

## ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ ДЛЯ СЕТЕЙ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Л. А. ЗАСПАНОВ, А. И. ЗАЙЦЕВ

(Представлено научным семинаром электромеханического факультета)

Существующие защиты от замыканий на землю, применяемые в сетях с изолированной нейтралью, не удовлетворяют всем предъявляемым к ним требованиям. Они или не обладают избирательностью действия, или слишком сложны и дороги или недостаточно чувствительны.

Совещание по вопросам защиты от замыканий на землю в системах с изолированной или компенсированной нейтралью, проходившее в мае 1959 г. в Москве, поставило задачу создать новые более совершенные защитные устройства. Поэтому в последние годы различными организациями создан и испытывается целый ряд новых защит, более полно удовлетворяющих предъявляемым к ним требованиям. Несмотря на это, выбрать наиболее универсальное и полноценное устройство защиты от замыкания на землю для промышленного освоения и массового внедрения до настоящего времени не удалось [1].

В работу по созданию более совершенной защиты на землю включилась так же кафедра электрификации промышленных предприятий ТПИ. Нами разработано простое и достаточно чувствительное реле селективной защиты от замыканий на землю (РСЗН), предназначенное для использования в кабельных сетях 0,23, 0,4, 3, 6, 10 кВ с изолированной нейтралью [2,3].

Реле РСЗН относится к устройствам направленного действия, работающим в установившемся режиме замыкания на землю и реагирующим на направление реактивной составляющей мощности нулевой последовательности.

Направленность реле достигается применением ключевой фазочувствительной схемы, собранной на полупроводниковых элементах.

Схема реле (рис. 1) состоит из одного каскада фазочувствительного усилителя мощности, активно-емкостного фазовращательного моста и поляризованного реле, включенного на выходе усилителя.

В качестве фильтра тока нулевой последовательности используется кабельный трансформатор тока. Фильтром напряжения в низковольтных сетях служит трехфазный дроссель, в высоковольтных — пьестержневой трансформатор напряжения.

При замыкании на землю фазы защищаемого фидера в цепи коллектора триода  $\Pi$  возникает выпрямленный ток, величина которого зависит от сдвига фаз тока и напряжения нулевой последовательности, подводимых на триод. Для достижения максимального значения тока необходимо, изменяя сопротивление фазовращательного моста, повернуть вектор напряжения нулевой последовательности до совпадения по фазе с током нулевой последовательности.

При замыкании вне зоны защиты (на любом из остальных фидеров) направление тока нулевой последовательности изменится на  $180^\circ$ , триод „закроется“ и ток в цепи коллектора протекать не будет.

Исполнительным органом защиты служит поляризованное реле, обмотка которого включена в цепь коллектора триода. Для сглаживания пульсаций обмотка реле шунтируется емкостью  $C_2$ .

Для защиты триода от протекания больших токов нулевой последовательности при двойных замыканиях на землю в схему введен стабилिवольт  $D_2$  с токоограничивающим сопротивлением  $R_2$ .

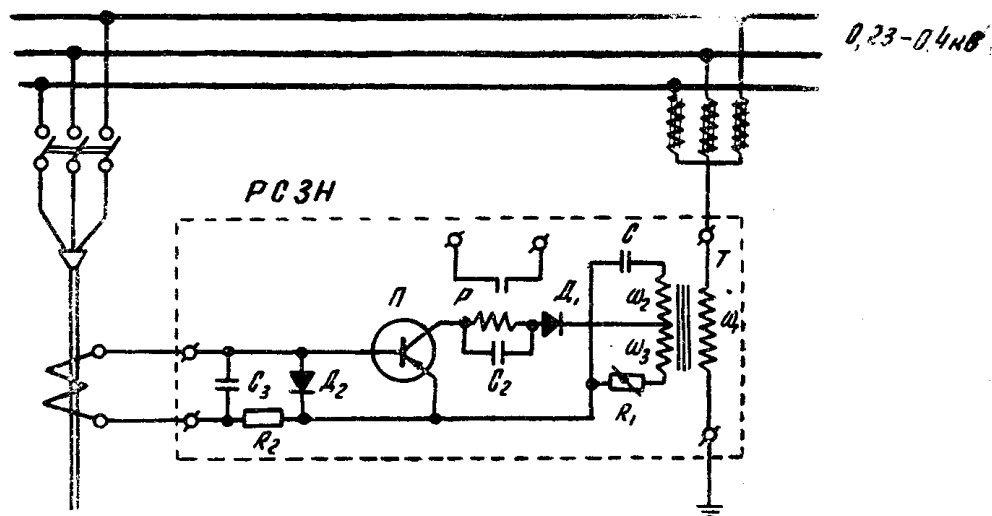


Рис. 1.

#### Параметры элементов реле

- $\Pi$  — плоскостный триод П-26,
- $P$  — поляризованное реле РП-4 У172 2048,
- $D_1$  — полупроводниковый диод Д7Б,
- $D_2$  — полупроводниковый стабилिवольт Д-808,
- $R_1$  — переменное сопротивление СП 1000 ом,
- $R_2$  — сопротивление 100 ом,
- $C_1 = C_2$  — конденсатор емкостью 4 мкФ,
- $C_3$  — конденсатор емкостью — 10 мкФ,
- $T$  — трансформатор фазовращательного моста, сечение железа  $8,8 \text{ см}^2$ , провод ПЭВ  $\varnothing 0,18$ , первичная обмотка  $\omega_1 = 1000$  витков, вторичная обмотка  $\omega_2 = \omega_3 = 315$  витков.

Чувствительность защиты зависит от типа кабельного трансформатора тока, причем для каждого типа трансформатора тока чувствительность может быть резко повышена, если увеличить число витков вторичной обмотки (рис. 2).

Максимальная величина тока, протекающего через реле, ограничивается выбранным напряжением вторичной обмотки трансформатора фазовращательного моста и сопротивлением обмотки реле.

Минимальные токи срабатывания защиты при применении в качестве исполнительного реле поляризованного реле РП-4 с сопротивлением обмотки 4500 *ом* и питании защиты от различных трансформаторов тока приведены в таблице.

Тип трансформатора тока	УТТ-5	ТЗЛ	ТЗ	ТЗР	ТЗЛ	ТЗ
	вторичная обмотка заводского исполнения				вторичная обмотка	
					250 витков	400 витков
Ток срабатывания защиты ампер	0,2	0,8	1,2	2,7	0,2	0,2

Зимой 1962 — 1963 гг. проведены испытания работы защиты в сетях 6 *кв* системы Томскэнерго. Действие защиты проверялось путем создания искусственных замыканий на землю в диапазоне токов на землю 1,1 ÷ 18 *ампер*. Питание реле защиты осуществлялось от трансформаторов тока типа ТЗ.

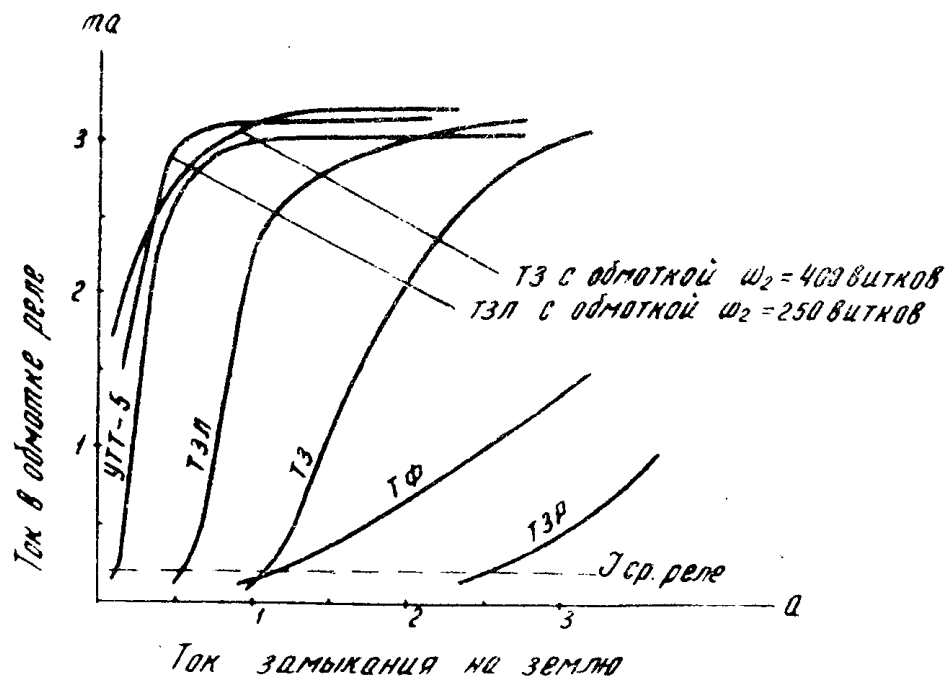


Рис. 2.

сформаторов тока типа ТЗ. При токе на землю 1,1 *ампера* вторичная обмотка трансформатора тока ТЗ домотывалась до 180 *витков*. Во всех случаях защита реагировала, правильно указывая поврежденный фидер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ОРГРЭС. Сигнализация замыканий на землю в компенсированных сетях. ГЭИ, 1962.
2. А. И. Зайцев, Л. А. Заспанов. Селективная защита от замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Известия ТПИ, том 97, 1959.
3. А. И. Зайцев, Л. А. Заспанов. Селективная защита от замыканий на землю на полупроводниках. Известия ТПИ, том 115, 1960.

Поступила в редакцию  
в мае 1962 г.