

УДК: 621.314

DOI: 10.30987/conferencearticle_61c997f1315ea7.83862087

НЕПРЕРЫВНАЯ МОДЕЛЬ ОДНОТАКТНОГО ОБРАТНОХОДОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Андрей Дмитриевич Юрченков, магистр, yurchenkovandrei@yandex.ru

Николай Александрович Полищук, магистр

Сергей Владимирович Дроздецкий, ст. преподаватель

Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, Смоленск

Аннотация. В данной статье представлено построение непрерывной модели однотактного обратного преобразователя.

Ключевые слова: преобразователь, частотная характеристика, непрерывная модель.

CONTINUOUS MODEL OF A SINGLE-STROKE FLYBACK CONVERTER

A.D. Yurchenkov, master, yurchenkovandrei@yandex.ru

N.A. Polischuk, master

S.V. Drozdetsky, senior lecturer

Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute in Smolensk, Russia, Smolensk

Abstract. This article presents the construction of a continuous model of a single-stroke flyback converter.

Keywords: converter, frequency response, continuous model.

Одним из этапов проектирования импульсных преобразователей является обеспечение устойчивой работы. Для устойчивой работы преобразователя необходимо синтезировать звенья коррекции, выбор и расчет которых происходит с использованием непрерывной модели. Корректировка проводится по амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристикам. Для построения непрерывной модели преобразователя в РНТ (режим непрерывного тока) необходимо составить системы уравнений работы преобразователя на интервале импульса и интервале паузы.

В обратногоходовом преобразователе на интервале импульса ключ в первичной обмотке замкнут и происходит накопление энергии в индуктивности намагничивания, диод блокирует протекание тока во вторичной обмотке (рисунок 1).

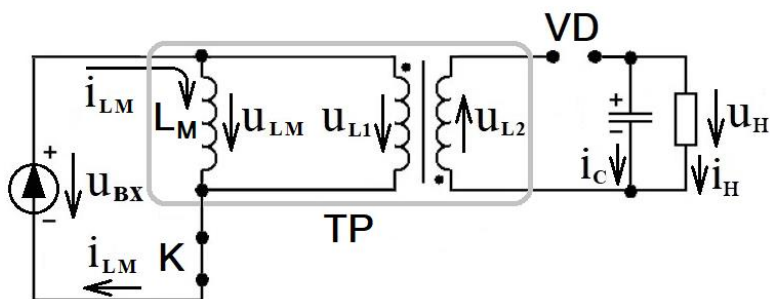


Рисунок 1 – Схема протекания токов в обратноходовом преобразователе

$$\begin{cases} u_{L_M|D} = u_{L1|D} = u_{in} \\ i_{C|D} = -i_n \end{cases},$$

где $u_{L_M|D}$ – напряжение на индуктивности намагничивания на интервале импульса на интервале импульса, D – коэффициент заполнения, u_{in} – входное напряжение, $i_{C|D}$ – ток на конденсаторе в момент импульса, i_n – ток на нагрузке. На интервале паузы ключ на первичной стороне размыкается и происходит передача энергии в нагрузку [1].

$$\begin{cases} u_{L2|1-D} = -u_C \\ i_{C|1-D} = i_{L2} - i_n \end{cases},$$

где $u_{L2|1-D}$ – напряжение на вторичной обмотке на интервале паузы, u_C – напряжение на конденсаторе, $i_{C|D}$ – ток на конденсаторе в момент паузы, i_{L2} – ток на вторичной обмотке, i_n – ток на нагрузке.

Выразив напряжение и ток вторичной обмотки используя первичную обмотку и коэффициент трансформации (K_{mp}), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{u_{L_M|1-D}}{K_{mp}} = -u_C \\ i_{C|1-D} = K_{mp} \cdot i_{L_M} - i_n \end{cases}.$$

Среднее напряжение на первичной обмотке на периоде коммутации и средний за период коммутации ток конденсатора примет вид:

$$\begin{cases} u_{L_M} \Big|_{CP} = u_{BX} \cdot d_1 - u_C \cdot K_{TP} \cdot (1 - d_1) \\ C \cdot \frac{du_C}{dt} \Big|_{CP} = K_{TP} \cdot i_{L_M} \cdot (1 - d_1) - \frac{u_C}{R} \end{cases}$$

Система уравнений для построения непрерывной модели обратного преобразователя имеет вид:

$$\begin{cases} U_{in} \cdot D = U_{L_M} + K_{mp} \cdot U_C \cdot (1 - D) \\ K_{mp} \cdot I_{L_M} \cdot (1 - D) = I_C + I_n \end{cases}$$

Используя систему уравнений строится непрерывная модель обратного преобразователя (рисунок 2).

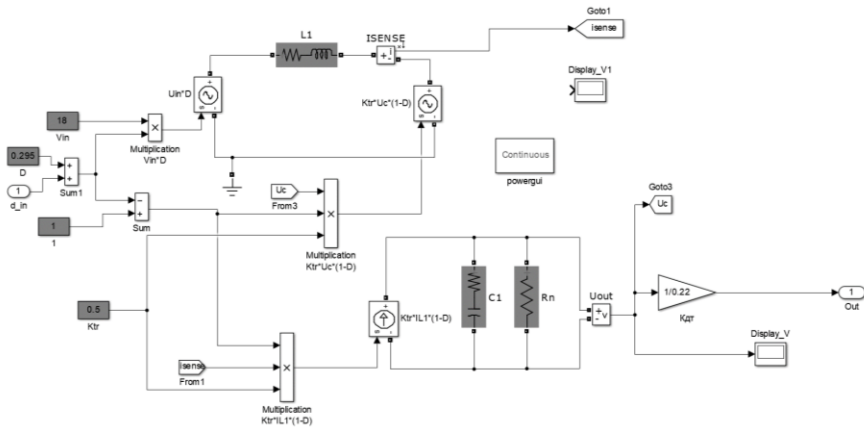


Рисунок 2 – Непрерывная модель преобразователя в среде MATLAB

Для получения АЧХ и ФЧХ необходимо задать входное напряжение, индуктивность первичной обмотки, коэффициент заполнения, коэффициент трансформации, выходной конденсатор и нагрузочный резистор. Первичная обмотка трансформатора и выходной конденсатор реализованы с учетом паразитных сопротивлений. В непрерывной модели учтен коэффициент передачи датчика тока ($K_{дт}$).

Коррекция происходит с использованием нулей, полюсов и интегратора, обеспечивая наклон АЧХ в точке пересечения нуля – 20 дБ/дек, протяженностью не менее половины декады в каждую сторону от точки пересечения (рисунок 3). Запас по амплитуде более 7 дБ и запас по фазе более 45 градусов свидетельствуют о хороших динамических характеристиках системы [2].

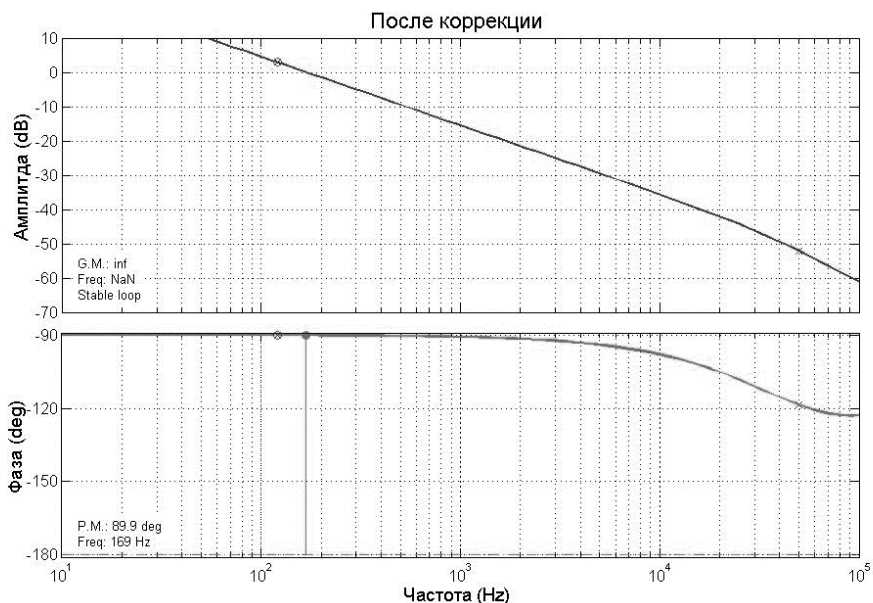


Рисунок 3 – АЧХ и ФЧХ скорректированной системы

Используя полученные характеристики, в дальнейшем формируется звено коррекции для ключевой модели преобразователя, по результатам моделирования которой возможно рассчитать номиналы компонентов, формирующие звено коррекции на уровне электрической принципиальной схемы.

Список литературы

1. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному / Б.Ю. Семенов – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 416 с.
2. Маниктала С. Импульсные источники питания от А до Z. [Пер. с англ. Авраменко Ю.Ф.] К.: МК-Пресс, Спб.: КОРОНА-ВЕК, 2014. – 256 с.
3. Зиновьев Г.С. Силовая электроника: учеб. пособие для бакалавров. – М.: Юрайт, 2015. – 667 с.

Материал принят к публикации 09.10.21.