

УДК 621.311

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА
МИКРОПРОЦЕССОРНУЮ РЕЛЕЙНУЮ ЗАЩИТУ
THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC PULSES ON MICROPROCESSOR
RELAY PROTECTION

Дюкин И. Р., Зырянов В. В., Садырин Д. И., Пятин К. О.,
Вятский государственный университет, г. Киров, Россия
I. Dyukin, V. Zyryanov, D. Sadyrin, K. Pyatin,
Vyatka State University, Kirov, Russia

Аннотация. Описаны методы для обеспечения эффективного экранирования от электромагнитных помех микропроцессорной релейной защиты.

Annotation. Methods for providing effective shielding from electromagnetic interference of microprocessor relay protection are described.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, устройства защиты, электромагнитное воздействие, защита от помех, микропроцессорная релейная защита.

Key words: electromagnetic radiation, protection devices, electromagnetic interference, interference protection, microprocessor relay protection.

ВВЕДЕНИЕ

Антенные системы и устройства для электропитания генерируют токи, которые могут проникать через непроводящие материалы, такие как окна, двери и воздуховоды, и представляют основной путь, по которому электромагнитные помехи могут влиять на электронику. Эти токи могут достигать тысяч ампер, а напряжение на линиях может быть очень высоким. Даже антенны небольшой длины могут генерировать электромагнитные помехи, которые могут проникать через диэлектрические материалы и вызывать токи в проводке. Особенно уязвимы длинные воздушные линии электропередачи, которые могут принимать электромагнитные волны из большой площади и передавать их на чувствительную электронику [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для снижения влияния электромагнитных помех используются различные меры, такие как установка трансформаторов, силовых и измерительных устройств, которые снижают ток и напряжение на несколько уровней и обеспечивают защиту работы средств РЗА. Основной защитой от помех является защита от кондуктивных помех.

Оптические каналы связи, используемые в релейной защите, также являются чувствительными к электромагнитным помехам, поскольку контроллеры, которые преобразуют электрические сигналы в оптические, и

восстанавливающие их на другом конце, могут подвергаться сбоям и повреждениям. Большие системы SCADA с микропроцессорными контроллерами и элементами, подключенными к компьютерной сети, также могут подвергаться даже малым значениям электромагнитных помех. Широкополосные протоколы, используемые в системах передачи данных, такие как ATM 155, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и т. д., являются особенно уязвимыми к электромагнитным помехам из-за незначительных различий между мощностью требуемого сигнала и мощностью помех в верхнем диапазоне спектра [1].

Дискретные электронные компоненты проявляют большую устойчивость к скачкам напряжения и другим неблагоприятным факторам, в сравнении с микросхемами. Большинство случаев повреждения микропроцессорных устройств связаны с перепадами напряжения, которые могут возникать при коммутации цепи или в результате электростатических разрядов. Такие перепады напряжения, которые могут достигать нескольких киловольт, способны нанести серьезный ущерб внутренним микроэлементам, чипам и процессорам. Промышленное оборудование, основанное на МОП-устройствах, высокой плотности, является наиболее уязвимым для электромагнитных воздействий, так как такие устройства очень чувствительны к высоковольтным переходным процессам. Одной из особенностей МОП-устройств является низкое «смертельное» напряжение (несколько десятков вольт), которое может привести к частичному или полному разрушению устройства.

Полупроводниковые отказы обычно связаны с перегревом или пробоем изоляции. Повреждения микросхем или элементов памяти, вызванные электромагнитными воздействиями, могут быть скрыты и не обнаружены тестами. Такие повреждения могут проявляться неожиданно. Кроме того, электромагнитные воздействия могут вызывать случайные обратимые ошибки, возникающие в результате незначительных изменений содержимого элемента памяти, называемые «программные ошибки» или «программные сбои» [2].

С каждым годом полупроводниковые элементы становятся все меньше, изолирующие материалы становятся тоньше, а напряжение срабатывания становится меньше, что приводит к увеличению скорости работы и упаковки элементов памяти. Однако, это также приводит к повышенной уязвимости элементов памяти к электромагнитным импульсам, что становится проблемой в современных высокоинтегрированных микросхемах микропроцессорных устройств. Клетка Фарадея может использоваться для защиты от электромагнитного излучения (ЭМИ), но высокочастотные импульсы могут все равно проникать через зазоры, стеклянные окна и воздуховоды, вызывая разрушение полупроводниковых устройств и возникновение проблем. Поэтому, при оценке защиты устройства от ЭМИ, необходимо учитывать возможность частичной или неполной защиты, которая может вызвать дополнительные проблемы.

Опасное свойство ЭМИ – «эффект замедленного действия ЭМИ» – проявляется в первые минуты после ядерного или электромагнитного взрыва, вызывая локальные электромагнитные поля и резкие изменения напряжения на электрических системах и волнах, распространяющихся на большие расстояния по линиям электропередачи [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для обеспечения эффективного экранирования от электромагнитных помех необходимо использовать кабели управления, которые обладают сочетанием плетеного экрана и фольги. Кабели с двойным экранированием и комбинированным экраном из оплетки и фольги обеспечивают наилучшую защиту от помех, сохраняя приемлемые экранирующие свойства в широком диапазоне частот вплоть до ГГц. Однако, эффективность экранирования кабеля в значительной степени зависит от эффективности заземления. Экранирование кабеля заземляется с двух сторон, чтобы обеспечить дополнительную цепь с гораздо меньшим сопротивлением для высокочастотных сигналов. Это позволяет компенсировать ток в экране кабеля и защищать от высокочастотных импульсов, излучаемых в окружающую среду.

Кроме того, в связи с появлением новых опасностей, продолжается использование электромеханических защитных реле, устойчивых к мощному ЭМИ. Также разрабатываются новые типы электромеханических реле, способные обеспечить резервную защиту на основе современных технологий и материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич, В. И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты / В. И. Гуревич // Компоненты и технологии. – 2010. – № 2. – Ч. 1. – С. 80–84; № 3. – Ч. 2. – С. 91–96 ; № 4. – Ч. 3. – С. 91–96.
2. Дьяков, А. Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике / А. Ф. Дьяков, И. П. Кужекин, Б. К. Максимов. – М. : Издат. дом «МЭИ», 2011. – 455 с.
3. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса: Приложение № 1 к протоколу Правления ОАО «Россети» от 22.06.2015 № 356пр. – Электрон. текстовые дан. – М., 2015. – 49 с.