

115 Микропроцессорные устройства релейной защиты: обзор возможностей и спорных вопросов

Около 15 лет назад в энергетике стало массово внедряться новое оборудование для защиты объектов энергоснабжения, использующее компьютерные технологии на базе процессоров. Его стали называть сокращенным термином МУРЗ — микропроцессорные устройства релейной защиты.



Они выполняют функции обыкновенных устройств РЗА на основе новой элементной базы — микроконтроллеров (микропроцессорных элементов).

Преимущества микропроцессорных устройств релейной защиты

Отказ от электромеханических и статических реле, обладающих значительными габаритами, позволил более компактно размещать оборудование на панелях РЗА. Такие конструкции стали занимать значительно меньше места. При этом управление посредством сенсорных кнопок и дисплея стало более наглядным и удобным.

Внешний вид панели, включающей блок микропроцессорной релейной защиты, показан на рисунке. Сейчас внедрение МУРЗ стало одним из основных направлений в развитии устройств релейных защит. Этому способствует то, что кроме основной задачи РЗА — ликвидации аварийных режимов, новые технологии позволяют реализовать ряд дополнительных функций.

К ним относятся:

- регистрация процессов аварийного состояния;
- опережение отключения синхронных потребителей при нарушениях устойчивости системы;
- способность к дальнейшему резервированию.

Реализация таких возможностей на базе электромеханических защит ЭМЗ и аналоговых устройств не осуществляется ввиду технических сложностей.

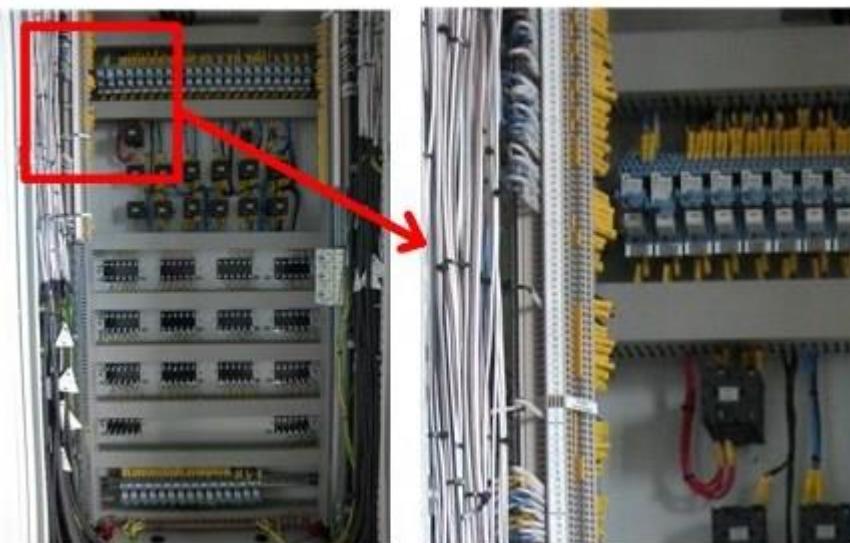
Микропроцессорные системы релейной защиты точно работают по тем же принципам быстрого действия, избирательности, чувствительности и надежности, что и обычные устройства РЗА.

В процессе эксплуатации выявлены не только преимущества, но и недостатки таких устройств, а по некоторым показателям до сих пор ведутся споры между производителями и эксплуатационниками.

Вид спереди



Вид сзади



Панели РЗА, оборудованные микропроцессорными защитами

Недостатки

Многие покупатели микропроцессорных устройств релейной защиты остались неудовлетворёнными работой этих систем благодаря:

- высокой стоимости;
- низкой ремонтпригодности.

Если при поломке устройств, работающих на полупроводниковой или электромеханической базе достаточно заменить отдельную неисправную деталь, то для микропроцессорных защит часто нужно заменять полностью материнскую плату, стоимость которой может составлять треть цены за всё оборудование.

К тому же для замены потребуется потратить много времени на поиск детали: взаимозаменяемость в таких устройствах полностью отсутствует даже у многих одностипных конструкций одного производителя.





Электромеханические реле успешно работают более 35 лет

Спорные вопросы

1. Высокая надёжность микропроцессорных устройств релейной защиты по сравнению с электромеханическими защитами

Производители микропроцессорных устройств рекламой делают акцент на отсутствие в системе подвижных частей, что связывают с исключением условий механического износа. Сюда же добавляют вопросы коррозии металлов и старение изоляции у конструкций электромеханической и полупроводниковой базы.

Опыт эксплуатации электромеханических защит составляет уже примерно полтора столетия. На этой базе работает подавляющее большинство энергетических предприятий России и партнеров из СНГ. Многие реле стоят под напряжением по несколько десятков лет, а разработанная система технического обслуживания и эксплуатации позволяет гарантированно использовать их еще довольно длительное время.

На самом деле дефекты изоляции и коррозии могут возникнуть только в двух случаях:

- нарушение технологии изготовления;
- отклонение от правил эксплуатации и обслуживания.

Если рассматривать вопрос механического износа подвижных частей, то надо учитывать, что они срабатывают только при проверках персоналом, проводимых через несколько лет (учитываются ресурсом наработки) или при авариях, которые возникают очень редко.

В то же время в микропроцессорных устройствах релейной защиты:

- большинство компонентов постоянно осуществляют мониторинг электрической схемы и обмениваются сигналами между собой;
- элементы электрических входов все время подвергаются воздействию высокого напряжения 220 вольт, а также импульсных и пиковых величин переходных процессов;
- блоки питания в/ч импульсной схемы работают без отключения с выделением тепла и формируют основную долю отказов МУРЗ.

2. Надёжность реле постепенно повышается от электромеханических конструкций к полупроводниковым на дискретных компонентах, затем к интегральным микросхемам и самая высокая у микропроцессорных устройств

Выводы статистики свидетельствуют о более высокой надёжности электромеханических реле перед полупроводниковыми аналогами в повседневной эксплуатации. Обратная картина наблюдается только при увеличении циклов коммутации до нескольких сотен тысяч или миллионов.

В интегральных микросхемах работает значительно большее количество электронных элементов, менее устойчивых к перенапряжениям, чем в полупроводниковых реле. Особенно это сказывается при воздействии статического электричества и электромагнитных шумов, которые постоянно присутствуют на объектах энергетики с высоким напряжением.

Статистика отказов микропроцессорных устройств релейной защиты Японских компаний опровергает миф о самой высокой надёжности микропроцессорных защит. К тому же сюда не включены «программные сбои», которые часто не могут быть выявлены при проверках, но способны проявиться в любой момент.

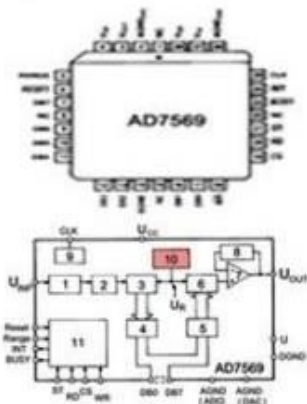
3. Надёжность микропроцессорных устройств релейной защиты повышает встроенная самодиагностика

В составе микропроцессорных защит работают:

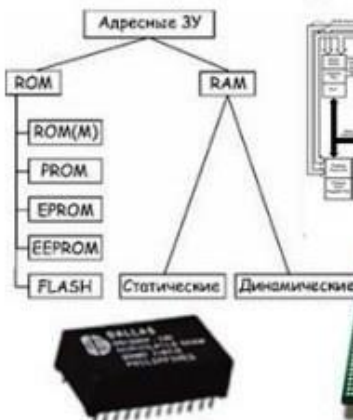
- аналого-цифровые преобразователи;
- память (ПЗУ — ROM + ОЗУ — RAM);
- центральный процессор;

- источник питания;
- выходные электромагнитные реле;
- узлы аналоговых и цифровых входов.

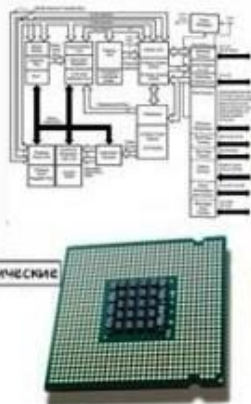
Аналого-цифровой преобразователь



Память ROM RAM



Центральный процессор



Узлы цифровых и аналоговых входов



Блоки аналоговых входов



Импульсный источник питания



Состав блоков микропроцессорной релейной защиты
 Все эти компоненты по-разному охвачены алгоритмами самодиагностики и не всегда полностью контролируются.
 Внутренняя проверка предназначена для выдачи сигнала и блокировки работы релейной защиты при возникновении

неисправности в её схеме, а не в электрической сети энергопредприятия. Поэтому не повышает надёжность энергосистемы.

4. Надёжность микропроцессорных устройств релейной защиты выше потому что входящие в её состав элементы более устойчивы к физическому старению

При правильной эксплуатации электромагнитные реле защит, введенные в работу при СССР в 70-х годах, до сих пор прекрасно работают и сохранили свои технические характеристики.

Входящие в состав релейной защиты электролитические конденсаторы даже лучших компаний Японии после 7 лет работы в импульсных блоках питания теряют свои свойства, герметичность, создают протечки электролита, способного разъесть медные дорожки плат.



Источник: Heising C. R., Patterson R. C. Reliability Expectations for Protective Relays. Developments in Power Protection. Fourth International Conference in Power Protection, 11 – 13 Apr., 1989, Edinburgh, UK.

Статистика повреждения МУРЗ японских компаний

У производителей микропроцессорных устройств замечено стремление уменьшать габариты электронных компонентов за счет создания режимов с рассеиванием повышенного тепла, которое должно отводиться системой охлаждения, что не всегда выполняется.

Трудности эксплуатации

1. Электромагнитная совместимость

Современная микроэлектроника очень чувствительна к электромагнитным излучениям, а комплекты микропроцессорных устройств релейной защиты устанавливаются на подстанциях, работающих в условиях повышенной напряжённости

электрического поля, требующей надёжной экранированной защиты с отводом накапливаемых потенциалов в землю.

На многих подстанциях сопротивления контура заземления не отвечает требованиям эксплуатации микропроцессорных устройств релейной защиты, что предполагает большой объем строительных работ. Иначе такие защиты могут несанкционированно работать при электромагнитных возмущениях в системе, которые легко создать преднамеренно, как и хакерские атаки на программное обеспечение.

2. Выполняемые задачи. Отказ одной микропроцессорной защиты приводит к более тяжёлым последствиям для энергетики, чем неисправность электромагнитных защит потому, что функционально микропроцессорное устройство релейной защиты выполняет задачи 3+5 электромагнитных защит.

3. Подготовка персонала. Производством микропроцессорных устройств релейной защиты занимается огромное количество компаний по всему миру с товарооборотом, превышающим миллиарды долларов. Только в России и странах СНГ более 10 предприятий работают на мировой рынок.

Каждое устройство защиты выполняется по уникальной технологии, исключающей взаимозаменяемость элементов и программного обеспечения. Технические описания с инструкцией по эксплуатации составляют многостраничные книги по несколько сотен листов формата А4. Для их изучения требуется много времени и предварительные специальные знания.

При поступлении нового вида микропроцессорных устройств релейной защиты даже того же производителя процесс обучения персонала необходимо возобновлять.

Выводы

Микропроцессорные устройства релейной защиты являются действительно прогрессивным направлением развития энергетики.

Провозглашаемая производителями высокая надёжность микропроцессорных устройств релейной защиты не всегда соответствует действительности.

Персоналу, обслуживающему любой блок микропроцессорной защиты, следует хорошо представлять все слабые стороны таких устройств и уметь корректировать их работу.

Государственным органам давно пора заняться вопросами стандартизации и привести к ним микропроцессорные системы релейной защиты.