



Рисунок 1 – Загальний вигляд 3D сканеру Ciclop

Алгоритм реверс-інжинірингу:

1) Сканування. Перш ніж приступити до процесу сканування необхідно провести попередню настройку сили світла і частоти лазера. Це дає можливість налаштувати сканер під певну освітленість в приміщенні, а також до відполірованим поверхонь. Також необхідно вибрати точність сканування. При збільшенні точності сканування відстань між 2 сусідніми точками зменшується відповідно зменшується розмір створюваного полігону, при цьому зростає розмір файлу і час його обробки. Тому, виходячи з розмірів об'єкта, якості його обробки, необхідно вибрати оптимальне значення. Для конкретного обладнання не слід виходити за 500000 точок. В середньому процес сканування таких деталей займає близько 1-2 годин.

2) Оптимізація сітки. У програмному забезпеченні є набір основних фільтрів дозволяють оптимізувати полігональну модель. Оптимізація сітки сканування полягає в збільшенні кількості полігонів за допомогою зменшення вже наявних великих полігонів для більш точної відтворення поверхні. Знищення сітки сканування - завдання, протилежна попередньої. Тут відбувається збільшення наявних полігонів для зменшення їх кількості, без спотворення зображення реальної деталі. Застосовується на рівних поверхнях, де кількість полігонів нітрохи не позначається на якості результату сканування, а лише навантажує модель для подальшої обробки. Кордон оптимізації - умовне значення «глибини» оптимізації фільтрів. При підвищенні параметра відбувається більш серйозне відбудовування полігонів. Кордон різкості відповідає за якість одержуваних кривих моделей. Отримати ідеально закруглену полігональну модель не вийде, адже з'єднання будь-яких двох точок відбувається виключно по прямій. Даний фільтр лише зменшує відстань між двома прямими, добудовуючи додаткові полігони, для більш точного відображення поверхні. Заповнити форму отворів - програма математично додумує отвір і добудовує його сама. Ізолювання, так званих, «шумів» - це видалення зайвих отриманих полігонів, які не належать до основної моделі.

3) Створення тривимірної моделі. Для подальшого аналізу об'єкта необхідно створити його в форматі IGES. В цілому цей процес не відрізняється від звичайного побудови. Відмінність полягає в побудову ескізу, так як він будується на основі отриманої триангуляційної моделі. Тобто за допомогою площини розтинають сітка і на що розтинає площині утворюються сліди сітки за якими будується ескіз. Також для особливих випадків можна будувати поверхню по сітці. Але це вимагає хорошої якості сітки, в іншому випадку поверхня не буде побудована. Час побудови залежить від складності деталі та якості отриманої полігональної моделі.

4) Анализ построения. Позволяет оценить отклонения построенной детали от сетки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Metrology of freeform shaped parts E. Savio¹ (2), L. De Chiffre² (1), R. Schmitt³ 1Laboratory of Industrial and Geometrical Metrology, DIMEG - University of Padova, Padova, Italy 2Centre for Geometrical Metrology, IPL – Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark 3Chair of Metrology and Quality Management, RWTH - Aachen University, Aachen, Germany.

МАТРИЧНЫЕ УРАВНЕНИЯ РАСЧЕТА РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Жуковский А.Я., студ.

Научный руководитель Сосницкая Н.Л., д.п.н., проф.

Таврический Государственный Агротехнологический Университет (г. Мелитополь)

Переход от вещественных синусоидальных функций времени токов и напряжений к их изображению в комплексной форме записи позволяет распространить методы расчета разветвленных цепей постоянного тока на расчет разветвленных цепей синусоидального тока.

Цель исследования – применение матричного уравнения метода узловых напряжений для расчета установившегося режима цепи синусоидального тока с помощью математического пакета «MathCAD».

Для построения математической модели разветвленной электрической цепи в комплексной форме используем метод узловых напряжений.

Каноническая форма уравнений метода узловых напряжений для случая трех узлов имеет вид:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{11} \dot{U}_{10} - \underline{Y}_{12} \dot{U}_{20} - \underline{Y}_{13} \dot{U}_{30} &= \dot{J}_{11} \\ -\underline{Y}_{21} \dot{U}_{10} + \underline{Y}_{22} \dot{U}_{20} - \underline{Y}_{23} \dot{U}_{30} &= \dot{J}_{22} \\ -\underline{Y}_{31} \dot{U}_{10} - \underline{Y}_{32} \dot{U}_{20} + \underline{Y}_{33} \dot{U}_{30} &= \dot{J}_{33} \end{aligned}$$

где $\underline{Y}_{11}; \underline{Y}_{22}; \underline{Y}_{33}$ – собственные комплексные проводимости ветвей, принадлежащих узлам, $\underline{Y}_{12} = \underline{Y}_{21}; \underline{Y}_{23} = \underline{Y}_{32}; \underline{Y}_{13} = \underline{Y}_{31}$ – общие комплексные проводимости ветвей одновременно принадлежащих двум узлам, $\dot{J}_{11}; \dot{J}_{22}; \dot{J}_{33}$ – узловые токи.

Матричное уравнение метода узловых напряжений для цепи синусоидального тока имеет вид

$$A \underline{Y}_b A^T \dot{U}_{n0} = -A \underline{Y}_b \dot{E}_b + A \dot{J}_b$$

Обозначив через $\underline{Y}_{nn} = A_b \underline{Y}_b A^T$ квадратную матрицу комплексных узловых проводимостей, через $\dot{J}_{nn} = -A \underline{Y}_b \dot{E}_b + A \dot{J}_b$ столбцевую матрицу комплексных действующих значений узловых токов, получим узловые уравнения в матричной форме

$$\underline{Y}_{nn} \dot{U}_{n0} = \dot{J}_{nn}.$$

Решение этого уравнения

$$\dot{U}_{n0} = \underline{Y}_{nn}^{-1} \dot{J}_{nn}$$

определяет матрицу комплексных действующих значений узловых напряжений. Далее рассчитываются напряжения: $\dot{U} = A^T \dot{U}_{n0}$, $\dot{U}_b = \dot{U} + \dot{E}$ и токи: $\dot{I}_b = \underline{Y}_b \dot{U}_b$, $\dot{I} = \dot{I}_b - \dot{J}$.

Матричное контурное уравнение для цепи синусоидального тока имеет вид:

$$B \underline{Z}_b B^T \dot{I}_{nn} = -B \underline{Z}_b \dot{J}_b + B \dot{E}_b$$

Обозначив через $\underline{Z}_{nn} = B \underline{Z}_b B^T$ – квадратную матрицу комплексных контурных сопротивлений, через $\dot{E}_{nn} = -B \underline{Z}_b \dot{J}_b + B \dot{E}_b$ – матрицу комплексов действующих значений э. д. с. контуров, получим контурное уравнение в матричной форме

$$\underline{Z}_{nn} \dot{I}_{nn} = \dot{E}_{nn}$$

Решение этого уравнения

$$\dot{I}_{nn} = \underline{Z}_{nn}^{-1} \dot{E}_{nn}$$

определяет матрицу комплексных контурных токов.

Далее рассчитываются токи ветвей: $\dot{I} = B^T \dot{I}_{nn}$; $\dot{I}_b = \dot{I} + \dot{J}$ и напряжения: $\dot{U}_b = \underline{Z}_b \dot{I}_b$; $\dot{U} = \dot{U}_b - \dot{E}$

Согласно разработанной модели рассчитаем цепь синусоидального тока, представленную на рис. 1. При заданных параметрах цепи: $\underline{Z}_1 = j12$ Ом, $\underline{Z}_2 = 4 + j5$ Ом, $\underline{Z}_3 = 4$ Ом, $\underline{Z}_4 = \underline{Z}_1$ Ом, $\underline{Z}_5 = -j6$ Ом, $\dot{J}_1 = 6$ А, $\dot{E} = j100$ В найдем комплексы действующих значений токов.

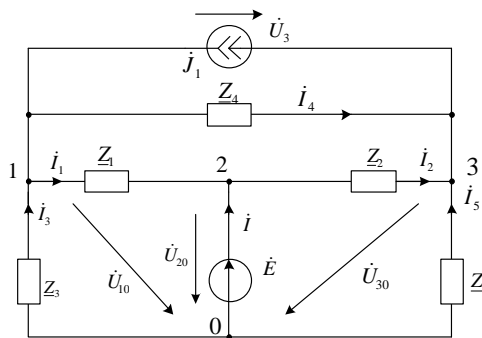


Рис. 1 Схема электрической цепи

Выбираем направления токов ветвей, в качестве базисного узла – 0. Напряжение узла 2 относительно базисного $\dot{U}_{20} = \dot{E}$. Напряжения \dot{U}_{10} и \dot{U}_{30} определяем методом узловых напряжений. Узловые уравнения имеют вид:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{11} \dot{U}_{10} - \underline{Y}_{12} \dot{U}_{20} - \underline{Y}_{13} \dot{U}_{30} &= \dot{J}_{11} \\ -\underline{Y}_{31} \dot{U}_{10} - \underline{Y}_{32} \dot{U}_{20} + \underline{Y}_{33} \dot{U}_{30} &= \dot{J}_{33} \end{aligned}$$

где $\underline{Y}_{11} = \frac{1}{\underline{Z}_1} + \frac{1}{\underline{Z}_3} + \frac{1}{\underline{Z}_4}$; $\underline{Y}_{33} = \frac{1}{\underline{Z}_2} + \frac{1}{\underline{Z}_5} + \frac{1}{\underline{Z}_4}$ – собственные комплексные проводимости узлов 1 и 3;

$$\underline{Y}_{12} = \frac{1}{\underline{Z}_1}; \underline{Y}_{13} = \frac{1}{\underline{Z}_4}; \underline{Y}_{31} = \underline{Y}_{13}; \underline{Y}_{32} = \frac{1}{\underline{Z}_2} - \text{общие комплексные проводимости;}$$

$\dot{J}_{11} = \dot{J}_1; \dot{J}_{33} = -\dot{J}_1$ узловые токи. Поскольку $\dot{U}_{20} = \dot{E}$, решается матричное уравнение вида:

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_{10} \\ \dot{U}_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_{11} & -\underline{Y}_{13} \\ -\underline{Y}_{31} & \underline{Y}_{33} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \underline{Y}_{12} \dot{E} + \dot{J}_1 \\ \underline{Y}_{32} \dot{E} - \dot{J}_1 \end{bmatrix}$$

в результате решения которого находим значения узловых напряжений. Токи ветвей определяются с помощью уравнений:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_{10} - \dot{E}}{\underline{Z}_1}; \dot{I}_2 = \frac{-\dot{U}_{30} + \dot{E}}{\underline{Z}_2}; \dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{10}}{\underline{Z}_3}; \dot{I}_4 = \frac{\dot{U}_{10} - \dot{U}_{30}}{\underline{Z}_4}; \dot{I}_5 = \frac{-\dot{U}_{30}}{\underline{Z}_5}; \dot{I} = \dot{I}_2 - \dot{I}_1.$$

В ходе проведенных исследований получены следующие результаты:

1. Составлена математическая модель разветвленной цепи синусоидального тока в комплексной форме.
2. Применены узловые уравнения метода узловых напряжений для расчета установившегося режима цепи синусоидального тока.
3. Рассчитаны комплексное сопротивление емкостей; узловые напряжения на входе и выходе; начальная фаза выходного напряжения; амплитудное значение выходного напряжения.
4. Реализовано численное решение поставленной задачи в пакете «MathCAD».

ЛИТЕРАТУРА

1. Валеев К. Г. Вища математика: навч. посібник/К.Г. Валеев, І.А. Джалладова. – К: КНЕУ, 2001. – Ч. 1. – 564 с.
2. Общая электротехника /Под ред. А.Т. Блажжина. – М.: Высшая школа, 1983. – 365 с.
3. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD /Дьяконов В.П. – М.: «СК Пресс», 2003. – 336 с.

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА В ПАКЕТЕ MATHCAD

Самофал Д.В., студ.

Научный руководитель Сосницкая Н.Л., д.п.н., проф.

Таврический Государственный Агротехнологический Университет (г. Мелитополь)

Решение инженерных и научно-исследовательских задач требует выполнения трудоемких расчетов, которые могут быть выполнены с применением современных ЭВМ. Для решения задач компьютерного моделирования используются различные программные средства. Наиболее распространенным и удобным является математический пакет «MathCAD». Вычисления с помощью этого пакета производятся как с действительными, так и с комплексными переменными, поэтому его удобно использовать при решении задач электротехники.

Целью исследования является сравнительная характеристика применения аналитических методов и пакета «MathCAD» для расчета цепей синусоидального тока.

Для анализа и расчета цепей синусоидального тока наиболее удобен символический метод, основанный на использовании алгебры комплексных чисел. При его применении действия с синусоидальными функциями токов и напряжений в ветвях электрической цепи заменяются действиями с комплексными числами, изображающими эти функции.

Рассмотрим участок цепи, содержащий: активное сопротивление R , индуктивное X_L и емкостное X_C , по которому протекает синусоидальный ток \dot{I} (рис. 1):

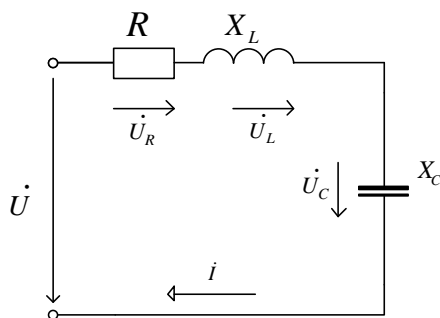


Рисунок 1– Участок цепи синусоидального тока

$$\text{Вектор напряжения } \dot{U} \text{ на зажимах этого участка: } \dot{U} = R \cdot \dot{I} + jX_L \cdot \dot{I} - jX_C \cdot \dot{I} = \left[R + j(X_L - X_C) \right] \dot{I}.$$