

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРИИНДУКТИВНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

Попов И.П.

Аннотация. Существуют осцилляторы с взаимным преобразованием кинетической энергии груза в энергию магнитного поля или с взаимным преобразованием кинетической энергии груза в энергию электрического поля. А также осцилляторы с взаимным преобразованием потенциальной энергии пружины в энергию электрического поля или с взаимным преобразованием потенциальной энергии пружины в энергию магнитного поля. Целью работы является построение математической модели трииндуктивного осциллятора. В LLL осцилляторе происходят свободные колебания тока (без питания извне). Это значит, что любая фаза является источником реактивной мощности двух других фаз. Это обстоятельство создает предпосылку снижения потока реактивной мощности в сети за счет взаимной компенсации реактивной мощности фаз. Другими словами, фазы симметричной нагрузки, по крайней мере, частично могут обмениваться реактивной мощностью между собой, а не с сетью.

Ключевые слова: осциллятор, энергия, трииндуктивный, колебания, реактивная мощность, фаза.

Введение

Известны два основных вида колебаний. Первое обусловлено взаимным преобразованием кинетической энергии груза в потенциальную энергию пружины. Второе – энергии магнитного поля катушки в энергию электрического поля конденсатора.

Относительно недавно описаны mL осцилляторы с взаимным преобразованием кинетической энергии груза в энергию магнитного поля [1-3] с собственной частотой колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{y}{mL}},$$

где y – параметрический коэффициент.

Или с взаимным преобразованием кинетической энергии груза в энергию электрического поля (mC осцилляторы) [4, 5] с собственной частотой колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{y}{mC}},$$

А также kC осцилляторы с взаимным преобразованием потенциальной энергии пружины в энергию электрического поля [6, 7] с собственной частотой колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{yC}}.$$

Или с взаимным преобразованием потенциальной энергии пружины в энергию магнитного поля (kL осцилляторы) [8–10] с собственной частотой колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{yL}}.$$

Почти сразу возник вопрос, а нельзя ли создать осциллятор с взаимным преобразованием энергии магнитного поля в энергию магнитного же поля другой катушки?

Целью работы является построение математической модели такого осциллятора.

Результаты

На рис. представлена схема LLL осциллятора.

Электрические уравнения LLL осциллятора:

$$B \ln R \frac{d\phi}{dt} \cos \phi = L \frac{di_1}{dt},$$

$$B \ln R \frac{d\phi}{dt} \cos \left(\frac{2}{3} \pi - \phi \right) = L \frac{di_2}{dt},$$

$$B \ln R \frac{d\phi}{dt} \cos \left(-\frac{2}{3} \pi - \phi \right) = L \frac{di_3}{dt}.$$

Отсюда

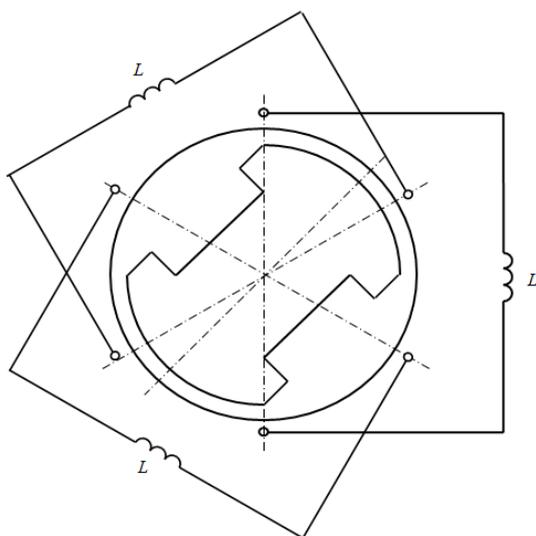
$$i_1 = -\frac{BlnR}{L} \sin \phi,$$

$$i_2 = \frac{BlnR}{L} \sin \left(\frac{2}{3}\pi - \phi \right),$$

$$i_3 = \frac{BlnR}{L} \sin \left(-\frac{2}{3}\pi - \phi \right).$$

Механический момент равен

$$\begin{aligned} & Blni_1R \cos \phi + Blni_2R \cos \left(\frac{2}{3}\pi - \phi \right) + Blni_3R \cos \left(-\frac{2}{3}\pi - \phi \right) = \\ & = -Bln \frac{BlnR}{L} \sin \phi R \cos \phi + Bln \frac{BlnR}{L} \sin \left(\frac{2}{3}\pi - \phi \right) R \cos \left(\frac{2}{3}\pi - \phi \right) + \\ & \quad + Bln \frac{BlnR}{L} \sin \left(-\frac{2}{3}\pi - \phi \right) R \cos \left(-\frac{2}{3}\pi - \phi \right) = \\ & = -\frac{(BlnR)^2}{2L} \sin 2\phi + \frac{(BlnR)^2}{2L} \sin \left(\frac{4}{3}\pi - 2\phi \right) + \frac{(BlnR)^2}{2L} \sin \left(-\frac{4}{3}\pi - 2\phi \right) = \\ & = -\frac{(BlnR)^2}{2L} \sin 2\phi + \frac{(BlnR)^2}{2L} \left(\sin \frac{4}{3}\pi \cos 2\phi - \cos \frac{4}{3}\pi \sin 2\phi \right) + \\ & \quad + \frac{(BlnR)^2}{2L} \left(-\sin \frac{4}{3}\pi \cos 2\phi - \cos \frac{4}{3}\pi \sin 2\phi \right) = 0. \end{aligned}$$



Модель LLL осциллятора

Это означает, что ротор вращается без ускорения и

$$\phi = \omega_0 t.$$

Следовательно,

$$i_1 = -\frac{BlnR}{L} \sin \omega_0 t,$$

$$i_2 = \frac{BlnR}{L} \sin \left(\frac{2}{3}\pi - \omega_0 t \right),$$

$$i_3 = \frac{BlnR}{L} \sin \left(-\frac{2}{3}\pi - \omega_0 t \right).$$

Заключение

Таким образом, в LLL осцилляторе происходят свободные колебания тока (без питания извне). Это значит, что любая фаза является источником

реактивной мощности двух других фаз.

Это обстоятельство создает предпосылку снижения потока реактивной мощности в сети за счет взаимной компенсации реактивной мощности фаз. Другими словами, фазы симметричной нагрузки, по крайней мере, частично могут обмениваться реактивной мощностью между собой, а не с сетью.

Список использованных источников

1. Попов, И.П. Инертно-индуктивный осциллятор / И.П. Попов, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов // Вестник Курганского государственного университета. Технические науки. – 2013. – Вып. 8. – № 2(29). – С. 80-81.
2. Попов, И.П. Электромеханические или искусственные масса и упругость / И.П. Попов // Вестник Псковского государственного университета. Технические науки. – 2016. – Вып. 4. – С. 89-94.
3. Попов, И.П. Накопитель энергии с искусственной инертной ёмкостью / И.П. Попов // Вестник Калужского университета. – 2019. – № 4. – С. 71-73.

4. Попов, И.П. Инертно-емкостная колебательная система / И.П. Попов // Зауральский научный вестник. – 2013. – № 2(4). – С. 65-66.
5. Попов, И.П. Электромеханические колебания в системах автоматики / И.П. Попов, В.И. Чарыков, Д.П. Попов // Вестник НГАУ. – 2014. – № 4(33). – С. 173-177.
6. Попов, И.П. Спонтанные упруго-емкостные колебания в системах автоматики / И.П. Попов // Вестник Морского государственного университета им. адмирала Г.И. Невельского. Серия: Автоматическое управление, математическое моделирование и информационные технологии. – 2017. – Вып. 78. – С. 93-97.
7. Попов, И.П. Искусственные масса и упругость / И.П. Попов // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2016. – № 1(29). – С. 7-11.
8. Попов, И.П. Спонтанные упруго-индуктивные колебания в технических средствах автоматизации / И.П. Попов // Автоматизированные технологии и производства. – 2019. – № 1 (19). – С. 18-20.
9. Попов, И.П. Упруго-индуктивное устройство / И.П. Попов // Зауральский научный вестник. – 2011. – Вып. №1. – С. 181-183.
10. Упругая емкость в цепи питания пьезоэлектрического преобразователя / И.П. Попов [и др.] // Вестник Курганского государственного университета. Технические науки. – 2016 – Вып. 11. – № 3(42). – С. 87-89.

Материал поступил в редакцию: 28.12.2020

Материал принят к публикации: 19.02.2021

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

MATHEMATICAL MODEL OF A TRI-INDUCTIVE OSCILLATOR

Popov I.P.

Abstract. There are oscillators with the mutual transformation of the kinetic energy of the load into the energy of the magnetic field or with the mutual transformation of the kinetic energy of the load into the energy of the electric field. And also oscillators with the mutual transformation of the potential energy of the spring into the energy of the electric field or with the mutual transformation of the potential energy of the spring into the energy of the magnetic field. The aim of this work is to build a mathematical model of a tri-inductive oscillator. In the LLL oscillator, free current fluctuations occur (without external power supply). This means that any phase is a source of reactive power for the other two phases. This circumstance creates a prerequisite for reducing the flow of reactive power in the network due to the mutual compensation of the reactive power of the phases. In other words, the phases of a balanced load can at least partially exchange reactive power with each other, and not with the network.

Keywords: oscillator, energy, tri-inductive, oscillations, reactive power, phase.

References

1. Popov, I.P. (2013) *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2(29): 80-81.
2. Popov, I.P. (2016) *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 4: 89-94.
3. Popov, I.P. (2019) *Vestnik Kaluzhskogo universiteta*, 4: 71-73.
4. Popov, I.P. (2013) *Zaural'skij nauchnyj vestnik*, 2(4): 65-66.
5. Popov, I.P. (2014) *Vestnik NGAU*, 4(33): 173-177.
6. Popov, I.P. (2017) *Vestnik Morskogo gosudarstvennogo universiteta im. admirala G.I. Nevel'skogo. Seriya: Avtomaticheskoe upravlenie, matematicheskoe modelirovanie i informacionnye tekhnologii*, 78: 93-97.
7. Popov, I.P. (2016) *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 1(29): 7-11.
8. Popov, I.P. (2019) *Avtomatizirovannye tekhnologii i proizvodstva*, 1 (19): 18-20.
9. Popov, I.P. (2011) *Zaural'skij nauchnyj vestnik*, 1: 181-183.
10. Popov, I.P. [i dr.] (2016) *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 3(42): 87-89.

ОБ АВТОРАХ:

Попов Игорь Павлович – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» Курганского государственного университета. Email: ip.popov@yandex.ru

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Попов, И.П. Математическая модель трииндуктивного осциллятора / И.П. Попов // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2021. – Т.9. – № 1. – С. 9-11.
DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-1-9-11.

Popov I.P. (2021) *Mathematical model of a tri-inductive oscillator. Software of systems in the industrial and social fields*. 9 (1): 9-11.
DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-1-9-11.