

установке будут проведены эксперименты для определения местоположения гематом.

В дальнейшем планируется разработать свое программное обеспечение для визуализации информации, снимаемой с устройства. Для получения более высокой скорости съема информации и уменьшения масса-габаритных параметров устройства планируется замена устройства сбора данных NI USB-6009 на микросхему аналого-цифрового преобразователя.

Список информационных источников

1.D.A. Zimnyakov, V.V. Tuchin Optical tomography of tissues //Quantum Electronics. 2002, V.32(10), pp.849-867.

2.К.А. Timchenko, А.А. Aristov, I. S. Musorov and T.G. Evtushenko Development of optoelectronic system for subdural hematoma diagnostics, Proceedings of the 2014 15th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). Novosibirsk, 2014, p. 319-322; doi: 10.1109/EDM.2014.6882538

ПОНИЖАЮЩИЙ ППН С КВАДРАТИЧНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ТОКУ КОНДЕНСАТОРА

Нужный Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Вадутов О.С., к.т.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Силовая электроника – одна из бурно развивающихся областей электроники в XXI веке. За последнее время наиболее перспективным направлением являются интеллектуальные силовые компоненты: интегрированные силовые микросхемы, ключи и модули. Это направление стремительно развивается благодаря успехам в совершенствовании технологии изготовления и значительному улучшению параметров мощных полевых транзисторов (MOSFET), биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), силовых драйверов более высокой степени интеграции.

Силовая электроника базируется на ключевых режимах преобразования энергии и связана с современными методами анализа и синтеза электронных цепей, которые обеспечивают эффективные

преобразование, управление и регулирование электрической энергии с помощью силовых полупроводниковых приборов[1].

Проблема оптимизации законов управления является одной из важнейших проблем современной теории автоматического управления (СТАУ). В оптимальных системах алгоритм управления (регулирования), а также параметры регулятора, выбираются из условия наилучшего критерия качества. Из числа применяемых критериев оптимальности наибольшее распространение получили квадратичный критерий и критерий максимального быстродействия.

Задача оптимизации системы автоматического управления по быстродействию формулируется следующим образом. Дан объект управления, описываемый уравнениями

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, \dots, x_n) + b_i u, \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

На управляющее воздействие наложено ограничение

$$|u(t)| \leq U_m. \quad (2)$$

Требуется найти закон управления

$$u = u(x_1, \dots, x_n), \quad (3)$$

который обеспечивает перевод объекта из заданного начального состояния $\mathbf{x}_0 = (x_{10}, \dots, x_{n0})^T$ в заданное конечное состояние $\mathbf{x}_k = (x_{1k}, \dots, x_{nk})^T$ за минимально возможное время.

Решить задачу оптимального по быстродействию управления в виде аналитической зависимости удастся получить лишь в редких случаях. В связи с этим разработаны различные способы нахождения аппроксимационного решения таких задач. Результаты подобного решения называют законами квазиоптимального управления [2-3]. Большинство методов квазиоптимальности быстродействия направлено на аппроксимацию поверхности переключения или на численные методы нахождения моментов переключения. Характерная особенность квазиоптимальных систем состоит в том, что теория таких систем дает возможность выработать единый алгоритм управления для целого класса систем, а так же оптимизировать системы, динамика которых описывается дифференциальным уравнением любого порядка, системы с запаздыванием или системы с изменяющимися в процессе эксплуатации параметрами.

Тогда, если поставить задачу о переводе системы из одной точки фазового пространства в другую за минимально возможное время, то как известно, управление $u(t)$ будет иметь вид импульсов постоянной

высоты, чередующихся знаков и различной длительности, причем, моменты переключения зависят от параметров системы, начальных условий, задающего и возмущающего воздействия. Для определения этих моментов переключения оптимальная система всегда должна содержать вычислительное устройство.

Преобразователь постоянного напряжения как объект оптимального по быстродействию управления обладает следующими особенностями:

- силовая часть преобразователя напряжения при значениях параметров, выбранных из условия получения требуемых режимов работы, представляет собой колебательное звено;
- управляющие воздействия являются несимметричными;
- ток в дросселе не может принимать отрицательные значения, вследствие чего на интервалах времени, когда регулирующий транзистор закрыт, возможен переход преобразователя в режим прерывистого тока.

Процессы, протекающие в преобразователе постоянного напряжения, рассматриваются на плоскости $U_C, i_C = C \cdot dU_C/dt$, либо на плоскости U_C, i_L , где U_C – напряжение на конденсаторе, i_C – ток конденсатора, i_L – ток дросселя.

Линии переключения на плоскости U_C, i_C , при которых обеспечиваются оптимальные по быстродействию процессы в преобразователе постоянного напряжения, представляют логарифмические спирали. Для того чтобы получить квазиоптимальные процессы, аппроксимируем эту линию переключения линейной или квадратичной зависимостями.

Операторно-структурные схемы преобразователей постоянного напряжения с линейной и квадратичной обратными связями (ОС) по току конденсатора показаны на рисунке 1.

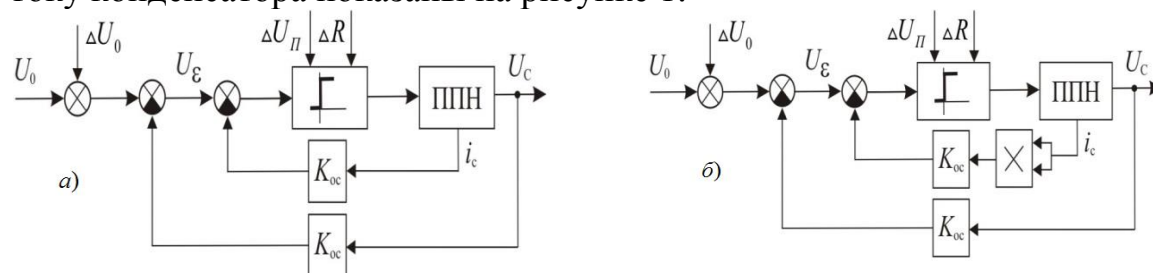


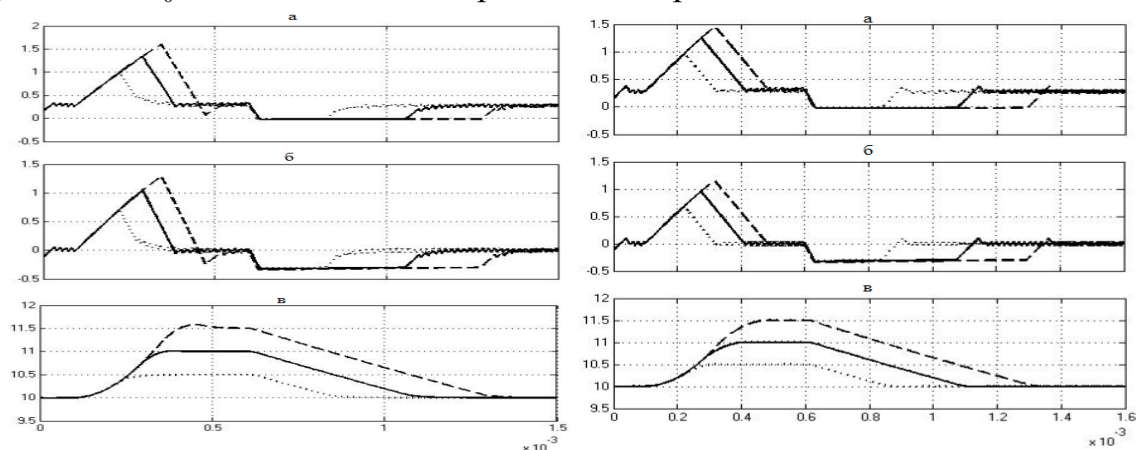
Рис. 1. Операторно-структурные схемы преобразователей постоянного напряжения:
а – с линейной ОС; б – с квадратичной ОС

При моделировании и макетировании использовались следующие параметры преобразователя:

$$U_{II} = 16B, U_c = 10B, R = 750m, U_{оп} = 10B, L = 840мГн.$$

В системе MATLAB/SimPowerSystem была разработана модель преобразователя понижающего напряжения с линейной и квадратичной обратной связью по току конденсатора.

На рис. 2, 3 представлены диаграммы тока дросселя (а), тока конденсатора (б), напряжение на нагрузке U_c (в), при изменении уставки $\square U_0$ с линейной и квадратичной обратной связью.

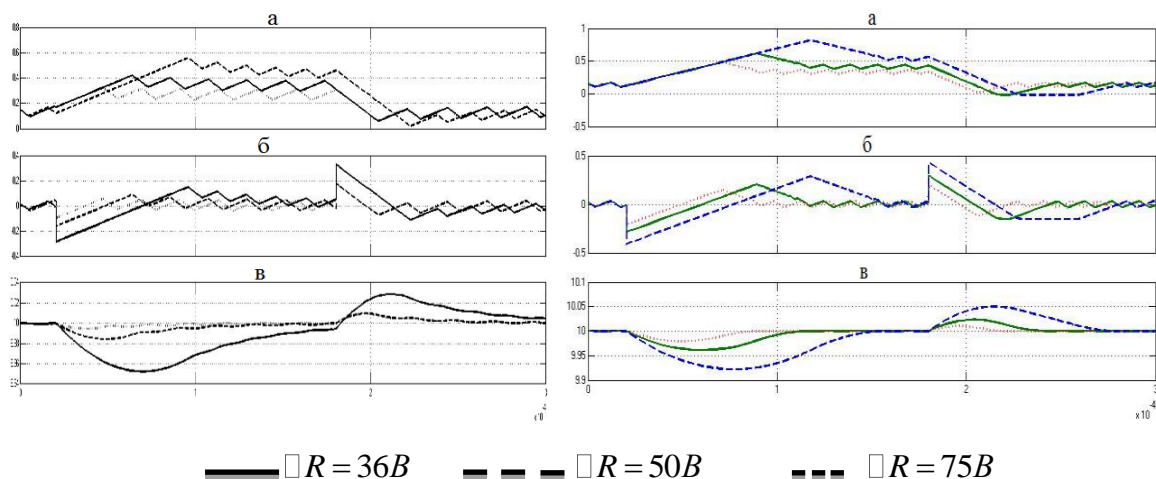


$$\text{—} \square U_0 = 1B \quad \text{- - -} \square U_0 = 1.5B \quad \text{- . - .} \square U_0 = 0.5B$$

a – с линейной ОС; *б* – с квадратичной ОС

Промоделировав схему с различными уставками можно сделать вывод, что система с линейной ОС при возмущающем воздействии может быть, как оптимальна $\square U_0 = 1B$, так и войти в режим скольжения $\square U_0 = 0.5B$ и режим перерегулирования $\square U_0 = 1.5B$. Такая система не может соответствовать требованию квазиоптимальности. В отличие, от линейной системы, квадратичная ОС исходя из графиков (2.б.) показывает, что при изменении уставки система за один переходный процесс приходит в установившийся режим. Следовательно, такая система работает в квазиоптимальном режиме.

На рис. 3 Диаграммы при скачкообразном изменении нагрузки с линейной и квадратичной обратной связью.



a – с линейной ОС; *б* – с квадратичной ОС

Из диаграмм видно, что линейная система в отличие от квадратичной системы при скачкообразном изменении нагрузки долго приходит в установившийся режим. Поэтому, можно сделать вывод, что линейная система не квазиоптимальна.

Список информационных источников

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
2. Крутько П.Д. Исследование динамики субоптимальных по быстродействию автоматических систем // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 2. – С. 16–33.
3. Ловчаков В.И., Сапожников А.М. Синтез квазиоптимальных по быстродействию систем управления высокого порядка // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – Вып. 2. – С. 136–147.
4. Karat S., Krein P.T. Improved Time Optimal Control of a Buck Converter Based on Capacitor Current // IEEE Trans. on Power Electronics. – 2012. – V. 27. – № 3. – P. 1444–1454.