

# SUSTAINABILITY ISSUES DECISION FERRORESONANT CIRCUIT WITH LINEAR INDUTANCE

Fayziyev M.<sup>1</sup>, Beytullayeva R.<sup>2</sup>, Norboyev A.<sup>3</sup>

# ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНОГО КОНТУРА С ЛИНЕЙНОЙ ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Файзиев М. М.<sup>1</sup>, Бейтуллаева Р. Х.<sup>2</sup>, Норбоев А. Э.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Файзиев Махманазар Мансурович / Fayziyev Makhmanazar - кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Бейтуллаева Румия Хамидуллаевна / Beytullayeva Rumiya - старший преподаватель;

<sup>3</sup>Норбоев Анвар Эшмуминович / Norboyev Anvar - соискатель, ассистент, кафедра электроэнергетики, факультет энергетики,

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в научной статье приведен теоретический анализ феррорезонансного контура с линейной индуктивностью. Для исследования феррорезонансного контура с линейной индуктивностью аппроксимируем кривую намагничивания степенной функцией, вводя безразмерные и базисные величины, и используя метод медленно меняющихся амплитуд, что решение отвечающее устойчивости получено базовыми уравнениями для построения обобщенных характеристик магнитного усилителя. Применение феррорезонансного контура с линейной индуктивностью в обмотки управления магнитного усилителя через диодный мост даёт возможность стабилизировать напряжение.

**Abstract:** in the scientific article the theoretical analysis of the ferroresonant circuit with linear inductance. To investigate the ferroresonant circuit with linear inductance approximate the magnetization curve of exponential function by introducing dimensionless and basic values, and using the method of slowly varying amplitudes of the solution corresponding to the stability of the basic equations obtained for the construction of generalized magnetic amplifier characteristics. Application ferroresonant circuit with linear inductance in the magnetic amplifier control winding through a diode bridge gives vozmrzhnost stabilize the voltage.

**Ключевые слова:** напряжения сети переменного тока, ферромагнитного элемента, конденсатор, линейного ферромагнитного элемента, коэффициенты и степень аппроксимирующей функции, метода медленно меняющихся амплитуд, базисные и безразмерные коэффициенты.

**Keywords:** voltage AC, ferromagnetic element, the capacitor, the linear ferromagnetic element, the coefficients and the degree of the approximating function, the method of slowly varying amplitudes, the fundamental and dimensionless coefficients.

УДК 621.721.025

Для уменьшения намагничивающего тока  $I_{ном}$  нужно уменьшать поток  $\Phi_T = \frac{I_{ном} * W}{R_M}$  первичной обмотки откуда  $I_{ном} = \frac{\Phi_T * R_M}{W}$ , (1)

где  $R_M$  - магнитное сопротивление стального сердечника магнитного усилителя.

В начальной части характеристики ток  $I_{ном}$  почти пропорционален  $\Phi_T$ .

При некотором значении потока  $\Phi_T = \Phi'_{ТС}$  происходит насыщение магнит провода, вследствие чего  $I_{ном}$  возрастает значительно быстрее, чем поток  $\Phi_T$ , что вызывает резкое увеличение погрешностей.

Для ограничения погрешностей нужно ограничивать значение магнитного потока  $\Phi_T$ , магнитной индукции  $B_T = \frac{\Phi_T}{Q}$ , не допуская насыщения магнит провода (Q-площадь сечения магнит провода).

Магнитный поток  $\Phi_T$  связан с наведенной им Э.Д.С  $E_2$  выражением  $\Phi_T = \frac{E_2}{4,44 * W_2 * f}$ , (2)

С увеличением  $I_2$  и сопротивления нагрузки  $Z_{наг}$  будет расти Э.Д.С  $E_2$ . Как видно из (2), соответственно возрастает магнитный поток  $\Phi_T$  и создающий его ток  $I_{ном}$ , что вызывает увеличение весогабаритных показателей электроферрорезонансного контура [3].

Для уменьшения весогабаритных показателей электроферрорезонансного контура на базе магнитного усилителя должен иметь минимальную величину  $I_{ном}$  и работать в феррорезонансной части вольтамперной характеристики намагничивания [1].

Первое условие – обеспечивается конструктивными параметрами магнитопровода (его сечением и диаметром) и выполняется при разработке и изготовлении электроферрорезонансного контура.

Второе условие – (работа в основной части вольтамперной характеристики) обеспечивается в процессе эксплуатации выбором нагрузки вторичной обмотки и уменьшением кратности первичного тока, подбором коэффициентом электроферрорезонансного контура.

При синусоидальном напряжении сети в феррорезонансном контуре с линейной индуктивностью (рис. 1), так и вынужденные колебания [3]. Вольтамперной характеристикой цепи можно обусловить появление области многозначных решений. Поэтому необходимо рассмотреть вопросы устойчивости цепи.

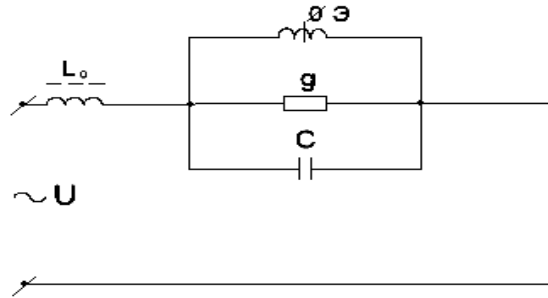


Рис. 1. Схема соединения феррорезонансного контура с линейной индуктивностью

Для рассматриваемой цепи в следующее соотношение:

$$L_0(i_c + i_g + i_{\Phi_{\text{Э}}}) + w\Phi = \int u dt + a, \quad (1)$$

Учитывая,

$$i_c = wC \frac{d^2\Phi}{dt^2},$$

$$i_g = wg \frac{d\Phi}{dt},$$

$$i_{\Phi_{\text{Э}}} = \frac{K_1}{w} \Phi + \frac{K_n}{w} \Phi^n,$$

$$L_0 wC \frac{d^2\Phi}{dt^2} + L_0 wg \frac{d\Phi}{dt} + L_0 \frac{K_1}{w} \Phi + L_0 \frac{K_3}{w} \Phi^3 + w\Phi = \int u dt + a, \quad (2)$$

Вводя замену переменных

$$X = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{э}}}, \quad Y = \frac{U}{U_{\text{э}}}, \quad \tau = \omega t, \quad (3)$$

и подставляя (3) в (2) получим

$$L_0 wC \Phi_{\text{э}} \omega^2 \frac{d^2x}{d\tau^2} + \omega L_0 g w \Phi_{\text{э}} \frac{dx}{d\tau} + L_0 \frac{K_3}{w} \Phi_{\text{э}}^3 X^3 + w_{\text{э}} \Phi_{\text{э}} x + L_0 \frac{K_1}{w} \Phi_{\text{э}}^3 X = \frac{1}{\omega} \int Y d\tau + a,$$

Учитывая базисные величины и принимая

$$e = \frac{1}{\omega} \int Y d\tau,$$

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} + \delta \frac{dx}{d\tau} + \beta X^3 + \xi x + \beta x = e + a, \quad (4)$$

Уравнение (4) решим методом медленно меняющихся амплитуд.

Пусть

$$x = X_m \sin(\tau + \varphi),$$

После некоторых математических преобразований имеем:

$$P = 2\delta$$

$$q = \delta^2 + (\beta X_m^2 + \beta + \xi - 1) * (3\beta X_m^2 + \beta + \xi - 1). \quad (5)$$

По критерию Гурвица система устойчива,

$$P \geq 0, \quad q \geq 0.$$

Первое условие

$$P \geq 0.$$

не ограничивает устойчивость.

из (5) имеем следующее условие:

$$\delta = 0$$

$$q = (\beta X_m^2 + \beta + \xi - 1) * (3\beta X_m^2 + \beta + \xi - 1) \geq 0. \quad (6)$$

Первая составляющая всегда больше нуля, поэтому исследуем вторую составляющую. При

$\xi = 1$ . Тогда имеем следующее условие

$$4X_m^2 + 1 \geq 0,$$

которое так же не ограничивает устойчивость [2]. Таким образом, можно заключить, что решение, отвечающее устойчивому состоянию [4], существенно зависит от соотношения параметров  $L_0$ ,  $C$  и  $g$ .

#### *Литература*

1. *Бессонов Л. А.* Нелинейные электрические цепи. М: Высшая школа, 1964. 430 с.
2. *Кадыров Т. М.* Анализ установившихся режимов ЭФМ цепей с падающими амплитудными характеристиками. Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики, 1993. № 5. С. 33-37.
3. *Файзиев М. М., Тошев Т. У., Орипов А. А.* Активно-индуктивная нагрузка стабилизатора на базе магнитного усилителя. Федеральный журнал «Наука, техника и образование». № 3 (21), март 2016. Москва. Россия. С. 108-111.
4. *Файзиев М. М., Тошев Т. У., Ниматов К. Б., Умиров А. П.* Обобщенные характеристики магнитного усилителя. Федеральный журнал «Наука, техника и образование». № 4 (22), апрель 2016. Москва. Россия. С. 24-27.