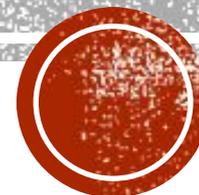


ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

Глава 2

Выполнил: студент гр. ЭЭз-19 Диденко В.Ю.



1. Поясните понятия «функциональные» и «нефункциональные» источники электромагнитных помех.

Функциональные источники - это прежде всего радио- и телепередатчики, которые распространяют электромагнитные волны через передающие антенны в окружающую среду в целях передачи информации. К этой группе относятся также все устройства, которые излучают электромагнитные волны не для коммуникативных целей, например генераторы высокой частоты для промышленного или медицинского применения, микроволновые печи, устройства радиоуправления и т. д.

Нефункциональные источники. К ним относятся автомобильные устройства зажигания, люминесцентные лампы, сварочное оборудование, релейные и защитные катушки, электрический транспорт, выпрямители тока, контактные и бесконтактные полупроводниковые переключатели, проводные линии и компоненты электронных узлов, переговарные устройства, атмосферные разряды, коронные разряды, коммутационные процессы в сетях высокого напряжения, разряды статического электричества, быстро меняющиеся напряжения и токи в лабораториях техники высоких напряжений, при проведении электрофизических экспериментов, технологическом использовании мощных импульсов и т. д.



2. Поясните понятия «широкополосный» и «узкополосный» источник электромагнитных помех.

Что является количественной характеристикой данных понятий?

Источники электромагнитной энергии классифицируются в основном по картине их проявления в диапазоне частот, иными словами, по излучаемому ими высокочастотному спектру. Различают узкополосные и широкополосные источники. Как уже отмечалось, процесс называется **узкополосным**, когда энергия спектра сосредоточена в основном в относительно узкой полосе частот около некоторой фиксированной частоты ω_0 или **широкополосным**, если указанное условие не выполняется.

Дадим количественные оценки определения широкополосного и узкополосного источника для чего введем понятие энергетического спектра импульсного или периодического процесса.



3. Какая характеристика называется шириной полосы энергетического спектра?

Шириной полосы энергетического спектра назовем **величину площади под кривой** энергетического спектра, отнесенную к величине энергетического спектра на частоте.



4. Как влияют дуговые печи и сварочные установки на электромагнитную обстановку?

Дуговая сталеплавильная **печь** (ДСП) создает в электрической сети разнообразные кондуктивные помехи **электромагнитной** совместимости (ЭМС): отклонения, колебания, несимметрию и несинусоидальность напряжения, которые негативно **влияют** на другие электроприёмники.



5. Как влияют мощные выпрямители и преобразователи частоты на электромагнитную обстановку?

Создают несинусоидальные токи, которые, протекая по элементам питающей сети, создают искажения формы кривой напряжения.



6. Какие технические средства определяют электромагнитную обстановку в городах?

Вследствие высокой плотности населения и движения транспорта в городах имеет место значительный исходный уровень широкополосных помех, который возникает от систем зажигания автомашин, городских транспортных магистралей, домашних приборов, газоразрядных ламп, местных генераторов, приборов цифровой техники. Измеренные в прошлом в разных городах исходные уровни помех имеют различный характер, который зависит от географического положения города и времени года. В национальных стандартах приведены уровни помех, различающиеся на 20—40 дБ в зависимости от вида транспорта (метро, трамвай на постоянном или переменном токе), а также от уровня общей плотности движения (включая воздушные сообщения).



7. Поясните физические процессы, происходящие в газоразрядных лампах и приводящие к появлению электромагнитных помех.

При включении в стартере СТ (лампа тлеющего разряда с биметаллическим электродом) возникает тлеющий разряд, в результате чего выделяется тепло, деформирующее биметаллический электрод, который замыкает цепь тока спиралью накала обоих главных электродов люминесцентной лампы. Одновременно замкнутый контакт гасит тлеющий разряд в стартере. После охлаждения биметаллического электрода ключ стартера вновь размыкается, причем разрыв приводит к возникновению на катушке индуктивности напряжения самоиндукции $L di(t)/dt$ в несколько киловольт. Это импульсное напряжение зажигает между предварительно нагретыми главными электродами газовый разряд.

Газоразрядные лампы высокого давления могут создавать существенные помехи вплоть до диапазона высоких и сверхвысоких частот (более быстрый пробой при высоком давлении и малых расстояниях между электродами). Высокая температура электродов и газа позволяет уменьшить электромагнитные влияния из-за меньших значений напряжений при обрывах тока и возобновлениях разряда.



8. Поясните физические процессы, происходящие на высоковольтных воздушных линиях и приводящие к появлению электромагнитных помех.

На поверхности проводов фаз воздушных линий высокого сверхвысокого напряжения напряженность электрического поля превышает в отдельных местах значение электрической прочности воздуха, что ведет к частичным разрядам. Вследствие неоднородности поля эти разряды существуют непосредственно вблизи провода, образуя так называемый коронный разряд. Частичные разряды вызывают в проводах импульсы тока со временами подъема и спада в диапазоне пикосекунд, которые распространяются вдоль проводов в виде электромагнитных волн. В совокупности многочисленные накладывающиеся друг на друга импульсы разрядов образуют источник шумовых помех, который ведет к нарушению радиоприема. Его спектр распространяется вплоть до диапазона ультравысоких частот. Еще одним источником помех, который чаще всего наблюдается на линиях среднего напряжения, являются искровые разряды между неплотно соединенными металлическими частями или между металлическими частями и поверхностями изолятора. Спектр этих искровых разрядов простирается до очень высоких частот и вызывает в первую очередь помехи телевизионному вещанию. Радиопомехи воздушных линий высокого напряжения в сильной степени зависят от погоды (плотности воздуха, дождя, инея) и формы верхней части опор. Несмотря на эти сложные зависимости, существуют документы, разработанные на основе обширных международных измерений, которые в определенной степени позволяют прогнозировать радиопомехи.



9. Поясните физические процессы, происходящие в коллекторных электродвигателях и приводящие к появлению электромагнитных помех.

При перемене направления тока в двигателях постоянного тока и в универсальных коллекторных двигателях в обмотках и проводниках 49 происходят быстрые изменения токов. Если при отделении края щеток и коллекторных пластин ток не равен нулю, то, как и у всех размыкающихся проводящих ток контрактных выключателей он поддерживается через электрическую дугу (искрение щеток). При обрыве дуги возникает быстрое изменение тока $di(t)/dt$. Последнее индуктирует во включенных в цепь катушках индуктивности напряжение самоиндукции $Ldi(t)/dt$, а также в возможных соседних проводящих контурах напряжение взаимной индукции $Mdi(t)/dt$. Для локального ограничения помех включают последовательно в цепь катушки индуктивности, а параллельно со щетками — конденсаторы. Большие двигатели постоянного тока имеют специальные дополнительные полюса и компенсационные витки, которые индуктируют в обмотках якоря противодействующие напряжения и в момент отделения края щетки от края коллекторной пластины обесточивают обмотку.



10. Поясните физические процессы, происходящие в системах зажигания автомобилей и приводящие к появлению электромагнитных помех.

Небольшие паразитные напряжения индуктируются также и в других проводящих контурах этой и соседних автомашин (магнитная связь проводящих контуров). Индуктируемый в обмотке высокого напряжения импульс вызывает на проводах зажигания высокую скорость изменения напряжения $\frac{du}{dt}$, которая вследствие тока смещения $i = C \frac{du}{dt}$ через паразитные емкости также может вызывать в соседних контурах и проводниках помехи (емкостная связь).

При разрыве тока распределителем в цепях зажигания в результате разряда емкости вторичной обмотки вновь возникают быстрые изменения напряжения и тока, которые за счет индукции и взаимного влияния вызывают помехи. В зависимости от того, соединены ли соседние системы петлей или звездой и являются ли они высокоомными или низкоомными, влияние имеет емкостный или индуктивный характер. Типичные плотности амплитуд помех по напряженности электрического поля вблизи городских улиц лежат между -20 и $+20$ дБ мкВ/м/кГц. Частоты помех достигают гигагерцевого диапазона.



11. Почему разряд статического электричества представляет собой источник электромагнитных помех?

При импульсном разряде статического электричества в виде искры возникают переходные напряжения и токи, связанные с переходными электрическими и магнитными полями, которые вызывают не только функциональные помехи в вычислительных машинах, пишущих машинках, телефонных аппаратах или других электронных приборах, но могут вызвать разрушения электронных компонентов. В то время как комплексные системы, например клавиатуры вычислительных машин, программируемые управляющие устройства, являются сравнительно стойкими к разрядам статического электричества, то при непосредственном касании полупроводниковых элементов и электронных узлов слабые разряды статического электричества, которые оператор при определенных обстоятельствах совершенно не замечает, оказываются достаточными для повреждения полупроводниковых элементов.



12. Почему коммутация катушек индуктивности приводит к появлению электромагнитных помех?

Отключаемые катушки индуктивности представляют собой чаще всего встречающиеся источники переходных помех в промышленных установках или в аппаратуре управления. Примером являются бесчисленные релейные катушки и катушки контакторов в устройствах автоматического управления и исполнительных органах, (например, приводы электромагнитных клапанов), а также все обмотки электрических машин и трансформаторов. При отключении возникают высокие переходные перенапряжения, которые могут приводить к повторному включению коммутируемого участка, к пробоем изоляции катушки, а также к электромагнитным влияниям на соседние компоненты и коммутируемые цепи. Механизм возникновения помех всегда один и тот же, однако следует различать выключение и включение контуров тока с индуктивной нагрузкой. При отключении индуктивной цепи с током расходящиеся контакты вызывают изменение тока - di/dt . С этим связано изменение потока — $d\Phi/dt$, которое в результате самоиндукции индуктирует напряжение в цепи тока. Это напряжение в основном приложено к размыкающимся контактам и поддерживает коммутационную дугу.



13. Какие процессы в сетях низкого напряжения вызывают возникновение электромагнитных помех?

Переходные перенапряжения или изменения напряжения в сетях низкого напряжения возникают преимущественно при обычных включениях индуктивных потребителей, что обсуждалось ранее. Однако кроме этого, перенапряжения возникают также при включении емкостных нагрузок, срабатывании выключателей защиты и предохранителей при коротком замыкании, переключениях в нагруженных сетях, а также в результате атмосферных разрядов (воздействие молнии). Повторяющиеся переходные процессы возникают в результате периодических коммутационных процессов в выпрямителях тока.



14. Какие процессы в сетях высокого напряжения вызывают возникновение электромагнитных помех?

В распределительных устройствах при замыкании и размыкании разъединителей возникают многочисленные повторные зажигания, которые могут вызвать во вторичных устройствах перенапряжения до 20 кВ. Они могут приводить к ложному срабатыванию защиты сети или даже к повреждению вторичных устройств. На примере подключения короткого обесточенного участка линии к находящейся под напряжением сборной шине можно наглядно объяснить причину возникновения перенапряжений. Если напряжение пробоя сближающихся контактов становится меньше максимального значения переменного напряжения, происходит первый пробой, во время которого подключаемый участок линии приобретает потенциал шины. Если ток уменьшился до значений, которыми можно пренебречь, дуга обрывается. Так как изолированный участок линии сохраняет свой потенциал, второй пробой происходит, если мгновенное значение переменного напряжения общей шины вновь отличается от значения потенциала отсоединенного участка линии на значение напряжения пробоя ставшего за это время меньшего промежутка между контактами. Этот процесс неоднократно повторяется до тех пор, пока контакты не будут касаться друг друга.



15. Какие физические процессы при ударе молнии приводят к возникновению электромагнитных помех?

Большое число учитываемых параметров тока молнии объясняется многообразием воздействия на объекты. Так, максимальное значение тока определяет ожидаемое увеличение потенциала при протекании по объекту, обладающему активным сопротивлением, крутизна тока - индуктируемые напряжения, заряд - оплавление проводников в месте удара, интеграл квадрата тока - адиабатический нагрев проводника током молнии.



16. Какие физические процессы, происходящие при ядерном взрыве, вызывают появление электромагнитного импульса? Какими параметрами характеризуется электромагнитный импульс?

При взрыве у поверхности Земли доминируют термические и механические эффекты. Кроме того, имеется магнитодинамический электромагнитный импульс, протекающий очень медленно в течение секунд и минут в виде переходного процесса, вызванного взаимодействием между магнитным полем Земли и расширяющимися ионизованными массами газа в атмосфере. Специфика электромагнитного импульса ядерного взрыва состоит в том, что его действие распространяется на значительные площади. Особенно опасны воздействия импульса на протяженные системы (сети электроснабжения, телефонные сети) в которых вследствие распределенного наведения и образования волн может аккумулироваться значительная энергия. При магнитодинамическом электромагнитном импульсе появляются низкочастотные, наведенные индуктивным путем токи в сетях электроснабжения, которые могут вызвать насыщение стали в силовых трансформаторах. Масштаб возможных электромагнитных влияний ядерных взрывов является в настоящее время предметом исследований и по нему ведутся дискуссии.



17. Какие классы окружающей среды выделяются при передаче электромагнитных помех по проводам?

Класс 1 (очень низкий уровень помех)

Класс 2 (низкий уровень помех)

Класс 3 (уровень промышленных помех)

Класс 4 (высокий уровень промышленных помех)

Класс X (экстремальный уровень помех)



18. Какие классы окружающей среды выделяются при передаче электромагнитных помех электромагнитным излучением?

Класс 1: низкий уровень электромагнитного излучения, например местные радио- и телевизионные станции находятся на расстоянии более чем 1 км, допустимо наличие разговорных радиоприборов низкой мощности.

Класс 2: средняя интенсивность электромагнитного излучения. Работающие радиотелефоны должны располагаться на расстоянии $l > 1$ м от чувствительных устройств.

Класс 3: очень сильное электромагнитное излучение, вызванное, например приборами радиотелефонии большой мощности в непосредственной близости от устройств.

Класс 4: очень сильное излучение. Степень строгости контроля должна быть согласована между заказчиком и изготовителем

