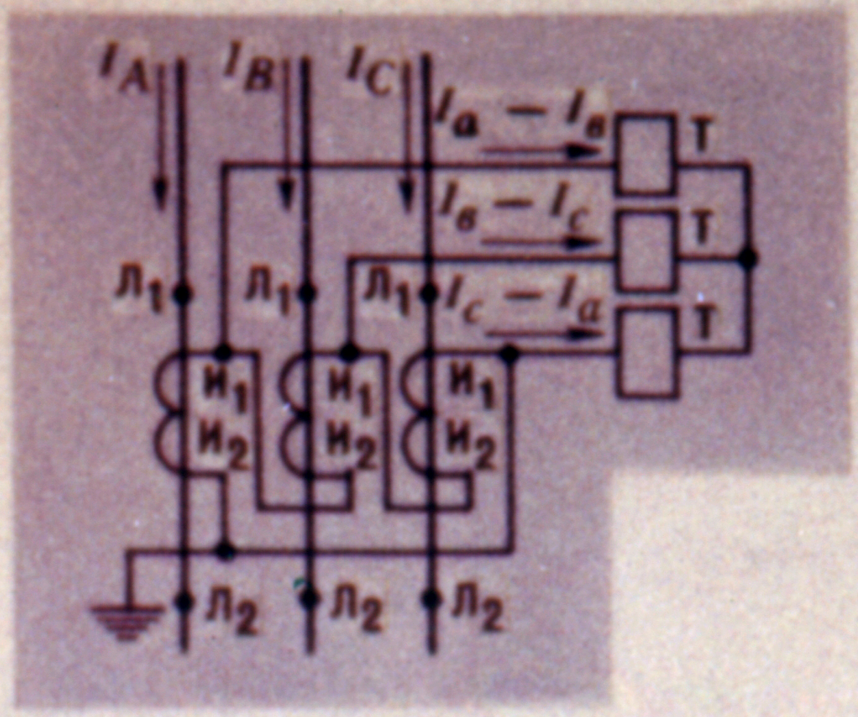
Полной звездой



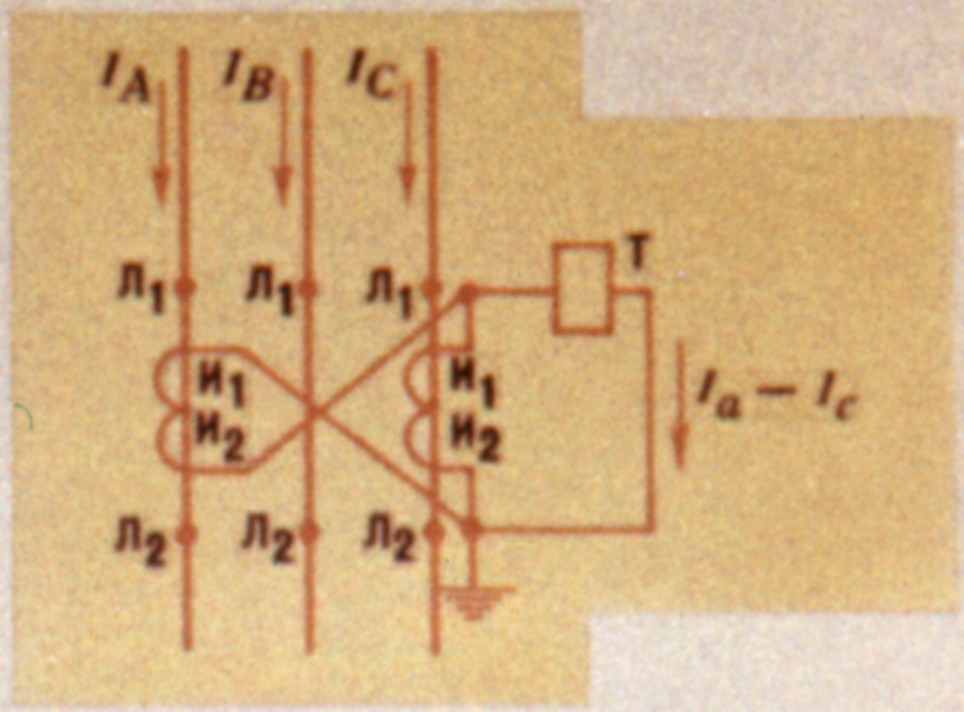
Неполной звездой



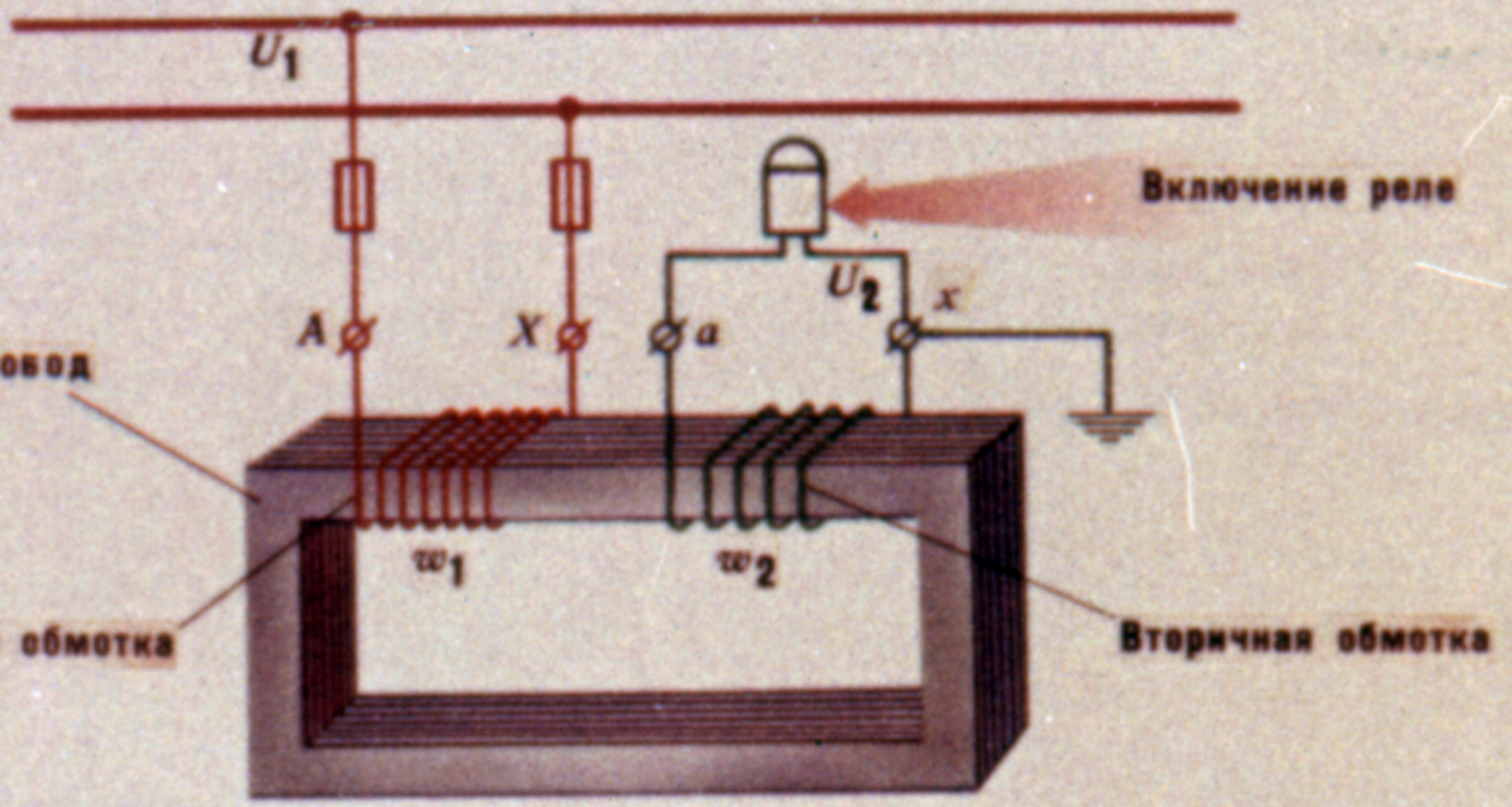
Треугольником



На разность токов



Устройство трансформатора напряжения



Первичное напряжение — Число витков первичной обмотки

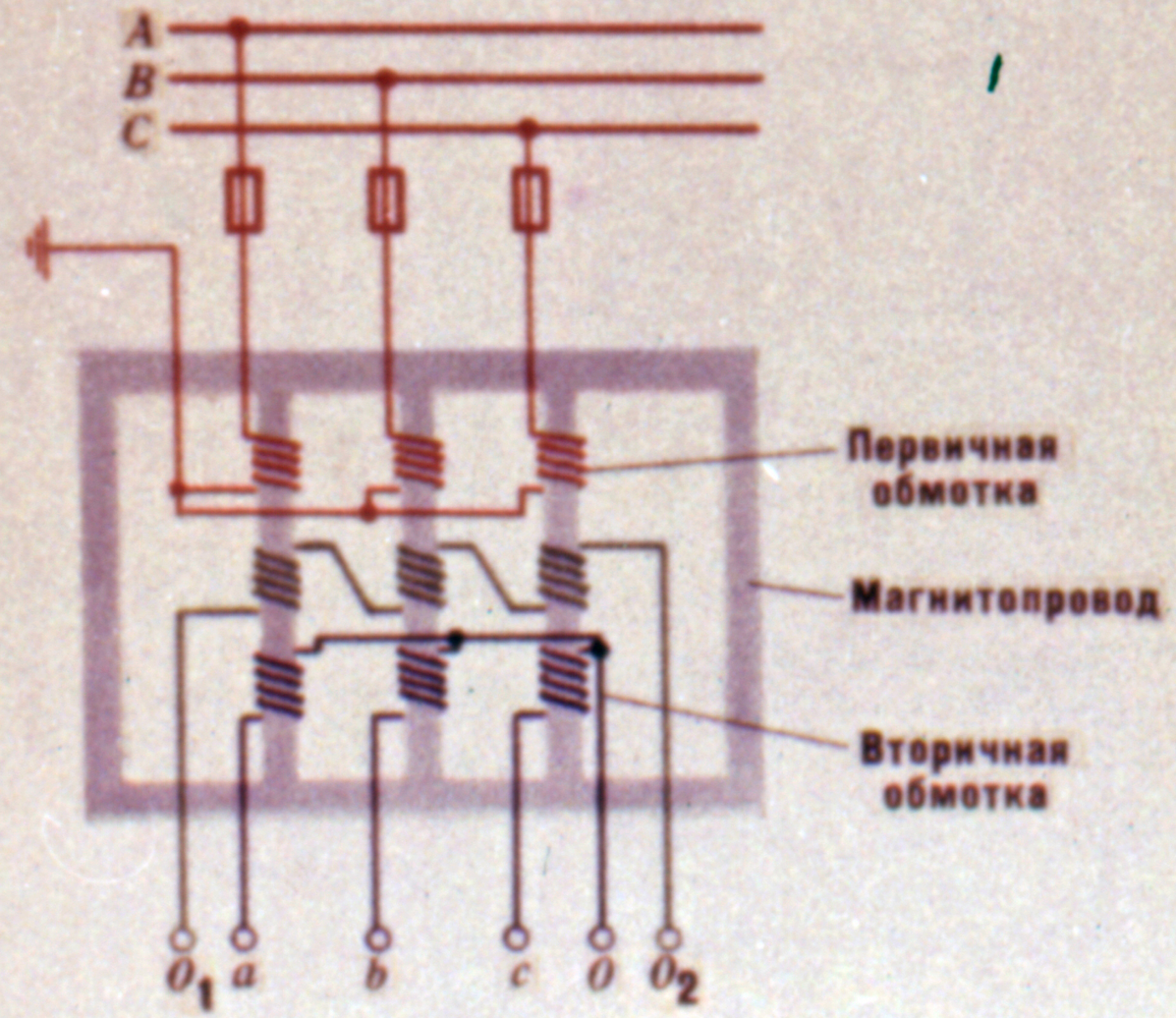
Коэффициент трансформации $K_{тн} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2}$

Вторичное напряжение — Число витков вторичной обмотки

Схемы трехфазных трансформаторов напряжения

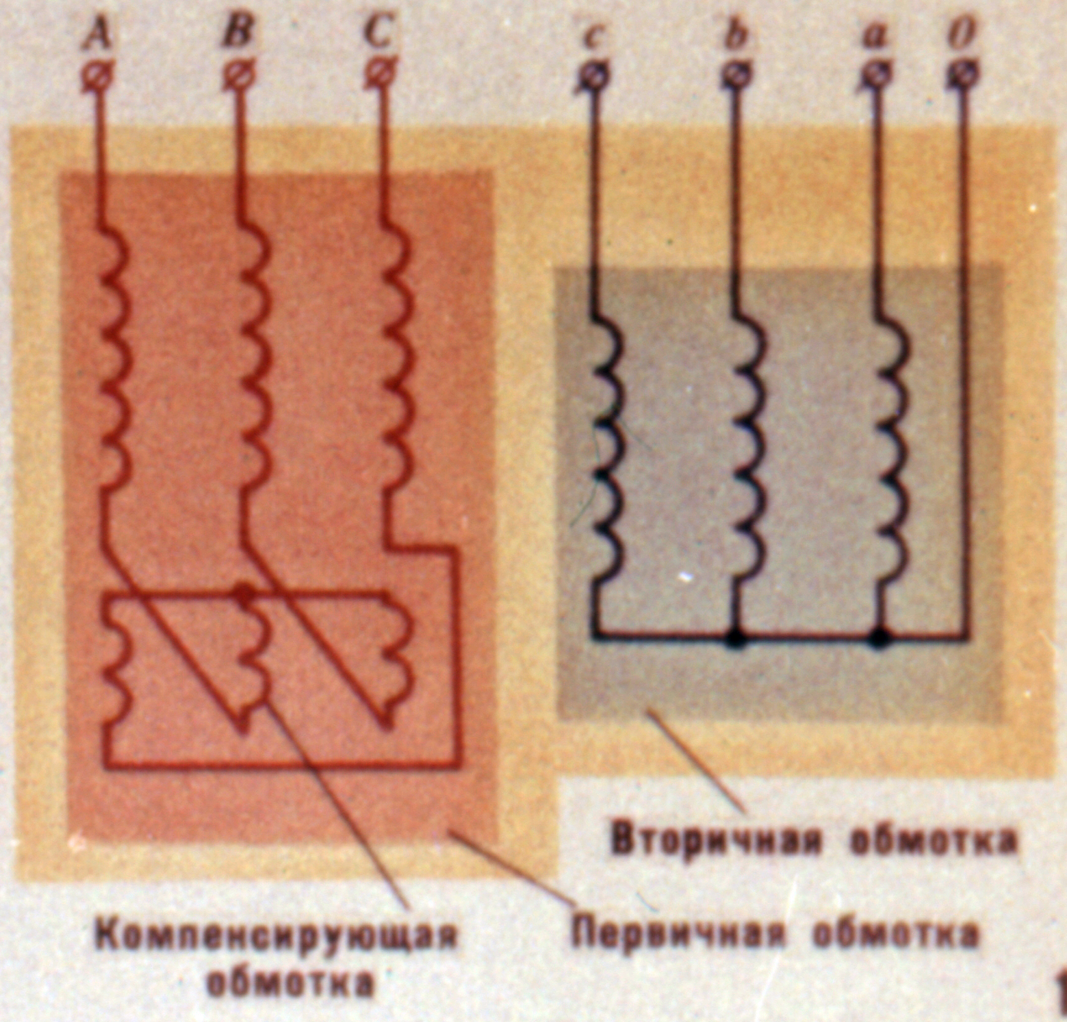
Трансформатор НТМИ

- Напряжения
- Трехфазный
- Масляный
- С пятистержневым магнитопроводом



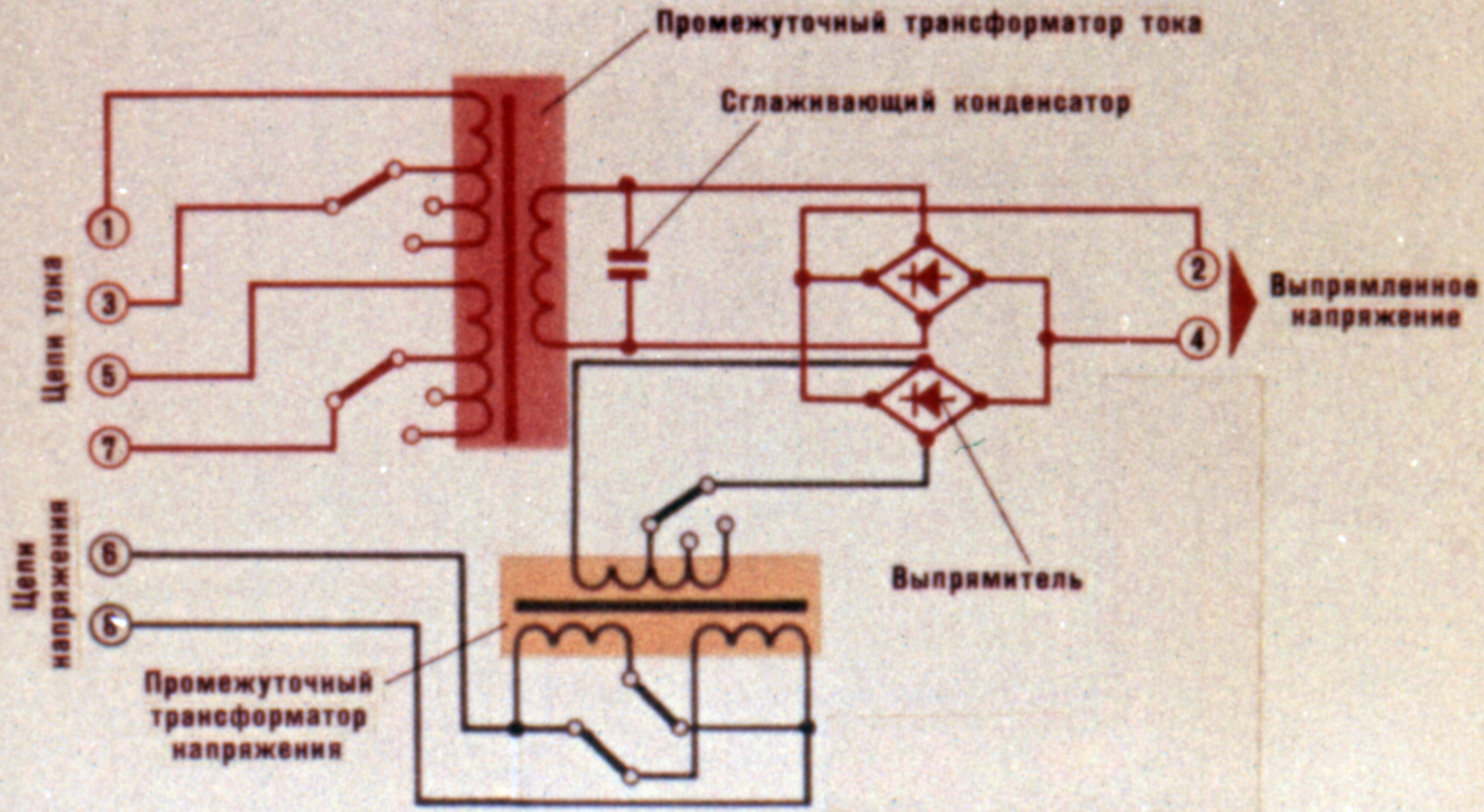
Трансформатор НТМК

- Напряжения
- Трехфазный
- Масляный
- С компенсирующей обмоткой



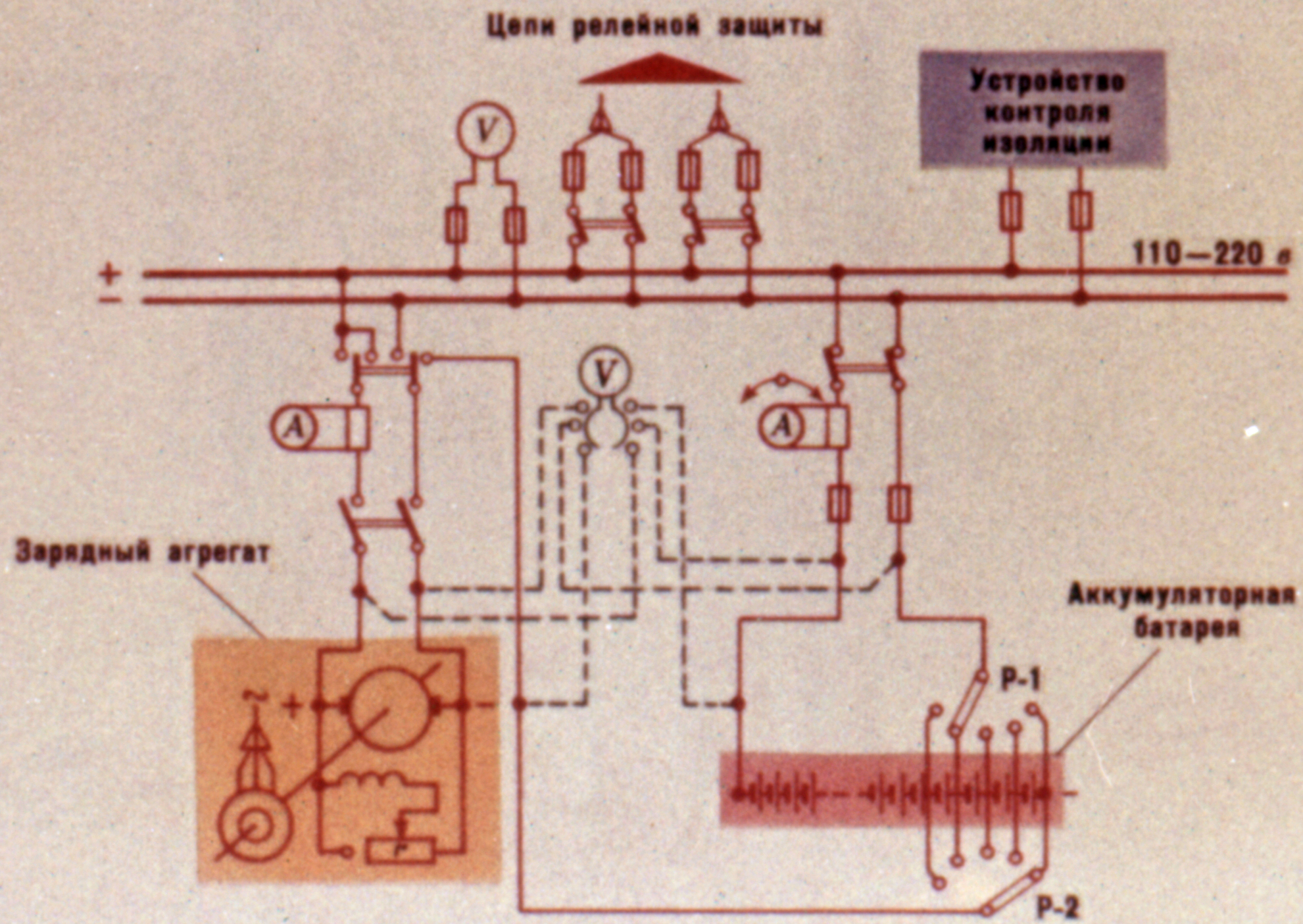
Для питания цепей управления выключателей и релейной защиты используются источники выпрямленного тока — специальные блоки и зарядные устройства.

Схема выпрямительного блока питания *БП*



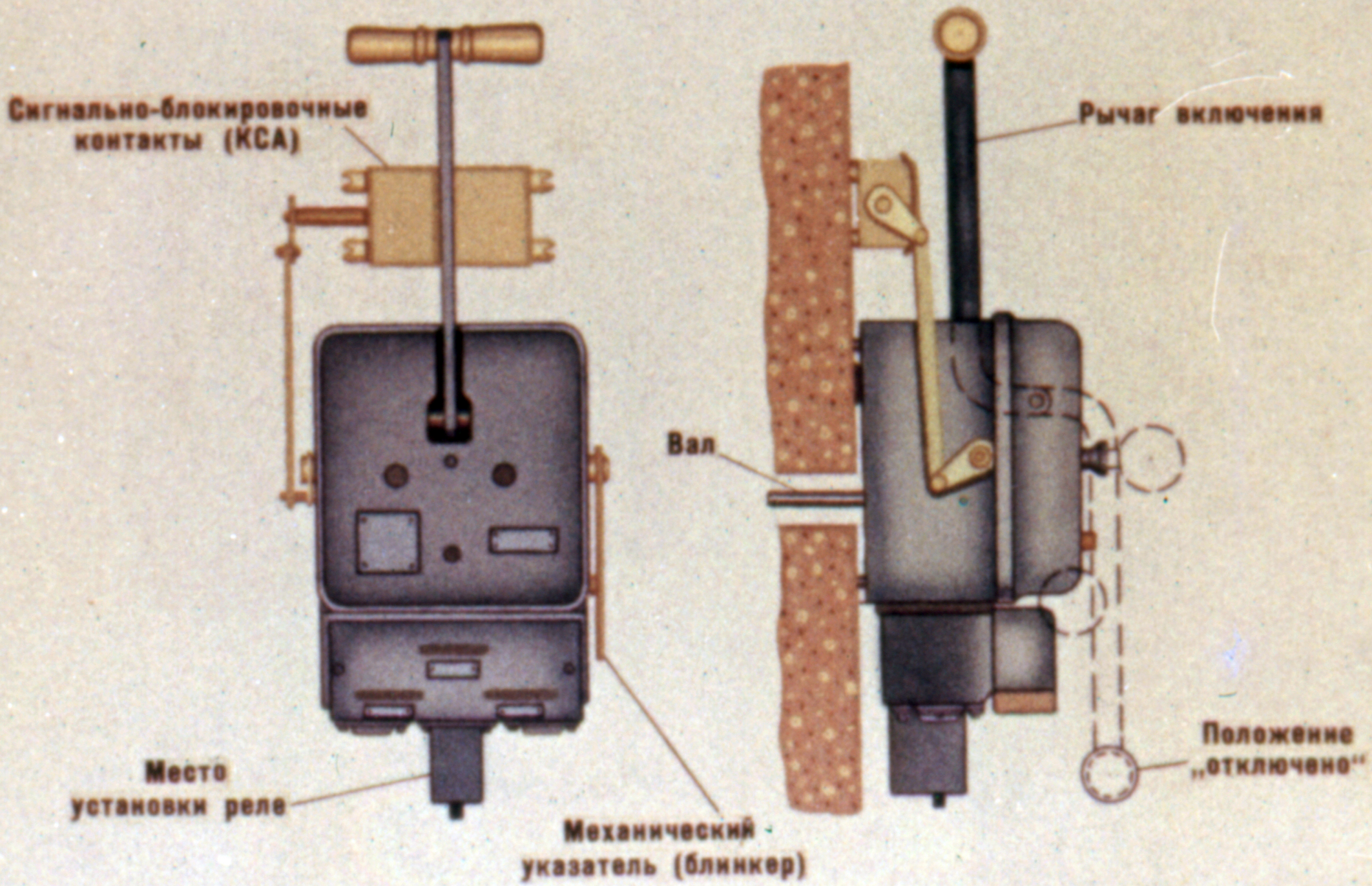
В качестве источника постоянного тока применяются аккумуляторные батареи.

Схема соединений аккумуляторной батареи, работающей по методу заряд—разряд

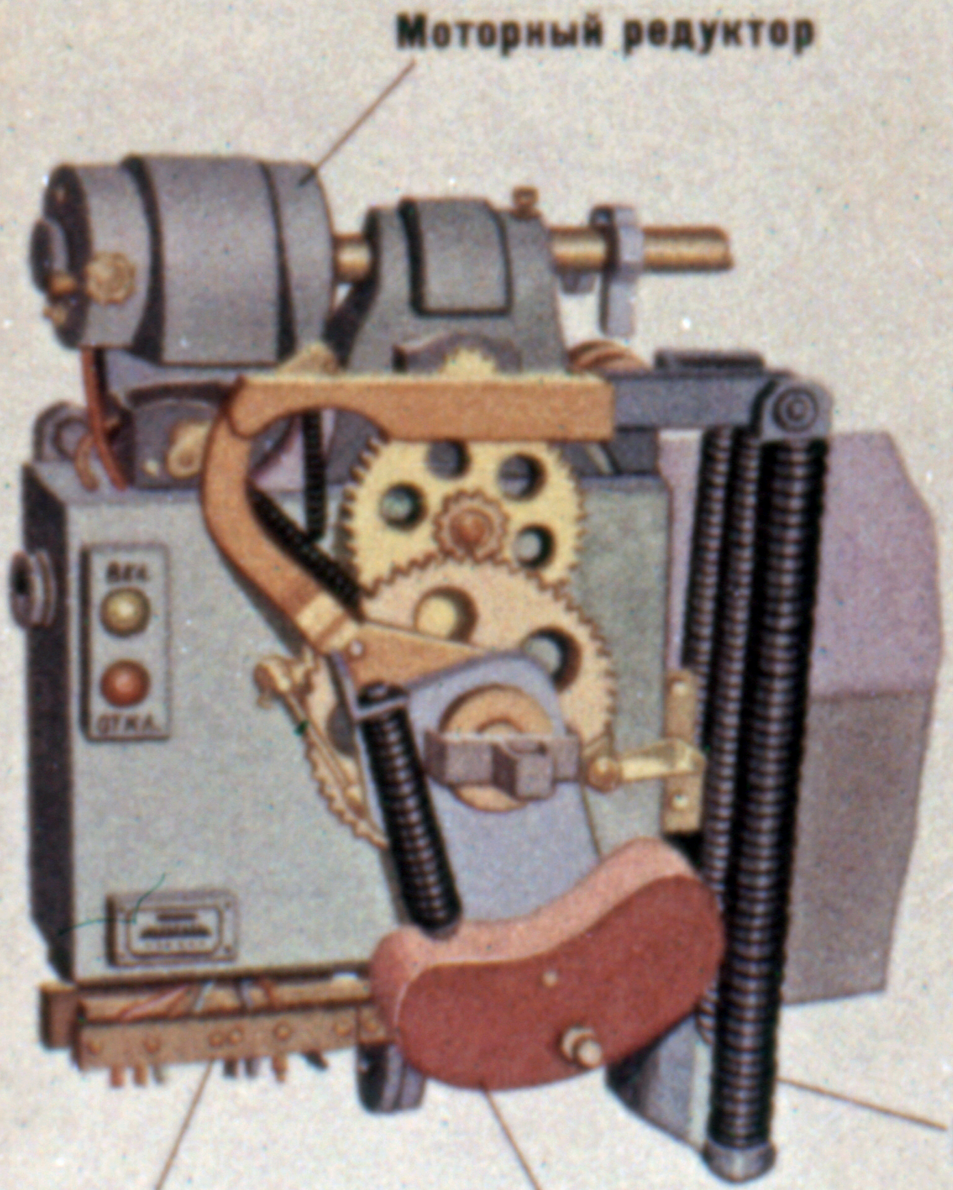


Для включения, удержания во включенном положении и отключения выключателей служат специальные приводы.

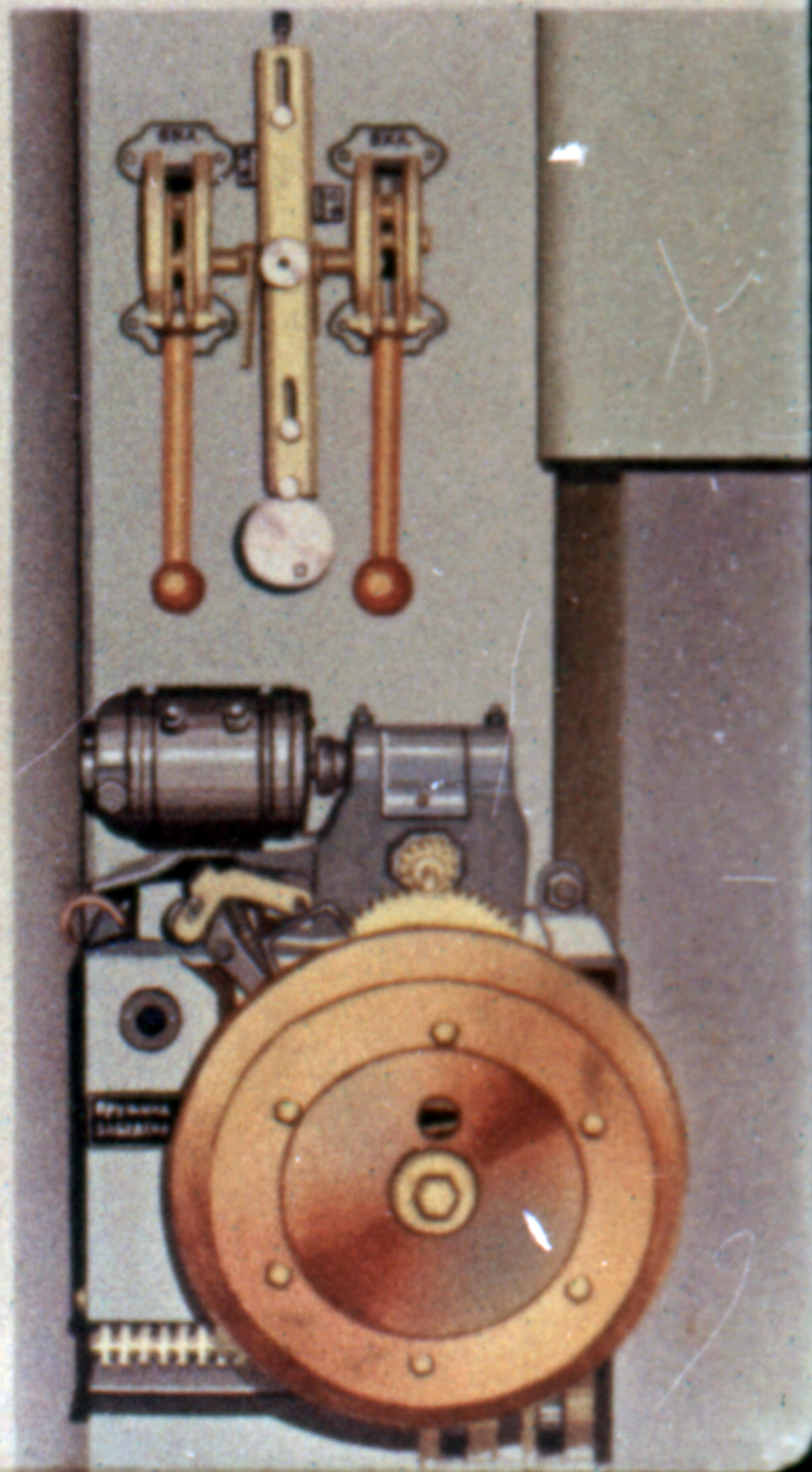
Ручной автоматический привод *ПРБА*



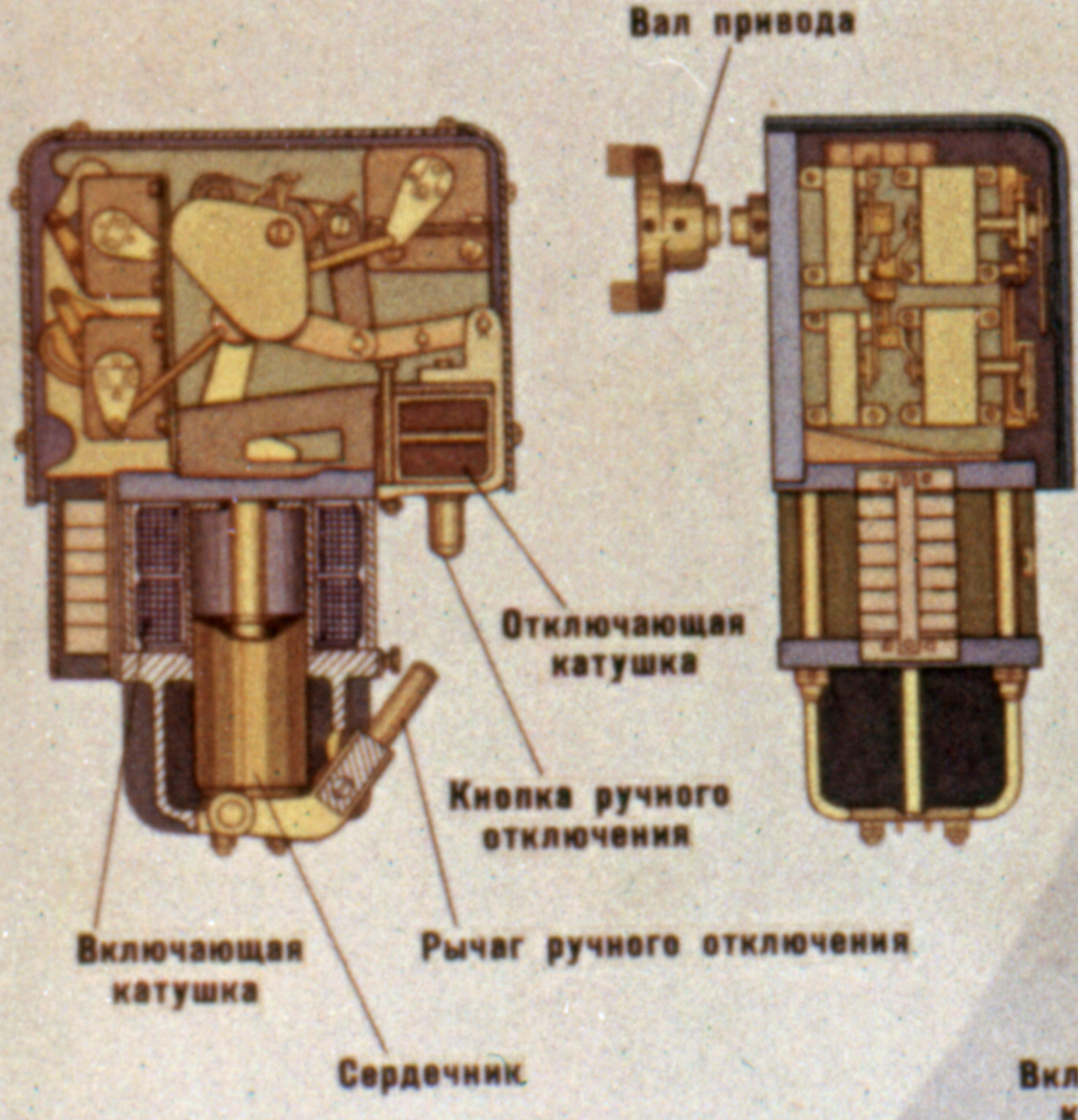
Пружинно-грузовой привод *УПГП*



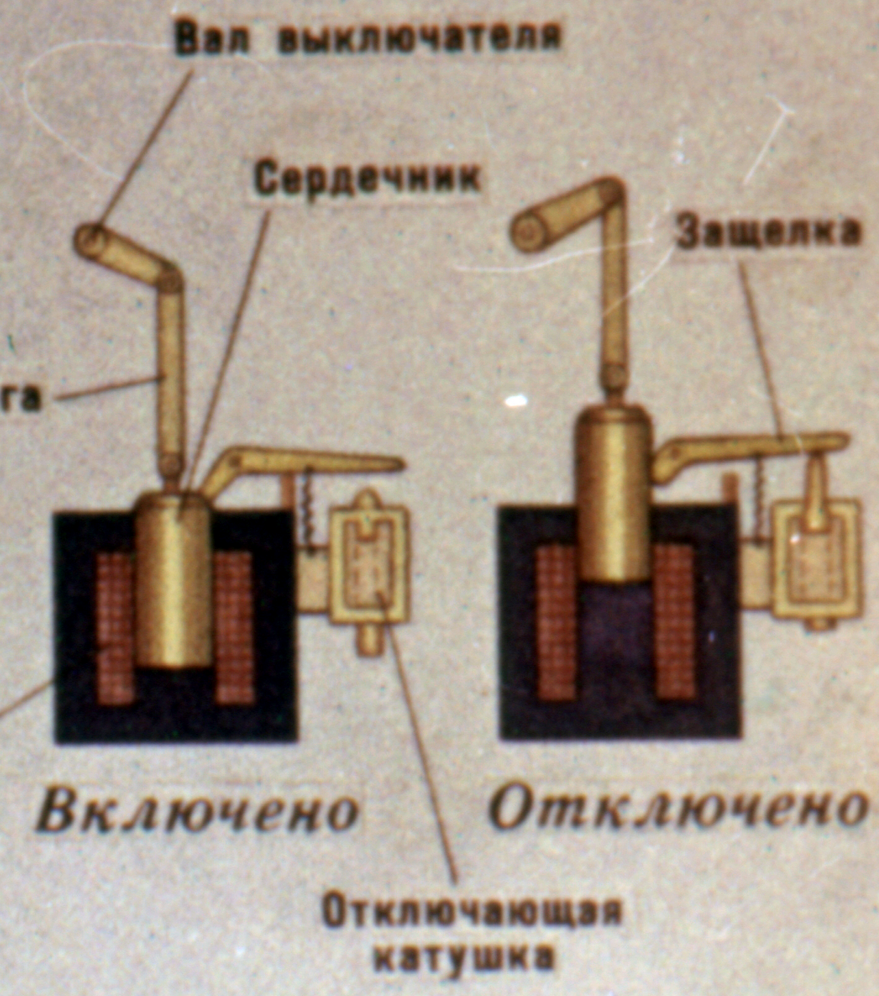
Пружинный привод *ППМ-10*



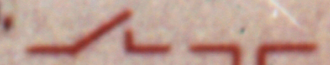
Электромагнитный привод *ПС-10*

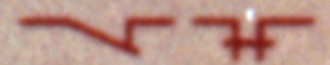


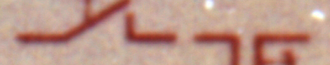
Принцип действия электромагнитного привода



Условные обозначения схем релейной защиты

Контакт замыкающий реле, контактора, пускателя, блок-контакт электрического аппарата 

То же, размыкающий 

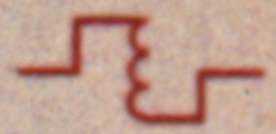
Контакт замыкающий, имеющий выдержку времени при замыкании 

Контакт замыкающий, имеющий выдержку времени при размыкании 

Кнопка с самовозвратом с замыкающим контактом 

Обмотка реле напряжения 

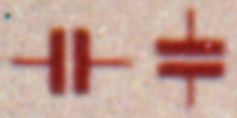
Обмотка реле токовая 

Обмотка контактора и магнитного пускателя 

Электромагнит с параллельной обмоткой и общее обозначение электромагнита 

Сопротивление индуктивное без сердечника 

Сопротивление индуктивное с ферромагнитным сердечником 

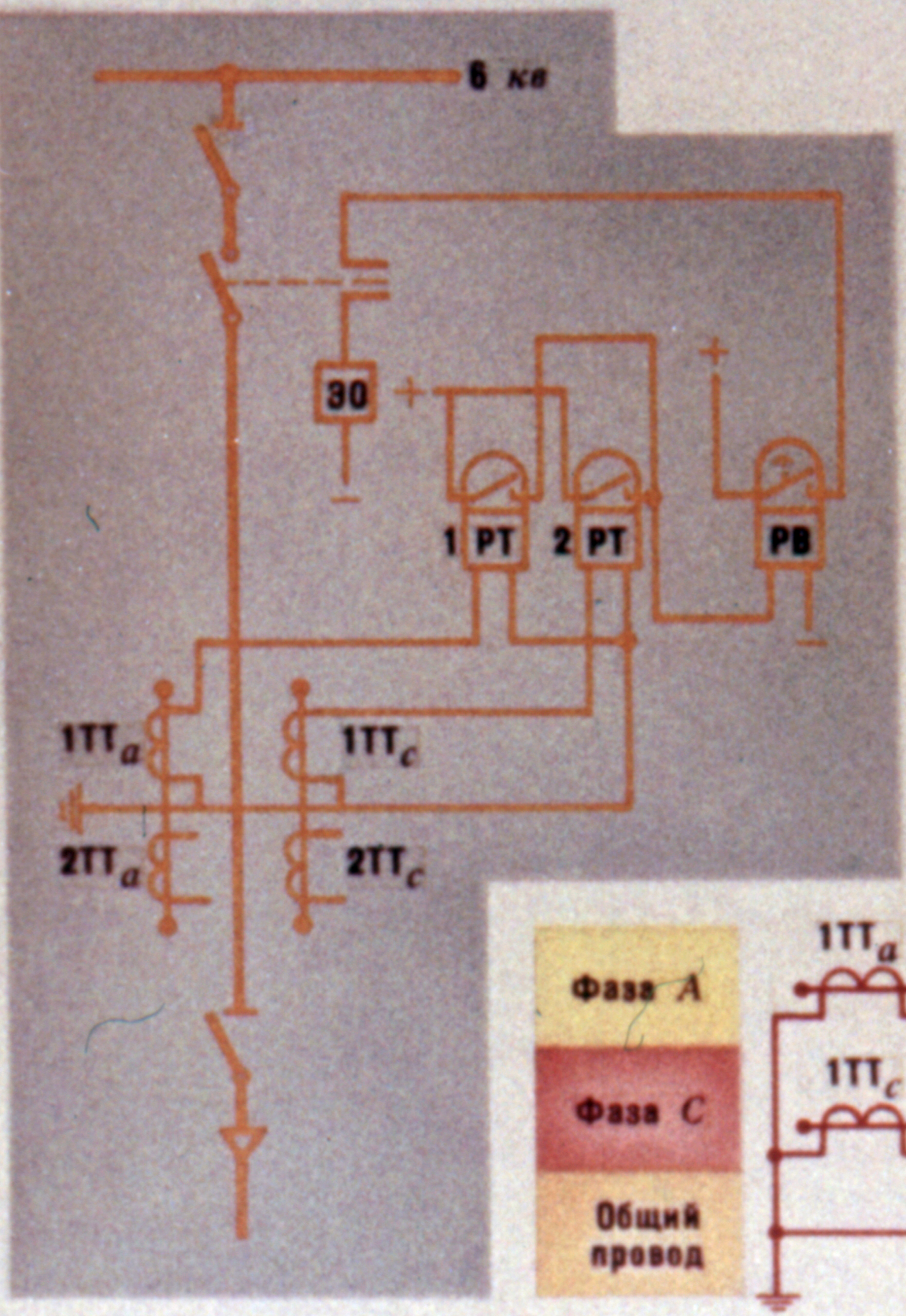
Сопротивление емкостное (конденсатор) нерегулируемое. Общее обозначение 

Сирена электрическая 

Звонок электрический. Общее обозначение 

Лампа сигнальная 

Принципиальная схема токовой защиты линии



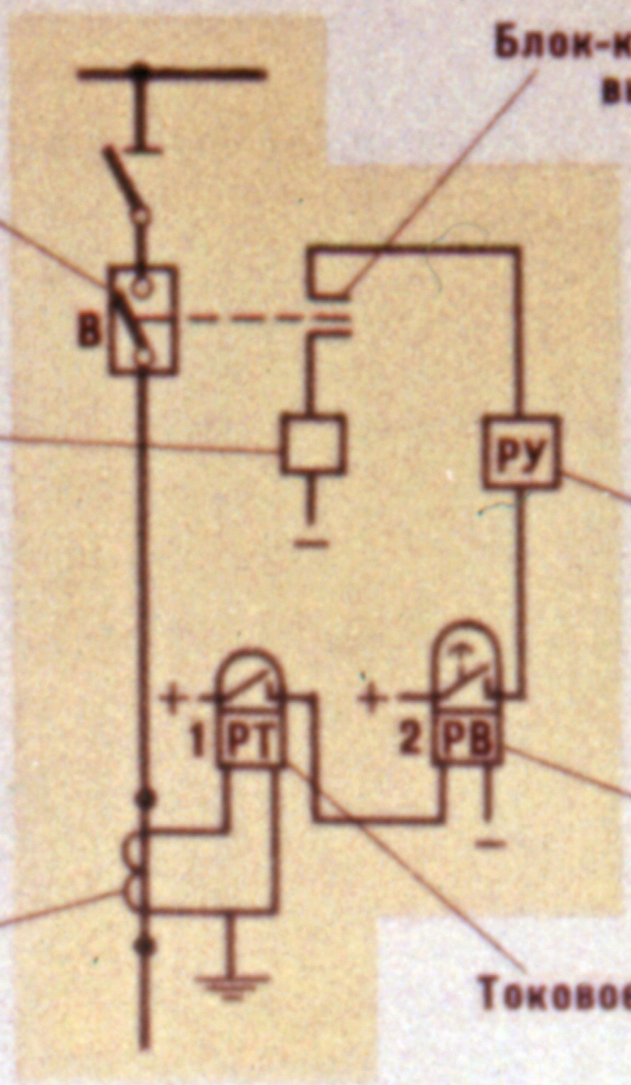
◀ В свернутом виде

В развернутом виде

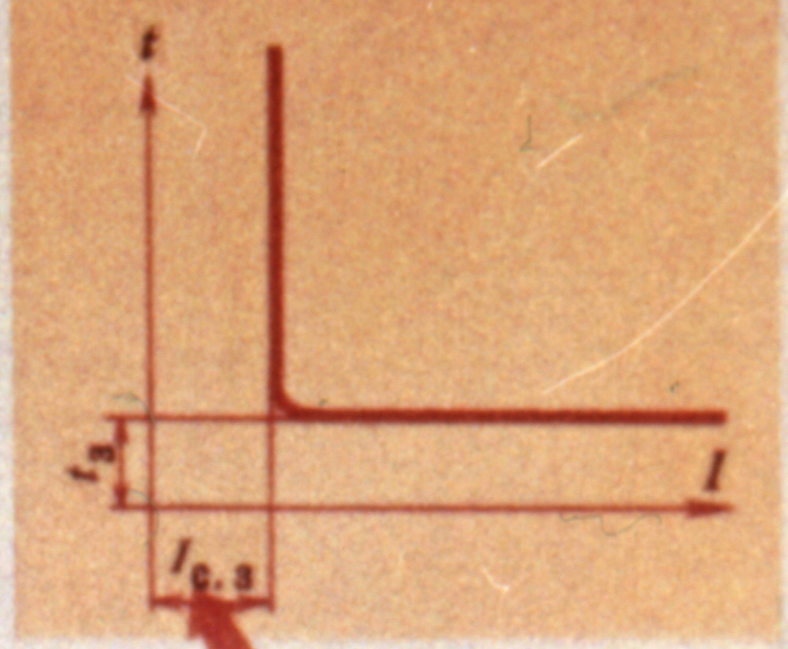
Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени

Максимальной токовой называют защиту, действующую в случаях, когда ток в защищаемой цепи превышает величину, равную максимальному рабочему току этой цепи.

Принципиальная однолинейная схема

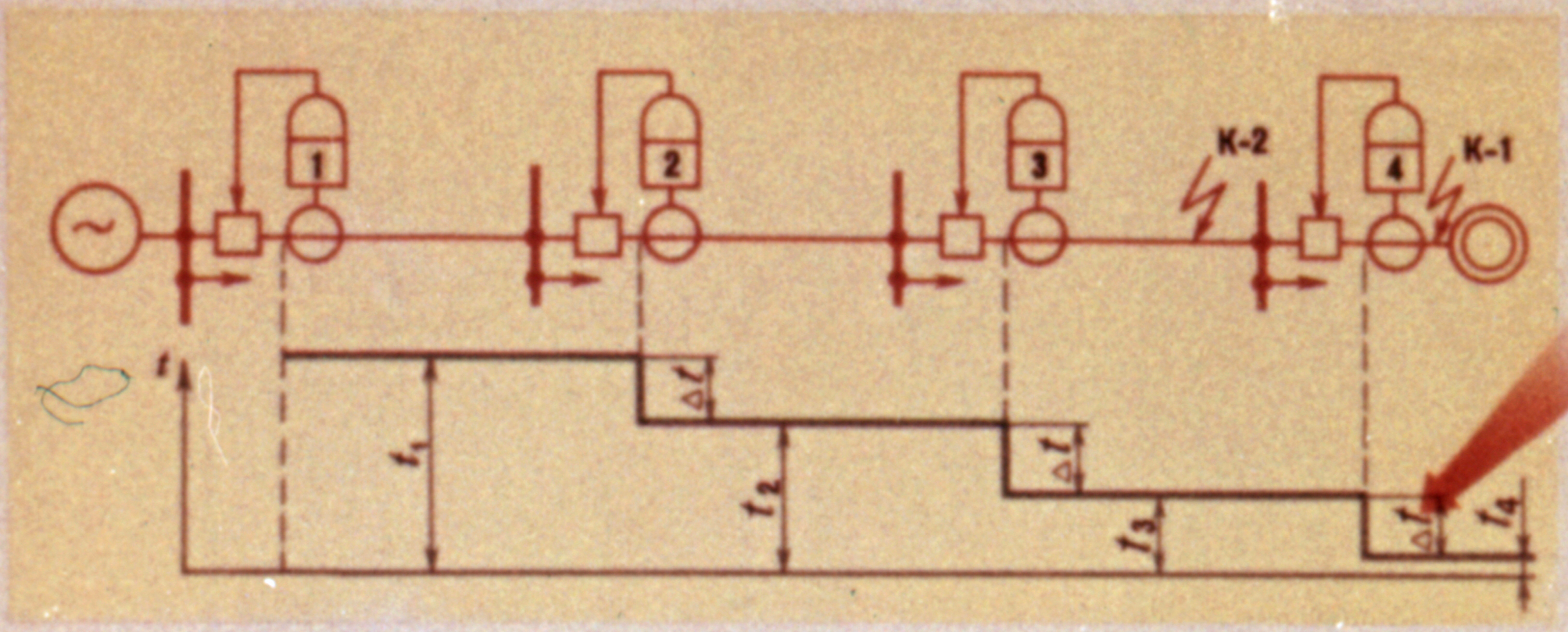


Характеристика



Ступенчатое согласование выдержек времени максимальных токовых защит с независимой выдержкой времени

Принципиальная схема сети и диаграмма выдержек времени



Выбор тока срабатывания защиты

$$I_{с.\,з} = (1{,}3-1{,}4) \cdot I_{н.\,макс}$$

Ток срабатывания защиты

Максимальный ток нагрузки

Выбор тока срабатывания реле

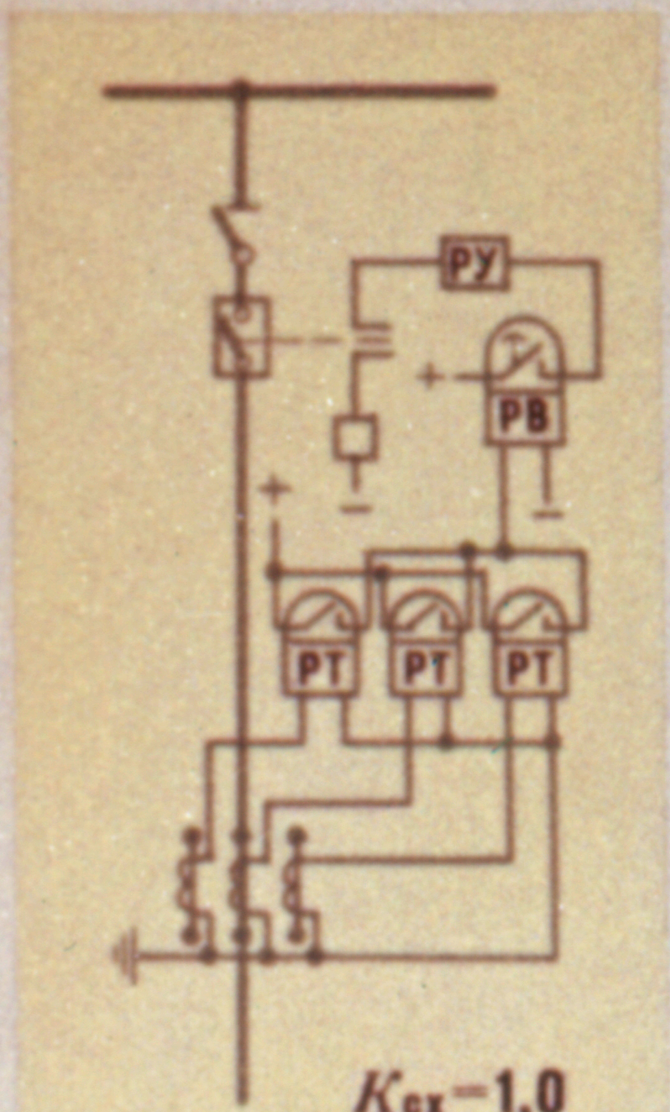
$$i_{с.\,р} = (1{,}3-1{,}4) \cdot K_{сх} \frac{I_{н.\,макс}}{K_{тт}}$$

Ток срабатывания реле (уставка)

Коэффициент, зависящий от схемы включения защиты

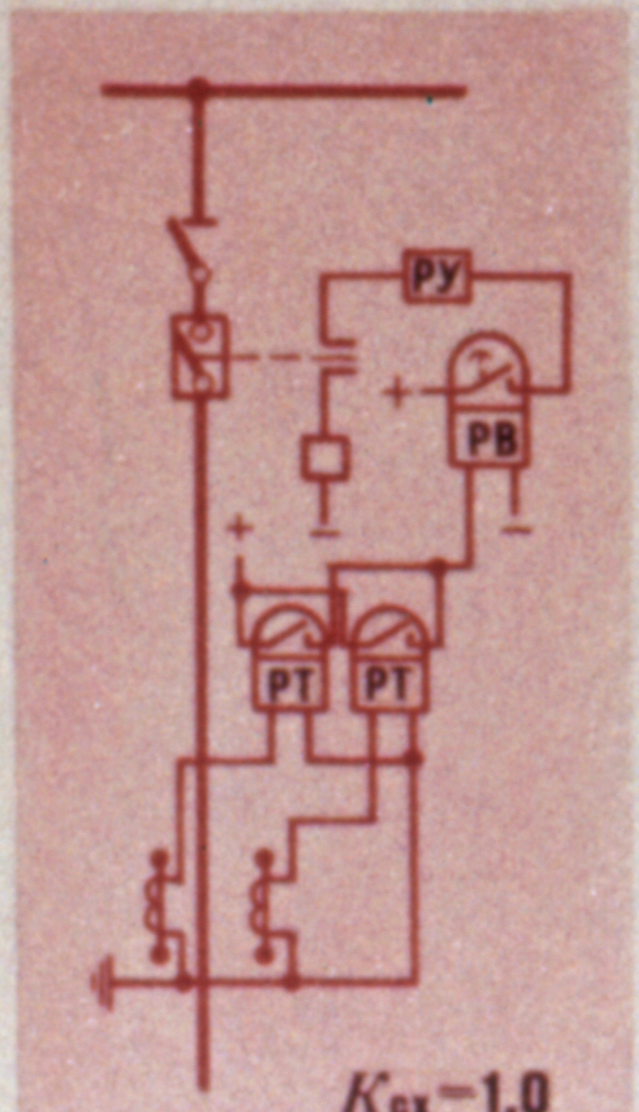
Схемы максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени, с оперативным постоянным током

Трехфазная



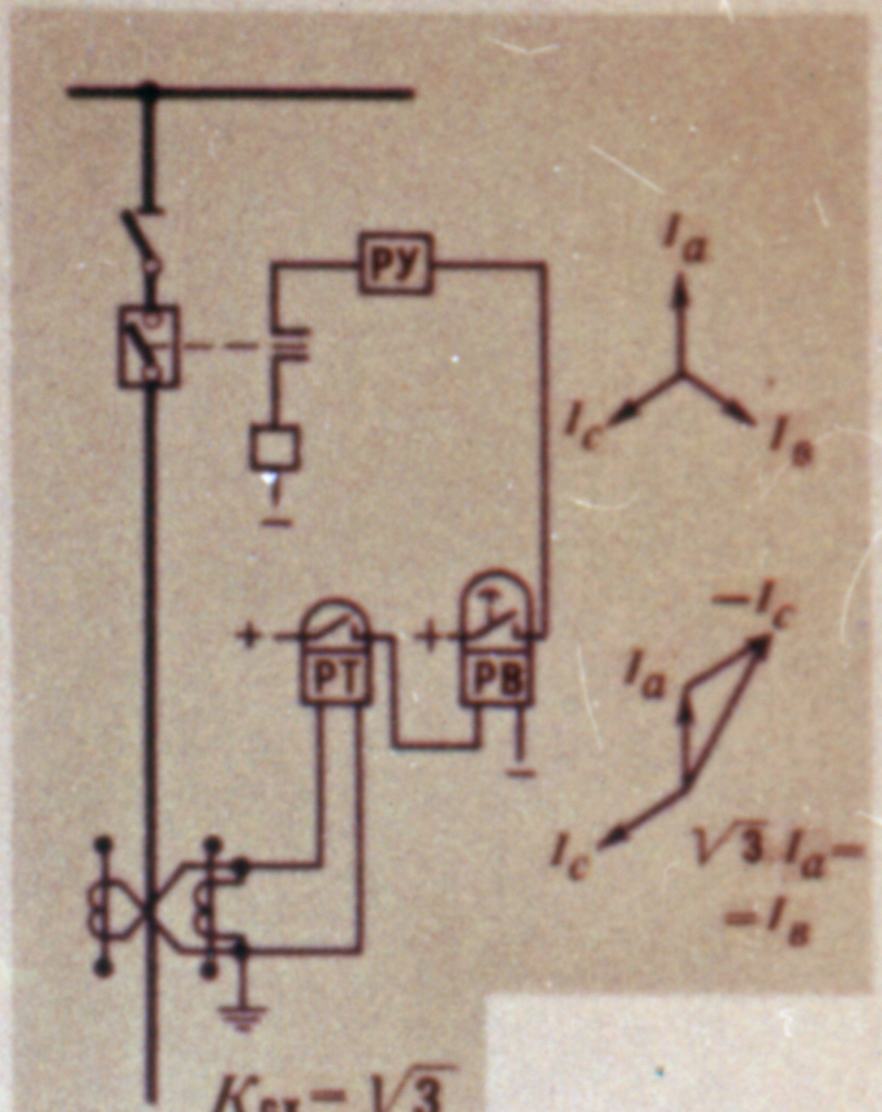
$K_{сх} = 1{,}0$

Двухфазная двухрелейная



$K_{сх} = 1{,}0$

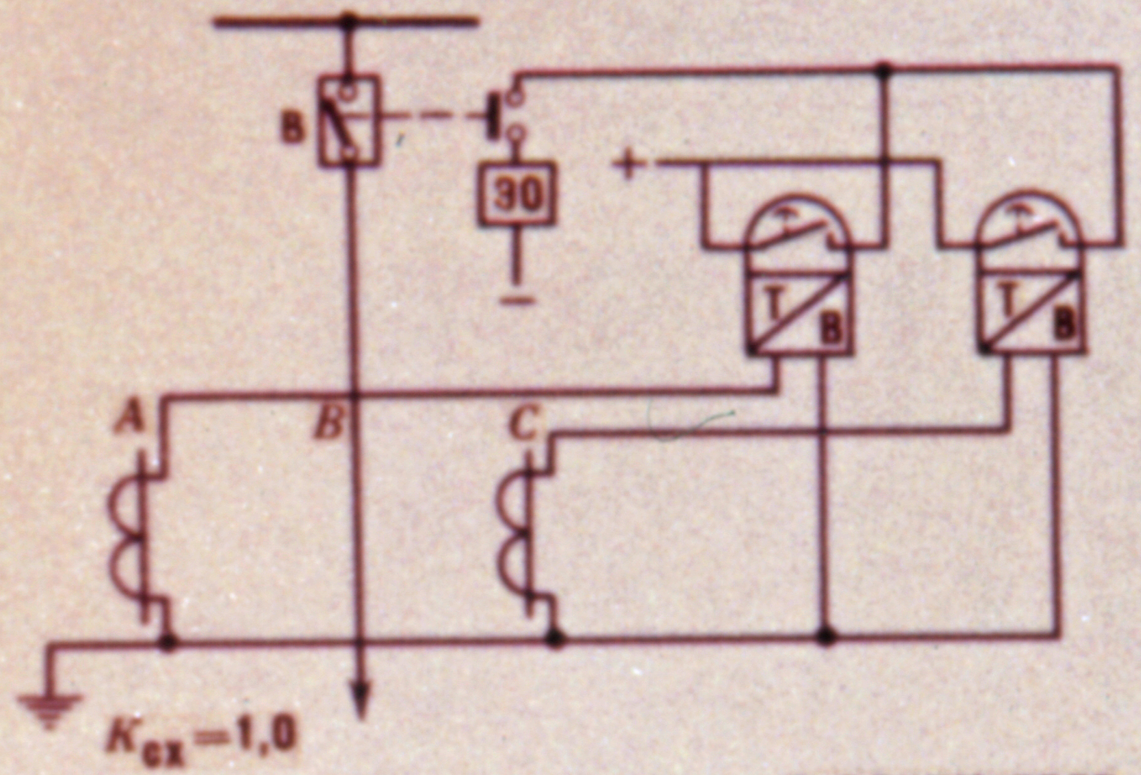
Двухфазная однорелейная



$K_{сх} = \sqrt{3}$

Максимальная токовая защита с зависимой характеристикой

На постоянном оперативном токе



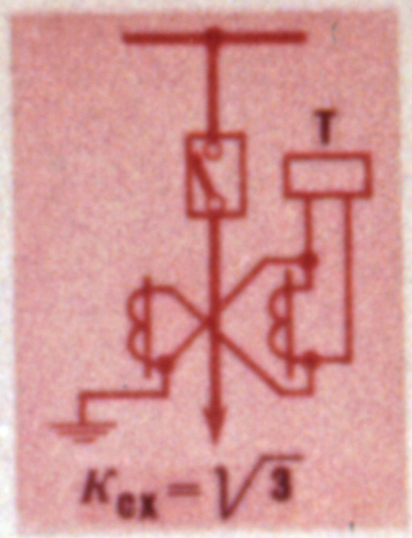
Со вторичным реле прямого действия

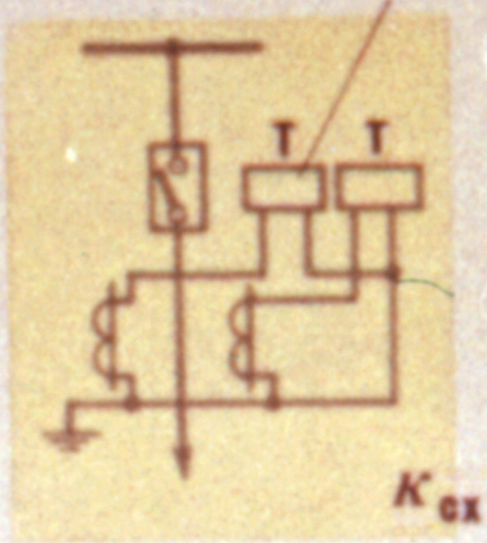
С ДВУМЯ РЕЛЕ

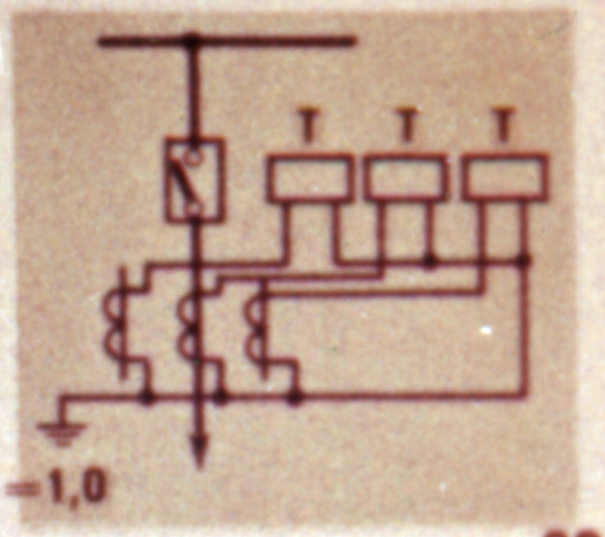
С ТРЕМЯ РЕЛЕ

С ОДНИМ РЕЛЕ

Вторичное реле прямого действия

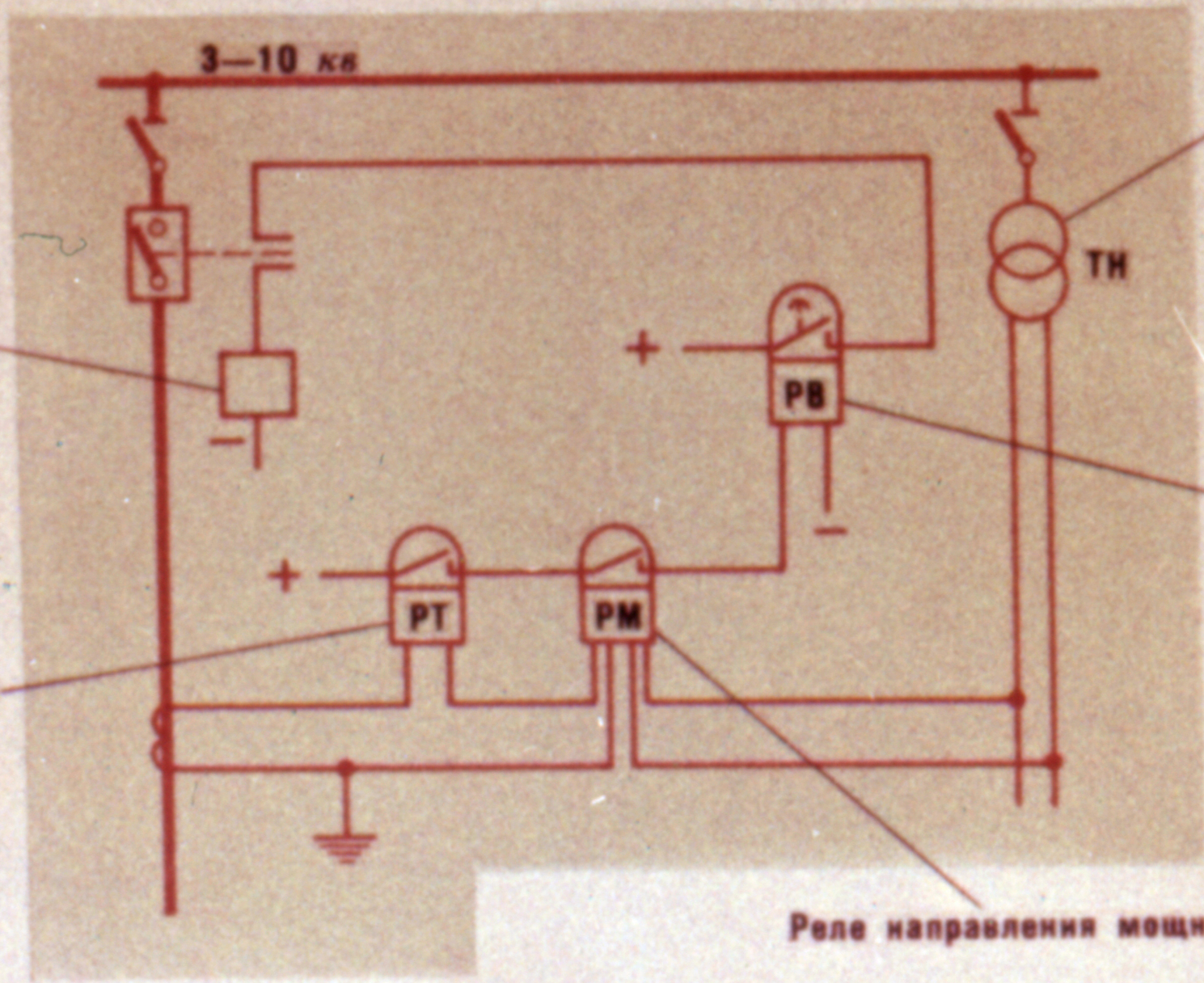






Направленная токовая защита

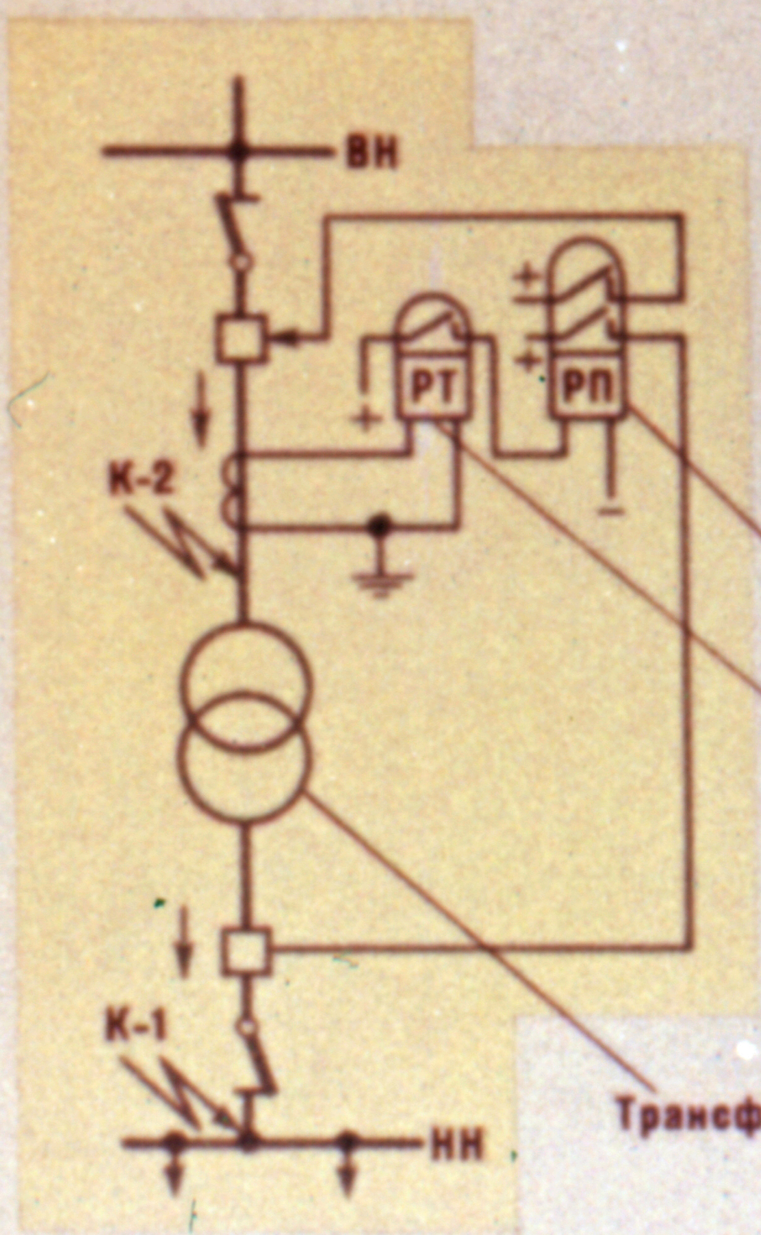
Применяется для защиты от междуфазных коротких замыканий кольцевых сетей с одним источником питания или радиальных сетей с несколькими источниками питания.



Защита трансформаторов

Используются следующие виды защиты:

- максимальная защита от перегрузки
- токовая отсечка
- газовая защита
- дифференциальная защита



Однолинейная схема токовой отсечки понижающего трансформатора

Токовая отсечка действует при повреждениях на выводах первичной обмотки, а также при коротких замыканиях в первичной и в некоторой части вторичной обмотки.

Газовая защита трансформатора

Действует только при внутренних повреждениях трансформатора и при утечке масла из трансформатора.

Газовое реле

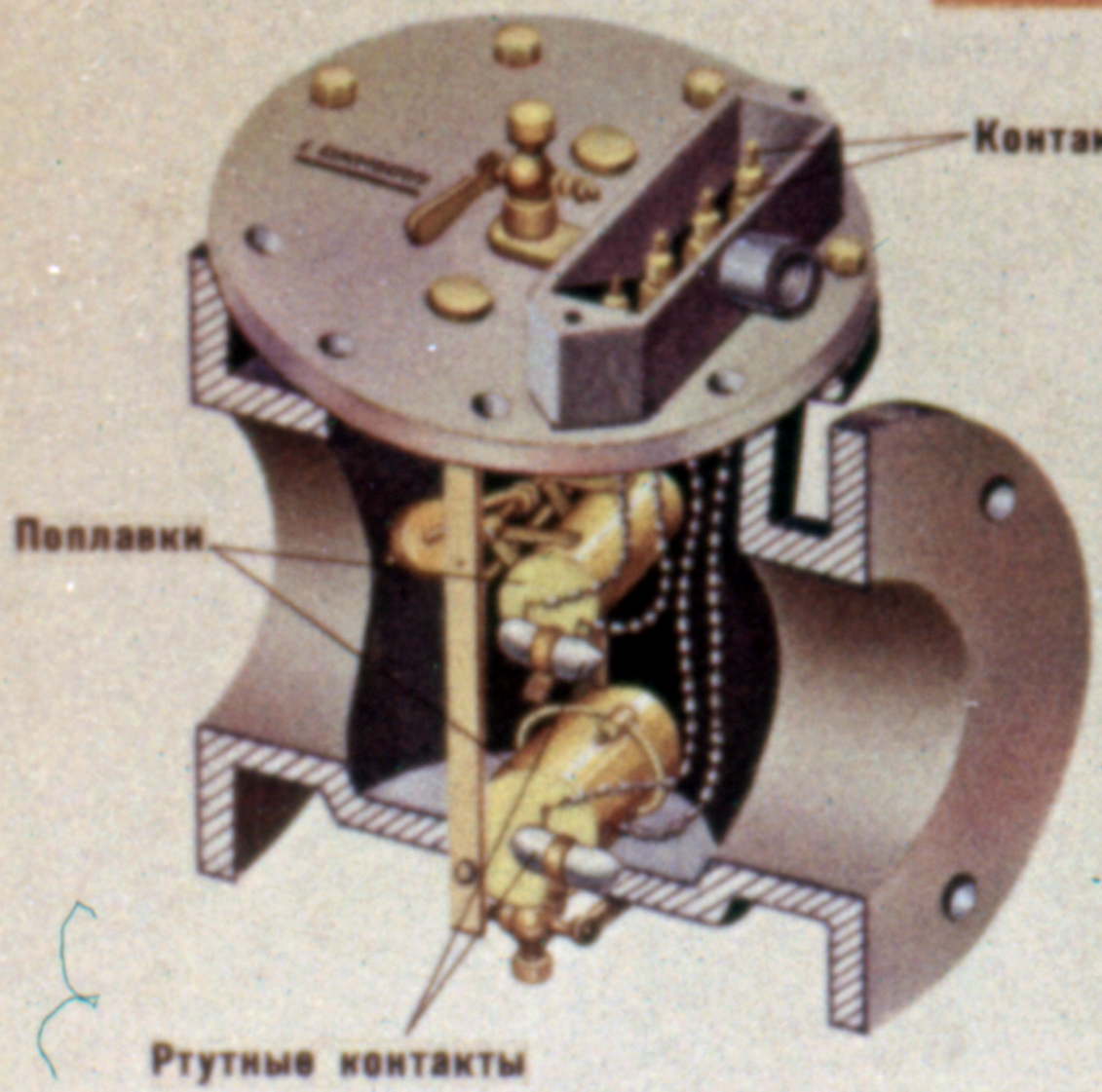
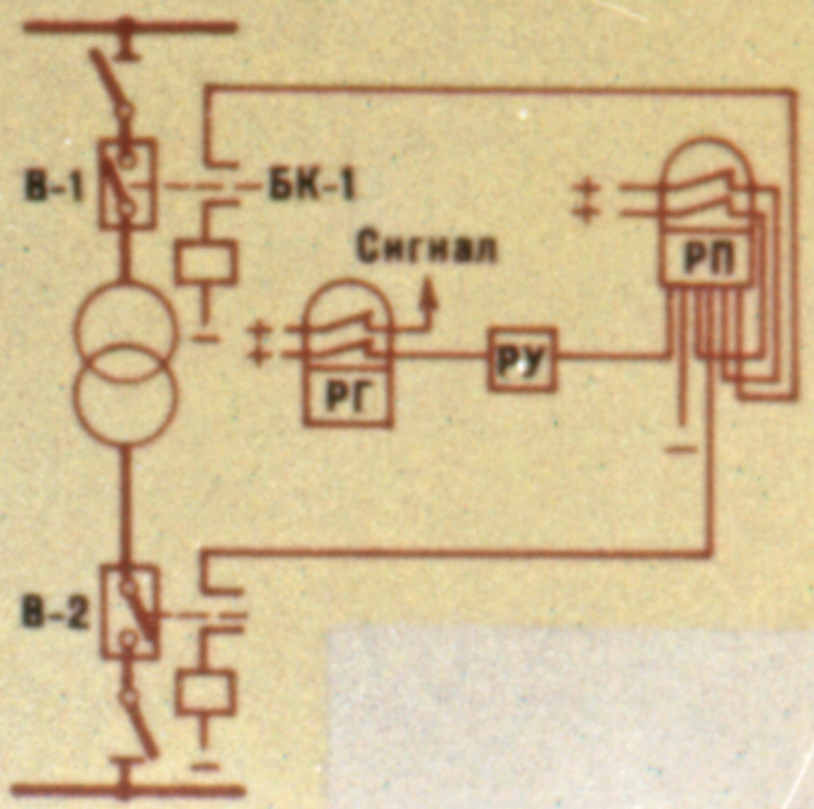


Схема газовой защиты

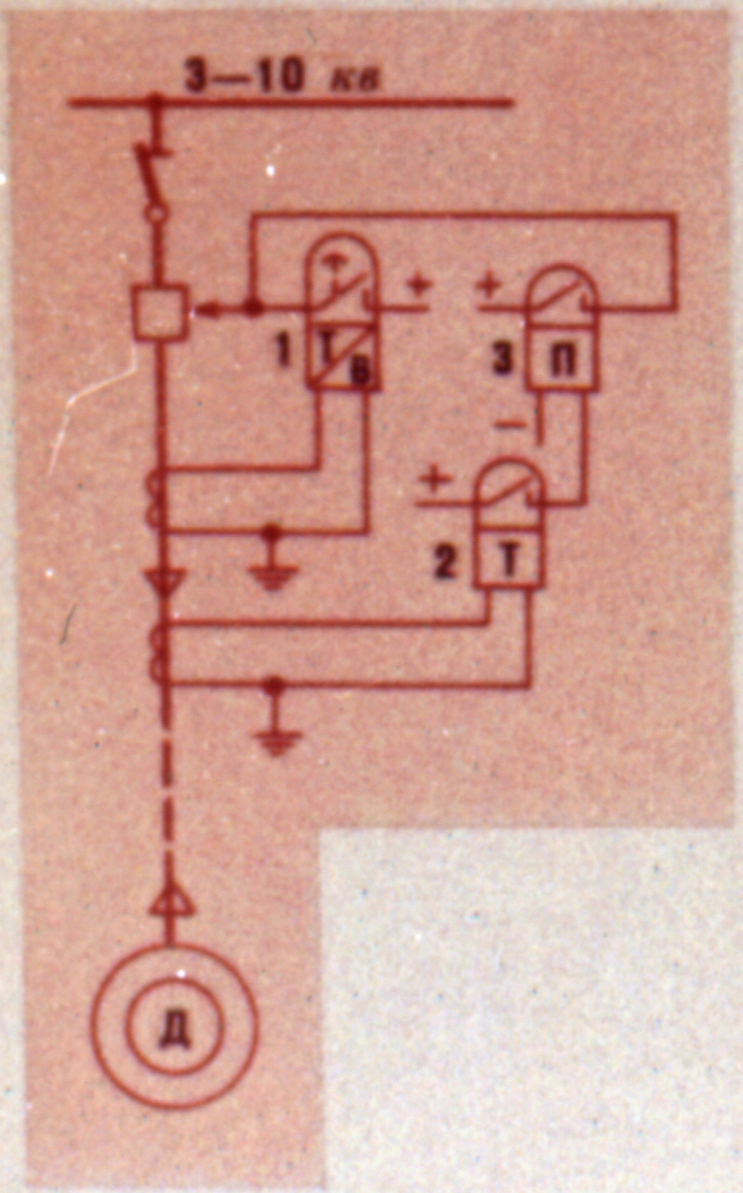


Защита электродвигателей

Максимальная токовая защита и отсечка (реле 1)

Защита от замыканий на землю (реле 2)

Предусматривается защита от перегрузки, междуфазных коротких замыканий и замыканий на землю.



Групповая схема защиты минимального напряжения электродвигателей

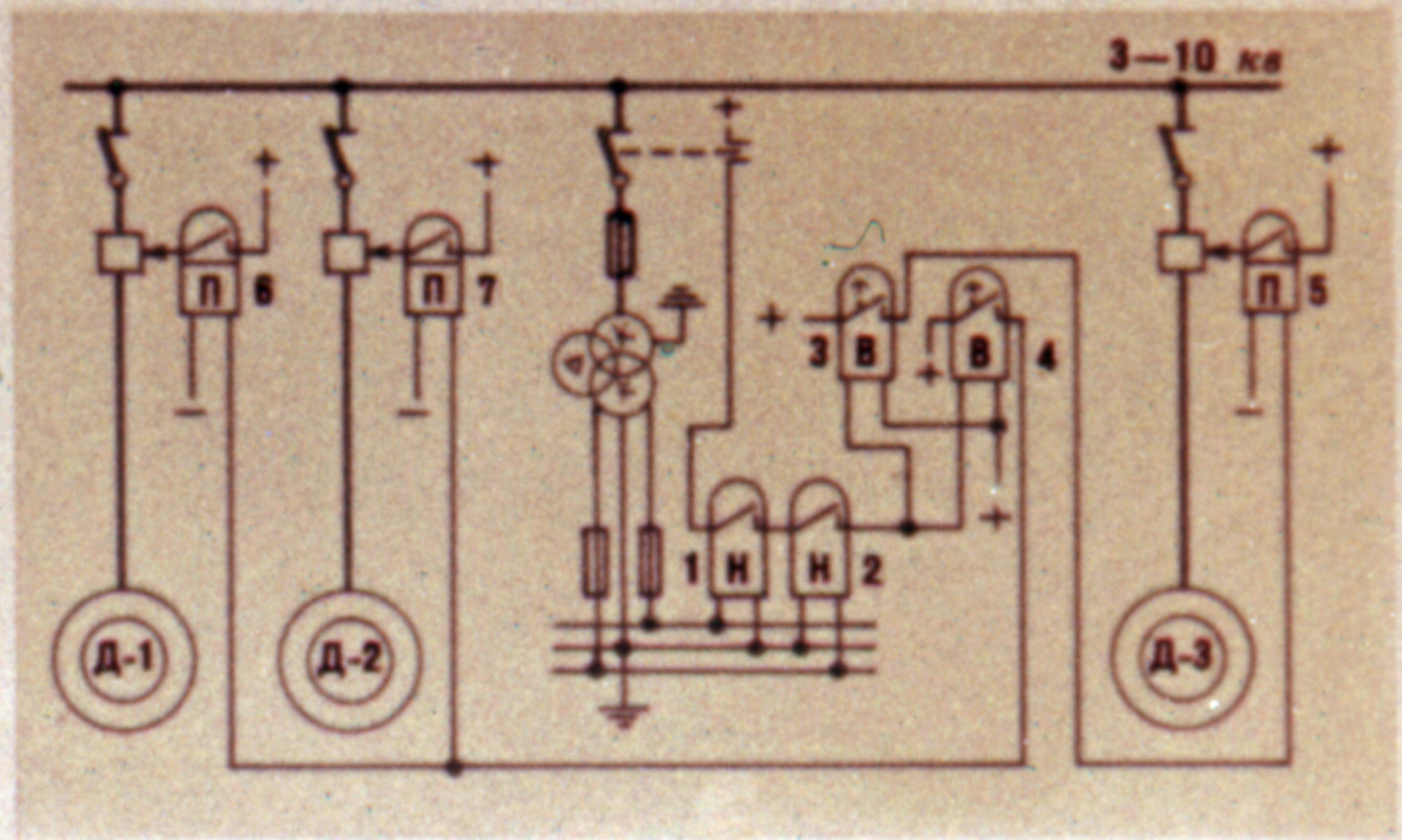


Схема автоматического включения резервного электродвигателя

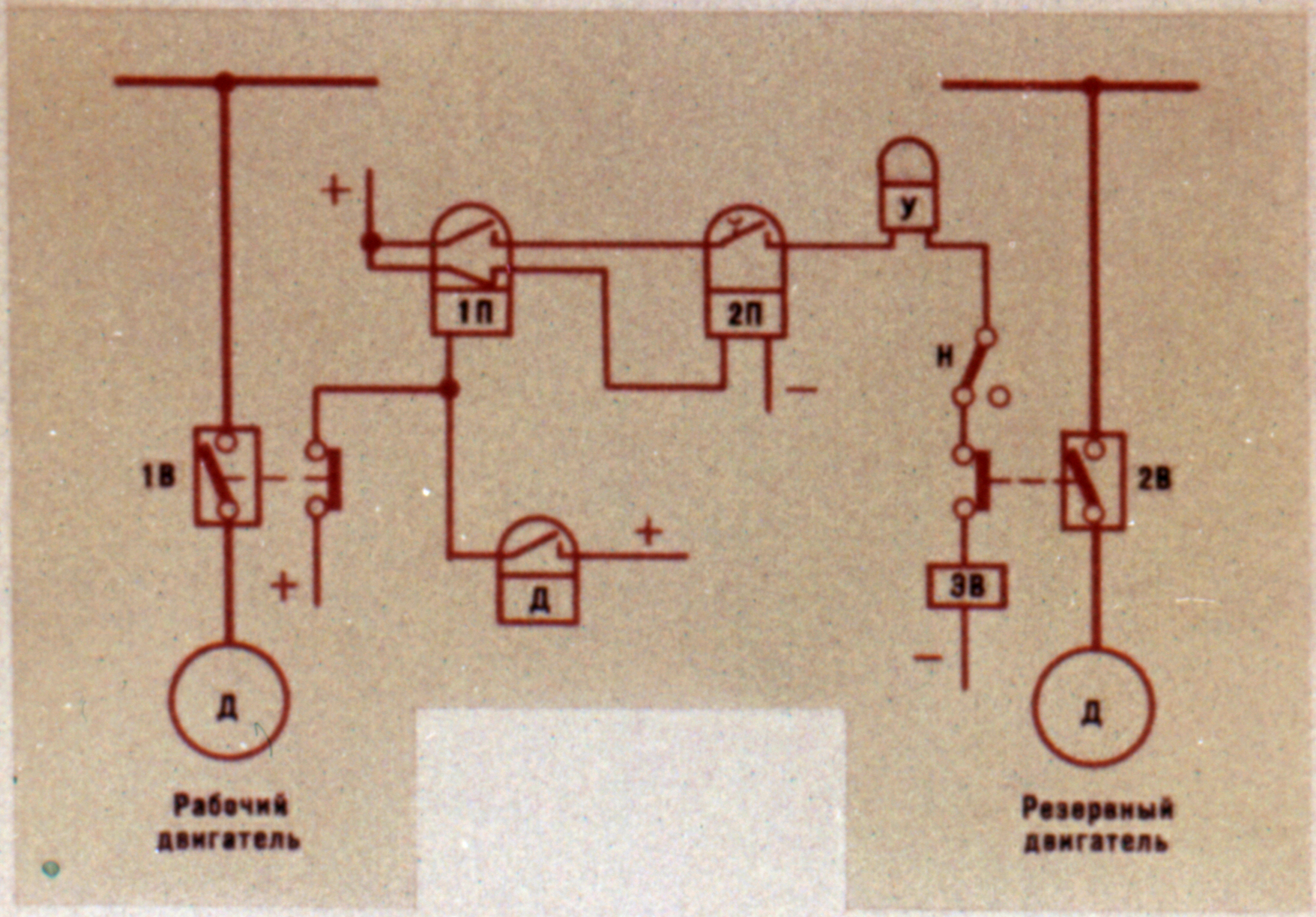
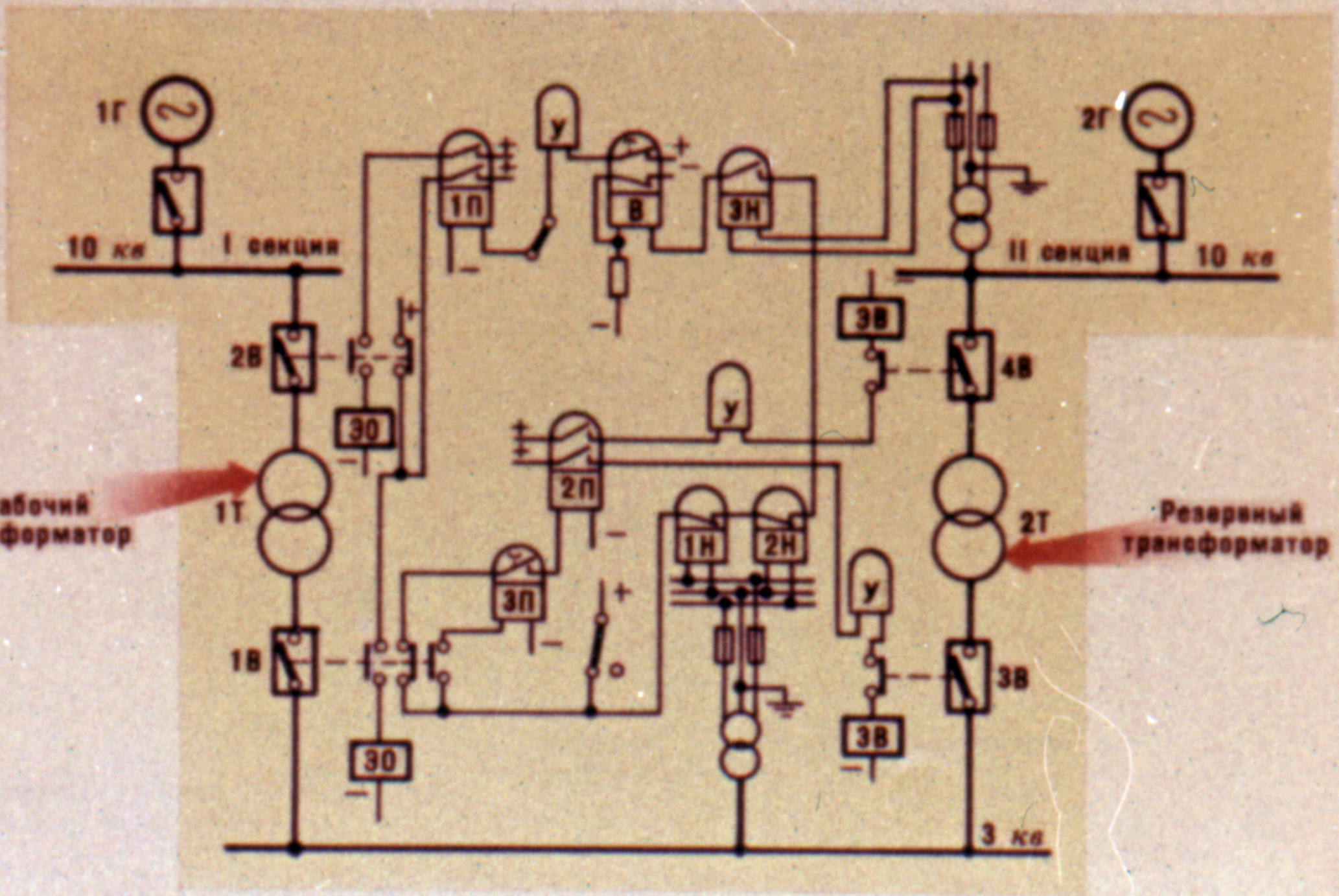


Схема автоматического включения резервного трансформатора



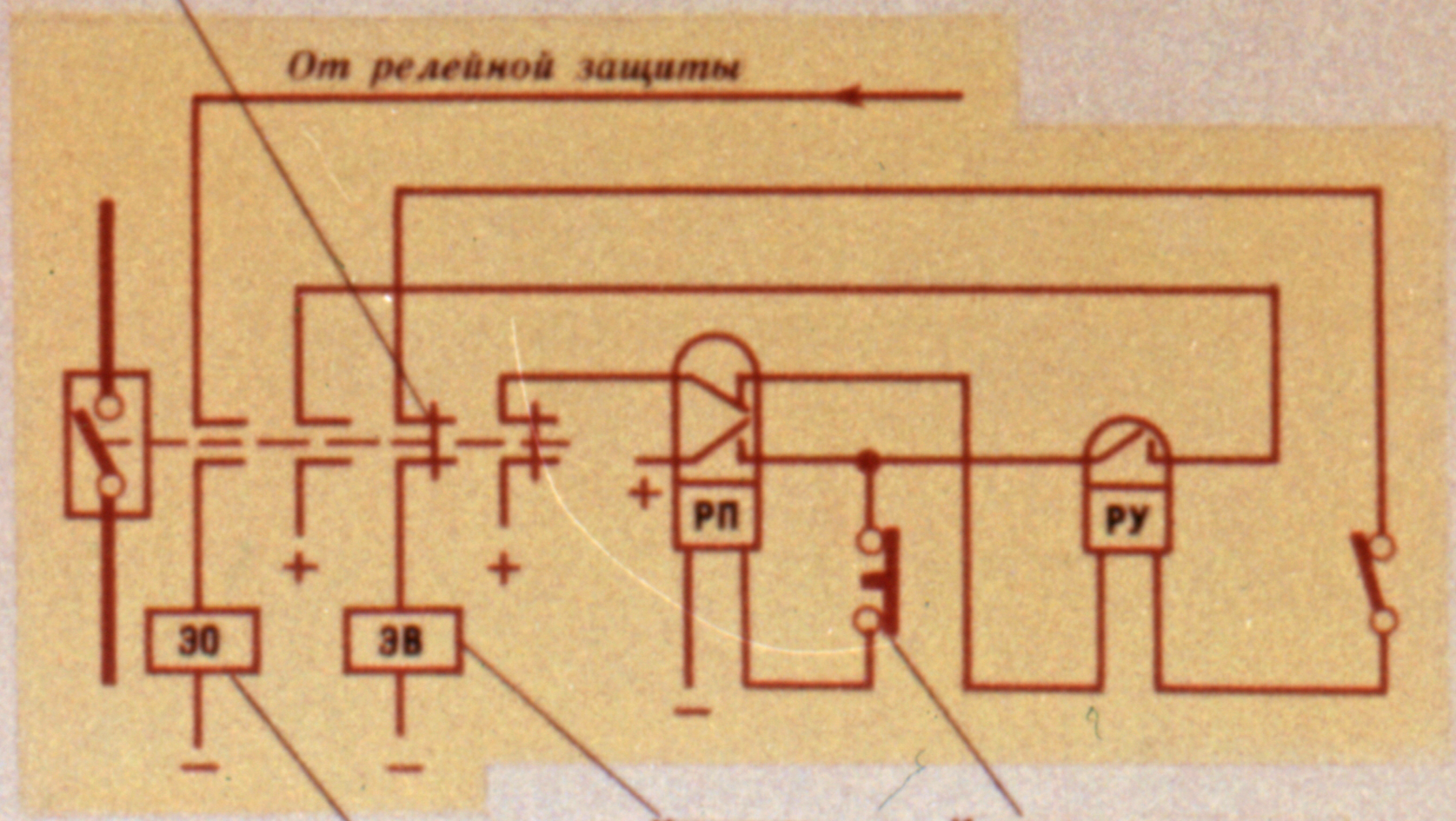
Рабочий трансформатор

Резервный трансформатор

Автоматическое повторное включение (АПВ)

Служит для автоматической повторной подачи напряжения на отключившиеся элементы сети.

Принципиальная схема АПВ однократного действия с ручным возвратом



Выключатель показан в отключенном положении

Катушка отключения

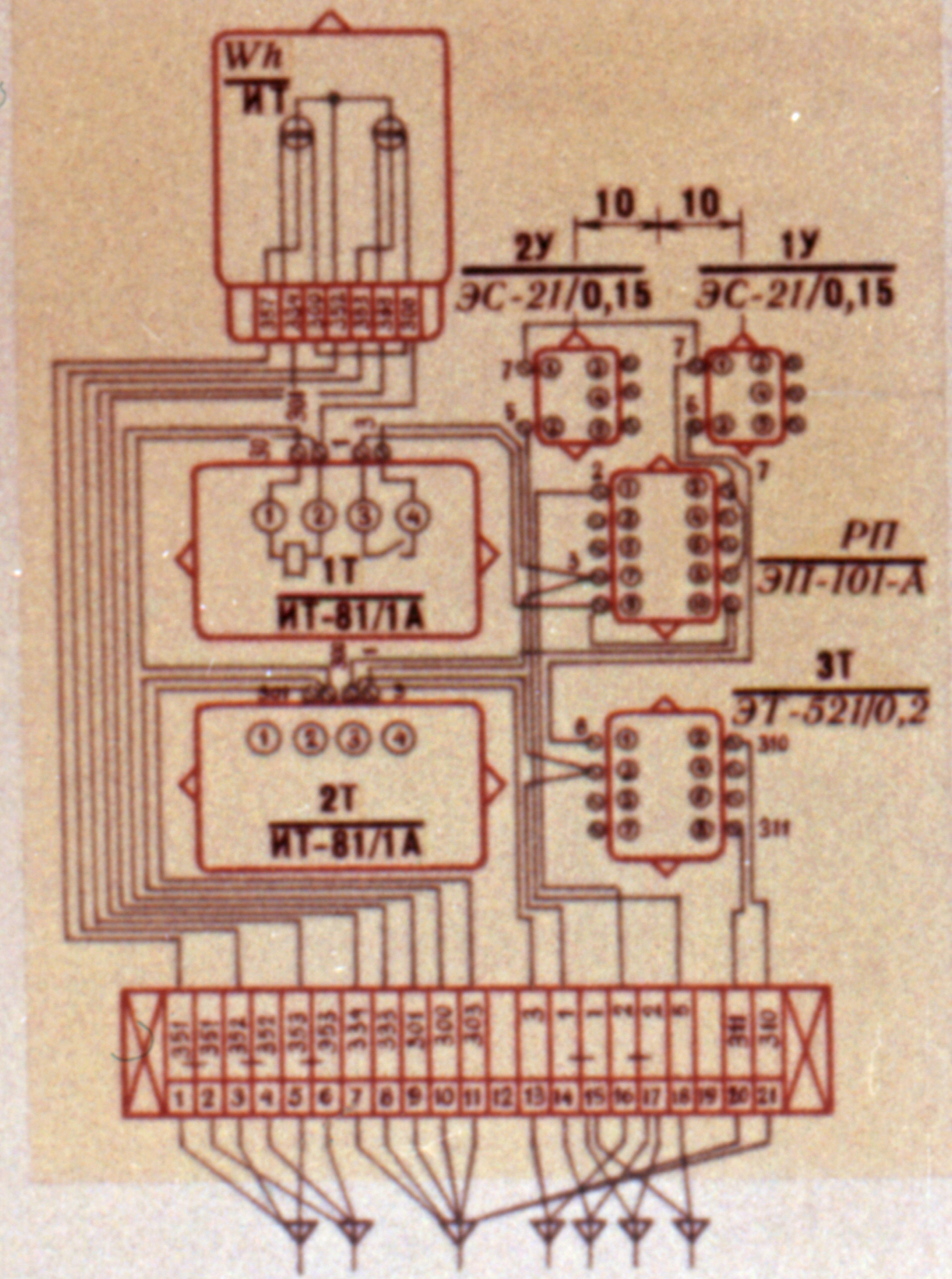
Катушка включения

Кнопка самовозврата

Приборы защиты и автоматики должны быть закрыты и запломбированы, за исключением реле со сменными уставками.

Об изменении в схемах защиты, замене аппаратуры, изменении характеристик реле и опробовании защиты и автоматики делаются записи в специальном журнале.

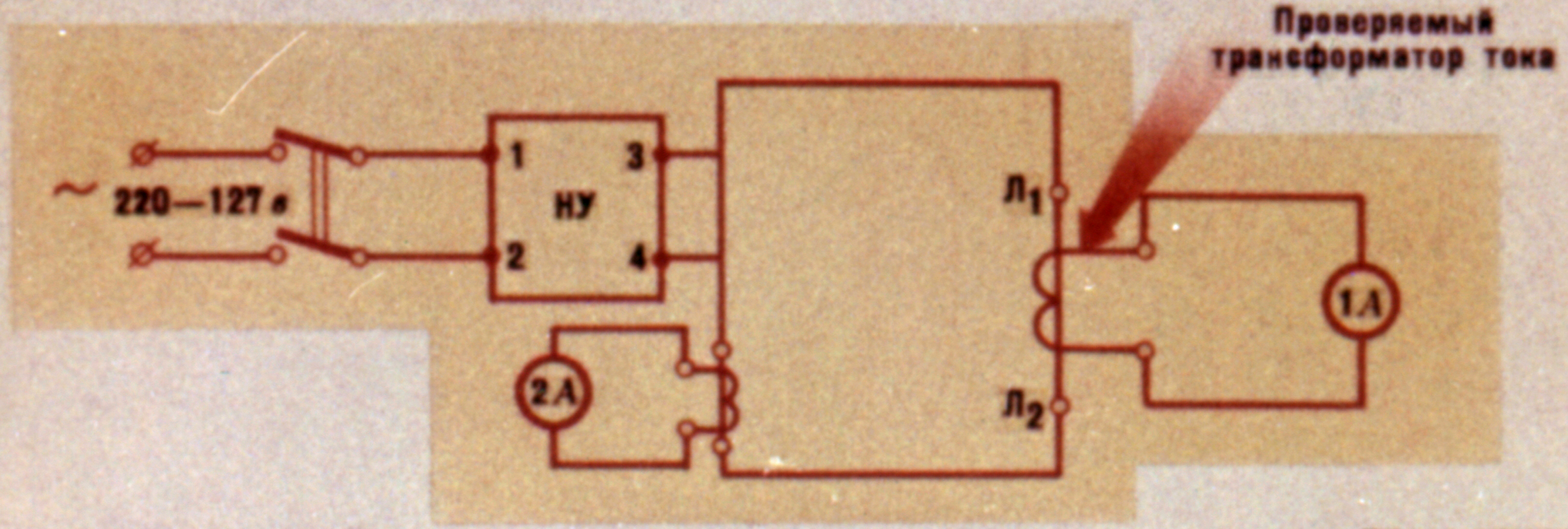
Сопротивление изоляции цепей защиты и автоматики должно быть не менее 1 *Мом* для каждого присоединения.

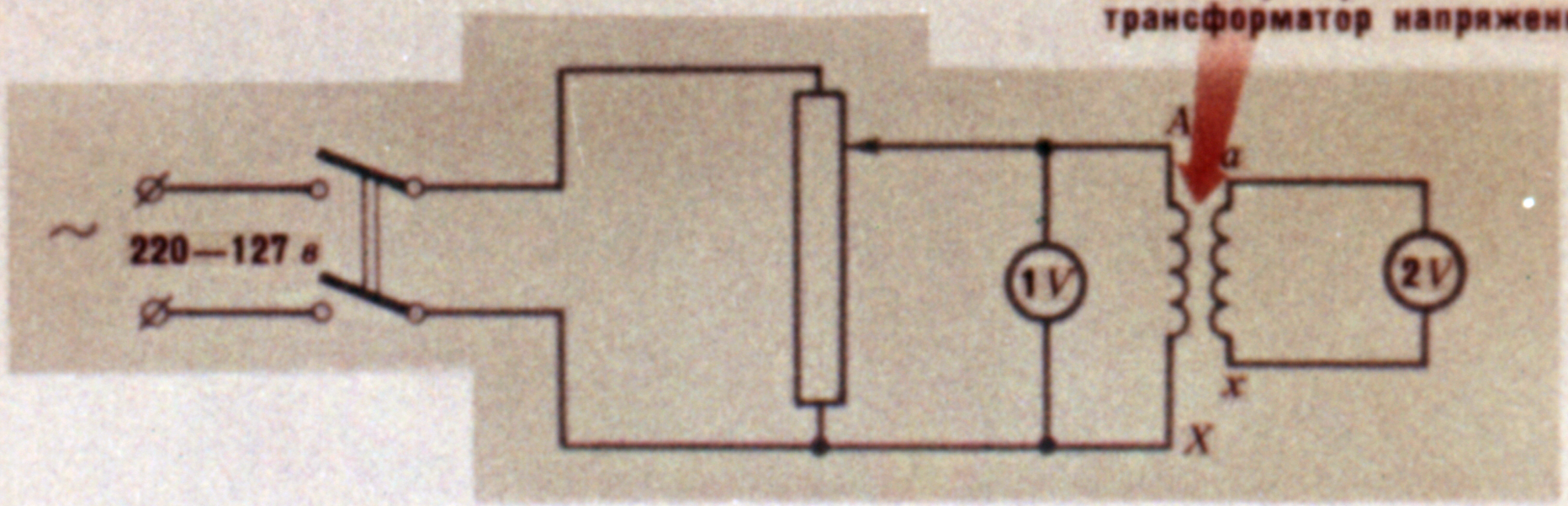


Все работы в цепях вторичной коммутации должны производиться по исполнительным схемам с нанесенной маркировкой проводов, кабелей и зажимов.

В процессе обслуживания производится полная и частичная проверка элементов релейной защиты.

Схемы проверки коэффициента трансформации измерительных трансформаторов

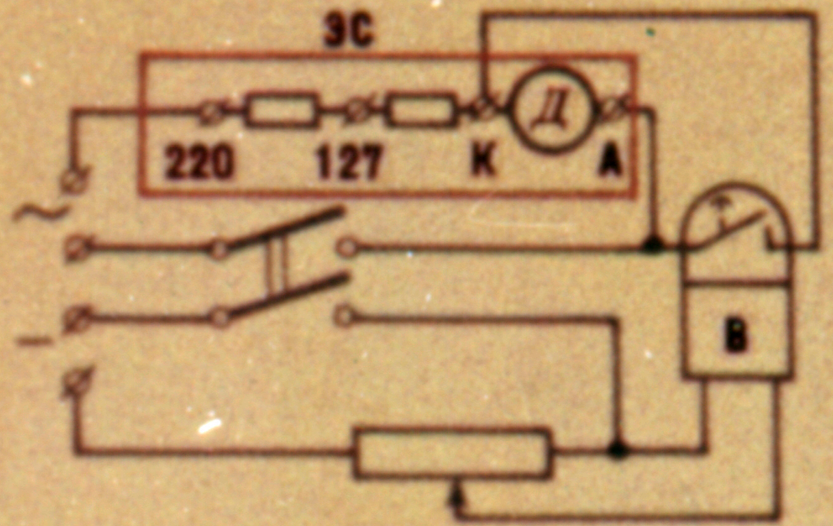




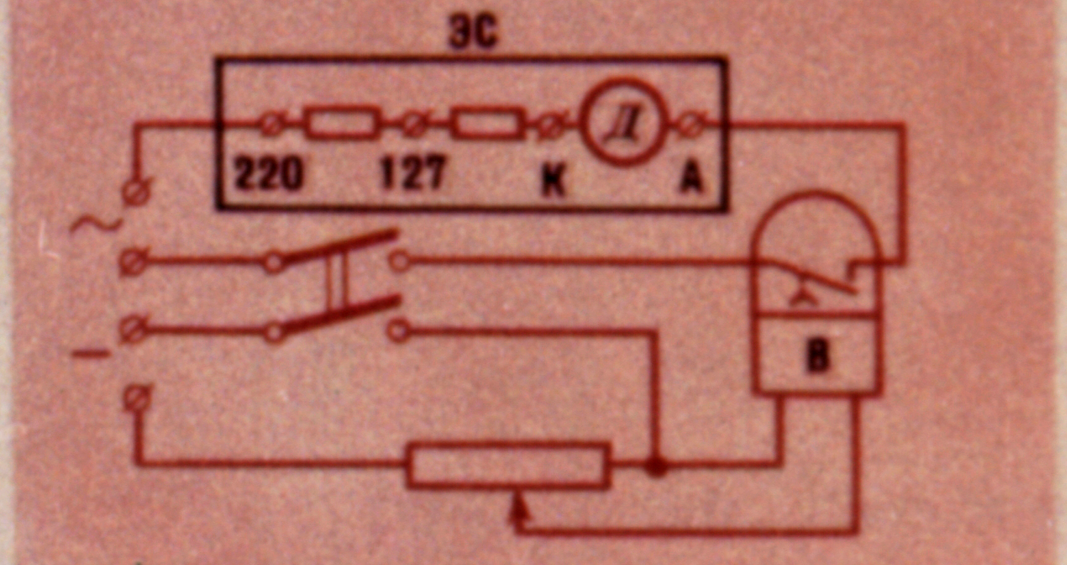
Определение времени работы реле

Схемы измерения:

времени включения

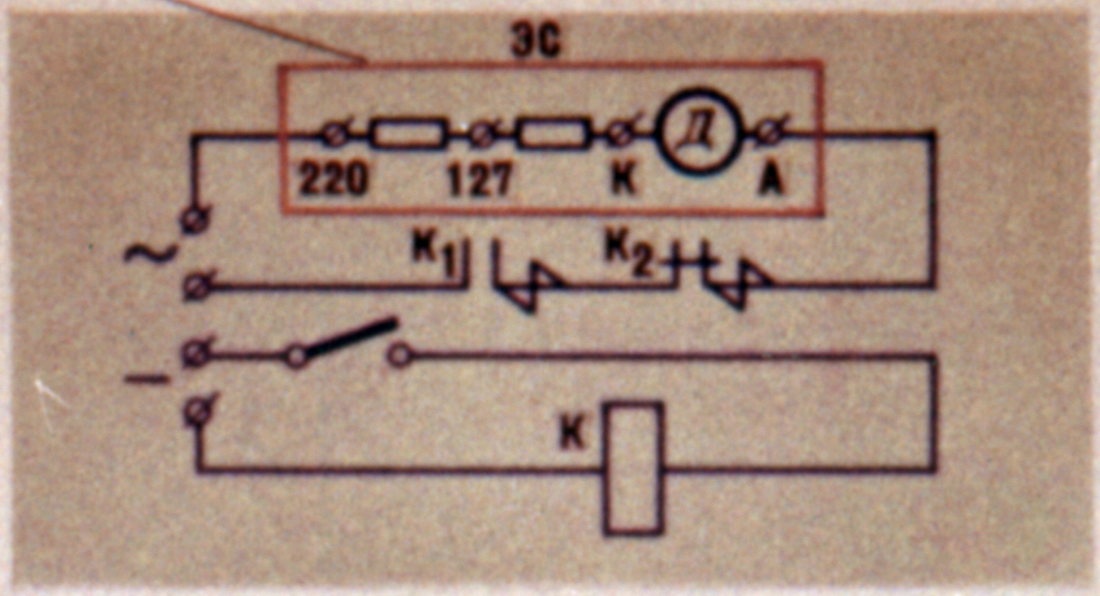


времени отключения



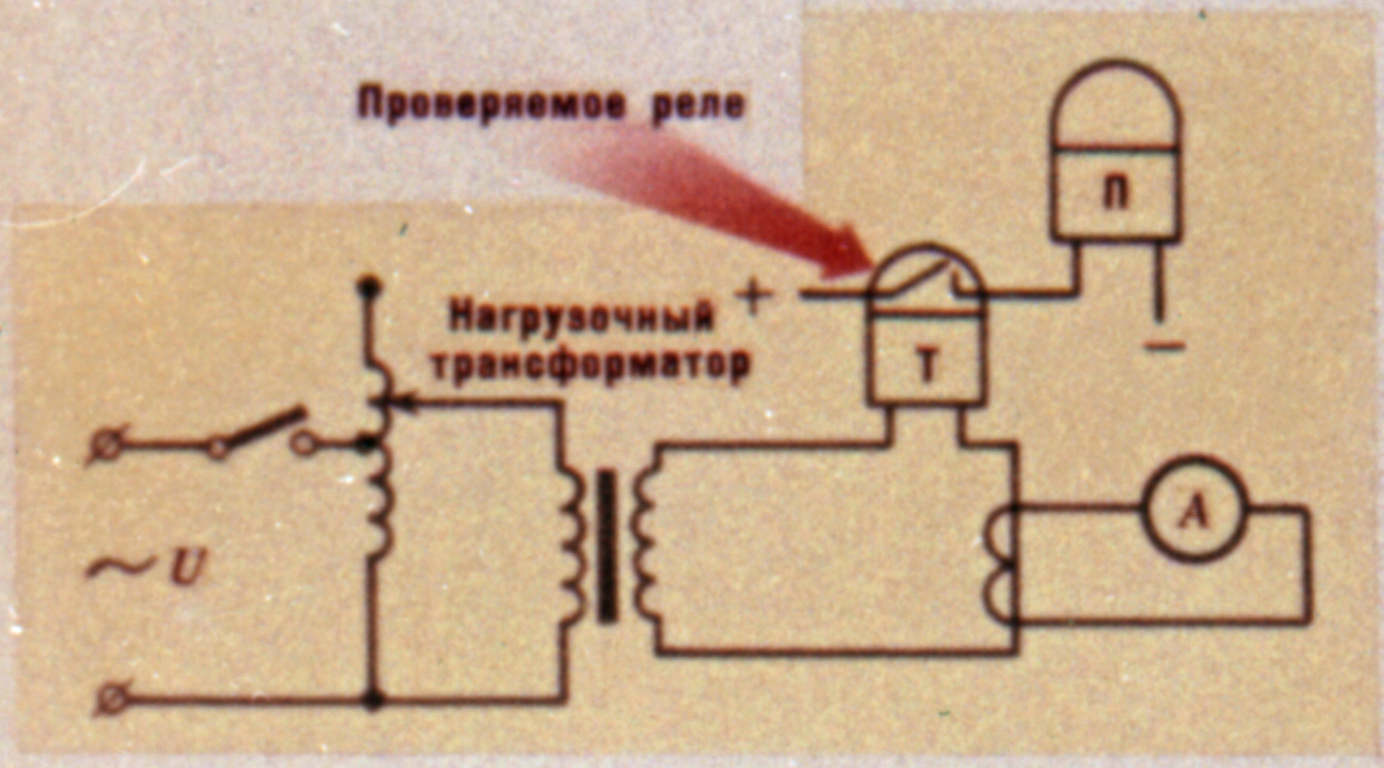
Электросекундомер

времени переключения



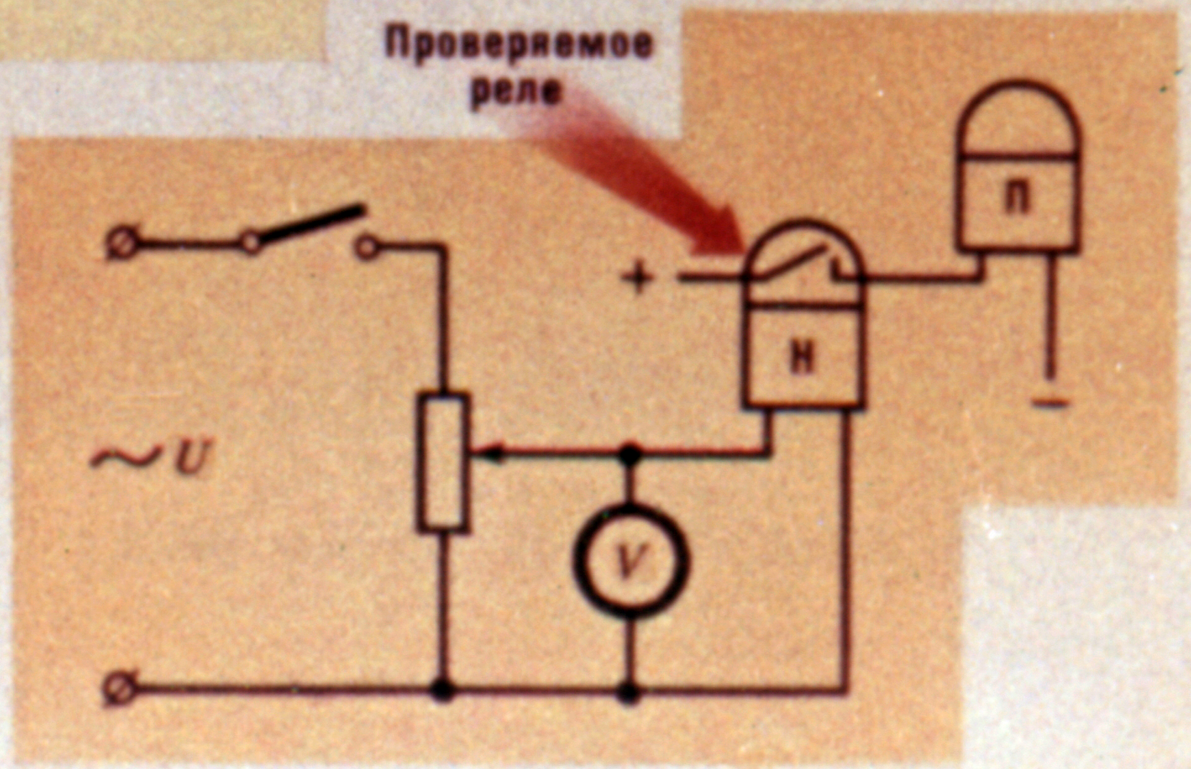
Схемы проверки электромагнитных реле *ЭТ-520* и *ЭН-520*

Проверка токового реле



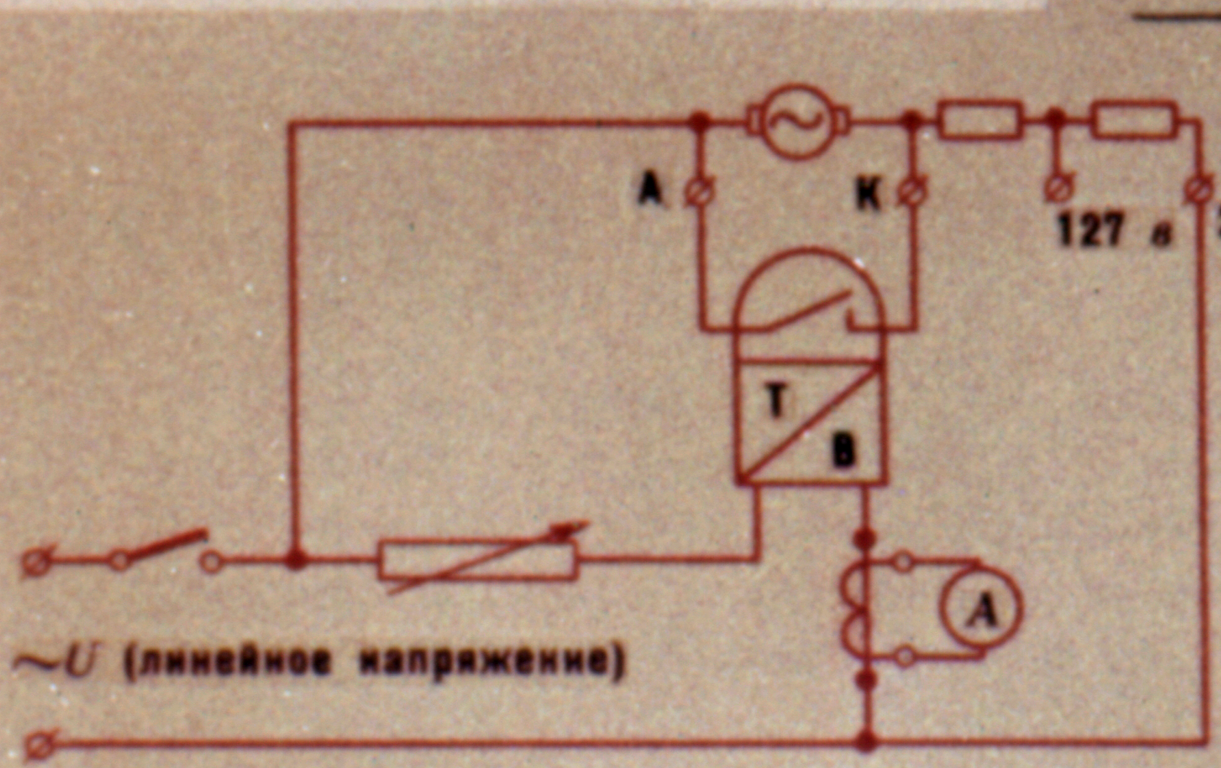
Проверяются ток и напряжение срабатываний и возврата, а также надежность работы контактов.

Проверка реле напряжения

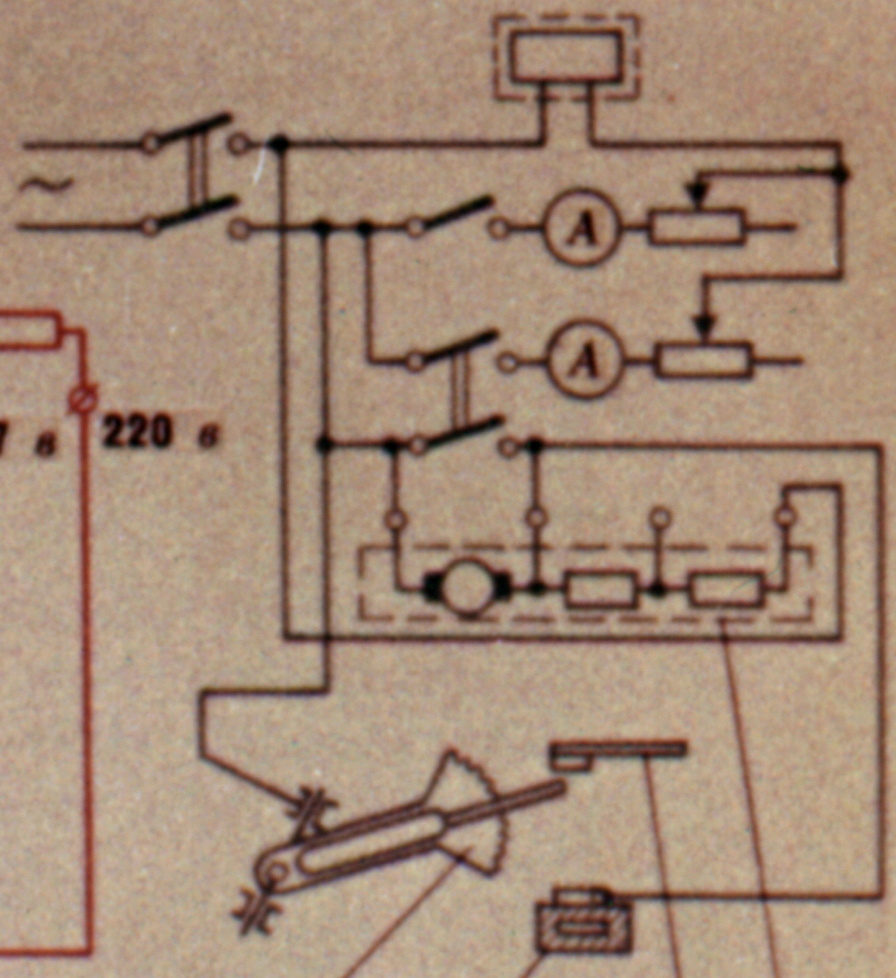


Схемы проверки индукционного реле *РТ-80*

Проверка основных характеристик



Проверка времени возврата индукционного элемента



Проверка взаимодействия всех элементов схем защиты и автоматики

Для проверки подают питание на оперативные цепи, и замыканием контактов реле, ключей переключателей, кнопок и других аппаратов приводят в действие отдельные участки схемы и убеждаются, правильно ли они работают.

Проверка производится по заранее составленной программе, где в определенной последовательности указаны отдельные операции, которые должны быть выполнены при минимальном числе включений первичных коммутационных аппаратов.

Для проверки характеристик релейной защиты применяются специальная испытательная аппаратура и электроизмерительные приборы.

Ползунковый реостат

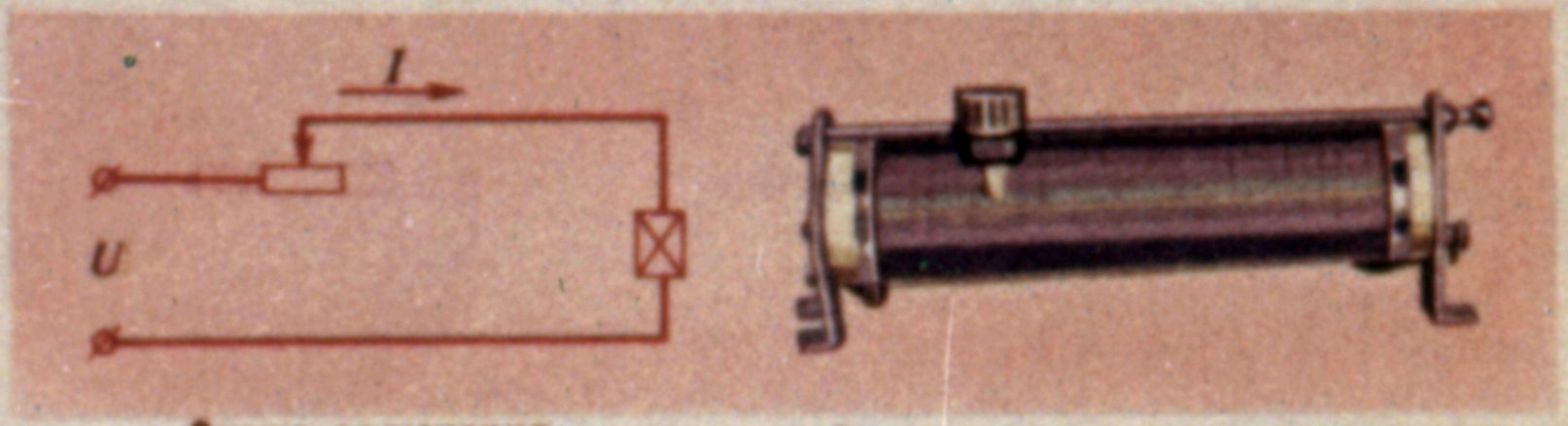
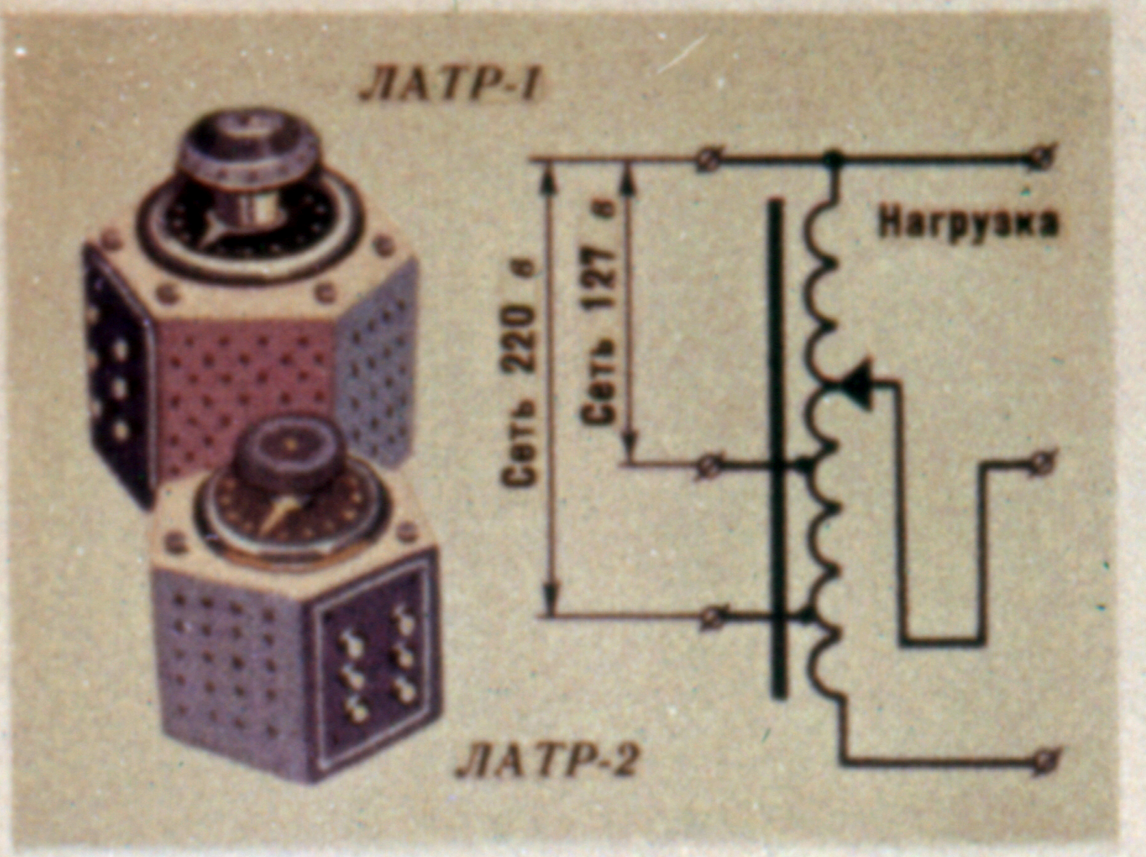
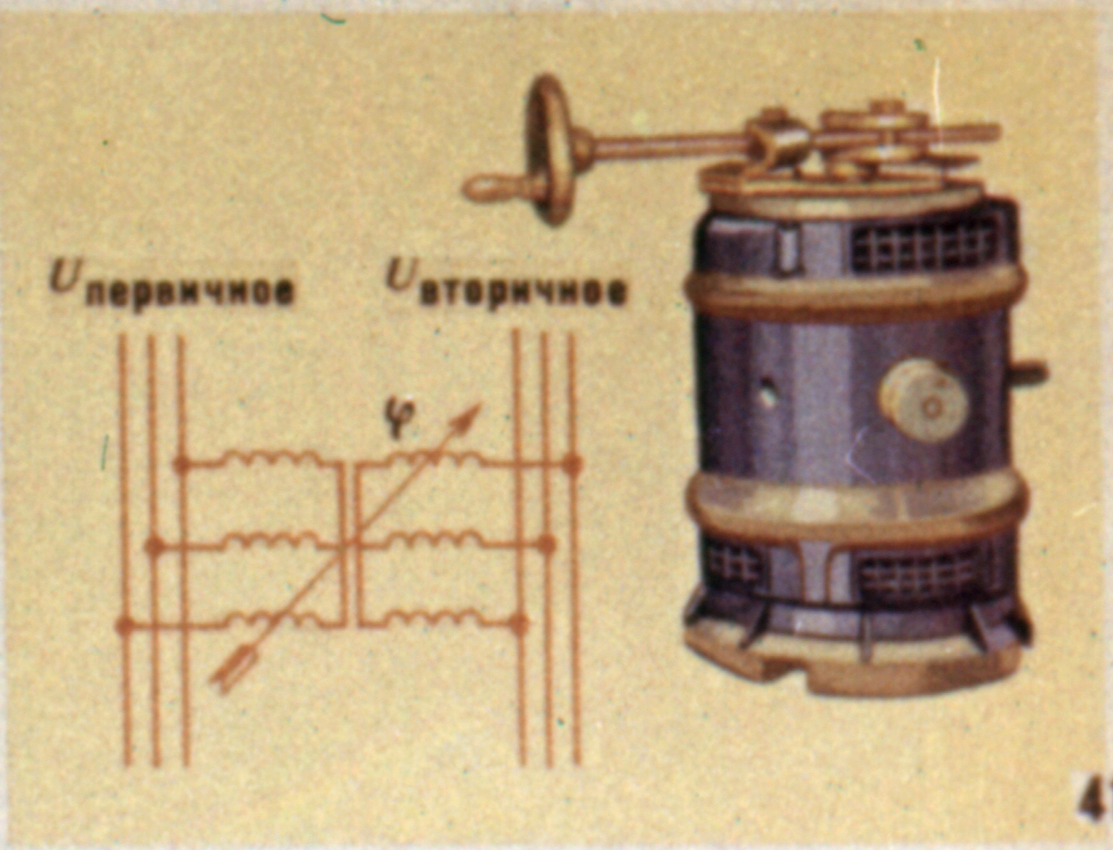


Схема включения

Лабораторные автотрансформаторы



Электромашинный фазорегулятор



Мегомметр *М1101*



Нагрузочный трансформатор

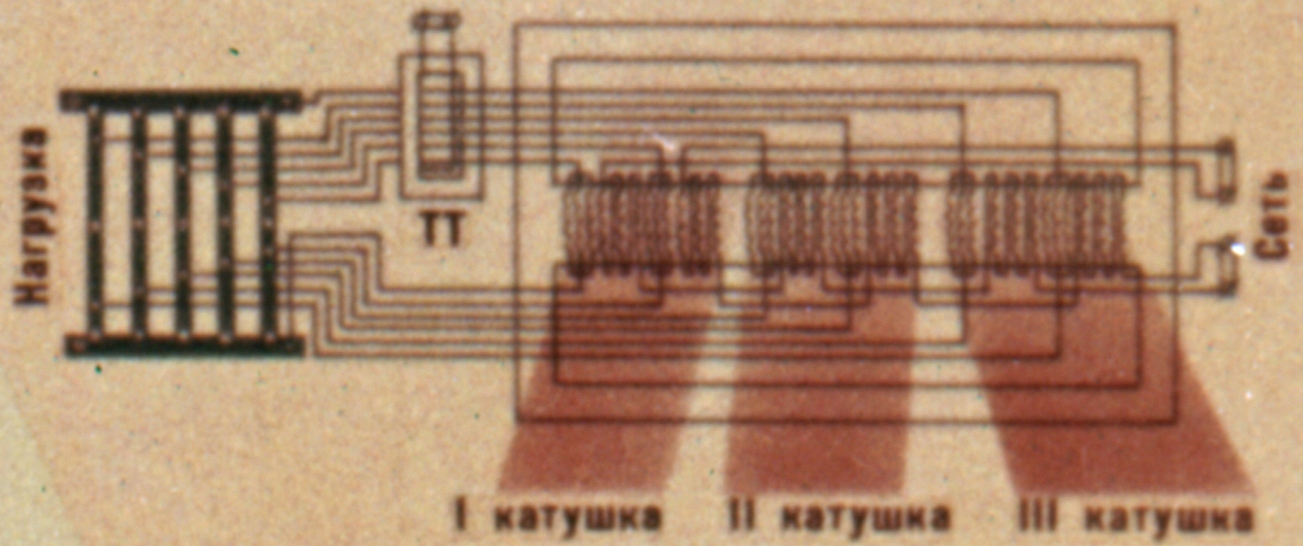
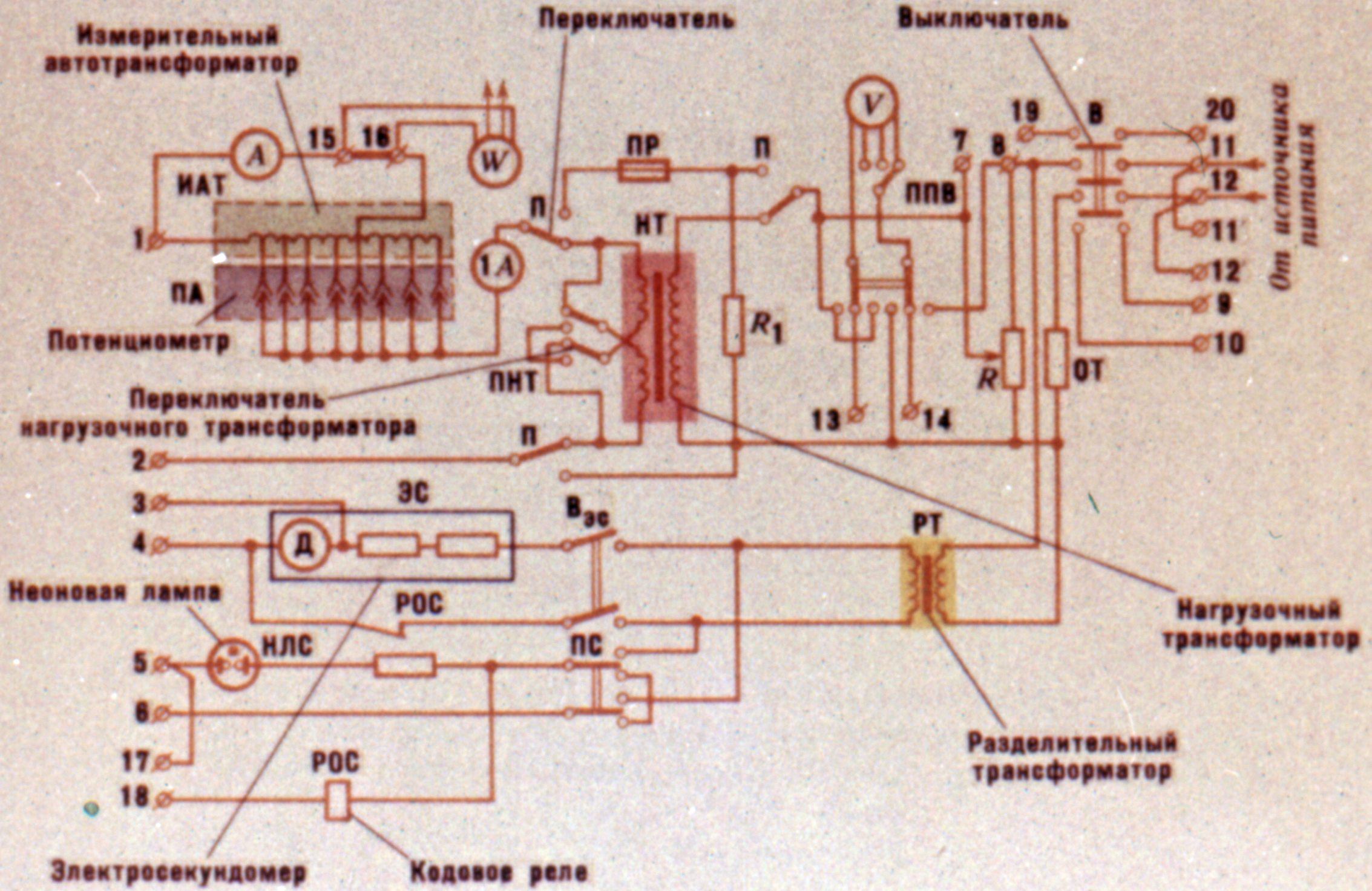




Схема комбинированного испытательного устройства



Конец диафильма

Автор кандидат технических наук
В. А. Козлов

Консультант *К. А. Еремин*

Художники *В. И. Коновалов, Е. В. Зайцева*

Редактор *Ю. И. Зарукин*

М33471

Издано Фабрикой экранных учебно-наглядных пособий
Всесоюзного треста производственных предприятий
Государственного комитета Совета Министров СССР по профтехобразованию
ЛЕНИНГРАД, Л-95
ул. Зои Космодемьянской, 26
-1971-