

# КОНТРОЛЬ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ЦЕПЯМ ПИТАНИЯ

Дамашевич А.С., магистрант гр.945341

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Крушев В.Т. – канд. технических наук, доцент

Любое телекоммуникационное оборудование подвержено влиянию различных типов помех, а для корректной работы оборудования необходимо минимизировать влияние помех на оборудование, либо полностью его исключить. Особенно ухудшается качество электроэнергии различных электрических сетей в крупных городах.

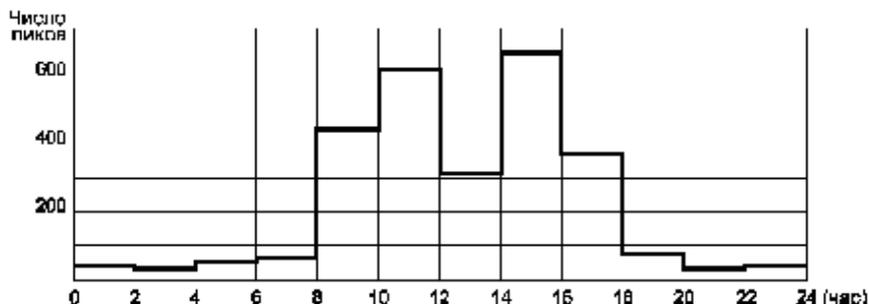


Рисунок 1 – Зависимость от времени числа пиков напряжения в диапазоне свыше 200 В (с временным интервалом свыше 40 мкс)

Из рисунка 1 легко увидеть, что количество зафиксированных пиков в рабочее время на два порядка выше по сравнению с ночным. Пики напряжения в электрических сетях – наиболее «активные убийцы» дорогостоящей производственной и бытовой электронной аппаратуры. Данное утверждение базируется на том факте, что энергия сетевых пиков может достигать единиц килоджоулей, а энергия разрушения современных интегральных микросхем составляет единицы – сотни микроджоулей [1],

Во всем мире эта проблема известна под названием «электромагнитная совместимость» (ЭМС). Естественные импульсные помехи, наводимые в электрических сетях от молний, и помехи искусственного происхождения, возникающие от воздействия мощных электромагнитных импульсов, например, при коротком замыкании высоковольтной линии электропередачи, крайне велики и соизмеримы друг с другом.

Кроме указанных выше кратковременных помех, в сетях присутствуют и долговременные помехи, обусловленные перепадами сетевого напряжения. Последние также приводят к сбоям в работе аппаратуры.

Наиболее опасными для аппаратуры являются импульсные помехи.

Международные и национальные стандарты различают следующие виды импульсных помех: наносекундные [2], микросекундные [3] и колебательные затухающие помехи [4].

Стандарты аккумулируют многолетний инженерный опыт и разработаны таким образом, чтобы при испытании устройств достаточно точно имитировать реальные помехи.

Практически все реальные импульсные помехи могут быть представлены как комбинации этих трех помех. Поэтому, если устройство устойчиво к указанным типам помех, то с высокой степенью вероятности оно будет устойчиво и к реальным помехам, независимо от их происхождения.

На основании анализа различных стандартных математических моделей формирователей помех, можно предложить единую модель.

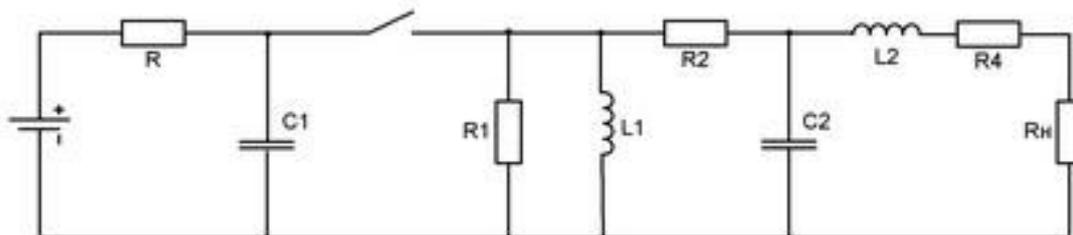


Рисунок 2 – Эквивалентная схема универсального формирователя помех

Для синтеза параметров сигнала предполагается использовать следующие действия:  
1 Составляется уравнение, связывающее все параметры схемы:

$$U = \frac{E \cdot C}{R2 \cdot \left( \frac{1}{R2} + p \cdot C2 + \frac{1}{p \cdot L2 + R3 + R4} \right) \cdot \left( p \cdot C1 + \frac{1}{p \cdot L1 + \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}} \right) - \frac{1}{R2}}. \quad (1)$$

2) После применений преобразований уравнению (1) получаем:

$$U = \frac{C2 \cdot C1 \cdot E \cdot C \cdot Dirac(2,t)}{R2} + E \cdot C \cdot Dirac(1,t) \cdot \left( \frac{C2}{R2 \cdot R1} + \frac{C1 + C2}{R2^2} \right) + \\ + E \cdot C \cdot Dirac(t) \left( \frac{1}{R2^2 \cdot R1} + \frac{1}{R2^3} + \frac{1 + C2 \cdot L1}{R2} \right) - \frac{Dirac(t)}{R2} + \\ + C \cdot E \cdot e^{\left( \frac{-(R3+R4) \cdot t}{C1} \right)} \cdot \left( -\frac{L1}{R2 \cdot (R3 + R4)} + \frac{R1 - R4 \cdot R2 \cdot R1 - R3 \cdot R2 \cdot R1 + R2}{R1 \cdot R2^2 \cdot C1} \right) + \\ + \frac{L1 \cdot (R2 + R3 + R4) \cdot E \cdot C}{R2^2 \cdot (R3 + R4)} \quad (2)$$

где функция Dirac(1,t) – дельта функция Дирака.

3) Составляется программа для расчета элементов схемы. Исходными данными в программе являются:

- $t_i$  – длительность импульса;
- $f$  – частота колебаний;
- $t_{фр}$  – длительность фронта импульса;
- $\Delta$  – отношение соседних вершин в %;
- $R_{вых}$  – выходное сопротивление;
- $R_n$  – сопротивление нагрузки.

Исходные значения параметров схемы определяются следующим образом:

– если моделируются колебательные процессы, то тогда длительность импульса ( $t_i$ ) и длительность фронта импульса ( $t_{фр}$ ) не учитываются, так как не оказывают влияния на параметры колебательных процессов, влияние оказывают только частота ( $f$ ) и сопротивление нагрузки ( $R_n$ );

– если моделируются однополярные импульсы, тогда устанавливается длительность импульса ( $t_i$ ) и длительность фронта импульса ( $t_{фр}$ ), а частота колебаний ( $f$ ) игнорируется.

Предложенная программа позволяет получать не только стандартные сигналы, но и уникальные, для каждой помеховой ситуации, что позволяет более достоверно оценить помехоустойчивость радиоэлектронной аппаратуры.

#### Список использованных источников:

- 1 Черепанов В., Хрул В А., Блудов И. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок. Справочник. М.: Радио и связь, 1994.
- 2 СТБ МЭК 61000-4-4-2014 Электромагнитная совместимость. Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам.
- 3 СТБ МЭК 61000-4-5-2014 Электромагнитная совместимость. Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии.
- 4 СТБ ГОСТ Р 51317.4.12-2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний.