

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛИЗАТОРА ТОКА СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ В ПАКЕТЕ VisSim

Л.С. Казаринов, Дж.А. Саид

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Рассматриваются принципы моделирования стабилизатора тока светодиодных осветительных приборов в пакете VisSim. Приведена блок-схема модели стабилизатора тока. Предложена синхронизация двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов в противофазном режиме. Предложена модель двухканального стабилизатора в операционной среде VisSim с целью исследования влияния разбросов параметров на стабилизирование тока. Показаны результаты выполнения моделирования стабилизатора в пакете VisSim.

Ключевые слова: моделирование, VisSim, стабилизатор тока, светоизлучающие диоды.

Введение

При проектировании мощных устройств макетирование отнимает у инженеров очень много времени, и анализы математических методов могут оказаться либо слишком грубыми, неточными, либо слишком трудоёмкими. На этапе проектирования необходимо иметь возможность прогнозировать важнейшие свойства источников питания для разработки импульсных преобразователей со сложной динамикой, такие как предельные и средние значения напряжений и токов на отдельных элементах и на выходе схемы. Значительно большей точностью, гибкостью, простотой и наглядностью результатов отличается моделирование динамических систем на компьютерах при помощи специальных моделирующих программ [1].

Для моделирования процессов в сложных динамических системах на компьютерах в настоящее время широко применяются пакеты программ, такие как VisSim, Simulink, Sistem View и др. Благодаря простоте применения и удобному интерфейсу, наибольшей популярностью пользуется VisSim фирмы Visual Solutions, которая превосходит другие системы моделирования в скорости.

VisSim интегрируется с массовыми системами компьютерной математики Mathcad и MATLAB [1]. Описание пакета VisSim и основные правила работы в нём приведены в [2, 3].

В данной работе разработана модель двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов с синхронизацией в противофазном режиме [4, 5].

1. Схема стабилизатора тока светоизлучающих диодов

Исследуемая в работе схема приведена на рис. 1.

Схема стабилизатора тока светоизлучающих диодов содержит источник питания, понижающий преобразователь и схему формирования сигналов управления стабилизатора.

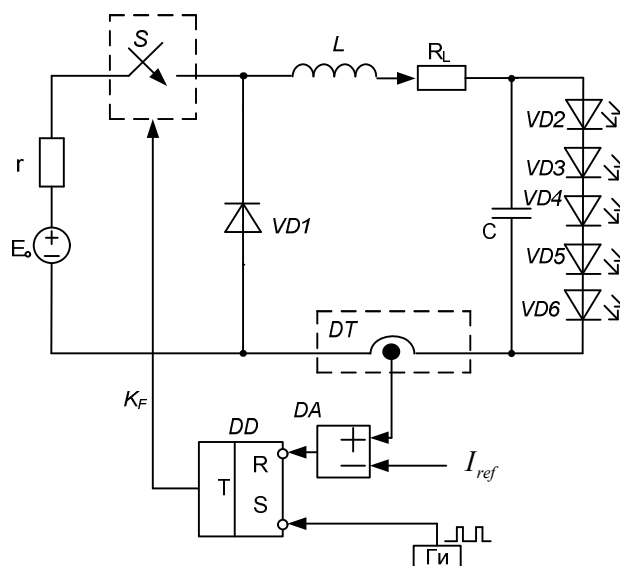


Рис. 1. Схема стабилизатора тока

1.1. Моделирование источника питания и понижающего преобразователя стабилизатора тока в VisSim

Процессы в понижающем преобразователе описываются следующей системой уравнений:

$$L \frac{di_L}{dt} = U_\phi - U_C - i_L \cdot R_L \Rightarrow i_L = \frac{1}{L \cdot P} (U_\phi - U_C - i_L \cdot R_L);$$

$$C \frac{dU_C}{dt} = i_C - i_d \Rightarrow U_C = \frac{1}{C \cdot P} (i_C - i_d);$$

$$i_C = i_L - i_d;$$

$$i_d = f(U_d) = f(U_C).$$

Используя блоки переменных, суммирования, интегрирования и усиления, построим на основании системы (1) схему моделирования в пакете VisSim (рис. 2).

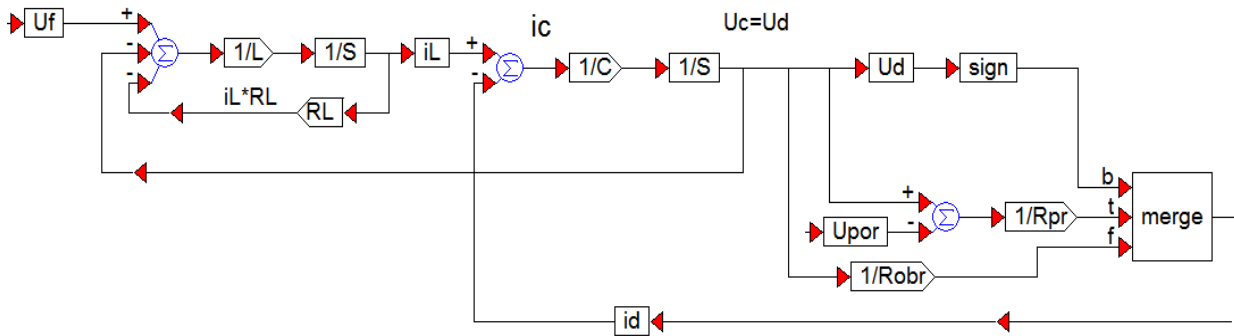


Рис. 2. Модель понижающего преобразователя стабилизатора тока

На рис. 3 представлена схема моделирования источника питания стабилизатора тока.

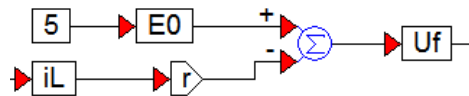


Рис. 3. Модель источника питания стабилизатора

При моделировании стабилизатора тока следует учитывать, что силовой ключ либо замкнут, либо разомкнут. Если силовой ключ разомкнут, то ток цепи протекает через диод.

В VisSim возможно точное воспроизведение вольтамперной характеристики (ВАХ) диода в соответствии с уравнением Эберса–Молла, поскольку здесь есть экспоненциальный блок. В этом случае статическая характеристика диода описывается уравнением [1]:

$$U_d = \begin{cases} U_{пор} + I \cdot R_{пр}, & I > 0; \\ I \cdot R_{обр}, & I < 0. \end{cases} \quad (2)$$

где $R_{пр}$ – прямое сопротивление диода (обычно доли ома); $R_{обр}$ – обратное сопротивление диода (обычно мегаомы); $U_{пор}$ – пороговое напряжение (примерно 0,7 В), которое в простейших случаях можно не учитывать. Схема моделирования этой зависимости представлена на рис. 4.

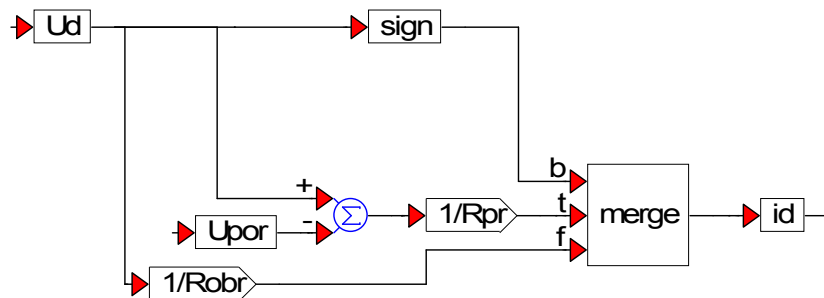


Рис. 4. Моделирование диода понижающего преобразователя

Краткие сообщения

1.2. Моделирование схемы формирования сигналов управления стабилизатора в VisSim

Процессы в схеме описываются системой уравнений:

$$K_F = \begin{cases} 1, & t = (k-1)a, \quad k = 1, 2, \dots; \\ 0, & I_\phi > I_{ref}. \end{cases} \quad (3)$$

Построим на основании системы (3) схему моделирования в пакете VisSim (рис. 5).

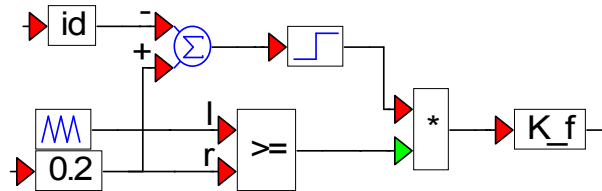


Рис. 5. Модель схемы формирования сигналов управления стабилизатора

1.3. Моделирование в VisSim обобщенной схемы стабилизатора тока светоизлучающих диодов

Схема моделирования в VisSim обобщенной схемы стабилизатора тока светоизлучающих диодов приведена на рис. 6, результаты моделирования – на рис. 7.

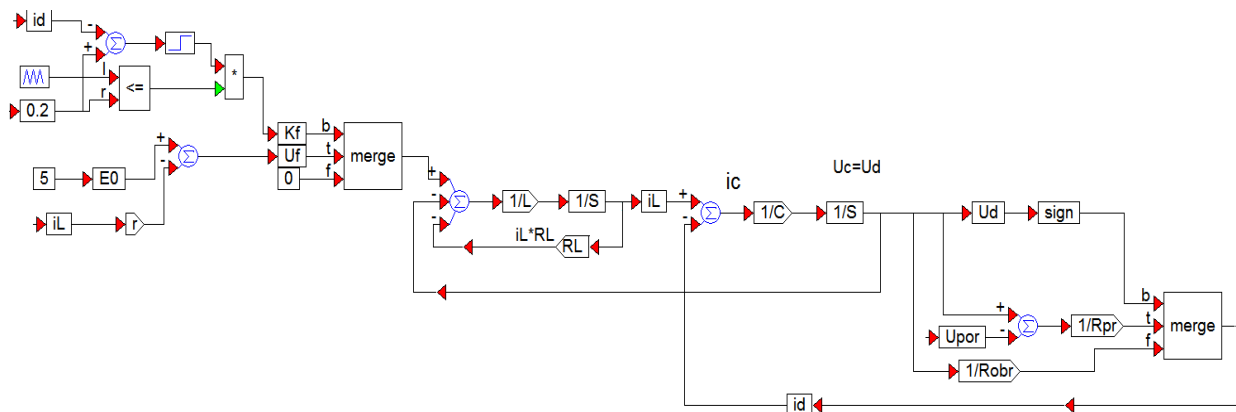


Рис. 6. Модель, обобщенная схема стабилизатора тока светоизлучающих диодов

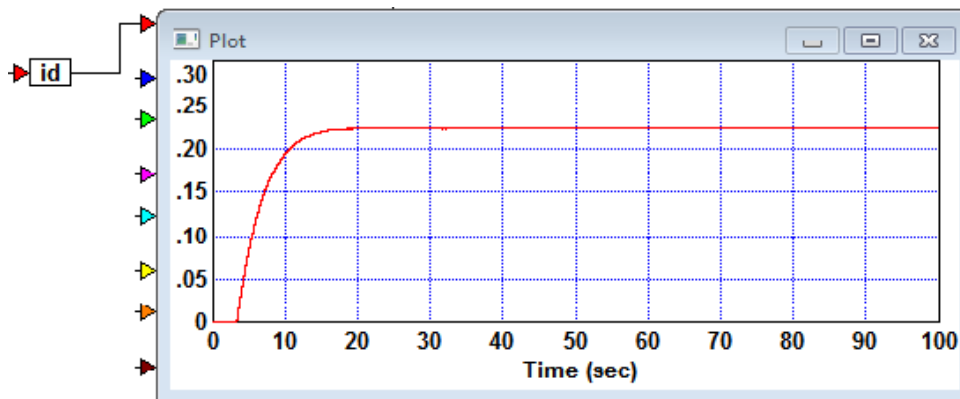


Рис. 7. Моделирование зависимости выходного тока светодиодов стабилизатора с помощью VisSim

2. Двухканальный стабилизатор тока светоизлучающих диодов

Схема двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов приведена на рис. 8.

В схеме соединены два стабилизатора тока в параллельном виде, чтобы стабилизировать ток двух групп светодиодов.

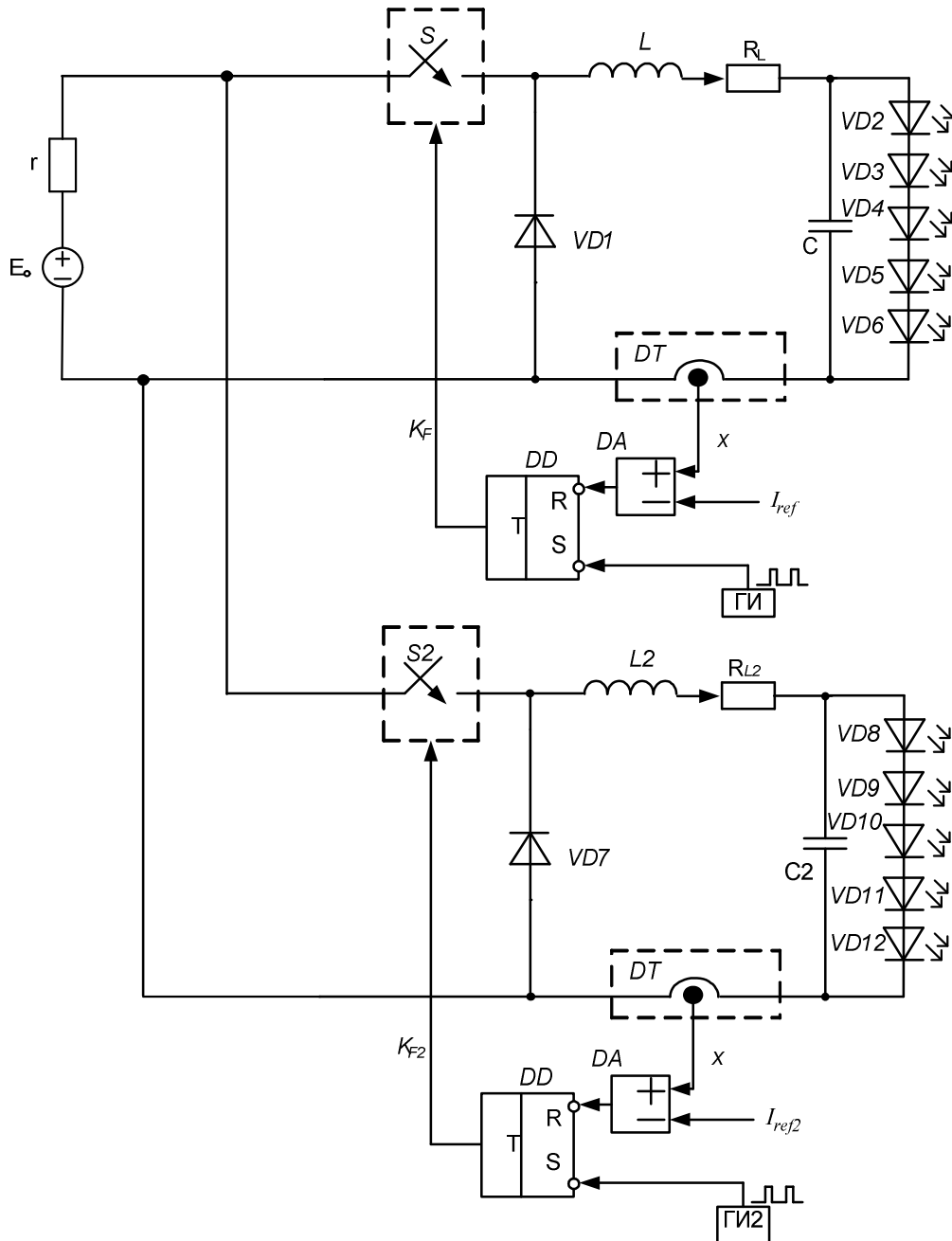


Рис. 8. Схема двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов

2.1. Моделирование двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов в пакете VisSim

Схема моделирования двухканального стабилизатора тока светоизлучающих диодов в пакете VisSim приведена на рис. 9.

Для того чтобы улучшить работу системы и уменьшить колебания системы, необходимо синхронизировать систему и поставить её в противофазном режиме.

Синхронизирующий сигнал системы в противофазном режиме показан на рис. 10.

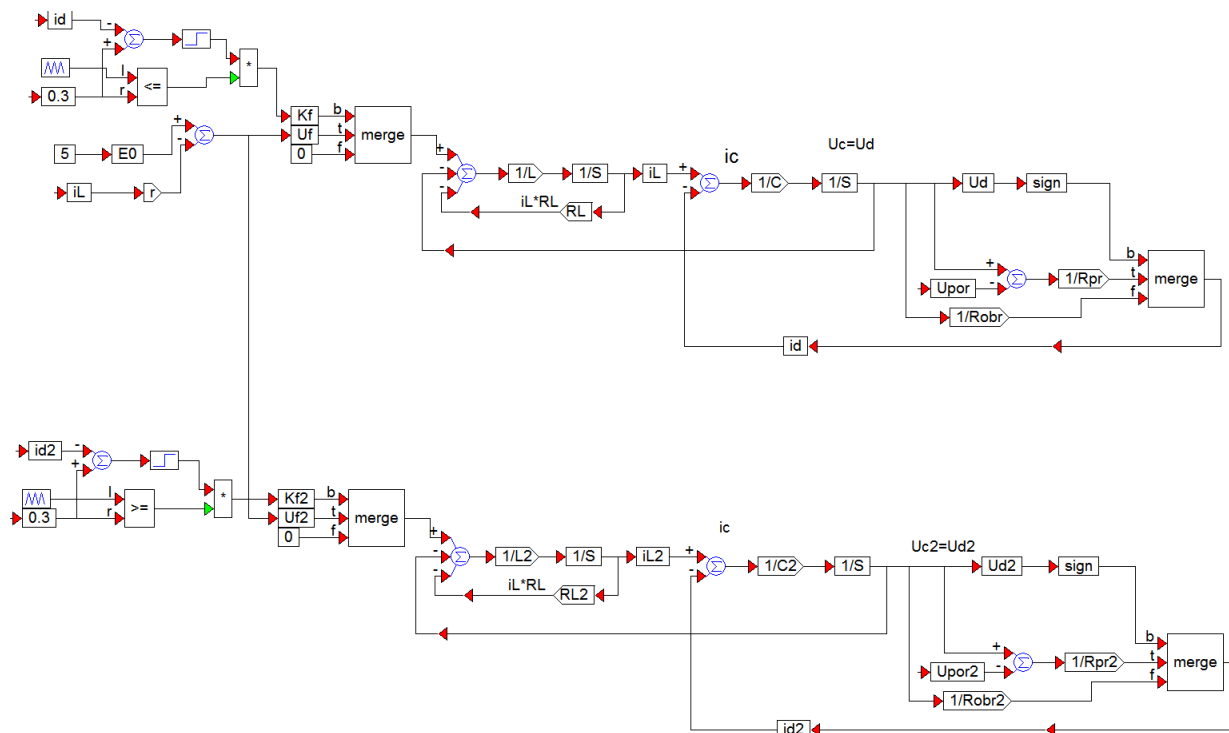


Рис. 9. Моделирование двухканального стабилизатора тока в VisSim

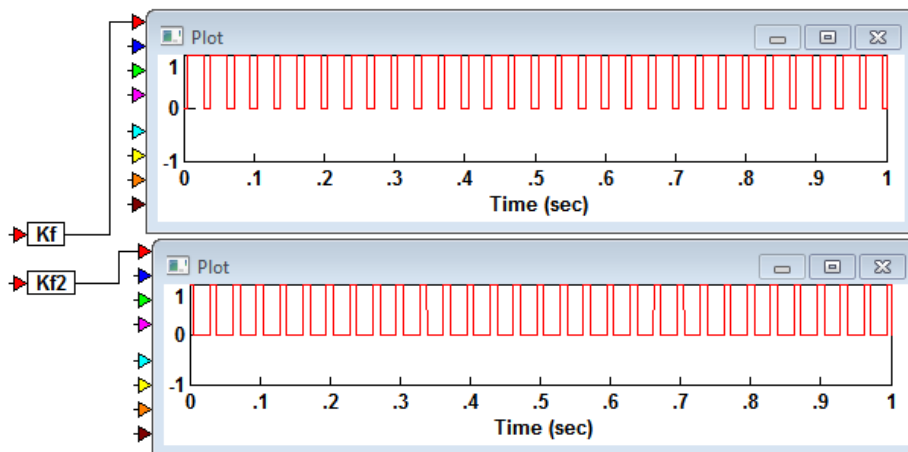


Рис. 10. Синхронизирующий сигнал системы в противофазном режиме

На рис. 11. показан результат моделирования двухканального стабилизатора тока в VisSim.

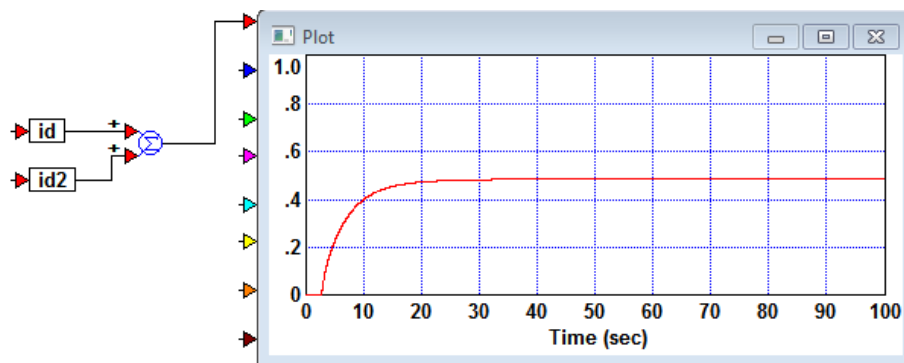


Рис. 11. Моделирование зависимости выходного тока светодиодов двухканального стабилизатора тока в VisSim

Заключение

Предложена модель двухканального стабилизатора в операционной среде VisSimс целью исследования влияния разбросов параметров на стабилизирование тока.

Результаты моделирования показывают, что при синхронизации каналов наблюдается повышение колебательности выходного тока. Данный недостаток устраняется, если мы используем синхронизацию противофазы.

Литература

1. Волович, Г.И. Моделирование одноканальных DC/DC-преобразователей в пакете VisSim / Г.И. Волович // Современная электроника. – 2005. – № 3 – С. 56–61.
2. Дьяконов, В.П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 386 с.
3. Клиначёв, Н.В. Моделирование систем в программе VisSim. Справочная система / Н.В. Клиначёв. – <http://model.exponenta.ru/help/contents.htm>.
4. Жусубалиев, Ж.Т. Бифуркации в широтно-импульсных системах автоматического управления: учеб. пособие / Ж.Т. Жусубалиев, В.С. Титов. – Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2007. – 100 с.
5. Саид, Дж.А. Моделирование регулируемых преобразователей напряжения для питания светоизлучающих диодов: дис. ... магистра техники и технологии / Дж.А. Саид. – Курск, 2011. – 80 с.

Казаринов Лев Сергеевич, профессор, д-р техн. наук, зав. кафедрой автоматизации и управления, Южно-Уральский государственный университет, г.Челябинск; ps-dec@susu.ac.ru.

Саид Джехад Абдо, аспирант кафедры автоматизации и управления, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; gehads@mail.ru.

Поступила в редакцию 28 сентября 2016 г.

DOI: 10.14529/ctcr170117

MODELING OF A LED CURRENT REGULATOR IN VisSim

L.S. Kazarinov, ps-dec@susu.ac.ru,

G.A. Saeed, gehads@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Principles of modeling of a LED current regulator in VisSim are discussed. Diagrams of a step-down converter, a power supply and a control signal of the LED current regulator are given. Synchronization of two-channel LED current regulator in anti-phase mode is suggested. Regulator simulation results in VisSim are shown.

Keywords: modeling, VisSim, current regulator, LED.

References

1. Volovich G.I. [Modeling Single-Ended DC/DC-Converters in VisSim]. *Modern Electronics*, 2005, no. 3. pp. 56–61. (in Russ.)
2. D'yakonov V.P., *VisSim+Mathcad+MATLAB. Vizual'noe matematicheskoe modelirovanie* [VisSim + Mathcad + MATLAB. Visual Mathematical Modeling]. Moscow, SOLON-Press, 2004. 386 p.
3. Klinachev N.V. *Modelirovanie sistem v programme VisSim. Spravochnaya sistema* [Modeling Systems in VisSim Program]. Available at: <http://model.exponenta.ru/help/contents.htm>.

Краткие сообщения

4. Zhusubaliev Zh.T., Titov V.S. *Bifurkatsii v shirotno-impul'snykh sistemakh avtomaticheskogo upravleniya* [Bifurcation in Pulse-Width Automatic Control Systems]. Kursk, Kursk State Technical Univ. Publ., 2007. 100 p.

5. Said G.A. *Modelirovanie reguliruemyykh preobrazovateley napryazheniya dlya pitaniya svetozluchayushchikh diodov* [Modeling Voltage Converters Power Supply for Light Emitting Diodes]. Thesis for Academic Degree of Master Engineering and Technology. Kursk, 2011. 80 p.

Received 28 September 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Казаринов, Л.С. Моделирование стабилизатора тока светоизлучающих диодов в пакете VisSim / Л.С. Казаринов, Дж.А. Саид // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 146–152. DOI: 10.14529/ctcr170117

FOR CITATION

Kazarinov L.S., Saeed G.A. Modeling of a Led Current Regulator in VisSim. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 146–152. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr170117