

3.

УДК 620.179.16:

О. Д. Тетервёнок, аспирант

И. А. Галкин, профессор

Рижский Технический Университет, Факультет Энергетики и Электротехники,

Институт Индустриальной Электроники и Электротехники

бульвар Кронвальда 1-317, г. Рига, LV-1010, Латвия

### **ВЫБОР ДРАЙВЕРОВ СИЛОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ**

*Данная статья представляет собой описание одного из этапов разработки преобразователя (драйвера светодиодов), работающего по новым принципам в режиме амплитудного регулирования. Описаны принципы построения драйверов силовых транзисторов для схемы, в которой оба MOSFET транзистора являются n-канальными. Рассмотрена так же схема, в которой один из транзисторов заменен на p-канальный MOSFET. Использование p-канального транзистора позволяет избавиться от использования гальванически развязанного блока питания для драйвера транзистора верхнего плеча. В последней части статьи приведены расчеты потерь драйверов транзисторов, что позволяет судить о целесообразности использования того или иного подхода в зависимости от конфигурации преобразователя и области его применения. С точки зрения потерь схему с p-канальным транзистором выгоднее использовать при низком входном напряжении (порядка 12...25В).*

**Ключевые слова:** DC-DC преобразователь, драйвер светодиодов, драйвер MOSFET транзистора.

*Дана стаття є описом одним з етапів розробки перетворювача (драйвера світлодіодів), що працює по нових принципах в режимі амплітудного регулювання. Описані принципи побудови*

драйверів силових транзисторів для схеми, в якій обидва MOSFET транзистора є n-канальніми. Розглянута так само схема, в якій один з транзисторів замінений на р-канальний MOSFET. Використання р-канального транзистора дозволяє позбутися від використання гальванічно розв'язаного блоку живлення для драйвера транзистора верхнього плеча. У останній частині статті приведені розрахунки втрат драйверів транзисторів, що дозволяє судити про доцільність використання того або іншого підходу залежно від конфігурації перетворювача і сфери його застосування... З точки зору втрат схему з р-канальним транзистором вигідно використовувати при низькій вхідній напрузі (порядку 12.25В).

**Ключові слова:** DC-DC перетворювач, драйвер світлодіодів, драйвер MOSFET

### Введение

На данный момент наблюдается стремительное развитие осветительной техники и приборов в направлении «умного» освещения, что объясняется улучшением качества и увеличением эффективности белых светодиодов [2]. Регулирование количества света в системах «умного» освещения является одним из наиболее важных инструментов для уменьшения общего энергопотребления системы [6].

Техники регулирования количества света, отдаваемого светодиодом, можно поделить на две основных группы: 1) регулировка в режиме широтно-импульсной модуляции; 2) амплитудное (плавное) регулирование. Данная статья представляет собой описание одного из этапов разработки преобразователя (драйвера светодиодов), работающего по новым принципам в режиме амплитудного регулирования, так как этот метод позволяет добиться лучшей эффективности системы освещения в большей части диапазона регулирования [1],[5]. Здесь рассматриваются свойства цепей управления (т.н. драйверов) транзисторов данного преобразователя.

### Краткое описание особенностей преобразователя

Общее описание принципов работы рассматриваемого здесь преобразователя приведено в [4]. По сути, схема данного преобразователя представляет собой схему не инвертирующего повышающего/ понижающего импульсного преобразователя, отличительной чертой которого является особая техника управления ключами. Сигналы управления ключей могут перекрываться между собой (рис. 1. б), что в общем случае означает необходимость использования независимого управления для каждого ключа.

### Методы организации цепей управления силовых транзисторов

В рассматриваемой схеме (рис.1) присутствуют транзисторы верхнего Q1 и нижнего Q2 плеча, причем, они находятся на разных ветвях, что приводит к определенным трудностям в организации цепей драйверов MOSFET транзисторов. В общем случае питание каждой из двух цепей должно быть независимым. К тому же, как минимум один из драйверов должен быть гальванически развязан от схемы управления, однако желательной считается развязка обоих каналов.

Стандартные решения описанных выше проблем (использование изолирующего трансформатора, либо стандартных драйверов транзисторов верхнего и нижнего плеча конденсатором самозакачки) не подходят для данного преобразователя из-за особой техники управления ключами (в определенной рабочей точке коэффициент заполнения  $d$  сигнала управления одного из транзисторов приближен или равен 100 %).

Использование гальванически развязанного блока питания для драйверов решает данную проблему. Такое решение требует использования отдельного импульсного преобразователя малой мощности с изолирующим трансформатором (рис. 1. а). Форма тока и напряжения в дросселе L1, а так же сигналы управления транзисторов для данной конфигурации цепей драйверов, показаны на рис. 1. б). Описанный подход усложняет общее устройство преобразователя.

Замена одного из n-канальных транзисторов на р-канальный позволяет избавиться от необходимости использования вспомогательного гальванически развязанного блока питания. Питание р-канального транзистора можно обеспечить отрицательным регулятором линейного напряжения, как показано на рис. 1. в). Сигналы управления транзисторов этой конфигурации цепей драйверов, показаны на рис. 1. г). В данном случае логика сигнала управления р-канального транзистора будет инверсной.

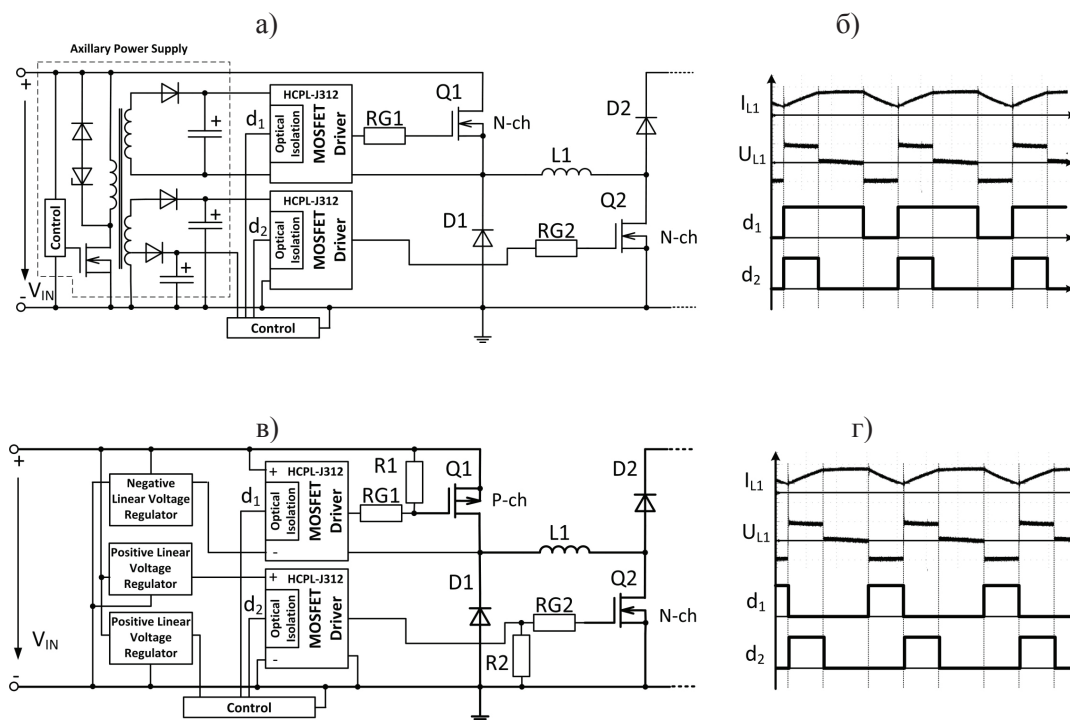


Рис. 1.

### Потери в цепях управления силовых транзисторов

Приблизительную оценку потерь  $\Delta P_{drv}$  в цепях драйверов с учетом частоты коммутации  $f_{sw}$  можно найти из выражения:

$$\Delta P_{drv} = \frac{f_{sw} \cdot C_{GS} \cdot U_{drv}^2}{2} \quad (1)$$

где  $U_{drv}$  является напряжение питания MOSFET драйвера, а  $C_{GS}$  – емкостью между затвором и стоком транзистора [3]. Данное выражение не учитывает потери на резисторе затвора, которые возникают при протекании тока во время заряда емкости  $C_{GS}$ .

### Заключение

В данной статье были рассмотрены два подхода организации цепей управления силовых транзисторов: использование гальванически развязанного блока питания MOSFET драйверов и замена n-канального транзистора верхнего плеча на р-канальный с использованием отрицательного линейного регулятора в качестве источника питания его драйвера. Оценка потерь цепей драйверов показывает, что использование р-канального транзистора и линейных регуляторов целесообразно при низких входных напряжениях преобразователя (порядка 12...30В). При более высоких входных напряжениях предпочтительным является использование гальванически развязанного питания MOSFET драйверов.

### Список литературы

1. Chen, W.; Hui, S. Y R, "A Dimmable Light-Emitting Diode (LED) Driver With Mag-Amp Postregulators for Multistring Applications," Power Electronics, IEEE Transactions on , vol.26, no.6, pp.1714,1722, June 2011
2. Cree, Cree Reaches LED Industry Milestone with 200 Lumen-Per-Watt LED, Press Releases, December 18, 2012, Available at: <http://www.cree.com/news-and-events/cree-news/press-releases>.
3. Laszlo Balogh, Design And Application Guide For High Speed MOSFET Gate Drive Circuits, Texas Instruments Application Note SLUP169, Available at: <http://www.ti.com/lit/ml/slup169/slup169.pdf>
4. Milaševski I., Galkins I., Tetervenoks O. Assessment of Buck Converter Powered by Current or Voltage Sources for LEDs Luminary // Proceedings of the 13th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2012), Estonia, Tallinn, 3.-5. October, 2012. – pp 239-242.

5. Suzdalenko, A.; Galkin, I.; , "Investigation of power supply methods for intelligent LED luminary," Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC), 2010 14th International , vol., no., pp.T6-66-T6-69, 6-8 Sept. 2010.

6. Zeng, H.; Qiu, J.; Shen, X.; Dai, G.; Lui, P.; Le, S.; "Fuzzy control of LED tunnel lighting and energy conservation," School of Mechatronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013, China Mathematical and Computer Modelling, Volume 54, Issue 3-4, August 2011, Pages 931–937

### CHOICE OF THE MOSFET DRIVERS FOR THE CONVERTER UTILIZED AS DIMMABLE LED DRIVER

Olegs Tetervenoks, Ph. D student;  
Ilya Galkin, Professor

Riga Technical University, Faculty of Power and Electrical Engineering,  
Institute of Industrial Electronics and Electrical Engineering  
Kronvalda Boulevard 1-317, Riga, LV-1010, Latvia

*This paper represents one of the development stages of the converter (LED driver) operating in amplitude mode light regulation. The principles of construction of the MOSFET driver circuits for the schematic with two n-channel MOSFET transistors are described. Also the schematic where high side transistor is substituted with p-channel transistor is considered. Utilization of the p-channel transistor allows eliminating necessity of using of isolated power supply for driver of the high side transistor. In the last section of the article the losses in driver circuits are considered. This allows evaluating the scope of application for both considered approaches. From point of view of losses in driver circuits it is preferable to use schematic with p-channel transistor at lower input voltages (in range of 12...30V).*

**Keywords:** DC-DC converter, LED driver, MOSFET driver.

1. Chen, W.; Hui, S. Y R, "A Dimmable Light-Emitting Diode (LED) Driver With Mag-Amp Postregulators for Multistring Applications," Power Electronics, IEEE Transactions on , vol.26, no.6, pp.1714,1722, June 2011

2. Cree, Cree Reaches LED Industry Milestone with 200 Lumen-Per-Watt LED, Press Releases, December 18, 2012, Available at: <http://www.cree.com/news-and-events/cree-news/press-releases>.

3. Laszlo Balogh, Design And Application Guide For High Speed MOSFET Gate Drive Circuits, Texas Instruments Application Note SLUP169, Available at: <http://www.ti.com/lit/ml/slup169/slup169.pdf>

4. Milaševski I., Galkins I., Tetervenoks O. Assessment of Buck Converter Powered by Current or Voltage Sources for LEDs Luminary // Proceedings of the 13th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2012), Estonia, Tallinn, 3.-5. October, 2012. - pp 239-242.

5. Suzdalenko, A.; Galkin, I.; , "Investigation of power supply methods for intelligent LED luminary," Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC), 2010 14th International , vol., no., pp.T6-66-T6-69, 6-8 Sept. 2010.

6. Zeng, H.; Qiu, J.; Shen, X.; Dai, G.; Lui, P.; Le, S.; "Fuzzy control of LED tunnel lighting and energy conservation," School of Mechatronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013, China Mathematical and Computer Modelling, Volume 54, Issue 3-4, August 2011, Pages 931–937