

ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТОКА НА БАЗЕ МАГНИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Файзиев М.М.¹, Абдурасулов А.², Маматкулов А.Н.³, Каримов И.Н.⁴,
Мустаев Р.А.⁵, Тоштурдиев Ш.Ж.⁶ Email: Fayziev1161@scientifictext.ru

- ¹Файзиев Махманазар Мансурович - кандидат технических наук, доцент,
кафедра электроэнергетики, факультет энергетики;
²Абдурасулов Абдихалил - кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра математики, факультет нефти-газа,
³Маматкулов Асом Норович - старший преподаватель;
⁴Каримов Илхом Нормаматович - соискатель, ассистент;
⁵Мустаев Руслан Актанович - соискатель, ассистент;
⁶Тоштурдиев Шохислом Жума о'гли - студент,
кафедра электроэнергетики, факультет энергетики,
Каршинский инженерно-экономический институт,
г. Карши, Республика Узбекистан

Аннотация: основные элементы магнитного усилителя - входная обмотка, обмотка управления и выходная обмотка, состоящая из магнитопровода с двумя или более обмотками.

Для анализа и выявления наиболее существенных зависимостей, характеризующих процессы в электромагнитном устройстве, используют математическую аппроксимацию кривых намагничивания. При анализе процессов в магнитных усилителях наиболее простой и эффективной является кусочно-линейная аппроксимация. В обмотке управления магнитного усилителя, применяя электрорезонансные контуры, можно получить стабилизацию тока, то есть зарядного устройства.

Для исследования управляемого электромагнитного элемента аппроксимируем кривую намагничивания степенной функцией, вводя безразмерные и базисные величины и используя биномиальные коэффициенты, на основе метода гармонического баланса, получена базовыми уравнениями для построения вольтамперных характеристик зарядного устройства. В научной статье приведен теоретический анализ зарядного устройства на базе магнитного усилителя. Это даёт возможность теоретического анализа зарядного устройства для тока на базе магнитного усилителя. Для зарядки аккумуляторных батарей экологически чистой современной наземной техники, электромобилей, военной техники, электрооборудования нефтегазовой, водохозяйственной и других отраслей.

Ключевые слова: рабочая обмотка, обмотка управления, выходная обмотка, магнитный усилитель, амплитуда переменной составляющей магнитного потока, магнитный поток в сердечнике, коэффициенты и степень аппроксимирующей функции, метода гармонического баланса, базисные и безразмерные коэффициенты. Для зарядки аккумуляторных батарей экологически чистой современной наземных техники, электромобилей, военных техника, электрооборудование нефтегазовой, водохозяйственной и других отраслей.

CHARGER FOR CURRENT BASED ON MAGNETIC AMPLIFIER

Fayziev M.M.¹, Abdurasulov A.², Mamatkulov A.N.³, Karimov I.N.⁴, Mustaev R.A.⁵,
Toshturdiyev Sh.J.⁶

- ¹Fayziev Makhmanazar Mansurovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER ENGINEERING, FACULTY OF ENERGY;
²Abdurasulov Abdihalil - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF OIL-GAS;
³Mamatkulov Asom Norovich - Senior Lecturer;
⁴Karimov Ilhom Normamatovich - Applicant, Assistant;
⁵Mustaev Ruslan Aktamovich - Applicant, Assistant;
⁶Toshturdiyev Shohisлом Juma o'g'li - Student,
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER ENGINEERING, FACULTY OF ENERGY,
KARSHI ENGINEERING ECONOMIC INSTITUTE,
KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: magnetic amplifier - the main element of which are the input winding, control winding and the output winding consisting of a magnetic circuit with two or more windings.

For the analysis and identification of the most significant dependencies characterizing the processes in an electromagnet device, a mathematical approximation of the magnetization curves is used. When analyzing processes in magnetic amplifiers, the most simple and efficient is the piecewise linear approximation. In the control winding of a magnetic amplifier, applying electroresonant circuits can be obtained by stabilizing the current, that is, the charger.

To study a controlled electromagnetic element, we approximate the magnetization curve by a power function, introducing dimensionless and basic values, and using binomial coefficients, based on the harmonic balance method, obtained by the basic equations for constructing the current-voltage characteristics of the charger. The scientific article presents a theoretical analysis of a charger based on a magnetic amplifier. This makes it possible to theoretically analyze a charger for a current based on a magnetic amplifier. To charge the batteries of environmentally friendly clean modern elevated technology, electric vehicles, military equipment, electrical equipment for gas, water, and other industries.

Keywords: working winding, control winding, output winding, magnetic amplifier, amplitude of the variable component of the magnetic flux, magnetic flux in the core, the coefficients and degree of the approximating function, the method of harmonic balance, basic and dimensionless coefficients.

УДК 621.721.025

Зарядные устройства относятся к электроэнергетике, а именно к электротехнике. Магнитный усилитель - основными элементами которого являются входная обмотка, обмотка управления и, выходная обмотка, состоящая из магнитопровода с двумя или более обмотками [1]. Выходная обмотка или рабочая обмотка, состоящая из магнитопровода и обмоток, включается последовательно с нагрузкой, отличается простотой конструкции, высокой надёжностью, постоянной готовностью к работе, высоким коэффициентом полезного действия и практически неограниченным сроком службы (рис. 1).

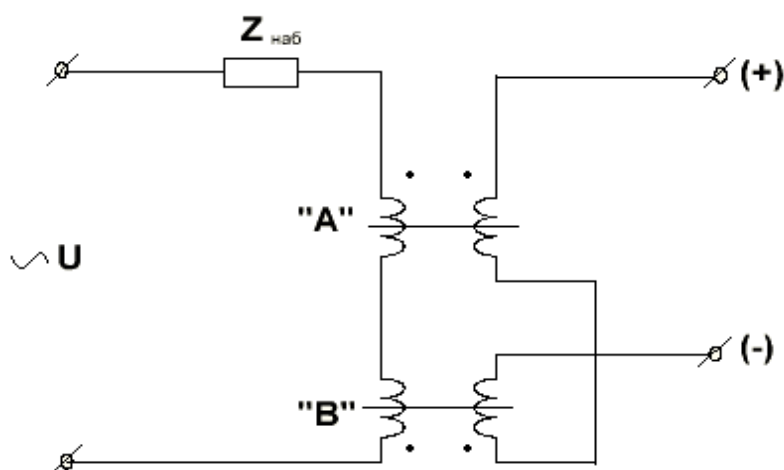


Рис. 1. Схема соединения зарядного устройства

Это устройство широко применяется в автоматических устройствах в качестве усилителей мощности, а также линейных и нелинейных преобразователей сигналов. Кроме того, в цепях управления магнитных усилителей сравнительно легко осуществляется суммирование большого количества сигналов.

Сердечник магнитного усилителя выполняется из специальных высококачественных материалов. Поэтому при анализе основных процессов в обмотки подмагничивания магнитного усилителя в ряде случаев допустимо аппроксимации действительной петли гистерезиса. В магнитном усилителе сердечника одновременно намагничивается электромагнитными полями переменного и постоянного тока, причем амплитуда переменной составляющей поля, как правило, соизмерима или больше постоянной составляющей. Для анализа и выявления наиболее существенных зависимостей, характеризующих процессы в электромагнитном устройстве, используют математическую аппроксимацию кривых намагничивания. При анализе процессов в магнитных усилителях наиболее простой и эффективной является кусочно-линейная аппроксимация.

Обмотка подмагничивания магнитного усилителя служат для управления режима рабочей обмотка и питается постоянного тока [2]. Для исследования режима работы управляемого электромагнитного элемента аппроксимируем кривую намагничивания степенной функцией.

$$i_{раб} W_{раб} + i_{подмаг} W_{подмаг} = K_1 \Phi + K_n \Phi^n, \quad (1)$$

где $i_{раб}$ - ток в рабочей обмотке,

$W_{раб}$ - число витков в рабочей обмотке,

$i_{подмаг}$ - ток в обмотке управления,

$W_{подмаг}$ - число витков в обмотке подмагничивания,

K_1, K_n, n - коэффициенты и степень аппроксимирующей функции,

Φ - магнитный поток в сердечнике электромагнитного элемента.

Подключенные к рабочей обмотке магнитного усилителя напряжения переменного тока изменяется по закону [1]:

$$u = U_m \cos \omega t,$$

Тогда

$$u = w_{pa\bar{o}} \frac{d\Phi}{dt},$$

$$\Phi = \frac{1}{w_{pa\bar{o}}} \int u dt = \frac{U_m}{\omega w_{pa\bar{o}}} \sin \omega t + \Phi_0,$$

$$\Phi = \Phi \sin \omega t + \Phi_0, \quad (2)$$

где Φ_0 - амплитуда постоянной составляющей магнитного потока,

Φ_m - амплитуда переменной составляющей магнитного потока,

Принимая, $w_{pa\bar{o}} = w_{подмаг}$ приведем к базисным и безразмерным коэффициентам, выражение запишем в следующем виде [1]:

$$(i_0 + i)w = K_1 \Phi + K_n \Phi^n,$$

$$(i_0 + i)w = K_1 \Phi_{\bar{o}} x + K_n \Phi_{\bar{o}}^n x^n,$$

$$\frac{Z_m i_{\bar{o}} w}{K_1 \Phi_{\bar{o}}} + \frac{z_0 i_{\bar{o}} w}{K_1 \Phi_{\bar{o}}} = x + x^n,$$

$$Z_m + z_0 = x + x^n. \quad (3)$$

Здесь,

$$Z_m = \frac{i}{i_{\bar{o}}}, \quad x = \frac{\Phi}{\Phi_{\bar{o}}}, \quad i_{\bar{o}} = \frac{K_1 \Phi_{\bar{o}}}{w}, \quad \Phi_{\bar{o}} = \sqrt[n-1]{\frac{K_1}{K_n}},$$

$$x = x_0 + X_m \sin \tau, \quad (4)$$

где $\tau = \omega t$.

Значения биномиальных коэффициентов могут быть определены из треугольника Паскаля[2]. Учитывая, что

$$\sin^2 \tau = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\tau), \quad (5)$$

$$\sin^3 \tau = \frac{1}{4}(3 \sin \tau - \sin 3\tau),$$

После некоторых математических преобразований, уравнений (4) подставим в (3) для случая $n = 3$.

На основе метода гармонического баланса, пренебрегая высшими гармониками из (5) получим в следующее уравнения:

$$z_0 = x_0 + x_0^3 + \frac{3}{2} x_0 X_m, \quad (6)$$

$$Z_m = X_m + 3x_0^2 X_m + \frac{3}{4} X_m^3, \quad (7)$$

Полученные зависимости являются базовыми уравнениями для построения обобщенных характеристик магнитного усилителя[3]. На основе (6, 7) построены характеристики (рис. 2), представляющие связь между амплитудами X_{lm} и Z_{lm} для различных x_0 .

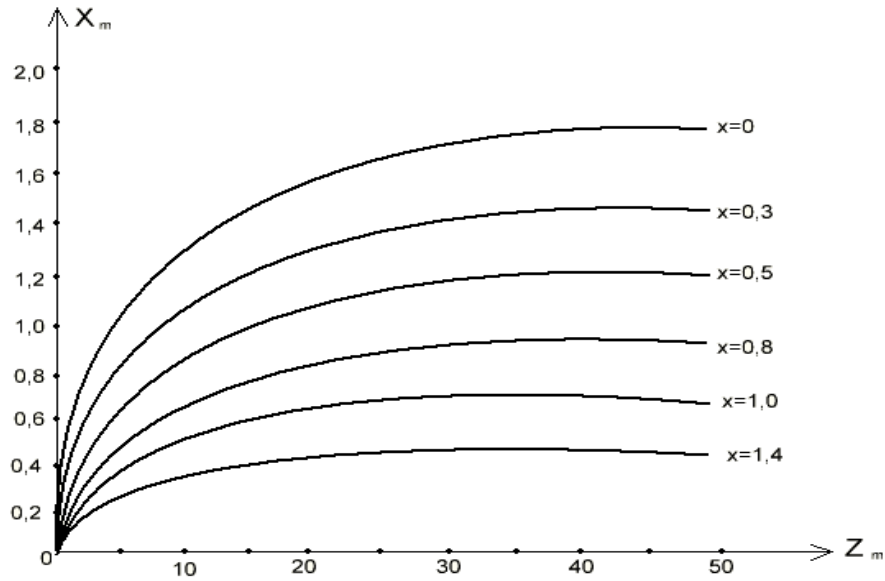


Рис. 2. Зависимость $Z_m = f(X_m)$ для различных x_0

Используя зависимости (6, 7) построены характеристики $Z_{1m} = f(X_m)$, которые пропорциональны вольтамперного характеристика магнитного усилителя для различных значений тока подмагничивания Z_0 (рис. 3).

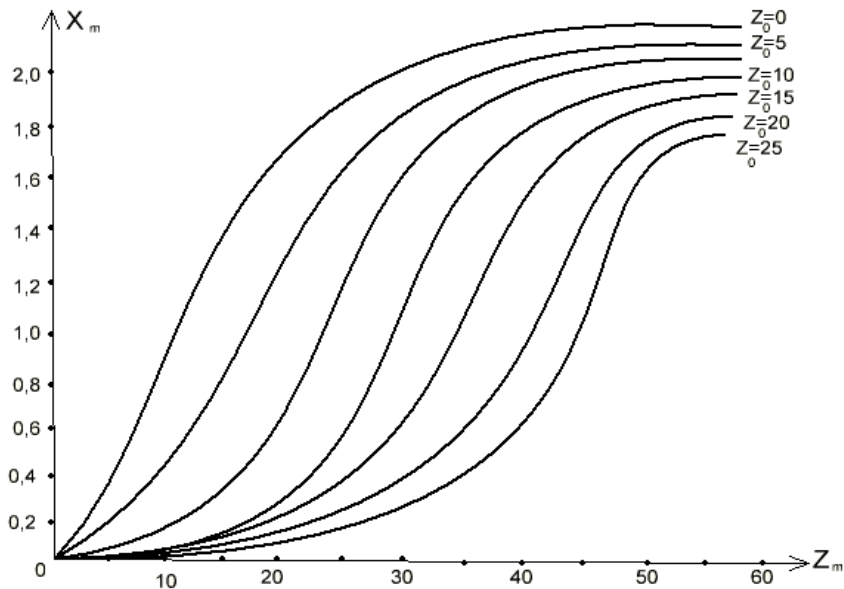


Рис. 3. Зависимость $Z_m = f(X_m)$ для различных z_0

Цепь электрорезонансного контура записываем в следующее уравнение:

$$u = w \frac{d\Phi}{dt} + L_0 \frac{di_1}{dt}, \quad (8)$$

$$i_1 = i_C + i_g + i_{NE}, \quad (9)$$

$$i_C = wC \frac{d^2\Phi}{dt^2}, \quad (10)$$

$$(11)$$

$$i_g = wg \frac{d\Phi}{dt}, \quad (12)$$

$$i_{NE} = \frac{K_1}{w} \Phi + \frac{K_n}{w} \Phi^n.$$

Учитывая (8), (9), (10), (11), (12) и применяя метод гармонического баланса и группируя коэффициенты перед одинаковыми тригонометрическими функциями и вводя базисные величины, запишем выражения в безразмерном виде:

$$Y_m^2 = \delta^2 X_m^2 + X_m^2 (\beta X_m^{n-1} - 1 + \xi + \beta)^2,$$

В обмотки управления магнитного усилителя, применяя электрорезонансные контуры, можно получить стабилизацию тока, то есть зарядного устройства. Это даёт возможность для теоретического анализа зарядного устройства тока на базе магнитного усилителя. Создать зарядное устройство для тока на базе магнитного усилителя. Это широко применяется для зарядки аккумуляторных батарей экологически чистой современной наземной техники, электромобилей, военной техники, электрооборудования нефтяной, водохозяйственной и других отраслей.

Список литературы / References

1. *Дорогунцев В.Г., Овчаренко Н.И.* Элементы автоматических устройств энергосистем. М: «Энергия», 1979. 521 с.
2. *Бессонов Л.А.* Нелинейные электрические цепи. М: Высшая школа, 1964. 430 с.
3. *Файзиев М.М., Тошев Т.У., Орипов А.А.* Активно-индуктивная нагрузка стабилизатора на базе магнитного усилителя. Россия. Иваново. Журнал // Наука, техника и образование. № 3 (21), 2016. С. 46-48.
4. *Кадыров Т.М.* Анализ установившихся режимов ЭФМ цепей с падающими амплитудными характеристиками. Узбекский журнал // Проблемы информатики и энергетики, 1993. № 5. С. 33-37.