

РЕЗОНАНСЫ В ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ ЦЕПЯХ

В работе описаны явления резонанса в индуктивно связанных цепях для математического описания работы связанных колебательных контуров и трансформаторов, а также для дальнейшего упрощенного создания эффективной математической модели

ВВЕДЕНИЕ

В сфере автоматизированного проектирования электрических цепей популярна задача построения математической модели какого-либо типа задач для дальнейшего их программирования на ЭВМ. Одной из задач является изучение индуктивно-связанных элементов, часто встречающихся в промышленности.

I. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Рассмотрим схему, изображенную на рисунке 1. При прохождении тока в схеме через индуктивные катушки наводится ЭДС взаимной индукции. Тем самым происходит изменение параметров каждой из схем, в отличие от начальных условиях для цепей по отдельности. Если исследовать каждую из цепей по отдельности, то они являются RLC цепями, а следовательно при переменном токе в них возникает явление резонанса, а при связи потоков катушек схем условия резонанса меняются.

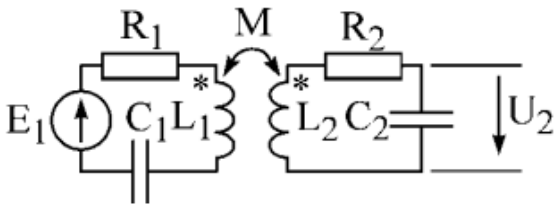


Рис. 1 – Пример цепи

Введем несколько параметров:

$Z_1 = R_1 + jX_1$ – собственное комплексное сопротивление первого контура

$Z_2 = R_2 + jX_2$ – собственное комплексное сопротивление второго контура

$X_1 = \omega L_1 - 1/\omega C_1$ – реактивное сопротивление первого контура.

$X_2 = \omega L_2 - 1/\omega C_2$ – реактивное сопротивление второго контура.

$Z_{12} = j\omega M = jX_{12}$ – комплексное сопротивление связи

$k = M/\sqrt{L_1 L_2}$ – коэффициент, характеризующий степень индуктивной связи двух элементов цепи

II. ВИДЫ РЕЗОНАНСОВ

В итоге для этой схемы существует 4 вида резонансов: 1. Первый частный резонанс достигается при изменении параметров первого кон-

тура при неизменных параметрах второго контура и постоянном коэффициенте связи k . Условие этого резонанса:

$$X_{1E} = X_1 + X_{ins1}$$

2. Второй частный резонанс получается подбором параметров второго контура при неизменных параметрах первого контура и постоянном k . Этот резонанс имеет место при

$$X_2 = X_2 + X_{ins2}$$

3. Сложный резонанс достигается одновременным изменением параметров одного из контуров и подбором оптимального коэффициента связи k . При настройке изменением элементов первого контура должно соблюдаться условие первого частичного резонанса, оптимальное значение сопротивления связи

$$X_{12}^1 = Z_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

При настройке вариацией параметров второго контура должно соблюдаться условие (1.2), оптимальному коэффициенту связи соответствует сопротивление связи.

$$X_{12}^2 = Z_1 \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$$

4. Полный резонанс имеет место при резонансной настройке порознь каждого из контуров. При полном резонансе вторичный ток имеет такое же значение, как и при сложном резонансе.

$$X_1 = 0 \quad X_2 = 0$$

и при подборе оптимальной связи между контурами

$$k_{opt} = 1/\sqrt{Q_1 Q_2}$$

которой соответствует сопротивление связи:

$$X_{12opt} = \sqrt{R_1 R_2}$$

Тем самым в зависимости от требований мы можем вводить цепь в разные резонансы для получения повышения значений тока или напряжения в нужном участке цепи, а имея математическое описание данных явлений мы можем управлять этим процессом программно.

III. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА

На рисунке 2 изображена обобщенная блок-схема алгоритма расчета цепи, приведенной выше. для дальнейшего создания программы для выполнения работ на ЭВМ.

IV. Выводы

Используя математическое описание, можно управлять параметрами цепи, минимизируя влияние внешних условий. Такой подход используют для обеспечения минимального уровня высокочастотных помех, например, при высококачественном звуковоспроизведении.

1. Шилин, Л. Ю. Проектирование электрических цепей на ПЭВМ / Л. Ю. Шилин, И. Л. Свито, А. А. Дерюшев // 2005. – С. 76.

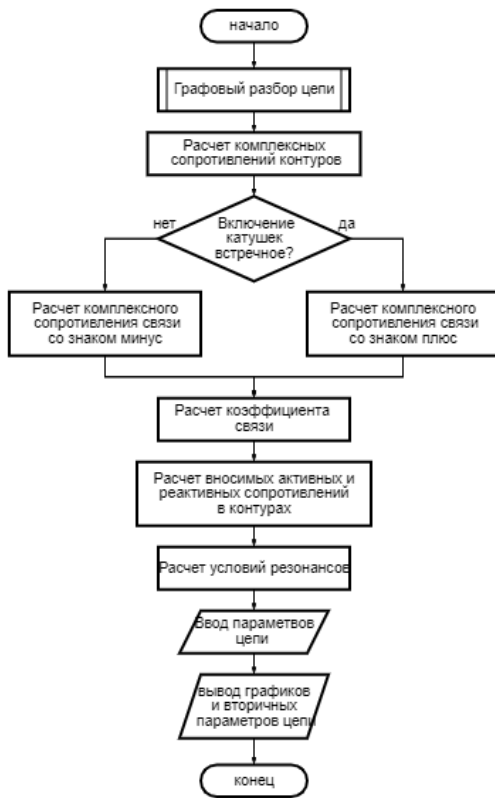


Рис. 2 – Алгоритм расчета цепи

Шешко Андрей Николаевич, студент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, roizen211@gmail.com

Кононцева Диана Владимировна, студент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, diana.konontseva@mail.ru

Научный руководитель: Шилин Леонид Юрьевич, декан факультета информационных технологий и управления БГУИР, доктор технических наук, профессор, dekfitu@bsuir.com