

Создание набора характерных атрибутов, связанных с атаками на целостность данных.

Анализ модели цифрового двойника и физических характеристик связи параметров для электрических сетей, разработка алгоритмов извлечения признаков на основе искусственного интеллекта для сетевых данных, передаваемых интеллектуальными терминалами, содержащих гетерогенную информацию из нескольких источников, а также динамическая оптимизация и выбор наиболее главных функций, связанных с атаками на целостность данных. Оптимальный набор атрибутов объекта, а затем извлечение его глубоких функций модели.

Создание механизма доступа к оценке рисков безопасности.

На основе методов искусственного интеллекта, статистики и теории информации создать механизм доступа к оценке рисков безопасности. Провести анализ больших данных по каждой подсистеме, подключенной к электрической сети, и количественно оценить риски информационной безопасности каждой подсистемы. Когда значение риска подсистемы превышает определенный установленный порог, доступ к подсистеме ограничивается для достижения контроля на основе оценки риска безопасности.

Благодаря быстрому развитию и применению цифровых технологий нового поколения, представленных облачными вычислениями, большими данными, искусственным интеллектом и т. д., технология цифровых двойников имеет широкие перспективы развития в отрасли энергетики. С наступлением эпохи 5G и больших данных приложение цифрового двойника электрических сетей обеспечит надежную и гибкую технологическую поддержку для преобразования и модернизации энергетической отрасли.

ОПТОВОЛОКОННЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ В ОПЕРАТИВНЫХ ЦЕПЯХ ПОДСТАНЦИЙ

Д. А. Ганущак

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

Рассмотрены преимущества и перспективы применения оптоволоконных связей как передового средства обмена информацией внутри подстанций.

Ключевые слова: инновационные технологии, цифровая подстанция, оптоволокно, интеллектуальная сеть, безопасность, надежность, связь.

Появление сети Интернет в электроэнергетической отрасли вызвало большой рост трафика данных между подстанциями и диспетчерскими. Параллельно этому явлению актуальной стала проблема ограничения возможности передачи информации из-за физических свойств медного кабеля, так как его сопротивление и шум ограничивали применение каналов связи до относительно коротких линий. Решением этой проблемы стало применение оптоволоконных каналов связи [1].

Волоконно-оптическая связь (ВОЛС) – способ передачи информации, использующий в качестве носителя информационного сигнала электромагнитное излучение оптического (ближнего инфракрасного) диапазона, а в качестве направляющих систем – волоконно-оптические кабели. Благодаря высокой несущей частоте и широким воз-

возможностям мультиплексирования пропускная способность волоконно-оптических линий многократно превышает пропускную способность всех других систем связи и может измеряться терабитами в секунду.

И ядро, и демпфер изготавливаются из кварцевого стекла, при этом показатель преломления ядра несколько выше, чем показатель преломления демпфера, чтобы реализовать явление полного внутреннего отражения. Для этого достаточно разницы в сотые доли – например, ядро может иметь показатель преломления $n_1 = 1,468$, а демпфер – значение $n_2 = 1,453$. Наглядное изображение преломления света в оптическом волокне показано на рис. 1.

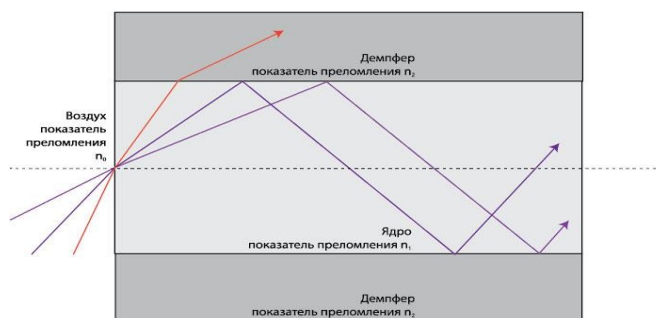


Рис. 1. Преломление света в оптическом волокне

Преимуществами оптоволоконна являются:

- значительное сокращение кабельных связей;
- возможность диагностики и выявления места повреждения;
- высокая помехозащищенность и повышенная электромагнитная совместимость вторичного оборудования благодаря переходу на оптические линии связи;
- высокая скорость передачи данных;
- очень низкие потери сигнала (менее 0,5 дБ/км), что позволяет держать соединения на расстоянии нескольких километров без необходимости усиления. Потери в оптоволоконне и коаксиальном кабеле в зависимости от частоты приведены на рис. 2 [2].

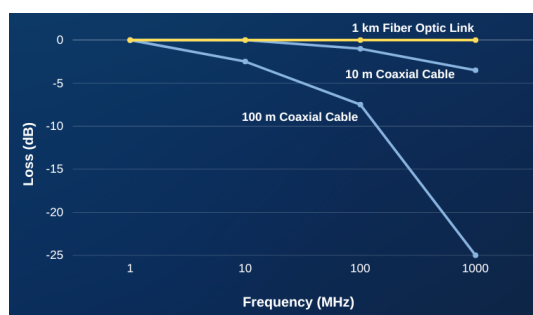


Рис. 2. Потери в оптоволоконне и коаксиальном кабеле в зависимости от частоты

К недостаткам оптоволоконна можно отнести его хрупкость и дороговизну.

Оптоволоконная связь применяется в линиях связи между устройствами и сетевым оборудованием на цифровых подстанциях. Реализуется она непосредственно линиями связи между устройствами и сетевым оборудованием. Линия связи выполнена оптоволоконными кабелями или защищенными патчкордами. Сетевое оборудование представляет собой коммутаторы и преобразователи интерфейсов. Главная

задача этого оборудования – сбор информации от всех устройств цифровой подстанции без задержек и потери пакетов данных. Чаще всего используются стоечные коммутаторы, так как они обладают всеми необходимыми параметрами для обеспечения надежного канала связи. Потоки протоколов GOOSE, MMS и SW проходят без задержек и с наивысшим приоритетом. Пример такого коммутатора приведен на рис. 3.



Рис. 3. Стоечный коммутатор FL SWITCH 4800

Монтаж ВОЛС – это разводка и подключение входящего оптоволоконного кабеля непосредственно в точке назначения: в серверной, дата-центре и т. д. Для этого кабель заводится в оптический кросс и волокна подсоединяются к разъемам. На этом этапе используется такая группа, как оптические компоненты – патч-корды, пигтейлы, адаптеры (розетки) и всякого рода зажимы. Их также объединяют под названием пассивное оптоволоконное оборудование.

Пигтейл – это кусок оптического кабеля, оконцованный коннектором только с одной стороны. Патчкорд имеет коннекторы на обоих концах, типы разъемов при этом могут отличаться (переходной патч-корд) или быть одинаковыми (соединительный). Оптический адаптер – это разъем, в который подключается пигтейл или патч-корд.

Классификация оптических пигтейлов, патч-кордов и адаптеров основана на следующих параметрах: стандарт коннектора (разъема); тип шлифовки; тип волокна (многомодовое или одномодовое); тип коннекторов (одинарный или дуплекс).

SC/UPC-LC/UPC MultiMode Duplex. SC и LC – это типы коннекторов. Так как в данном случае два разных типа разъема, то используется патч-корд – переходник; UPC – тип шлифовки; Multimode – вид волокна – многомодовое волокно, также может быть обозначение аббревиатурой MM. Одномодовое маркируется как SingleMode или SM; Duplex – два разъема в одном корпусе для более плотного расположения. Обратный случай – это Simplex, один коннектор.

На практике в монтаже чаще всего применяется коннекторы FC, LC, SC.

FC – старый, наиболее надежный в эксплуатации вариант. Отличное качество соединения, особенно FC/UPC, FC/APC подпружиненное соединение, за счет чего достигается «вдавливание» и плотный контакт.

SC – более дешевый и удобный, но менее надежный аналог FC. Легко соединяется (защелка), разъемы могут располагаться плотно.

LC – уменьшенный аналог SC. За счет малого размера применяется внутри помещений, там, где требуется высокая плотность расположения разъемов.

При использовании оптоволоконных каналов связи необходимо учитывать следующие критерии и условия применения данной технологии:

1) наличие квалифицированного персонала, способного произвести оценку проекта, принять участие в монтаже, наладке и приемке оборудования в работу.

Значительное упрощение проектирования и монтажа энергетических объектов, комплекс РЗА которых построен с применением оптоволоконных связей контрастирует с усложнением эксплуатации, увеличением интеллектуальной составляющей в работу обслуживающего персонала, расширением диапазона специфических знаний, необходимых для эксплуатации комплекса РЗА.

2) наличие нормативной базы, позволяющей внедрять рассматриваемые технологии.

Применяемые подходы к решению задач, возложенных на комплекс РЗА энергообъекта, не всегда соответствуют действующим технологическим нормам проектирования, правилам устройства электроустановок, действующим техническим нормативным правовым актом ТНПА. В Республике Беларусь внедрен СТП 33240.20.117-18 «Цифровые подстанции. Требования к проектированию», однако, данный нормативный акт требует постоянной усовершенствования с учетом опыта, получаемого при проектировании, монтаже, и эксплуатации реальных энергообъектов;

3) наличие у эксплуатирующей организации современных испытательных и диагностических средств, устройств и приборов для монтажа и ремонта применяемых линий связи.

Таким образом, применение оптоволоконных каналов связи в качестве средства передачи информации на подстанциях является перспективной технологией на ближайшее будущее, и каждый, кто занимается эксплуатацией комплексов РЗА, построенных с применением оптоволокна, должен обладать специфическими знаниями в этой области. При этом оптоволокно более надежно, чем многие другие каналы связи и, следовательно, оно будет востребовано до тех пор, пока не появятся более совершенные виды связи.

Л и т е р а т у р а

1. Substation Communications. – Режим доступа: <https://clck.ru/39sS3C>. – Дата доступа: 04.04.2024.
2. RF over Fiber Guides. – Режим доступа: <https://clck.ru/39sS2H>. – Дата доступа: 04.04.2024.

ПОМЕХОГЕНЕРИРУЮЩЕЕ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО ВКЛАД В ИСКАЖЕНИЕ КРИВЫХ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

М. А. Вегера

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Т. В. Алферова, О. Г. Широков

Рассмотрены проблемы искажения формы напряжения, вызванные гармоническими составляющими тока, потребляемого сварочными аппаратами.

Ключевые слова: сварочные аппараты, качество электроэнергии, помехогенерирующее оборудование.

В современном мире в промышленности широко используются различные электроприемники, например, сварочные аппараты, которые генерируют высшие гармоники в сеть.

В настоящее время сварка плавлением, (электродуговая сварка), является одним из наиболее распространенных технологических процессов сварочного производства. Существует много предприятий, которые применяют установки дуговой и контактной сварки с инверторными и выпрямительными источниками питания.