



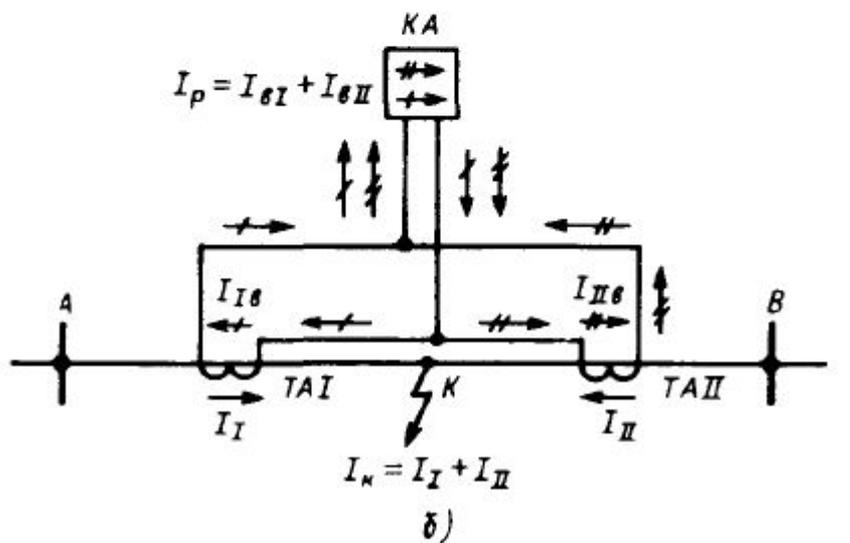
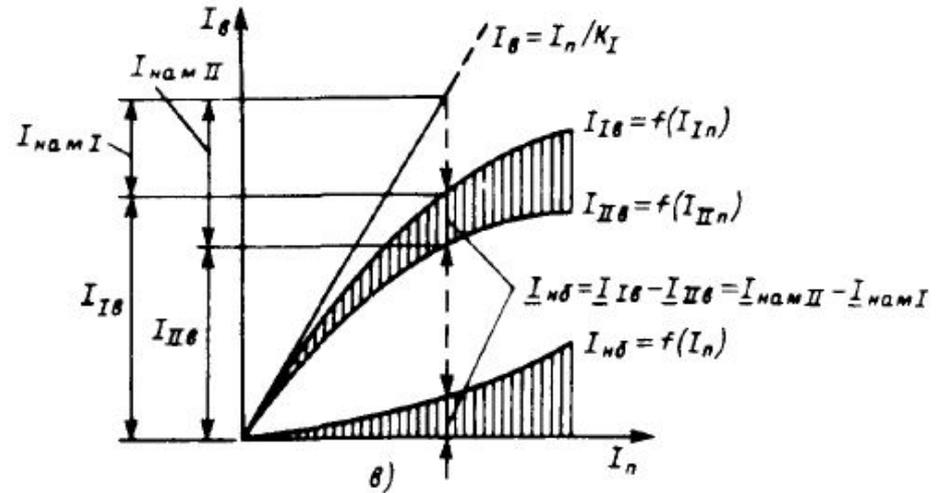
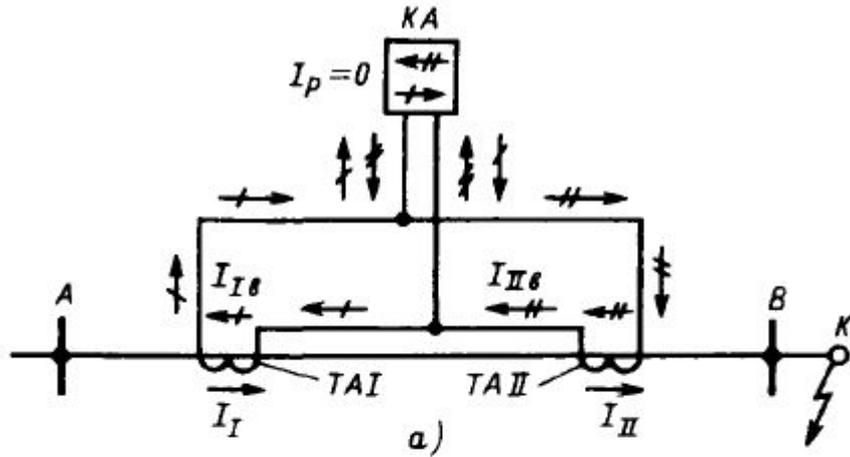
***Релейная защита и  
автоматика  
электроэнергетических  
систем***

**А.Н. Козлов**

***Дифференциальные  
защиты.***

# ПРОДОЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА

Принцип действия защиты с циркулирующими токами

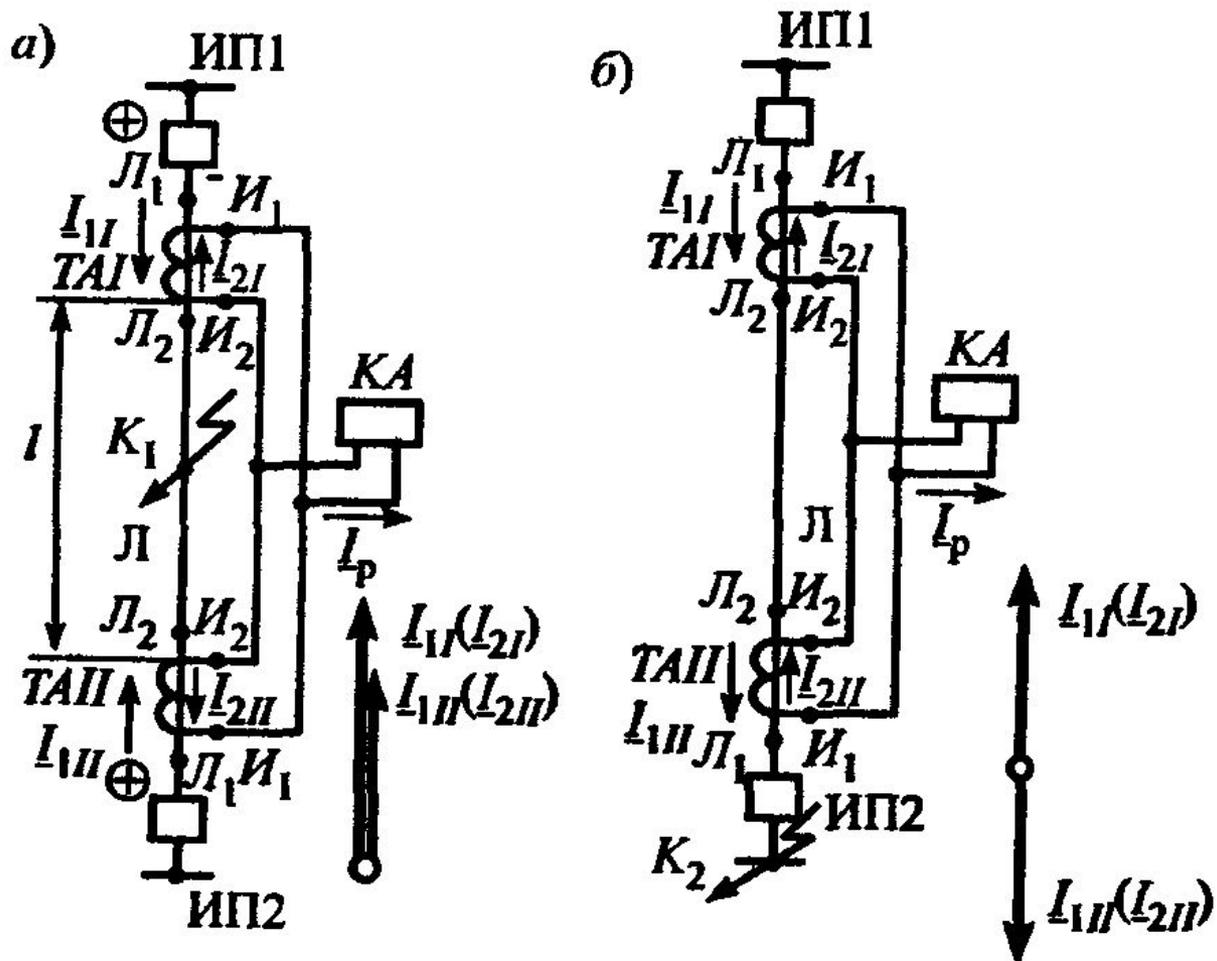


$$\underline{I}_p = \underline{I}_{I\theta} - \underline{I}_{II\theta} = \underline{I}_I / K_I - \underline{I}_{II} / K_{II}$$

$$\underline{I}_p = \underline{I}_{H\delta} = \underline{I}_{I\theta} - \underline{I}_{II\theta}$$

$$I_{c.з} > I_{H\delta \max}$$

Зона, контролируемая продольной дифференциальной защитой

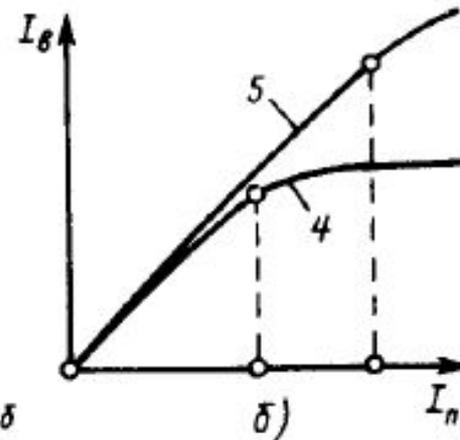
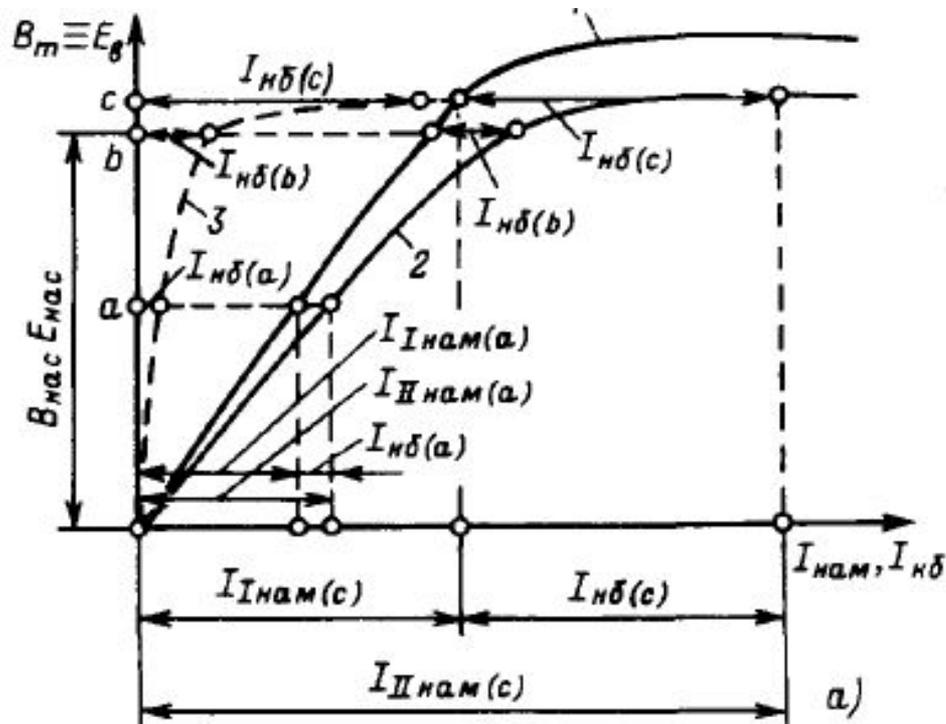


## Токи небаланса в дифференциальной защите

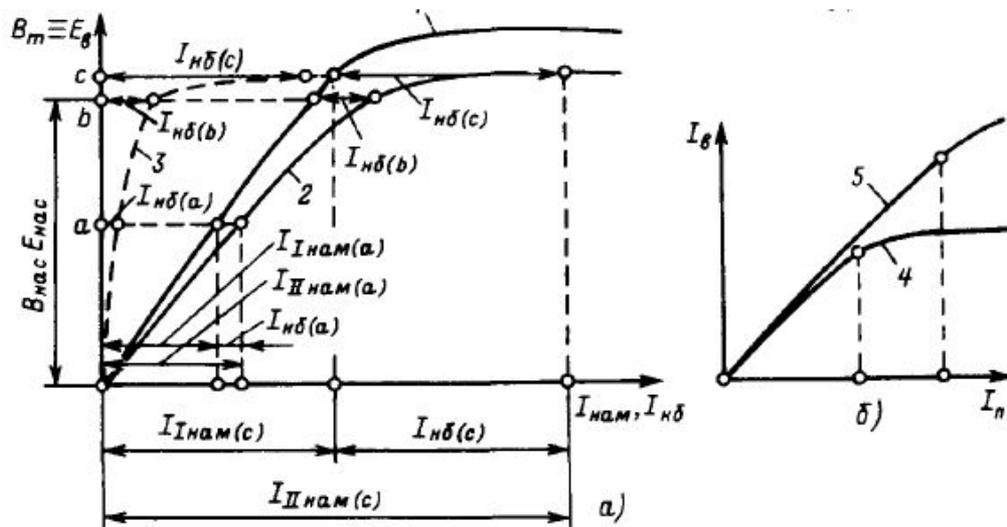
$$\underline{I}_{нб} = (\underline{I}_I / K_I - \underline{I}_{I \text{ нам}}) - (\underline{I}_{II} / K_I - \underline{I}_{II \text{ нам}})$$

При внешнем к.з. имеем  $I_I = I_{II}$ . Тогда:

$$\underline{I}_{нб} = \underline{I}_{II \text{ нам}} - \underline{I}_{I \text{ нам}}$$



4 – характеристика ТТ класса 0,5;  
5 – характеристика ТТ класса Р

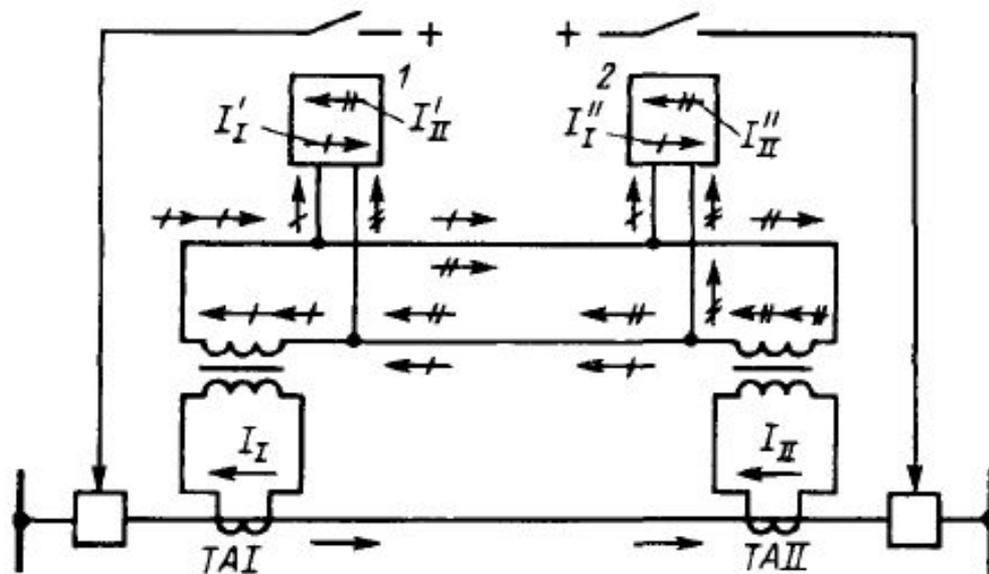


Ток  $I_{нб}$  особенно возрастает при работе в области насыщения ТТ, так как небольшое расхождение в их характеристиках намагничивания вызывает большое различие в токах намагничивания даже при одинаковых значениях вторичных ЭДС  $E_2$  ( $V_m$ ).

Поэтому стремятся к тому, чтобы при максимальном токе внешнего КЗ магнитопроводы ТТ не насыщались и работали в линейной части характеристики. Когда различие их  $I_{нам}$  невелико, погрешность ТТ  $\varepsilon$  не превышает допустимых значений (10%).

Для выполнения этого условия применяются ТТ, насыщающиеся при возможно больших значениях  $E_2$ . Этому требованию наилучшим образом удовлетворяют ТТ класса Р, специально изготавливаемые для дифференциальных РЗ.

### Схема продольной дифференциальной РЗ с установкой реле на обоих концах защищаемой ЛЭП

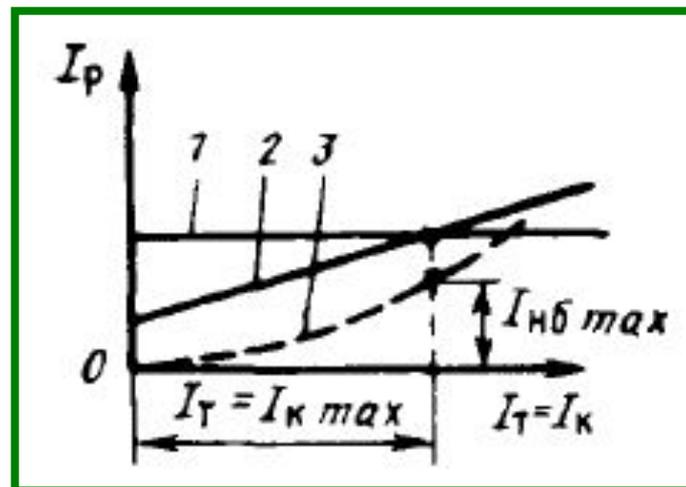
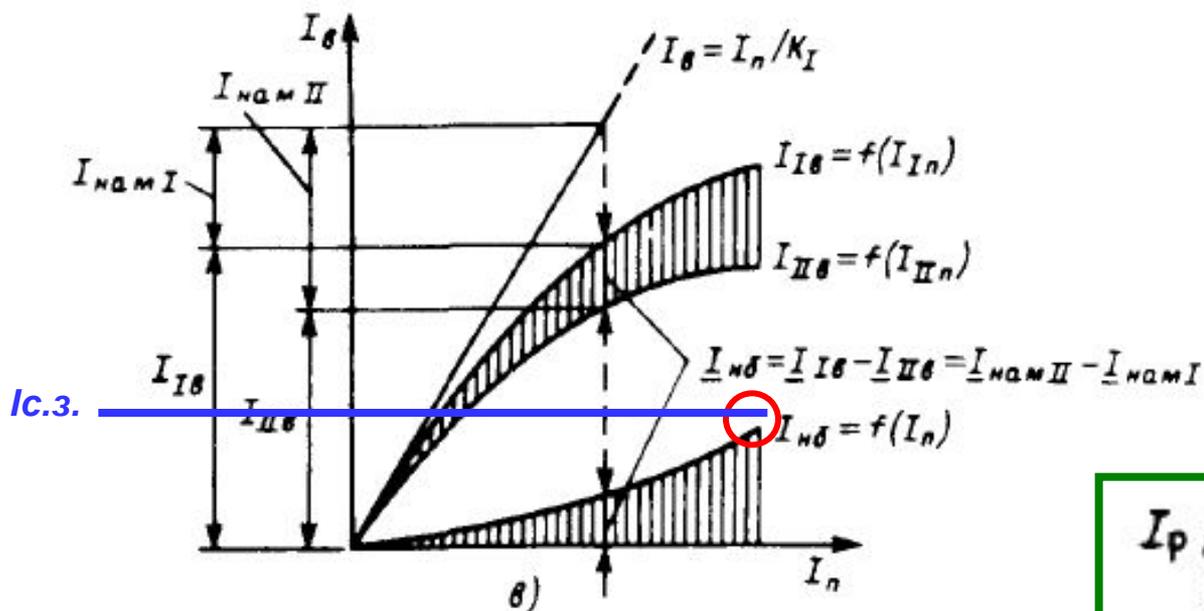


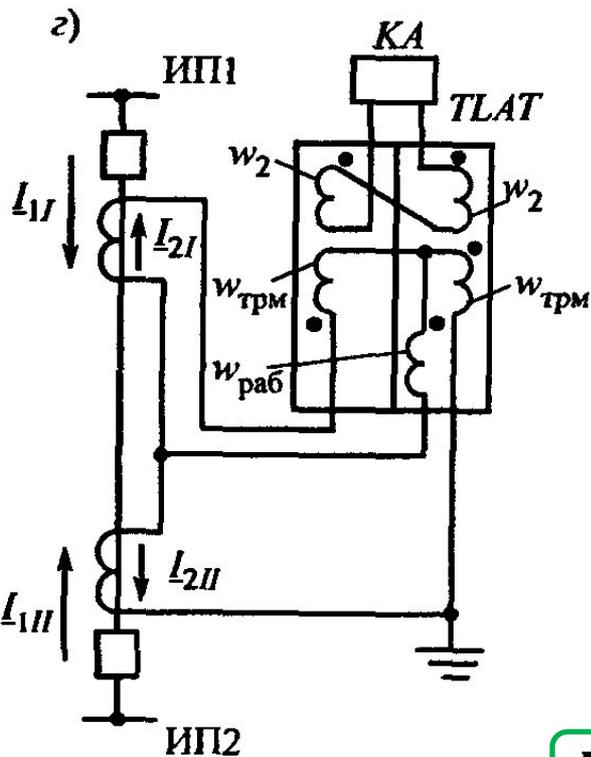
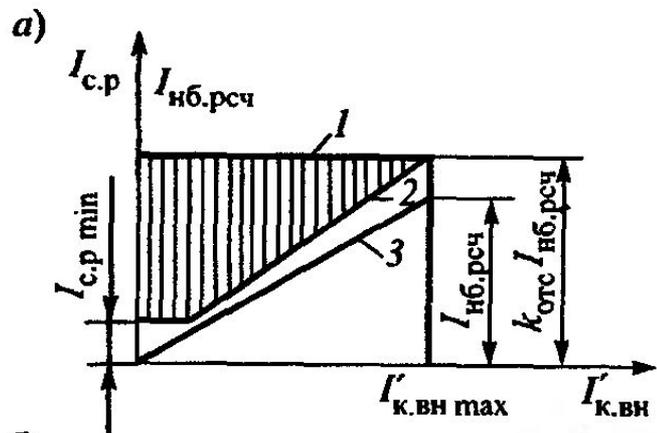
Трансформаторы тока дифференциальной РЗ, устанавливаемые на концах защищаемой ЛЭП, находятся на значительном расстоянии друг от друга. Поэтому связывающие их соединительные провода имеют большое сопротивление, во много раз превышающее предельно допустимые нагрузки ТТ.

Например, медный соединительный провод сечением 1,5 мм на ЛЭП длиной 10 км имеет  $R = 130$  Ом, в то время как допустимая нагрузка ТТ составляет 1-3 Ом ( $25-75 \text{ В} \cdot \text{А}$ ).

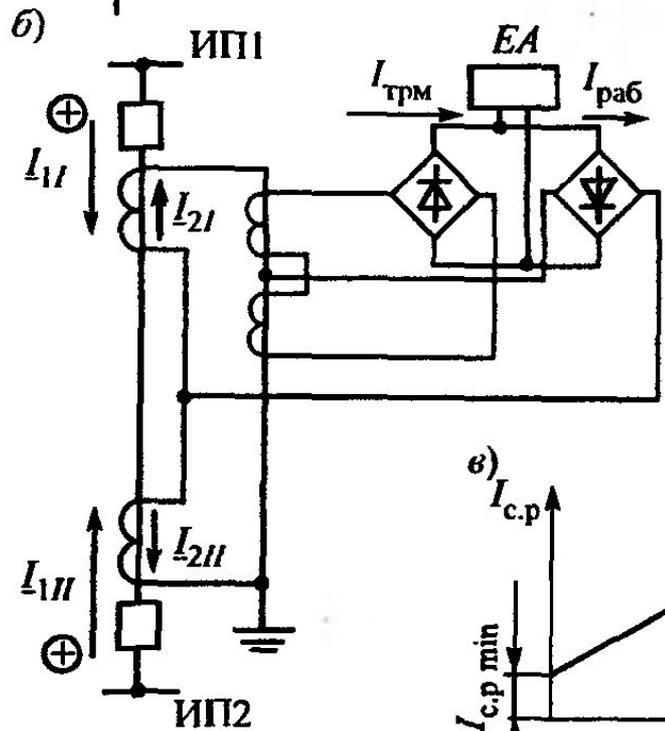
Для снижения нагрузки на ТТ до допустимых значений применяются понизительные промежуточные трансформаторы тока  $TL$ . Они уменьшают значение тока в соединительных проводах в  $K_{TL}$  раз и снижают благодаря этому нагрузку соединительных проводов, приведенную к зажимам основных ТТ в  $K_{TL}^2$  раз, поскольку нагрузка ТТ пропорциональна  $I^2 R$ .

Токи небаланса в дифференциальных РЗ ЛЭП при внешних КЗ могут достигать значительных величин. Для отстройки от **Инб** получили распространение дифференциальные реле с торможением.

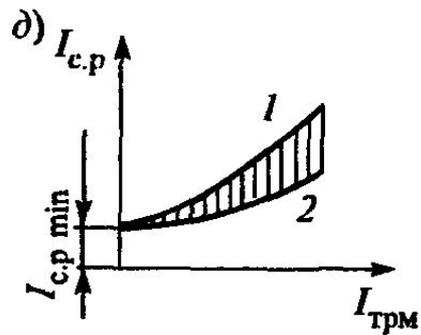
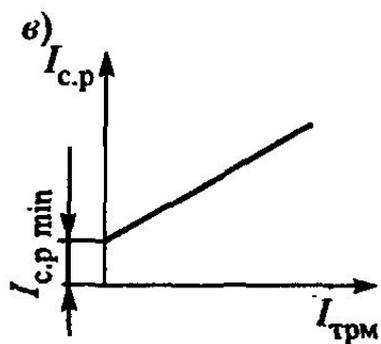




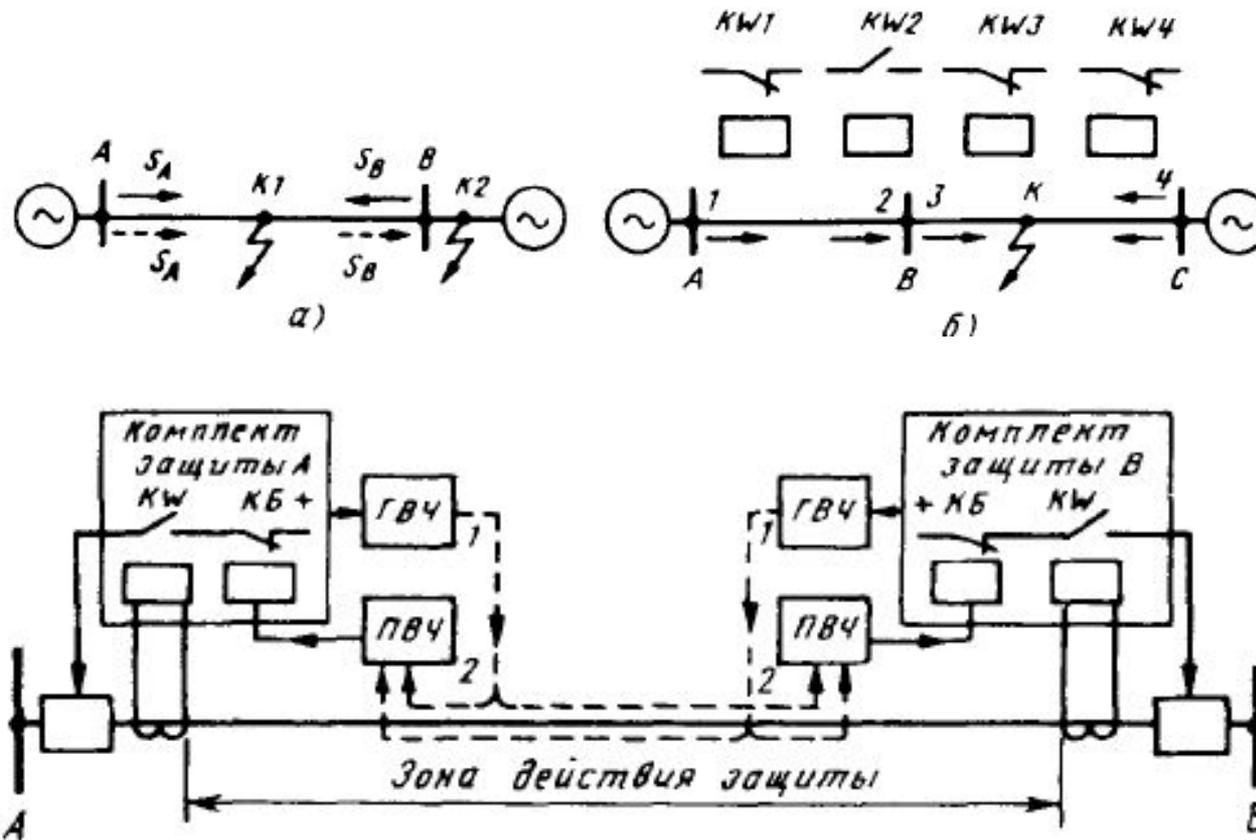
Дифференциальная защита с торможением выпрямленным током (а, б, в) и с магнитным торможением (з, д)



$$I_{c.p} = I_{c.p \min} + k_{трм} I_{трм}$$

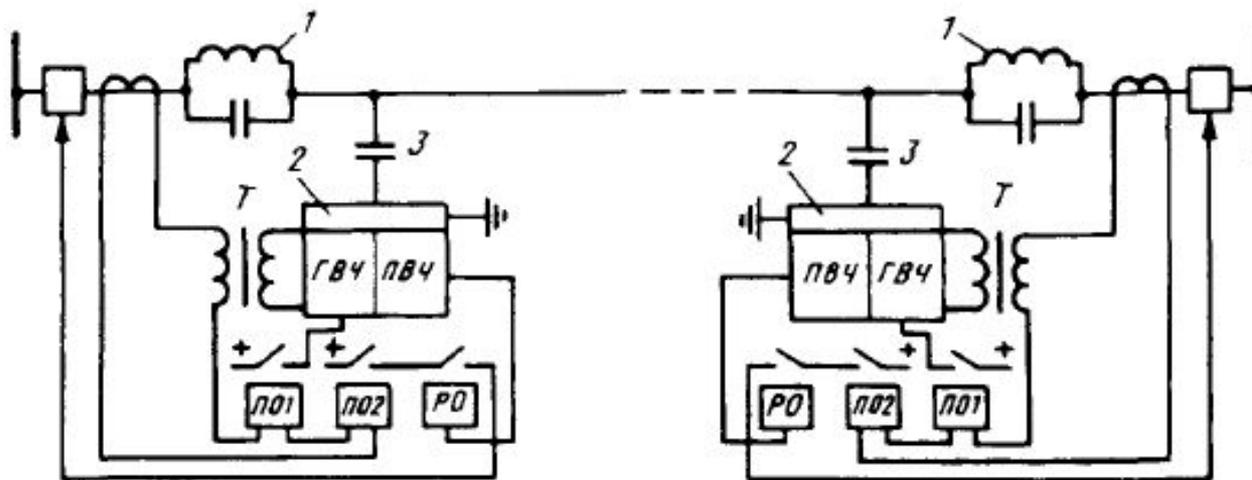
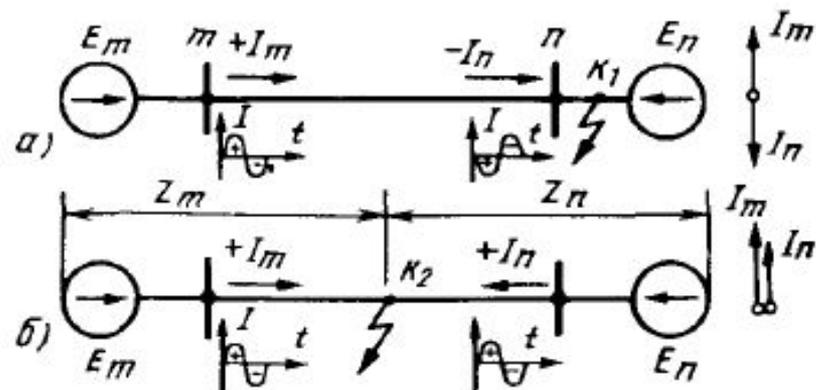


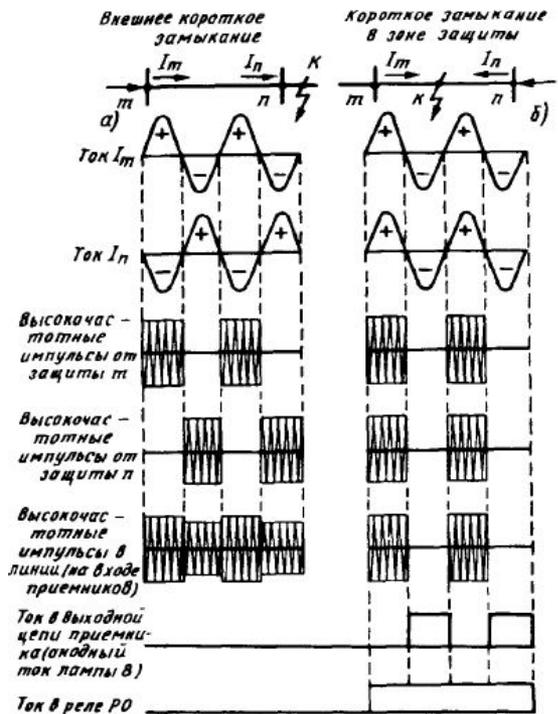
## Принцип действия направленной высокочастотной защиты (ВЧЗ) с ВЧ-блокировкой



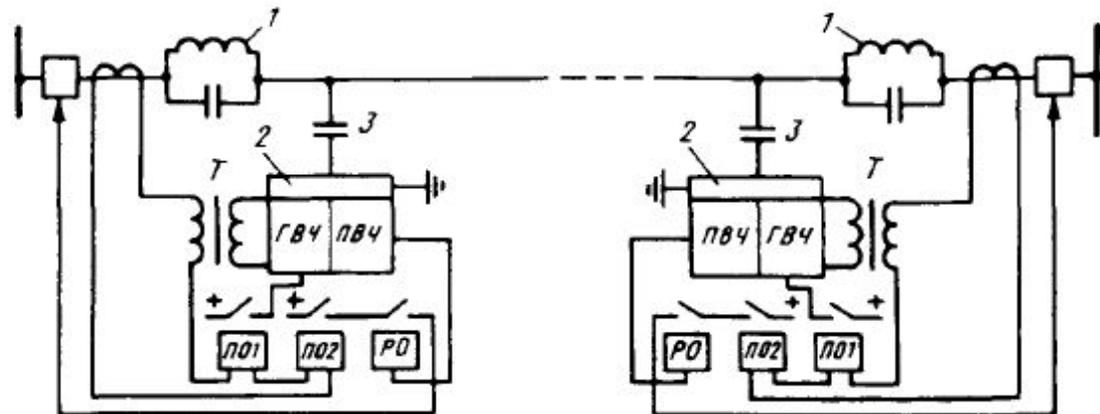
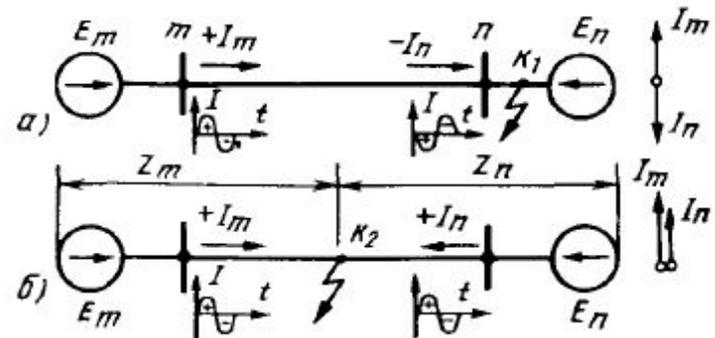
Орган направления мощности (ОНМ) KW2 разомкнет контакты, чем запретит действие на отключение РЗ 2, и одновременно блокирует действие РЗ 1 посылкой ВЧ-сигнала по проводам этой же ЛЭП. Блокирующий сигнал посылается специальными генераторами ВЧ (ГВЧ), управляемыми ОНМ, реагирующими на отрицательный знак мощности, и принимается специальными приемниками токов ВЧ ПВЧ, настроенными на ту же частоту, что и генераторы. Приняв ВЧ-сигнал, приемники ВЧ подают ток в обмотку блокирующего реле KB, которое размыкает цепь отключения РЗ.

## Упрощенная принципиальная схема дифференциально-фазной ВЧЗ

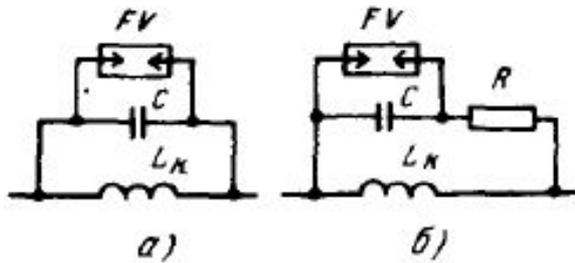
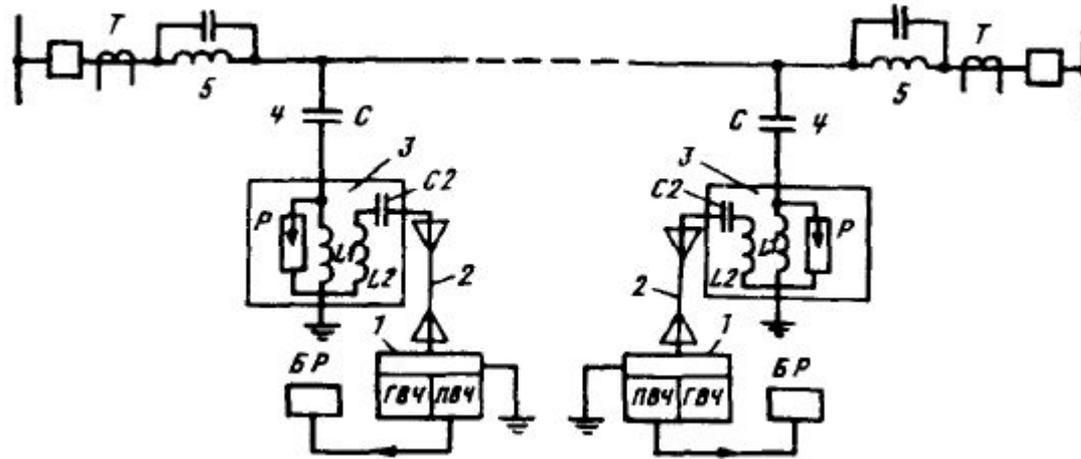




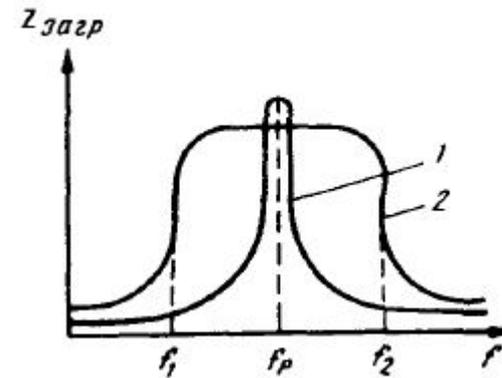
### Диаграммы токов в дифференциально-фазной ВЧЗ



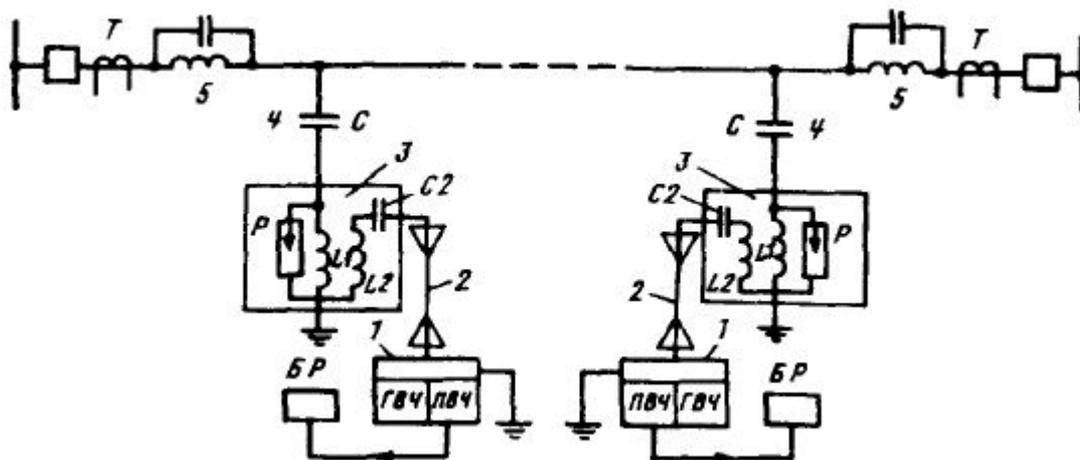
## ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ И РАБОТЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЧАСТИ ЗАЩИТЫ



**Высокочастотный заградитель:**  
 а — резонансный (одночастотный);  
 б — широкополосный



**Резонансные характеристики заградителей:**  
 1 — резонансного; 2 — широкополосного



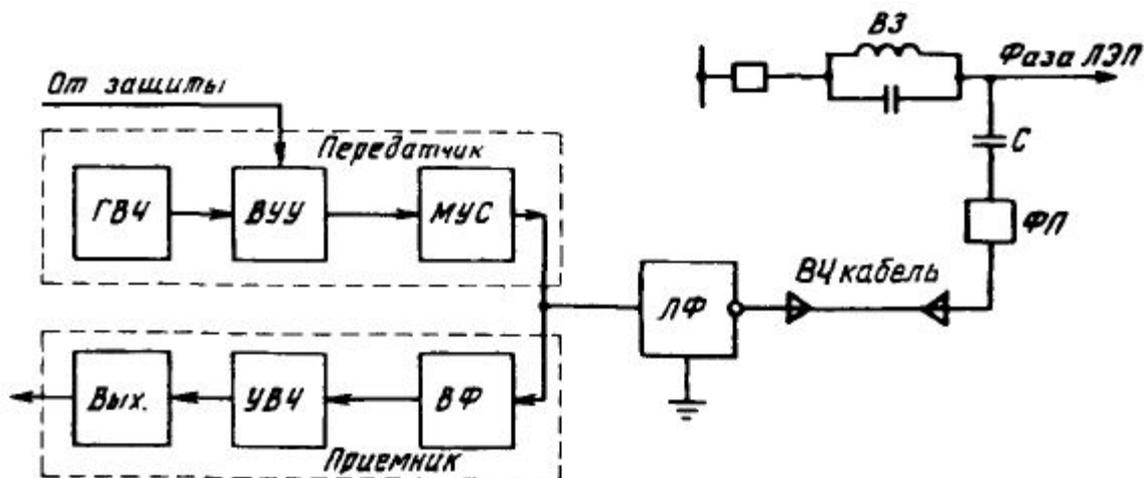
Структурная схема ВЧ-поста

Передатчик ВЧ:

Задающий генератор ВЧ (ГВЧ);

Вспомогательный управляющий усилитель (ВУУ);

Основной усилитель мощности ВЧ-сигнала (МУС)



Приемник ВЧ:

ФП – фильтр присоединения;

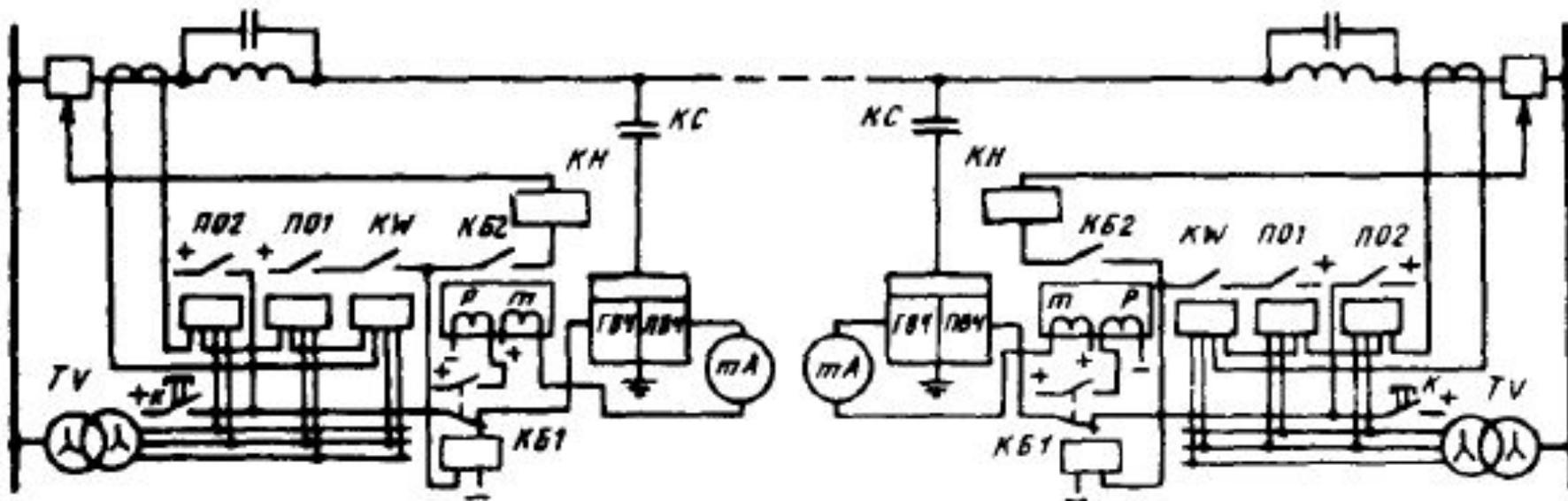
ЛФ – линейный фильтр;

ВФ – входные фильтры (как правило - узкополосные);

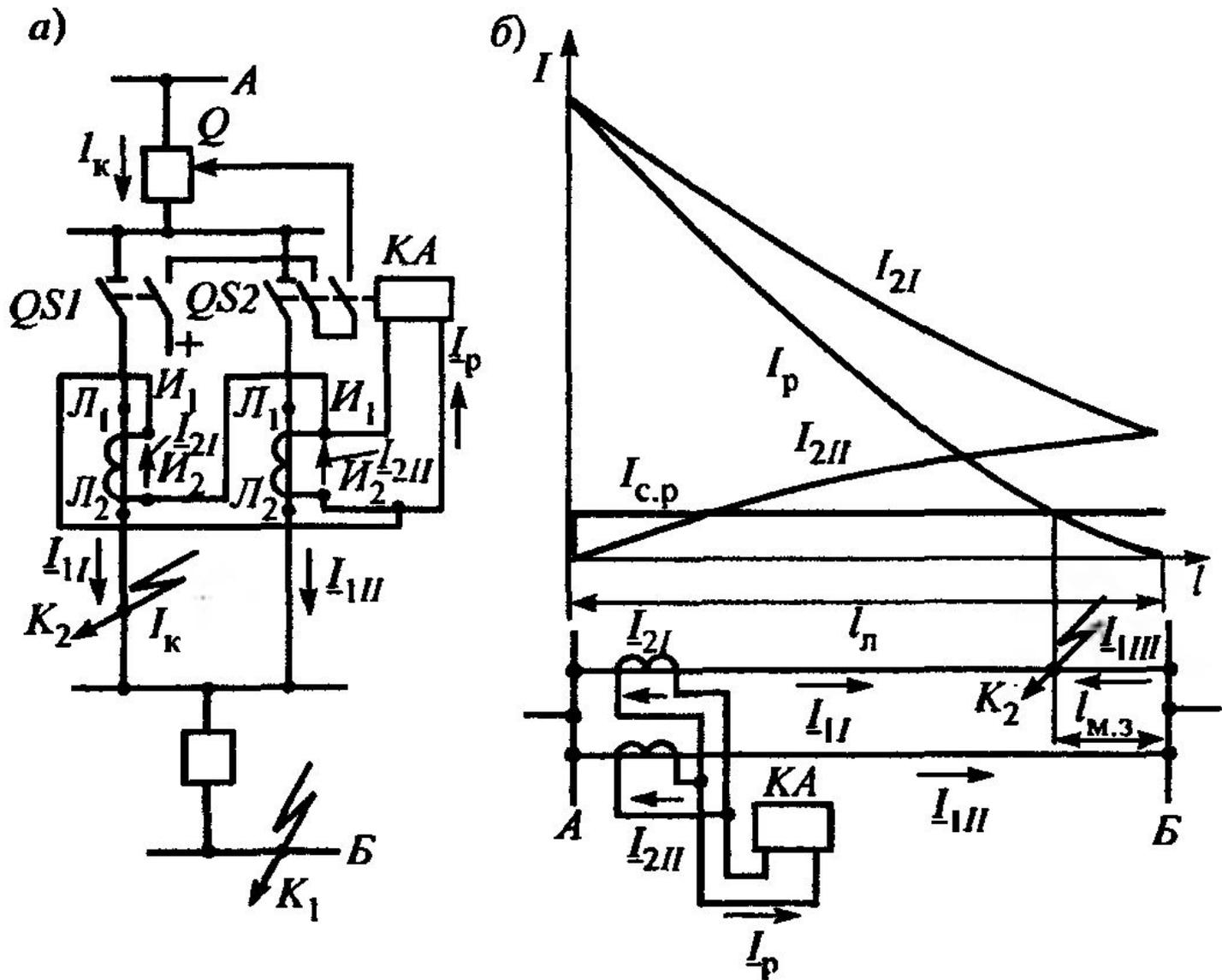
УВЧ – усилитель сигнала рабочей частоты;

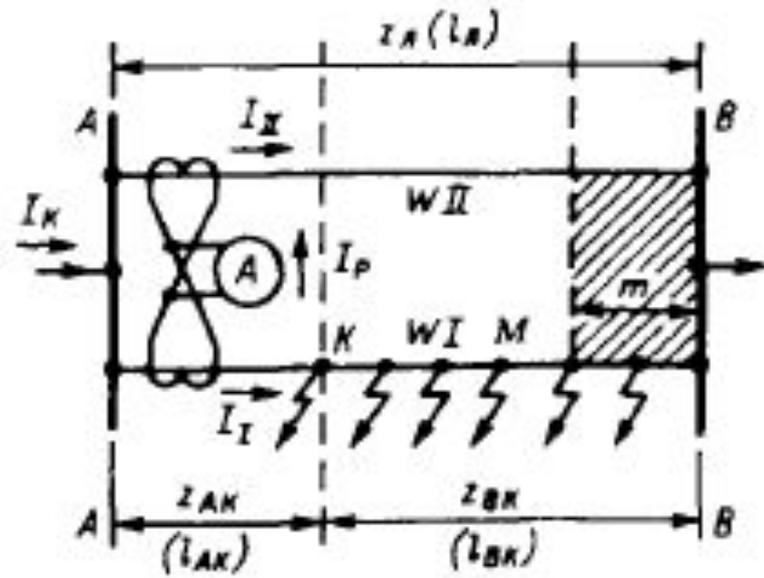
Вых – выходной узел приемника

Упрощенная схема направленной ВЧЗ  
 (р — рабочая и г — тормозная обмотки блокирующего реле KB1)

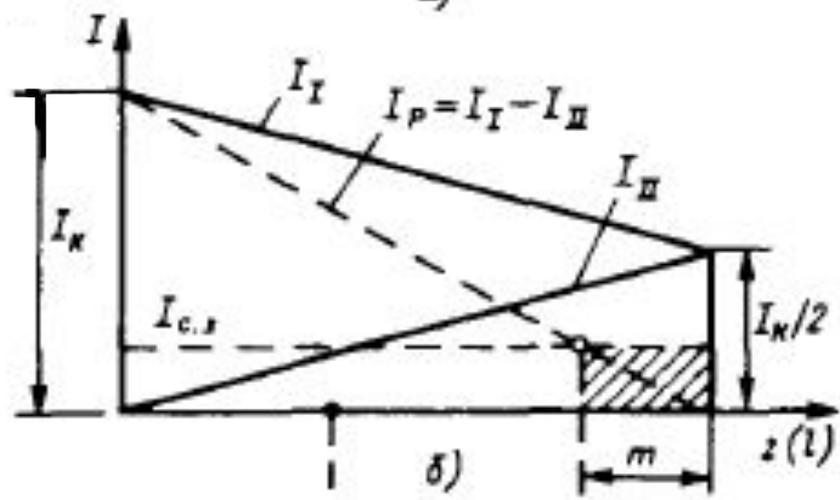


## Поперечная дифференциальная токовая защита сдвоенных линий



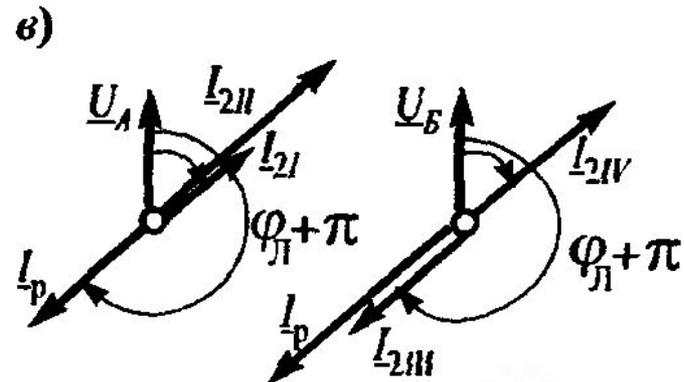
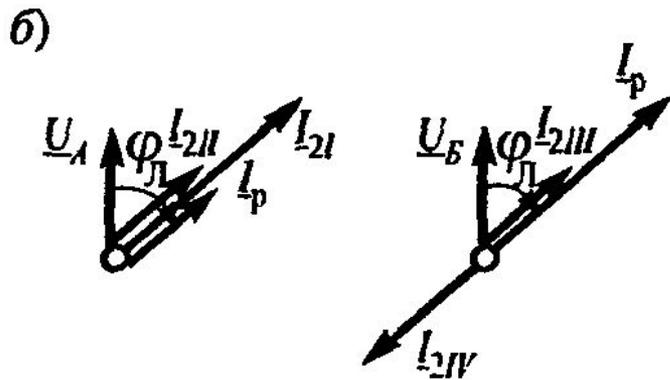
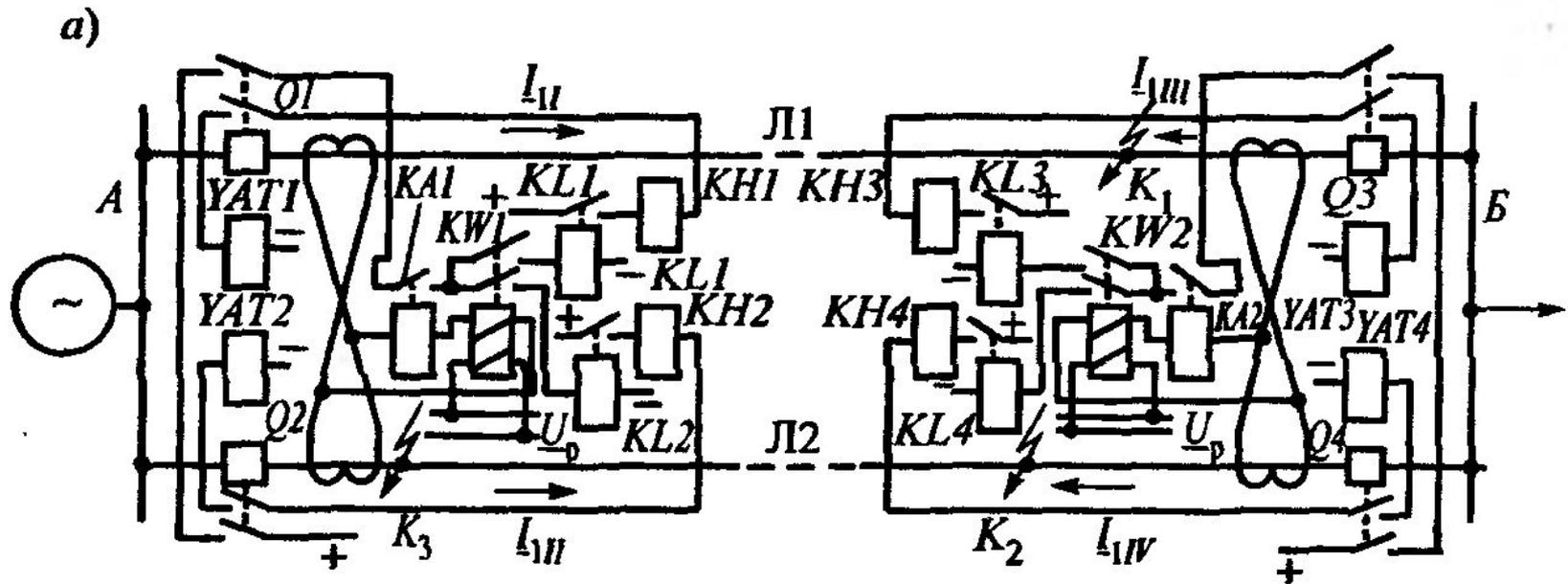


a)



b)

## Поперечная дифференциальная токовая направленная защита



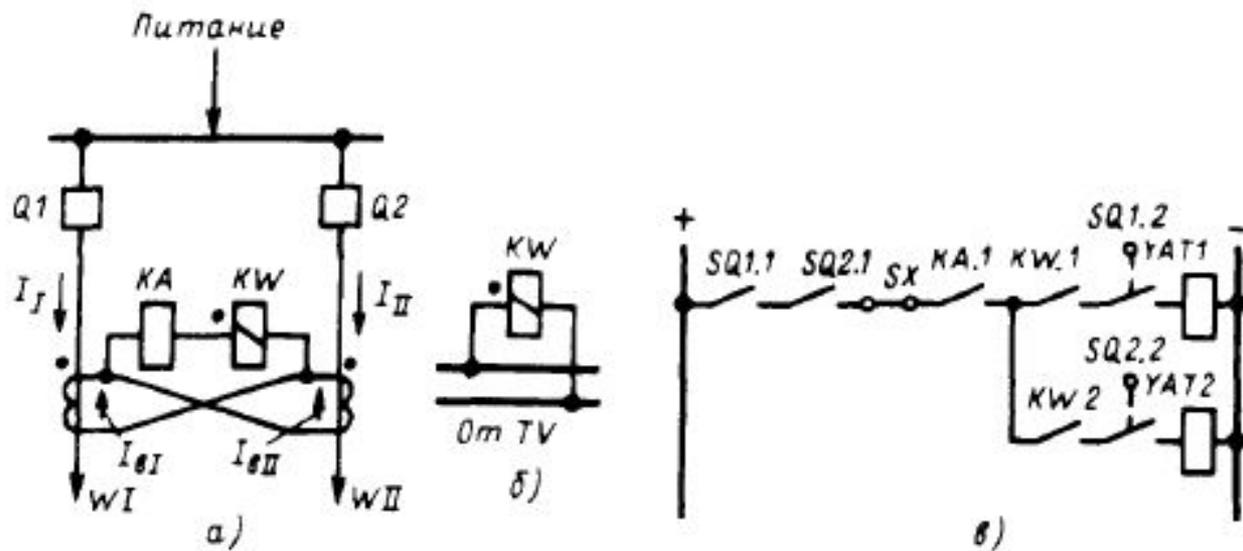
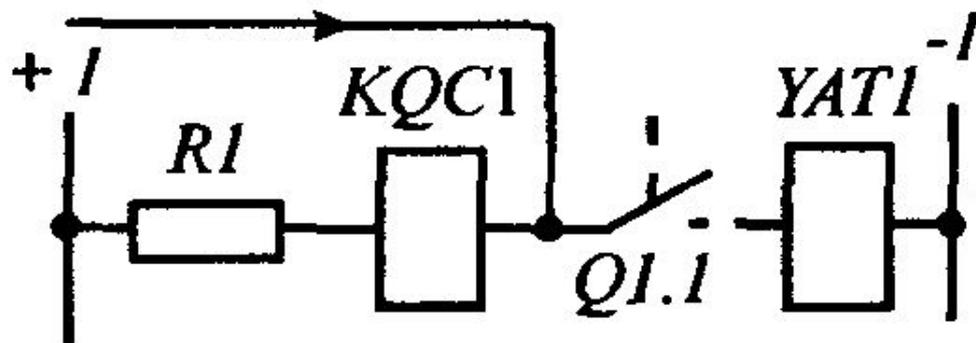
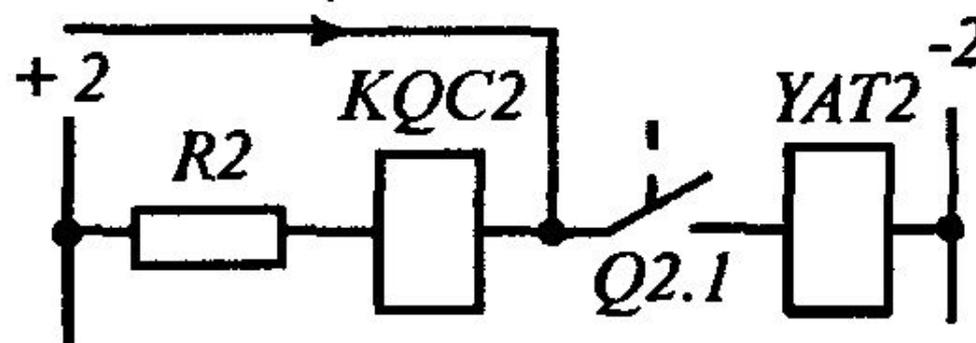


Схема блокировки защиты при отключении  
одной из параллельных линий

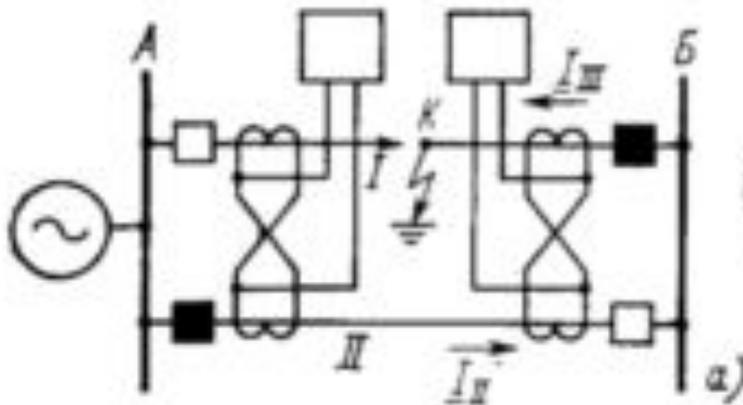
+ От защиты Л1



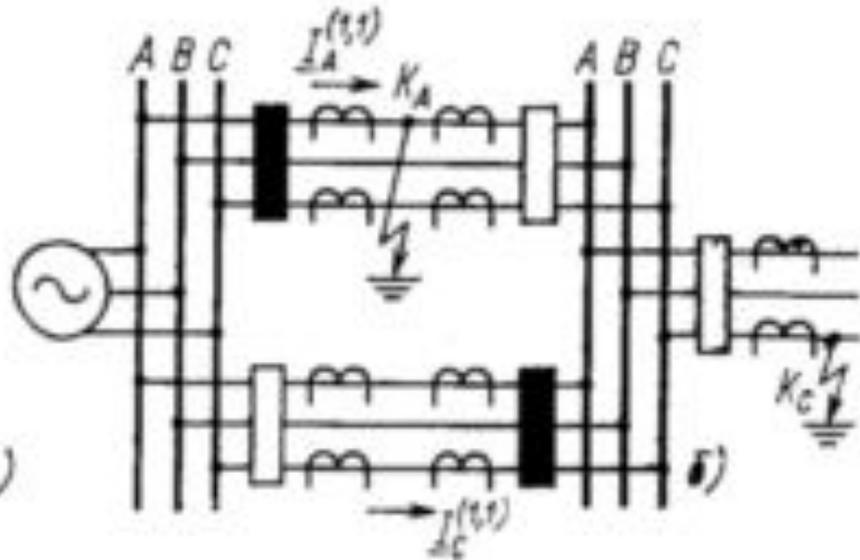
+ От защиты Л2



## Возможные случаи неправильного действия защиты



Обрыв фазы линии с  
односторонним к.з. на землю в  
сети с глухозаземленной  
нейтралью.



Двойное замыкание на землю  
(распределенное двухфазное к.  
з. на землю) в сети с  
изолированной нейтралью.

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ШИН

