

УДК 378.1

А.М. Апендина, гр. 19-18, (КазАТУ)
Научный руководитель А.Д. Умурзакова, доктор PhD (КазАТУ)
г. Нур-Султан

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ MATLAB В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

За несколько последних лет в университетских и инженерно-технических кругах мира получила широкое распространение новая компьютерная система осуществления математических расчетов — т.н. MatLAB. Спектр её применимости в настоящее время настолько велик, что система MatLAB принята в качестве официального вычислительного средства при подготовке и оформлении инженерной документации и научных публикаций.

Главные преимущества т.н. «языка технических вычислений» MatLAB, которые выгодно выделяют его среди других существующих ныне математических систем и пакетов, состоят в следующем:

- система MatLAB создана специально для проведения именно инженерных расчетов: математический аппарат, который используется в ней, предельно приближен к современному математическому аппарату инженера и ученого, так как он опирается на вычисления с матрицами, векторами и комплексными числами;
- графическое представление функциональных зависимостей в MatLAB организовано в форме, которая требуется именно для инженерной документации;
- язык программирования системы MatLAB весьма прост: он близок к языку BASIC и по силам любому новичку;
- MatLAB содержит всего несколько десятков операторов; столь незначительное количество компенсируется большим числом процедур и функций, содержание которых легко воспринимается пользователем с соответствующей математической и инженерной подготовкой;
- в отличие от большинства математических систем, MatLAB — открытая система: практически все её процедуры и функции доступны не только для использования, но также для корректировки и модифицирования. MatLAB может расширяться пользователем по его желанию, посредством созданных им программ и процедур (подпрограмм);
- эту систему легко приспособить к решению нужных классов задач;
- существует крайне удобная возможность использовать практически все вычислительные возможности системы в режиме чрезвычайно мощного научного калькулятора;
- ещё одна возможность — составление собственных отдельных программ с целью их многократного использования для исследований; это делает MatLAB незаменимым средством для проведения научных расчетных исследований;

- последние версии MatLAB предусматривают её простую интеграцию с текстовым редактором Word, что делает возможным использование вычислительных и графических возможностей MatLAB при создании текстовых документов (к примеру, для оформления инженерных и научных отчетов, статей с включением в них сложных расчетов и выводом графиков в текст).

Итак, возможности MatLAB огромны, а по скорости выполнения задач она опережает многие другие подобные системы. Все эти особенности делают её весьма привлекательной для использования в учебном процессе высших учебных заведений.

В данной статье рассмотрены задачи из дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Линейные системы автоматического регулирования» и «Электрические машины». Данные дисциплины включают в себя решение математических и графических задач, исследование передаточных функций звеньев систем автоматизации, исследования их на устойчивость различными методами, построение графиков частотных и амплитудных характеристик, построение механических характеристик двигателей и т.д. Программа MatLab позволяет решить перечисленные задачи, что значительно развивает потенциал применения программы для проведения различных исследований.

Далее мы детально разберём методологию решения одной из задач с помощью MatLAB.

Формулировка задачи такова: используя методы наложения, контурных токов и узловых напряжений, необходимо определить токи ветвей в цепи, схема которой соответствует рис. 1, если $E = 15\text{ В}$, а $R = 2\text{ Ом}$. Также требуется составить уравнение баланса мощностей.

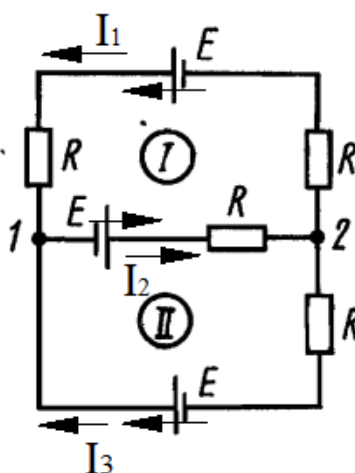


Рисунок 1

Решение. Составим уравнения, используя законы Кирхгофа и задаваясь направлениями токов, указанными на рис. 1. Также составим уравнения для одного узла и двух контуров цепи (направление обхода в контурах выбираем: 1 — против часовой стрелки; 2 — по часовой стрелке):

$$\begin{cases} E + E = (R + R) * I_1 R * I_2 \\ E + E = R * I_2 + R * I_3 \\ 0 = I_1 - I_2 + I_3 \end{cases} \gg \begin{cases} 15 + 15 = (2 + 2) * I_1 + 2 * I_2 \\ 15 + 15 = 2 * I_2 + 2 * I_3 \\ 0 = I_1 - I_2 + I_3 \end{cases}$$

$$\gg \begin{cases} 30 = 4 * I_1 + 2 * I_2 \\ 30 = 2 * I_2 + 2 * I_3 \\ 0 = I_1 - I_2 + I_3 \end{cases}$$

Решение этой системы проведем с помощью функции *solve* ()

```
>> syms x y z;
>> Y = solve('4 * x + 2 * y = 30','2 * z = 30','x - y + z = 0'
x: [1x1 sym] >> Y.x ans = 3
Y = y: [1x1 sym] >> Y.y ans = 9
z: [1x1 sym] >> Y.z ans = 6
```

Таким образом,

$$I_1 = 3 \text{ A}; \quad I_2 = 9 \text{ A}; \quad I_3 = 6 \text{ A}.$$

Составим баланс мощностей:

$$E_1 \cdot I_1 + E_2 \cdot I_2 + E_3 \cdot I_3 = 2R \cdot I_1^2 + R \cdot I_2^2 + R \cdot I_3^2$$

Проведем расчет в программе:

```
>> 15 * 3 + 15 * 9 + 15 * 6
ans = 270
>> 4 * 3^2 + 2 * 9^2 + 6^2
ans = 270
```

$$15 \cdot 3 + 15 \cdot 9 + 15 \cdot 6 = 270 \text{ Вт}$$

$$2 \cdot 2 \cdot 3^2 + 2 \cdot 9^2 + 2 \cdot 6^2 = 270 \text{ Вт}$$

Также решение системы уравнений можно осуществлять с использованием матричного метода решения систем в программе:

$$\begin{cases} 30 = 4 * I_1 + 2 * I_2 \\ 30 = 2 * I_2 + 2 * I_3 \\ 0 = I_1 - I_2 + I_3 \end{cases}$$

В данном случае,

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = [30, \quad 30, \quad 0], \quad I = [I_1, \quad I_2, \quad I_3].$$

Тогда решение будет иметь вид:

```
>> A = [4 2 0; 0 2 2; 1 -1 1]
```

```
      4    2    0
A = 0     2     2
      1   -1     1
```

```
>> B = [30; 30; 0]
```

```
      30
B = 30
      0
```

```
>> I = inv(A) * B
```

```
      3.0000
I = 9.0000
      6.0000
```

Таким образом, применяя в образовании новые технологии (в частности, программу MatLAB), возможно обеспечить простоту в выполнении задач, поэтапное их решение и наглядность подачи информации. Существует возможность создавать задания для студентов, а также разрабатывать различные алгоритмы и установки, которые могут использоваться в дальнейшем для обучения по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Теория автоматического управления», «Автоматизированный электропривод» и др. Возможности программы MatLAB можно широко применять в решении практических и лабораторных работ, а также при расчете курсовых и дипломных работ по специальности «Автоматизация и энергетическая эффективность процессов и производств».

Более подробные сведения о функциях и процедурах системы MatLAB читатель найдет в специальных справочных ресурсах (например, приведенных в списке литературы). В них же можно ознакомиться с содержанием некоторых пакетов прикладных программ (ППП), которые поставляются с той или иной версией MatLAB.

Отметим также, что основным методом углубленного освоения средств и возможностей MatLAB является, во-первых, самостоятельное изучение описаний процедур, которые возникают в командном окне MatLAB (если использовать команду `help` с указанием имени процедуры); во-вторых, изучение текстов самих программ (команда `type`); и, в-третьих, самостоятельное составление, написание и воплощение программ в среде MatLAB с использованием разнообразных её возможностей.

Список литературы:

1. Половко А. М., Бутусов П. Н., MatLab для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 320 с.: ил.

2. Лазарев Ю. Ф., MatLab 6.5. Математическое моделирование физических процессов и технических систем: Учебный курс. – К.: 2004. – 474 с.
3. MatLab for Engineers – Applications in Control, Electrical Engineering, IT and robotics, Edited by Karel Perutka.
4. Теория автоматического управления: учебное пособие / В. П. Мацин, А. Н. Горожанкин, К. М. Виноградов, А. М. Журавлев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 31 с.
5. Abdulwahid M.M., e.a. Design and Implementation of Motor Speed Control Model by using PLC // Informatica: Journal of Applied Machines Electrical Electronics Computer Science and Communication Systems. 2020. Vol. 1. No. 1. P. 54-62.
6. Hiroi K., e.a. Magnetic Field Imaging of A Model Electric Motor Using Polarized Pulsed Neutrons at J-PARC/MLF // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 862. No. 1. P. 012008.
7. Jorgens C. Electric Motor Powered Are Engine Simulator (EMPAS): Test Model Hardware Design and Fabrication // AIAA AVIATION 2021 FORUM. 2021. P. 2975.
8. Aymen F., e.a. Electric Vehicle Model Based on Multiple Recharge System and a Particular Traction Motor Conception // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 49308-49324.
9. Altshul G.M., e.a. Interaction Model of One Jaw of a Vibrating Jaw Crusher with the Processed Rock, Taking Into Account the Properties of the Electric Motor // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 747. No. 1. Sieklucki G. An Investigation into the Induction Motor of Tesla Model & Vehicle // International Symposium on Electrical Machines (SME). 2018. P. 1-6.
10. Kiyakli A.O., Solmaz H. Modeling of an Electric Vehicle with MATLAB/Simulink // International Journal of Automotive Science and Technology. 2018. Vol. 2. No. 4. P. 9-15.
11. Traue A., e.a. Toward a Reinforcement Learning Environment Toolbox for Intelligent Electric Motor Control // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2020.
12. Fu S., e.a. SM-PI Control Strategy of Electric Motor-Pump for Pure Electric Construction Machinery // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 100241-100250.
13. Gandzha S., Kosimov B., Aminov D. Selecting Optimal Design of Electric Motor of Pilgrim Mill Drive for Manufacturing Techniques Seamless Pipe // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2019. P. 1-7.
14. Проскуряков В.С., Соболев С.В. Электротехника. Асинхронный двигатель. Ухта: Изд-во УГТУ-УПИ, 2008. 33 с.
15. Петрова М.В. Электропривод. Ульяновск: УлГТУ, 2013. 50 с.
16. Ануфриев И. Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 736 с.
17. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. Учебное пособие. – СПб.: "Корона принт", 2001. – 320 с.
18. Гультияев А. К. Визуальное моделирование в среде MATLAB: Учебный курс. - СПб.: "ПИТЕР", 2000. - 430 с.