

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ИМС ШИМ – КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДРАЙВЕРОВ СВЕРХЯРКИХ СВЕТОДИОДОВ

А.И. Сурайкин

Аннотация. В статье приводится описание ИМС ШИМ-контроллера для построения драйверов сверхярких светодиодов, приведено описание структурной схемы ИМС, рассмотрены основные схемы применения, приведены основные электрические параметры. Приведён алгоритм работы ИМС, и расчёт величин навесных компонентов.

Ключевые слова: ШИМ-контроллер, драйвер, ШИМ-компаратор, гальваническая развязка, дроссель, коэффициент заполнения.

Развитие источников света на полупроводниковых светодиодах привело к тому, что в настоящее время возникла потребность в устройствах - драйверах, обеспечивающих управление такими источниками освещения. И здесь, наряду с драйверами на дискретных компонентах начинают широко применяться драйверы, построенные на специализированных микросхемах [1]. Такие ИМС представляют собой, как правило, ШИМ-контроллеры, работающие как по «прямоходовому» алгоритму, так и по «обратноходовому» алгоритму. Преимущества применения специализированных ИМС в драйверах светодиодных источников освещения очевидны - малые габариты, простота настройки, высокая надёжность, низкая себестоимость. Тенденция такова, что многие известные зарубежные электронные компании налаживают серийный выпуск специализированных ИМС драйверов для светодиодных источников освещения.

В этом отношении перспективной будет разработка отечественной ИМС ШИМ-контроллера для построения драйверов управления источниками освещения на сверхярких светодиодах.

Многие производители электронной компонентной базы, среди которых в первую очередь следует отметить Infineon, NXP Semiconductors, STMicroelectronics, Linear Technology, International Rectifier, Texas Instruments предлагают широкую и разнообразную номенклатуру специализированных ИМС ШИМ-контроллеров для светодиодных источников освещения. Наряду с ними менее известные фирмы, такие как Melexis и Supertex предлагают не менее интересные решения в части специализированных ИМС ШИМ-контроллеров. В этом отношении следует отметить ИМС ШИМ-контроллера HV9910 фирмы Supertex [2]. Данная ИМС интересна тем, что может работать как в режиме «прямоходового» преобразователя, так и в режиме «обратноходового» преобразователя. обеспечивает построение драйвера с

минимальным числом навесных компонентов и может работать в диапазоне питающих напряжений от 8,0 В до 450 В (рис. 1). Драйверы, построенные на ИМС HV9910 или MLX10803 [3] существенно упрощают конструкцию и повышают надежность устройств управления светодиодными источниками света, а также обеспечивают их высокие технико-экономические показатели, что немаловажно в условиях жёсткой конкуренции на данном сегменте рынка.

Таким образом, ИМС ШИМ-контроллера должна быть разработана так, чтобы обеспечивать построение схем драйверов светодиодов как в виде схемы без гальванической развязки (рис. 1), так и в виде схемы с гальванической развязкой светодиодов (рис. 2). В первом случае, в качестве управляющего элемента используется n-МОП транзистор, выполняющий функцию источника стабильного тока в цепи последовательно включенных светодиодов (рис. 1).

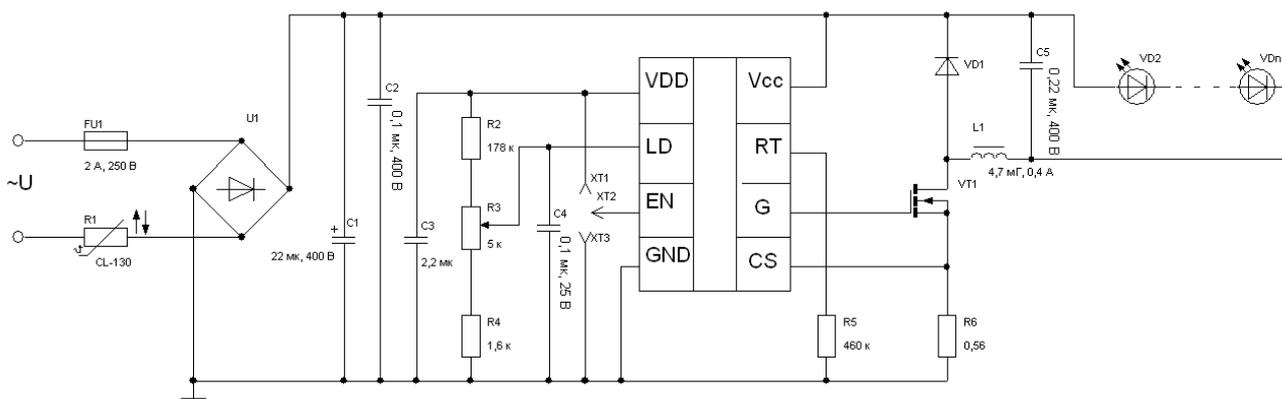


Рис. 1. Типовая схема применения ИМС ШИМ-контроллера в схеме без гальванической развязки светодиодов

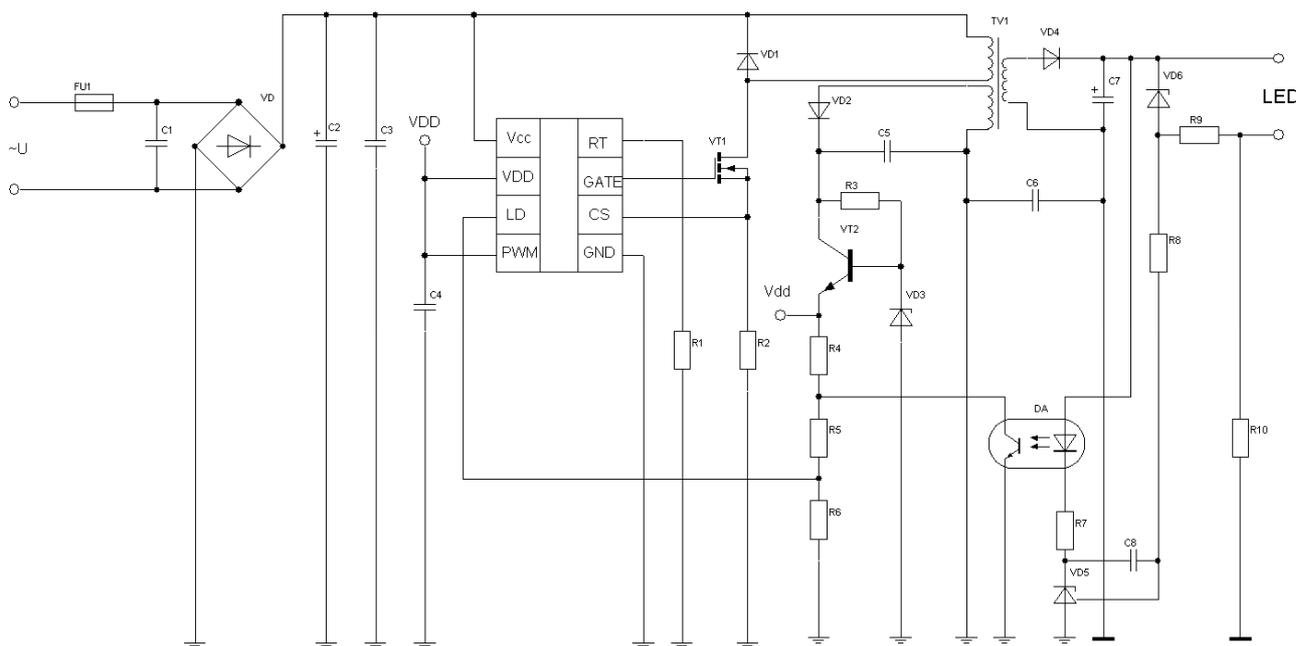


Рис. 2. Типовая схема применения ИМС ШИМ-контроллера в схеме с гальванической развязкой светодиодов

Таким образом, при разработке ИМС ШИМ-контроллера, для обеспечения нормальной работы в течение всего срока службы должны быть учтены и реализованы многие факторы, а именно: БиКМОП технология с процессом жёсткой высоковольтной изоляции элементов (rugged high voltage junction isolated process), обеспечивающая работу ИМС с напряжением питания до 450 В (целесообразно). Возможны и другие варианты: стандартные КМОП и биполярные технологии, обеспечивающие максимальные пробивные напряжения до 60 В. С точки зрения системотехники и схмотехники в ИМС ШИМ-контроллера должны быть предусмотрены функции, обеспечивающие высокий к.п.д. и $\cos \omega$ драйвера, а также функции защиты - защиту от электростатического потенциала, защиту от короткого замыкания нагрузки и т. п. Также необходимо обеспечить возможность программирования некоторых функций, в частности функцию настройки внутреннего ШИМ-компаратора. С учётом таких требований структурная схема ИМС ШИМ-контроллера для управления сверхяркими светодиодами представлена на рис. 3.

Питающее напряжение поступает на внутренний стабилизатор напряжения, формирующий внутренне стабильное напряжение 7 В и которое поступает на выход V_{DD} . От этого напряжения запитывается внутренний стабилизатор напряжения, формирующий рабочее напряжение логики.

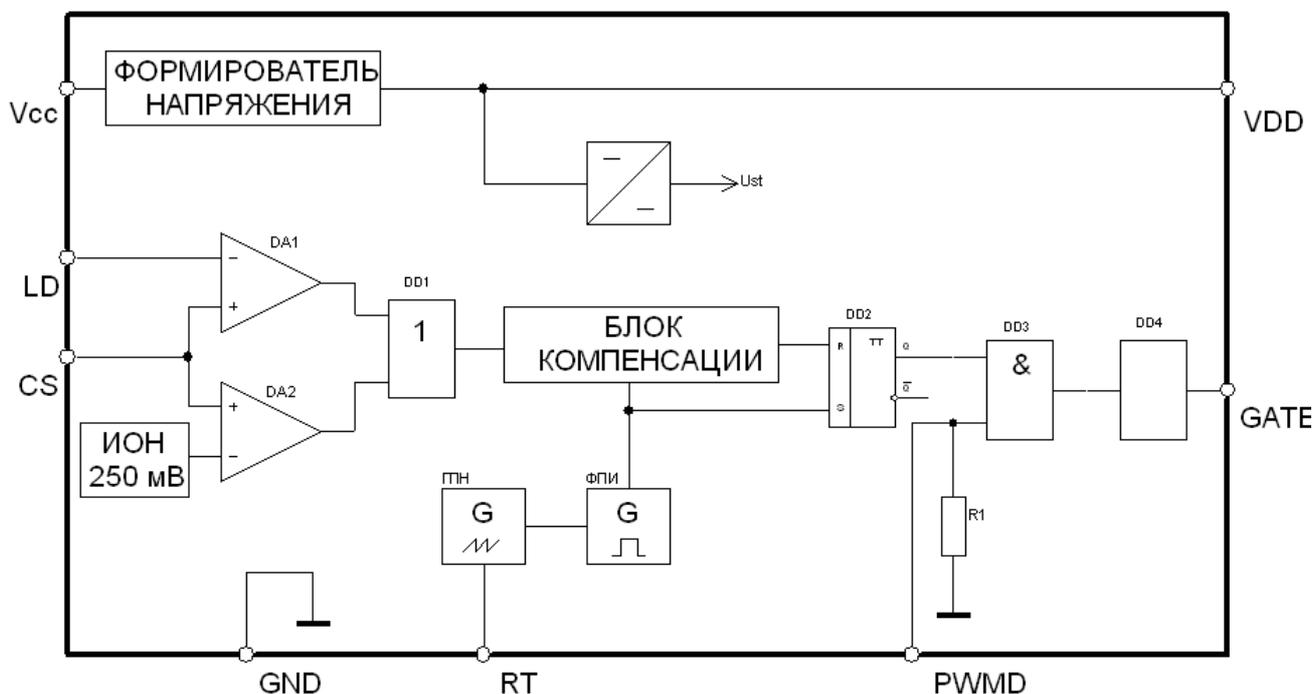


Рис. 3. Структурная схема универсальной ИМС ШИМ-контроллера

На ШИМ-компаратор, выполненный на двух дифференциальных каскадах DA1 и DA2, поступает управляющий сигнал SC (например, с датчика тока R6 – рис. 1), обеспечивающий управление скважностью выходного сигнала ШИМ-компаратора. Нижний порог работы ШИМ-компаратора задаётся напряжением 250 мВ, формируемым внутренним источником

опорного напряжения. Верхний порог работы ШИМ-компаратора задаётся внешним напряжением по входу LD. С выхода ШИМ-компаратора импульсный сигнал с нормированной скважностью поступает на блок компенсации. Поступающий на этот же блок сигнал внутреннего генератора, позволяет исключить влияние помех и паразитных колебаний. С выхода блока компенсаций импульсный сигнал поступает на бистабильную RS-ячейку DD2. С её выхода Q через элемент 2И-НЕ DD3, сигнал через буферный каскад DD4 поступает на выход GATE для управления током мощного внешнего n-МОП транзистора. Логический элемент DD3 служит для того, чтобы через вход PWMД можно было использовать внешний ШИМ-сигнал.

Данный вариант реализации ИМС ШИМ-контроллера (рисунок 3) позволяет эффективно управлять внешним n-МОП транзистором с частотой переключения до 300 кГц. При этом частота задаётся внешним резистором, подключаемым к выводу RT в соответствии со следующим соотношением:

$$f_{osc}(\text{кГц})=25000/(R_T(\text{кОм})+22). \quad (1)$$

В варианте реализации драйвера без гальванической развязки светодиодов (рисунок 1), цепь последовательно включенных светодиодов управляется током, а не напряжением, что позволяет обеспечивать стабильную яркость свечения светодиодов и повышенную надёжность их работы. Величина индуктивности дросселя L1 может быть рассчитана при помощи соотношения (2).

$$L=(U_{CC}-U_{LED}) \cdot T_{ON}/(0,3 \cdot I_{LED}), \quad (2)$$

где U_{CC} – напряжение питания ИМС, U_{LED} – падение напряжения на цепи последовательно включенных светодиодах, I_{LED} – ток светодиодов (номинальное значение – 350 мА), T_{ON} – время нахождения внешнего n-МОП транзистора в открытом состоянии и рассчитывается в соответствии с (3).

$$T_{ON}=D/f_{osc}, \quad (3)$$

где f_{osc} – частота внутреннего генератора ИМС (1), D – коэффициент, равный отношению падения напряжения на цепи последовательно включенных светодиодах к напряжению питания ИМС:

$$D=U_{LED}/U_{CC}. \quad (4)$$

Подключаемый к выводу GATE внешний n-МОП транзистор должен иметь время переключения не более 25 нс при частоте работы ШИМ менее 100 кГц и не более 15 нс при частоте работы ШИМ более 100 кГц.

Вход PWMД может служить как для управления защитой ИМС ШИМ-контроллера, так и для маскирования внутреннего ШИМ-сигнала внешним сигналом. При нулевом уровне сигнала на входе PWMД, на выходе GATE, будет также присутствовать сигнал нулевого уровня. При высоком уровне

сигнала на входе PWMD, на выходе GATE ИМС установится сигнал, формируемый внутренним ШИМ-компаратором.

Данная ИМС ШИМ-контроллера может быть изготовлена на базе отечественных технологий, таких как стандартная эпитаксиально-планарная технология, а также БиКМОП технология, имеющаяся в ОАО «Микрон».

Предельные значения основных параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Условное обозначение	Параметр	Величина	Ед. измер.
$U_{CC,max}$	Максимальное напряжение питания	60 - 470	В
$U_{DD,max}$	Максимальное напряжение на выводе V_{DD}	12	В
T_{amb}	Рабочий диапазон температур	-45 – +150	°С

Электрические параметры ИМС ШИМ-компаратора при температуре окружающей среды $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ в диапазоне питающих напряжений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Условное обозначение	Параметр	Величина		Ед. измер.
		не менее	не более	
$I_{CC,max}$	Максимальный ток питания	5	-	мА
$U_{PWMD(L)}$	Напряжение низкого уровня на выводе PWMD	-	0,8	В
$U_{PWMD(H)}$	Напряжение высокого уровня на выводе PWMD	2,0	-	В
$U_{SC,min}$	Минимальное напряжение на входе CS	275	-	мВ
t_D	Задержка переключения	-	150	нс
f_{OSC}	Частота генератора: При $R_T=1\text{ МОм}$ При $R_T=220\text{ кОм}$	20 80	30 120	кГц кГц
$I_{G(H)}$	Максимальный ток высокого уровня по выводу GATE	160	-	мА
$I_{G(L)}$	Максимальный ток низкого уровня по выводу GATE	160	-	мА

Данная ИМС ШИМ-контроллера может быть изготовлена в корпусе DIP-8 или SOIC-8. Кроме применения в драйверах светодиодов, эта ИМС позволяет разрабатывать схемы импульсных источников питания и линейных стабилизаторов напряжения.

Список использованных источников

- 1 Р. Василенко, А. Кожемяка, А. Турчин. Микросхема управления светодиодами MLX10801 // Chip News. Инженерная микроэлектроника. № 9, 2004 г., С58-61.
- 2 Universal High Brightness LED Drivers HV9910B. Supertex inc. Doc.# DSFP-HV9910B A031808, 2008.
- 3 IC specification MLX10803. High power LED driver. Melexis. Data Sheet, 2, October, 2007.

Сведения об авторе

Сурайкин Александр Иванович, к.т.н., доцент кафедры микроэлектроники,
тел. (8-342) 29-06-68, E-mail: suraykin@mail.ru