

УДК 621.3

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Ковалёнок Н.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Что такое электромагнитный импульс

Электрический ток, проходящий через сечение проводника, создаёт электрическое и магнитное поля. Линии индукции магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости проводника с током. Величина магнитных полей пропорциональна силе тока. Геометрические размеры проводника также оказывают влияние на силу тока индуцированного электромагнитного импульса (ЭМИ). Помимо вышеперечисленного, включение питания также может создавать короткий всплеск электромагнитного импульса. Мощность данного всплеска настолько мала, что едва заметна. Например, операционные действия в электрических схемах, двигателях и системах зажигания для газовых двигателей так же приводят к маломощным ЭМИ, которые могут вызвать помехи в работе близко расположенных устройств радио- или телевидения. Для поглощения подобных импульсов используются фильтры, устраняющие маломощные всплески энергии и помехи от них.

Мощный выброс энергии производится, когда заряд электричества быстро разряжается. Чем мощнее энергия импульса, тем больше он может повредить оборудование и воздействовать на электрические сети. Например, молния является мощной формой ЭМИ.

Такие явления, как процесс ионизации радиацией и световым излучением воздуха при ядерной реакции, высотные взрывы и космические бури могут создать мощный ЭМИ, который повреждает электрическое оборудование и электронику, расположенную в непосредственной близости от источника данного явления. Все это угрожает электрическим сетям и использованию электрооборудования и электроники.

Факторы, определяющие урон от ЭМИ:

- сила воздействующего ЭМИ;
- близость источника импульса;
- угол удара от источника к заданному положению на Земле;
- геометрические характеристики объектов, подверженных воздействию ЭМИ;
- степень изоляции оборудования от объектов, накапливающих и передающих энергию ЭМИ;
- степень защиты или экранирования оборудования.

Общая защита от электромагнитного излучения

В настоящее время используется множество способов защиты от электромагнитного излучения, среди которых отключение приборов, использование коротких кабелей, установка защитной индукции, использование рамочных антенн, клеток Фарадея, экранирование и множество других. В данном исследовании мы подробнее рассмотрим клетку Фарадея.

Принцип работы клетки Фарадея

Клетка Фарадея - это замкнутое пространство, предназначенное для защиты внутреннего пространства от прохождения электромагнитных импульсов. Клетка Фарадея изготавливается из сплошного материала с высокой электропроводностью или проводящей сети, которая чаще всего заземляется. Названа клетка в честь её изобретателя - британского ученого Майкла Фарадея.

Принцип действия клетки Фарадея обусловлен следующими законами. При равновесии заряды на проводнике распределяются следующим образом:

- одноимённые заряды отталкиваются и стремятся отдалиться на максимальное возможное расстояние, которое может позволить геометрия проводника. В результате весь заряд распределяется по поверхности проводника;

- заряд распределяется по поверхности проводника таким образом, что поле внутри поверхности отсутствует, а поле на поверхности проводника перпендикулярно этой поверхности. Поэтому, при условии равновесия, поверхность проводника всегда эквипотенциальна.

Доказать оба утверждения (об отсутствии поля внутри проводника и о поле на поверхности проводника, нормальном к этой поверхности) возможно от обратного. Представим, что есть касательная к поверхности составляющую вектор напряжённости электрического поля. Тогда заряды немедленно устремятся вдоль этой поверхности. Таким образом мы получили противоречие с предполагаемым равновесием.

Другими словами, поле клетки Фарадея компенсирует внешнее поле, поэтому внутри неё отсутствует поле. Этот принцип можно описать проще, если представить клетку Фарадея полым проводником без сопротивления. Перераспределение зарядов создаёт в проводнике электрический ток, который исчезает после того, как внешнее электрическое поле компенсируется полем проводника.

При всех достоинствах, клетка Фарадея не может оградить внутреннее пространство от постоянного, либо медленно меняющегося с течением времени магнитного поля, вроде поля земного магнетизма. Тем не менее, поскольку переменное магнитное поле имеет природу переменного электрического поля, а переменное электрическое поле компенсируется клеткой Фарадея, то в клетку не проходит и переменное магнитное поле. Исходя из этого, клетка Фарадея защищает находящееся внутри пространство от действия электромагнитных волн. Для экранирования внутреннего пространства от высокочастотного излучения, размер ячейки проводящего материала должен быть меньше длины волны излучения.

Литература

1. Левитт, Б.Б. Защита от электромагнитных полей / Б.Б. Левитт - Москва: АСТ: Астрель, 2007 – 447 с.: ил
2. Барсуков, В.С. Персональная энергозащита. Средства защиты от вредных излучений и не только / В.С. Барсуков – Москва: Амрита-Русь, 2004 – 288 с.