

Тип дистанционных защит

К дистанционным реле должны быть предъявлены следующие требования: 1) Время выключения должно в точности соответствовать характеристике реле, должно быть постоянным для данной величины вторичного импеданса (реактанса) вне зависимости от величин токов и напряжений, подводимых к обмоткам реле, и сопротивлений вольтовых дуг в сети. 2) Конструкция реле должна позволять осуществление любых схем защиты (приключение на фазовые или междуфазовые напряжения и токи, а также приключение через фильтры прямой обратной или нулевой последовательности). 3) Конструкция реле должна позволять осуществить различные выдержки времени от мгновенной до любой заданной величины. 4) Конструкция реле должна обеспечить надежную селективность защиты. 5) Должна быть представлена возможность присоединения защиты с элементом направления или без него (последнее особенно важно при осуществлении защиты шин станций и подстанций). 6) Реле для своей установки не должно требовать мощных трансформаторов тока и напряжения. 7) Должна быть обеспечена легкая и надежная взаимозаменяемость частей. 8) Конструкция должна быть проста и надежна в обращении. 9) Должна быть обеспечена возможность быстрого и скорого налаживания производства реле на заводах Союза.

Исследования работы дистанционной защиты импедансного и реактансного типов приводят к выводам: а) Искажения величины замеряемого реактанта для реле реактансного типа в сетях с многосторонним питанием за счет омического сопротивления вольтовых дуг могут достигнуть значительной величины. б) Для того чтобы максимально уменьшить влияние сопротивления вольтовой дуги в сетях с многосторонним питанием необходимо создать мгновенно действующие выключения для реле импедансного или реактансного типов, во всех остальных случаях, сопротивление вольтовой дуги влияет в сторону повышения замеряемых импедансов (реактансов). в) Для дистанционного реле, находящегося первым от места аварии, замеряемый импеданс (реактанс) может колебаться в зависимости от рода аварии и эксплуатационного состояния сети в пределах, равных примерно $\pm 30\%$ от удвоенной величины импеданса (реактанса) участка между местом установки реле и местом аварии. г) Для дистанционных реле, на-

ходящихся за узловыми точками сети (места стыков линий, приключение мощных силовых трансформаторов), замеряемые импедансы (реактансы) могут колебаться в пределах, равных примерно $\pm 30\%$ от величины импеданса (реактанса), вычисленного для случая симметричного двухполюсного короткого замыкания без учета нагрузки сети. д) В связи с изложенным конструкцией реле, позволяющие достигнуть ступенчатую выдержку времени, являются более желательными по сравнению с реле прямолинейной выдержкой времени. е) Селективность для реле ступенчатой выдержки времени осуществляется тем, что на двух третях первого защищаемого участка время выключения одно, на последней трети первого участка и на первой трети второго участка—другое, на второй и третьей третях второго участка—третье, на первых двух третях четвертого участка—четвертое и т. д.

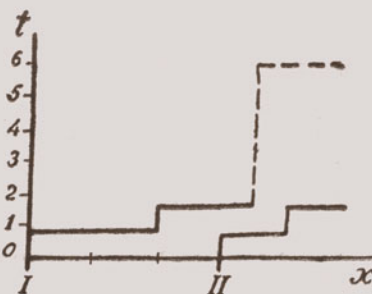


Рис. 1

За последние годы появились различные конструкции ступенчатых дистанционных реле. Главнейшие из них: ступенчатое реактансное реле фирмы Сименс-Шуккерт; ступенчатое реактансное реле GEC и ступенчатое импедансное реле фирмы Вестингауз в Америке.

Ступенчатое реле фирмы Сименс-Шуккерт

Ступенчатое реле Сименс-Шуккерт представляет собой реле реактансного типа.

Характеристика его приведена на рис. 1. Конструкция реактансного элемента реле видна на рис. 2. На общую ось действуют вращающие моменты от системы $EI \sin \varphi$ и системы I^2 при равновесии $EI \sin \varphi = I^2$.

Если момент $EI \sin \varphi$ больше момента I^2 , контактный рычаг дает возможность замкнуть один контакт (правый), если, наоборот, момент I^2 больше момента $EI \sin \varphi$, замкнется другой контакт (левый).

Реле это, как видно из рис. 2,—электродинамическое.

Схема действия защиты показана на рис. 3.

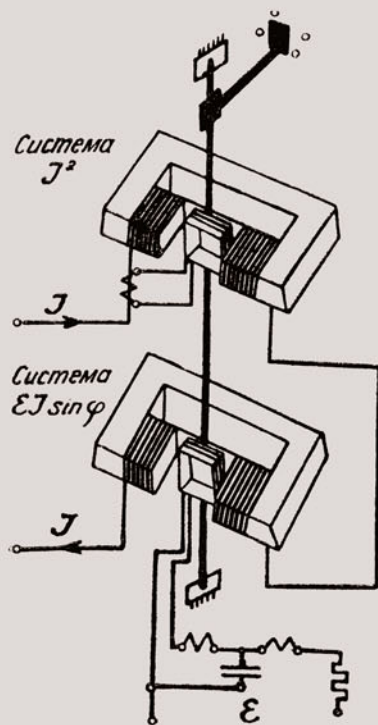


Рис. 2

Пусковой орган Z включает ступенчатое реле времени, которое через 0,8 сек., действуя на ваттметровое реле направления W , дает включающий импульс ступенчатому реактантному реле.

Если измеряемый реактанс x равен или меньше установленной величины x_1 , выключение происходит непосредственно, если измеряемый реактанс больше установленной величины x_1 , дается обратный импульс на реле времени: последнее, произведя переключение цепи постоянного тока, снова через 0,8 сек. включает реактантное реле. Если теперь измеряемый реактанс больше x_1 , но меньше x_2 , производится выключение (через $0,8 + 0,8 = 1,6$ сек.), если же измеряемый реактанс больше x_2 , то выключения с помощью реактантного реле не происходит, а ступенчатое реле времени производит выключение через 2—6 сек. (это время возможно установить произвольно).

Осуществление ступенчатой выдержки времени помощью схемы Сименса требует сложного специального реле ступенчатой выдержки времени и сложной схемы соединений. Конструкция получается громоздкой и в связи с этим ненадежной.

Ступенчатое реле Генеральной компании электричества (GEC)

Характеристика реле приведена на рис. 4, а схема его на рис. 5.

Здесь нижний элемент, состоящий из диска, на который воздействуют моменты: удерживающий (вольтметровый E^2) и вращающий (ваттметровый $EI \cos (45^\circ - \varphi)$) заключает в себе одновременно пусковой орган и орган направления. Нормально замкнуты контакты M ; если напряжение упало, то начнет перевешивать ваттметровый элемент $EI \cos (45^\circ - \varphi)$ (при соответствующем направлении энергии), и при величине вторичного импеданса меньше установленного контакты M разомкнутся, а контакты N замкнутся. Вслед за этим приходит в действие верхний реактантный элемент и реле времени.

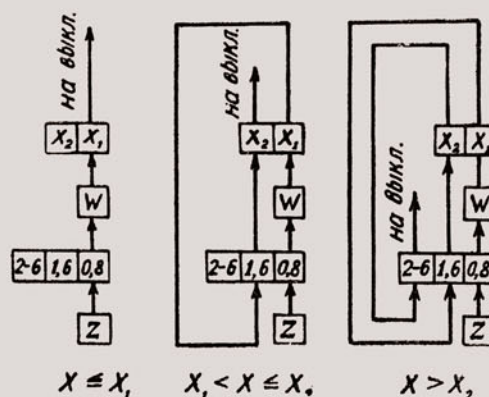


Рис. 3

Если измеряемый реактанс меньше установленной величины x_1 , реактантный элемент держит замкнутым контакт A ,—происходит мгновенное выключение, если измеряемый реактанс больше величины x_1 , но меньше величины x_2 (равен x_2), контактный рычаг реактантного элемента K займет положение между упорами A и B ,—выключение произойдет с выдержкой, определяемой установкой первой ступени реле времени (контакт c). При реактансе, равном или большем x_2 , замы-

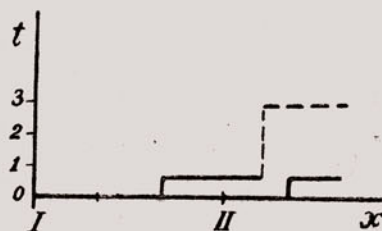


Рис. 4

кается контакт B и с помощью промежуточного реле (не указанного на рисунке) производит переключение постоянного тока от клеммы C к клемме D реле времени,—выключение происходит с выдержкой, определяемой установкой клеммы D реле времени (выключение происходит в момент соприкосновения рычага K_1 с контактом D).

Реле ГЕС в сравнении с реле Сименса отличается простой конструкцией и скоростью действия. К недостаткам его надо отнести: а) постоянную связь работы реактантного элемента

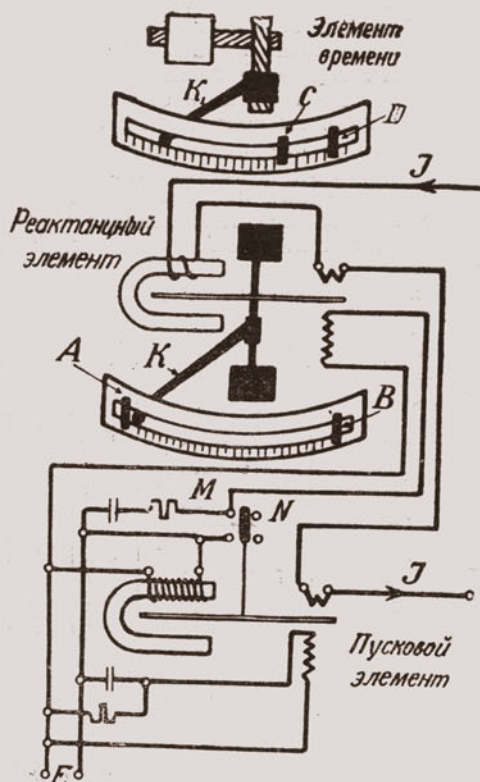


Рис. 5

с элементного направления и б) зависимость расположения контактного рычага \$K\$ от величины тока, подводимого к реле.

Ступенчатое реле фирмы Вестингауз

На рис. 6 приведена внутренняя схема соединений этого реле, на рис. 7 изображена схема импедантного элемента этого реле и на рис. 8 — характеристика его.

Из рис. 6 видно, что в реле Вестингауза отдельно выделен пусковой элемент и элементы импеданса и что работа всех вспомогательных реле и реле времени происходит за счет переменного тока, подводимого к реле.

Число ступеней определяется числом импедантных элементов, а величина ступени устанавливается с помощью реле времени (первая ступень мгновенная).

Рис. 7 дает представление о конструкции импедантного элемента. Последний реагирует на отношение

$$Z^2 = \frac{E^2}{I^2}$$

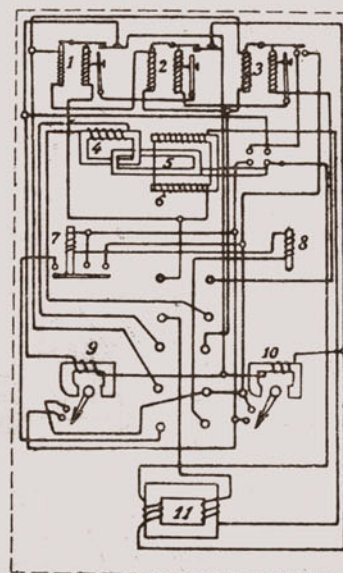
Элемент выполнен как балансир с малым углом отклонения от своего среднего положения, поэтому, хотя импедантный элемент реле Вестингауз электромагнитного характера, все же зави-

симость от тока в областях нормальных насыщений железа практически не сказывается.

Достоинствами этого реле являются: а) возможность осуществления любого числа ступеней

1 — 1-й импедантный элемент; 2 — 2-й импедантный элемент; 3 — 3-й импедантный элемент; 4 — катушка напряжения; 5 — элемент пуска; 6 — токовая катушка; 7 — промежуточное реле; 8 — блинкер; 9 — элемент времени 2-й ступени; 10 — элемент времени 3-й ступени; 11 — трансформатор.

Рис. 6. Суточное реле фирмы Вестингауз. Внутренняя схема соединений.



при соответствующем числе установок импедантных элементов и элементов времени, б) простота конструкции импедантного органа.

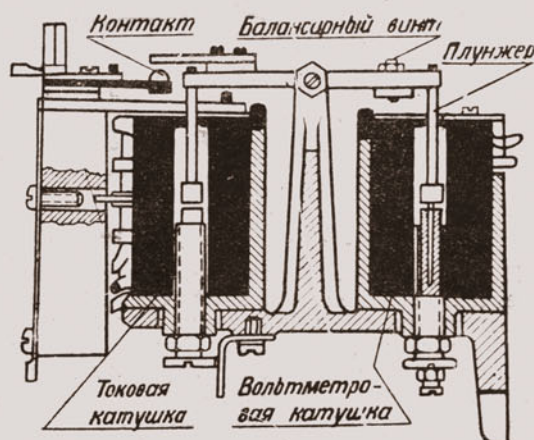


Рис. 7

К недостаткам его относятся: а) импедантный характер защиты, б) включение вспомогательных реле в цепь переменного тока, в связи с чем требуется дополнительная мощность трансформаторов тока, в) сложность схемы.

Ступенчатая дистанционная защита по схеме автора

Действие защиты уясняется из рис. 9.

Особенность схемы заключается в изобретенной автором системе блокировки дистанционных элементов и элементов времени на постоянном токе.

В нормальном положении контакты B всех дистанционных элементов замкнуты. Если авария происходит на первом участке, получается наибольшее падение напряжения, и токовые системы всех дистанционных элементов, противодействуя системам напряжения, замыкают контакты A , при этом выдержка времени определяется установкой реле времени S_1 .



Рис. 8

Если авария происходит на следующем участке, приходит в действие все дистанционные элементы за исключением первого, выдержка времени определяется установкой выдержки реле времени S_2 , при аварии на следующем участке работают все реле за исключением первых двух: работает реле времени S_3 и т. д. (рис. 12).

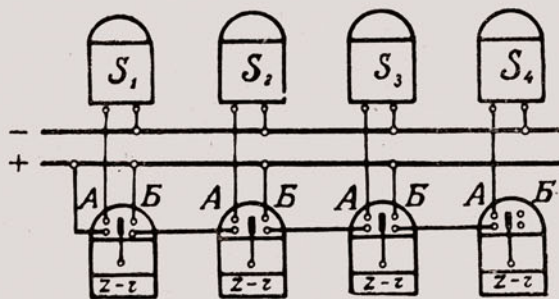


Рис. 9

В этой схеме нет надобности в отдельном пусковом органе.

Защита—быстродействующая и может быть установлена на любое время и любое число ступеней. Это дает возможность уменьшить в некоторых случаях выдержку времени последующих ступеней.

Защита может быть импедансного или реактансного (электромагнитного или электродинамометрического) типа, для достижения реактансного характера защиты надо подвести к вольтметровым системам дистанционных элементов напряжение, сдвинутое по отношению к току на 90° .

При конструкции дистанционных элементов согласно рис. 10 отпадает также надобность в отдельном органе направления.

Потребление мощности в токовой цепи и в цепи напряжения может быть сведено к минимуму, ибо вся работа перенесена на вспомогательный источник тока.

Применение указанной схемы позволяет осуществить дистанционную защиту с простейшими дистанционными элементами (типа Вестингауза, но с добавлением системы контактов A и B).

Предлагаемая схема в отличие от всех рассмотренных выше типов дистанционных защит, дает возможность полностью отрешиться от

влияния сопротивления вольтовых дуг¹; для этого достаточно только застопорить балансирную систему дистанционного элемента в момент мгновенного замера импеданса (реактанса) петли короткого замыкания. (При мгновенном действии дистанционных элементов $\sim 1/64$ сек. сопротивление вольтовой дуги еще ничтожно мало).

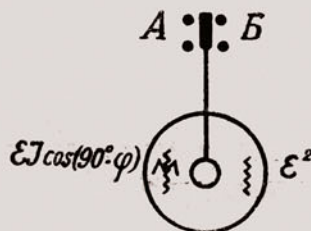


Рис. 10

Одно из возможных видоизменений схемы рис. 9 показано на рис. 11. Застопоривание дистанционных элементов достигается помощью удерживающей катушки B , оживляемой в мо-

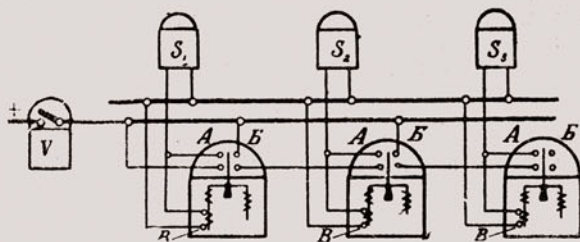


Рис. 11

мент правильного замера импеданса (реактанса) постоянным током. Из рисунков видно, что возвращение всех элементов схемы в начальное положение происходит после отключения повре-

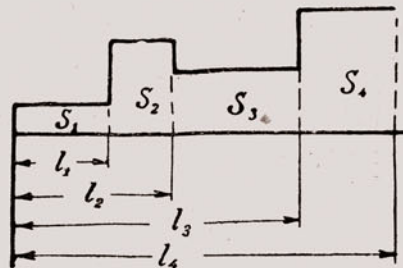


Рис. 12

ждения автоматически (как пример на схеме указана блокировка цепи постоянного тока через контакты реле падения напряжения V).

Дистанционная защита, осуществленная по указанной схеме, полностью отвечает всем перечисленным в начале статьи требованиям и позволяет ВЭО сейчас же приступить к налаживанию выпуска дистанционных реле².

¹ В схеме фирмы Сименса влияние сопротивления вольтовой дуги сказывается.

В схемах фирм Генеральной Компании Электричества и Вестингауза влияние вольтовых дуг начинает сказываться на последней трети первого участка и на всех последующих участках.

² Реле времени ВЭО уже производит; о производстве реле направления перед ВЭО стоит особый вопрос.