



ЭКСПЛУАТАЦИЯ, МОНТАЖ И НАЛАДКА

Новые типы защитных реле серии "Квазитрон"

Гуревич В.И., канд. техн. наук

НТП "Инвентор", Харьков

Электромеханические реле тока серии РТ-40, выпускавшиеся в течение многих лет, не соответствуют современному техническому уровню, материалоемки, требуют значительных затрат ручного труда при производстве и в процессе эксплуатации [1].

Статические реле тока серии РСТ, РТЗ-51 и их аналоги, входящие в комплект защиты ЯРЭ-2201 Чебоксарского электроаппаратного завода, чрезмерно сложны для реле, единственной функцией которых является срабатывание при заданном токе, к тому же имеют недостаточную помехоустойчивость [2] и большие габариты.

На основе выполненных ранее исследований и разработок [1 — 6] Научно-техническим предприятием "Инвентор" начат с 1993 г. выпуск универсальных защитных реле тока нового поколения серии "Квазитрон", отличающихся простой схемой, надежностью и широкими функциональными возможностями [1]. Однако практический опыт эксплуатации этих реле показал, что они не всегда могут заменить реле РТ-40. В первую очередь это относится к тем областям применения защитных реле, когда они должны длительно находиться в сработавшем состоянии, например, в схемах УРОВ, в органах минимального тока (напряжения). Освоенные производством реле "Квазитрон-1" и "Квазитрон-2" [1] не допускают работу в таком режиме, что создает определенные неудобства в эксплуатации и не позволяет полностью отка-

заться от применения реле РТ-40. Кроме того, для большого числа исполнений реле "Квазитрон" затруднена привязка выходных коммутирующих цепей к существующим схемам, разработанным под реле РТ-40, поэтому в ряде случаев требуется переработка конструкторской документации электроустановки.

В связи с указанным разработано универсальное защитное реле типа "Квазитрон-3" (рис. 1), лишенное этих недостатков. Это реле выполнено на основе хорошо зарекомендовавшей себя базовой схемы [1], дополненной входным каскадом на транзисторе *VT1* (рис. 2), выполняющим в схеме роль термокомпенсированного порогового элемента, отпирающегося при появлении на его входе напряжения примерно 0,5 — 0,7 В и запирающегося при уменьшении этого напряжения, что обеспечивает коэффициент возврата реле 0,98 — 0,99. Остальные транзисторы вместе с RC-цепочками выполняют роль активного фильтра, сглаживающего пульсации напряжения на обмотке выходного реле *K*. Резисторы *R7 — R9* и емкость *C2* образуют интегрирующую цепочку, замедляющую срабатывание реле и обеспечивающую необходимую помехоустойчивость. Реле поставляется с зашунтированными резисторами *R8* и *R9*, время его срабатывания — около 50 мс. При необходимости отстройки от бросков тока в контролируемой цепи (например, при срабатывании разрядников, включении силовых трансформато-

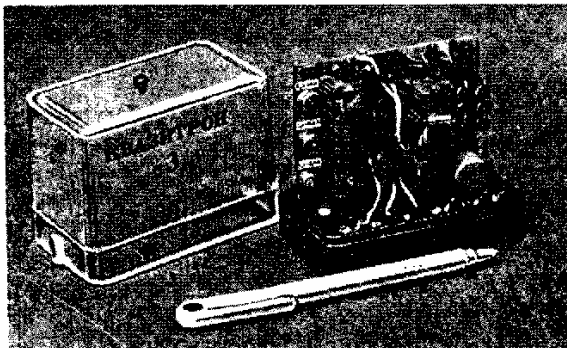


Рис. 1 Внешний вид универсального защитного реле типа "Квазитрон-3"

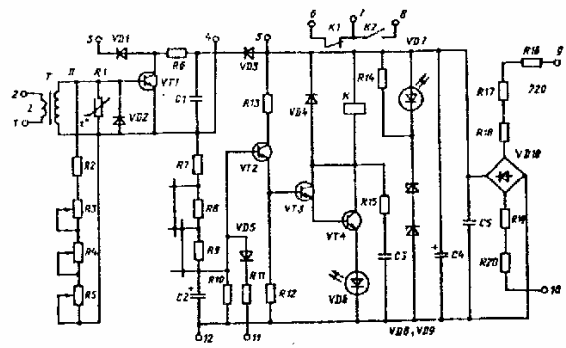


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема реле типа "Квазитрон-3"

ров на холостом ходу и др.) переключки могут быть удалены обслуживающим персоналом, а время срабатывания соответственно увеличено до 100 и 200 мс.

В качестве входного интерфейса в реле использован простейший миниатюрный трансформатор тока с обмотками, размещенными на цилиндрическом сердечнике и опрессованными пластмассой. Такое конструктивное исполнение трансформатора позволило существенно упростить его, уменьшить габариты (50 × 12 × 12 мм) и улучшить передаточные характеристики за счет отсутствия насыщения сердечника. Вторичная обмотка трансформатора имеет несколько тысяч витков, намотанных тонким проводом, и обладает высоким внутренним сопротивлением. Входное сопротивление первого каскада на транзисторе *VT1* очень низкое, поэтому на вторичной обмотке не может появиться высокое напряжение и протекать большой ток даже при значительных перегрузках в цепи первичной обмотки. Несмотря на свою простоту, такой трансформатор при использовании в данной схеме имеет достаточно высокий к.п.д. и позволяет экономить около 50% меди и 80% стали, затрачиваемых на изготовление реле РТ-40.

Учитывая пожелания эксплуатационников, разработчики реле "Квазитрон-3" уменьшили число его исполнений. Так, по виду выходной коммутирующей цепи реле имеет всего одно исполнение: мощный переключающий контакт коммутирует переменный ток 2 А напряжением до 380 В или постоянный ток 2 А до 220 В. Категории применения — АС-3, АС-11, ДС-11 (ГОСТ 12434-83). Наличие таких мощных контактов на выходе нового реле позволяет отказаться от дополнительного промежуточного реле, применяемого обычно совместно с реле РТ-40 для усиления его коммутационной способности.

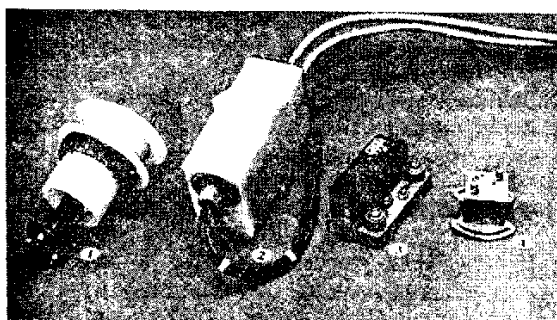


Рис. 3. Внешние датчики тока для реле "Квазитрон-3": 1 — высоковольтный датчик на токи срабатывания 400—10 000 А, устанавливаемый непосредственно на токоведущую шину с номинальным напряжением 6—10 кВ; 2 — высоковольтный датчик на токи срабатывания от 50 мА до 50 А, включаемый в разрыв цепи контролируемого тока с номинальным напряжением 25 кВ; 3 — низковольтный датчик на токи срабатывания от 10 мА до 50 А, включаемый в разрыв цепи контролируемого тока; 4 — низковольтный датчик на токи срабатывания от 20 до 5000 А, устанавливаемый на токоведущую шину без ее разрыва

Разработаны два варианта исполнения узла регулирования порога срабатывания реле: с помощью трех проволочных потенциометров, включенных по схеме на рис. 2, и на основе простейшего механизма, обеспечивающего выдвижение сердечника из трансформатора входного интерфейса. Окончательный вариант будет выбран по результатам эксплуатации опытных партий реле.

Описанные принципы построения реле "Квазитрон-3" позволили устранить недостатки ранних моделей реле серии "Квазитрон" при одновременном уменьшении вдвое их габаритов и сохранении всех прежних функций. В частности, выводы 3—5 реле "Квазитрон-3" предназначены для подключения различных внешних датчиков тока (рис. 3) [5,6], а выводы 11—12 образуют запрещающий вход, к которому подключаются внешние датчики при использовании реле, например, в качестве устройства дуговой защиты КРУ, дифференциальной защиты, аналогично тому, как это было предусмотрено в реле "Квазитрон-2" [1].

Разработанное реле испытано в специальной лаборатории службы релейной защиты ПЭО "Донбассэнерго" путем моделирования различных режимов работы, включая подачу на вход реле несинусоидального сигнала, соответствующего погрешности трансформатора тока 78%, осциллографирование процессов срабатывания и возврата, проверку помехоустойчивости и перегрузочной способности реле, временных параметров, устойчивости к отклонениям и исчезновениям питающего напряжения и др. По результатам испытаний реле признано годным к эксплуатации и рекомендовано к производству.

Еще одной перспективной разновидностью реле этой серии является реле типа "Квазитрон-4Т"¹. По сложности оно примерно соответствует реле типа РСТ, но при этом выполняет функции не только реле максимального тока, как РСТ, но и реле времени. Устройство реализовано на современных высокопороговых помехоустойчивых КМОП-микросхемах серии 561 с малым энергопотреблением (рис. 4).

Генератор импульсов *D1* выполнен на микросхеме К561ЛН2, а счетчик *D2* — на микросхеме К561ИЕ10. Согласующие каскады реализованы на транзисторах *VT1* и *VT2*, а транзистор *VT3* со стабилизаторами *VD9* и *VD10* образует параллельный стабилизатор напряжения.

С целью предотвращения проникновения на микросхемы помех из входной цепи тока в качестве входного интерфейса использован интерфейс на герконе, применяющийся в реле

¹ Разработка реле выполнена совместно с инж. В.Я.Зимницким.

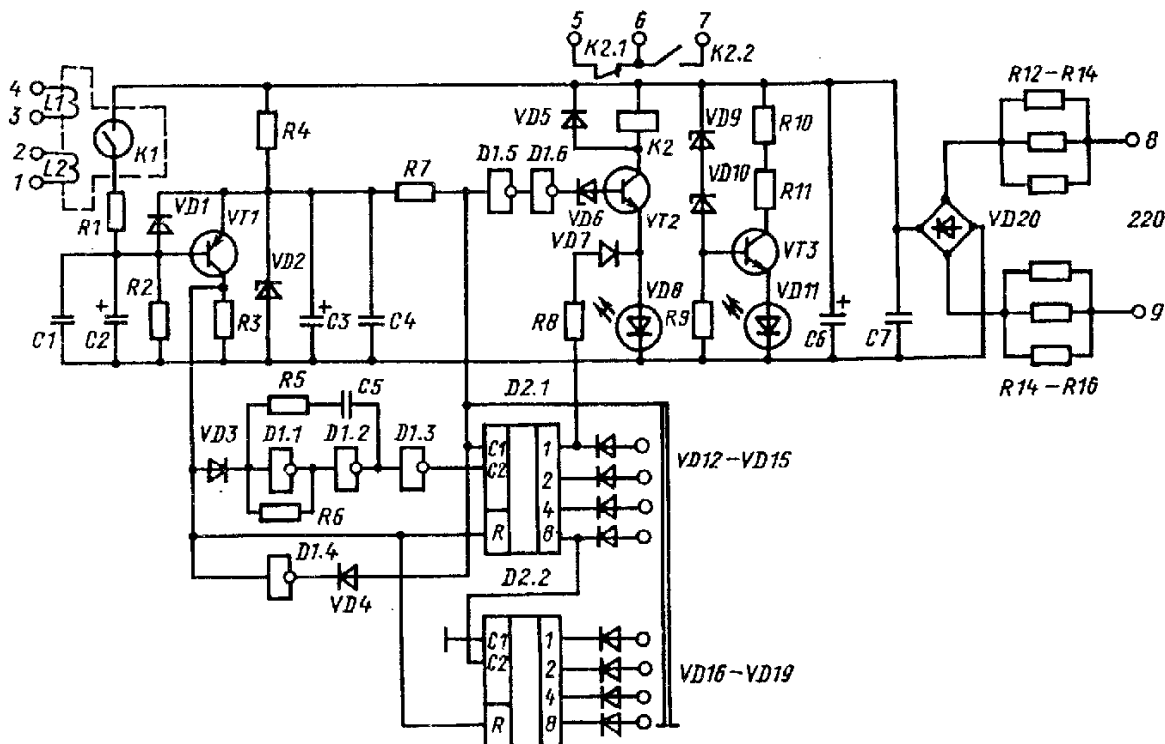


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема комбинированного защитного реле типа "Квизитрон-4Т"

"Квизитрон-1" [1], а подключение к схеме внешних датчиков не предусмотрено. Это позволяет сохранить высокую помехоустойчивость, присущую всем реле серии "Квизитрон". Реле имеет те же диапазоны токов срабатывания, что и реле РТ-40, и одновременно обеспечивает выдержки времени в диапазоне от 0 до 25 с, изменяемые дискретно со ступенью 0,1 с; нестабильность выдержки времени — не более 3%, коэффициент возврата реле — 0,85—0,9. Реле снабжено индикаторными элементами, позволяющими определять его состояние. В ждущем режиме при отсутствии повреждений в цепи питания светодиод *VD11* светится зеленым цветом. В процессе отчета выдержки времени в пульсирующем режиме начинает светиться красным цветом светодиод *VD8*. После отчета времени и срабатывания реле свечение светодиода *VD8* из пульсирующего становится постоянным.

Выходное электромагнитное реле *K2* обеспечивает коммутацию переменного или постоянного тока не более 1 А при напряжении до 220 В. Работоспособность реле сохраняется при отклонениях питающего напряжения в пределах от 160 до 260 В.

Несмотря на свои значительно более широкие функциональные возможности по сравнению с реле РТ-40, новое реле выполнено в корпусе, полностью идентичном корпусу последнего (рис. 5), что позволяет использовать его

не только во вновь проектируемых электроустановках, но и в действующих. Справа на плате расположен регулируемый интерфейс на герконе.

Новые реле обоих типов выполнены на современных электронных компонентах, работающих с двух- и трехкратными запасами по току и напряжению и обеспечивающих работоспособность реле в интервале температур от -40 до $+70^{\circ}\text{C}$. Печатные платы покрыты двумя слоями водостойкого лака, предохраняющего реле от ложных срабатываний при выпадении росы.

Описанные реле предназначены для приме-



Рис. 5. Внешний вид реле "Квизитрон-4Т", размещенного в корпусе реле РТ-40

нения в электроэнергетике, а также в электроустановках всех типов и назначений, включая стационарные, возимые и морские.

Список литературы

1. Гуревич В.И. Универсальные защитные реле максимального тока нового поколения. — Электротехника, 1994, № 1.
2. Гуревич В.И. Принципы повышения помехоустойчивости статических реле тока. — Энергетика и электрификация, 1992, № 2.
3. Кривцов В.В., Гуревич В.И. Новые принципы построения устройств максимальной токовой защиты на магнитоуправляемых контактах. — Изв. вузов. Энергетика, 1991, № 6.
4. Гуревич В.И., Кривцов В.В. Новая релейная база для систем автоматизации электрических сетей 6 — 10 кВ. — Энергетическое строительство, 1992, № 4.
5. Пат. 1802884 СССР, МКИ ПО1Н51/28. Высокочувствительный датчик тока В.И.Гуревича/В.И.Гуревич. — Открытия. Изобретения, 1993, № 10.
6. Гуревич В.И., Кривцов В.В., Савченко П.И. Интерфейсные реле. — Электротехника, 1990, № 6.