

УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКАМИ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ПРОВОДАМ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ПРОПУСКА ПОЛУПЕРИОДОВ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В.В. Хатеева

WIRE CONTROL OF LIGHTING SOURCES BY ALGORITHMIC PASSING OF VOLTAGE HALF-CYCLES

V.V. Khateeva

Кодирование информации методом пропуска полупериодов сетевого напряжения применяется для управления различными осветительными приборами, питающимися от сети переменного напряжения. В данной статье описана суть данного метода, рассчитаны энергетические потери при пропуске полупериода через разное число полных полупериодов, а также рассчитана эффективность вариантов кодирования передаваемой информации.

Ключевые слова: кодирование информации, управление источниками света, передача информации, эффективность кодирования информации.

Information encoding by skipping voltage half-periods is used to control different lighting equipment with AC power supply. The article describes the essence of this method, the energy loss for half-cycle passing in different number of complete half-cycles is calculated, and the efficiency of different data encoding options is rated.

Keywords: information encoding, light source control, information transfer, information encoding efficiency.

Введение

Внедрение энергосберегающих технологий в современную осветительную технику является в настоящее время актуальной научно-технической задачей. Среди основных путей энергосбережения следует выделить

1. Применение более эффективных преобразователей электрической энергии в световой поток, таких как светодиоды, газоразрядные лампы и т. д.

2. Управление яркостью излучателей в зависимости от условий освещенности и времени суток.

Для дистанционного управления могут использоваться различные способы передачи сигналов. Типовыми способами являются передача сигналов по проводам питающей сети, радиоканалу и выделенному кабелю.

Наиболее выгодным экономически способом управления является передача управляющих сигналов непосредственно по питающим проводам.

Существует несколько методов передачи информации по питающим проводам:

1. Передача высокочастотных кодированных сигналов.

2. Широтная модуляция полупериодов сетевого напряжения в диапазоне малых начальных углов [1, 2].

В первом случае за счет применения модуляции можно одновременно передавать более тысячи несущих в полосе шириной всего 30 МГц, обычно это 2–32 МГц. Передаваемые данные распределяются между поднесущими, которые затем модулируются независимо друг от друга с учетом допустимого в канале соотношения сигнал-шум. Также частотный спектр легко подстраивается и адаптируется к текущим условиям в канале. Однако данный метод также имеет несколько недостатков. Необходимо все время измерять уровень сигнал-шум, также определяющий количество битов, которые могут быть переданы в одной информационной посылке. Во-вторых, в питающей сети могут происходить различные скачки напряжения, а также возникать высокочастотные шумы. И для защиты от подобного рода помех необходимо ог-

ромное количество синхронизирующих алгоритмов.

При широтной модуляции полупериодов сетевого напряжения в диапазоне малых начальных углов не добавляется никаких новых сигналов, а убирается часть полупериода и, соответственно, наличие или отсутствие этой части полупериода означает либо 0, либо 1. При таком способе передачи управляющих сигналов нет необходимости в защите от высокочастотного шума, поскольку он отфильтровывается на этапе приема. Действующее напряжение сети практически не изменяется за счет того, что временная задержка открытия ключа делается в начале полупериода, когда напряжение еще мало. Однако использование такого метода передачи информации требует применения специальной схемы электронного ключа [3], особенно для потребителей с емкостным характером входного сопротивления. Кроме того, существует широко распространенный класс коммутирующих шкафов, где силовым элементом является тиристор, включающийся в момент перехода через ноль. В таких системах передача управления посредством широтной модуляции не представляется возможной.

Именно поэтому был разработан новый способ передачи информации по проводам питающей сети: метод, основанный на алгоритмическом пропуске полупериодов сетевого напряжения.

Однократный пропуск полупериода сетевого напряжения является для большинства осветительных нагрузок с внутренними электронными преобразователями штатной ситуацией, поскольку электронные модули, как правило, содержат емкостные накопители энергии, рассчитанные на такой режим работы [4].

Предлагаемый метод основывается на изменении последовательности чередования пропущенных полупериодов сетевого напряжения, которая несет определенный объем информации. При этом пропуски полупериодов сетевого напряжения сформированы так, чтобы уменьшение действующего значения сетевого напряжения составляло не более 10%. Таким образом, питание всех устройств от сети не вызовет перебоев и все элементы системы будут работать нормально.

1. Формирование метода кодирования информации

Суть метода заключается в том, что информацию несет количество полупериодов сетевого напряжения, расположенных между двумя пропущенными полупериодами.

Причем число пропущенных полупериодов не должно быть меньше определенного, поскольку в противном случае мы можем получить уменьшение действующего значения сетевого напряжения более чем на 10%.

Минимальное количество полупериодов сетевого напряжения, расположенных между двумя пропущенными, определяется следующим образом [5].

Действующее значение напряжения сети вычисляется по формуле:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} . \quad (1)$$

Для синусоидального сигнала действующее значение напряжения определяется как

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} , \quad (2)$$

где U_m – амплитуда синусоидального сигнала.

Поскольку действующее значение напряжения не зависит от знака интегрируемого напряжения, действующее значение за полупериод определяется по формуле (2).

В случае если один из полупериодов напряжения пропущен, действующее значение зависит от количества n рассматриваемых полупериодов (рис. 1).

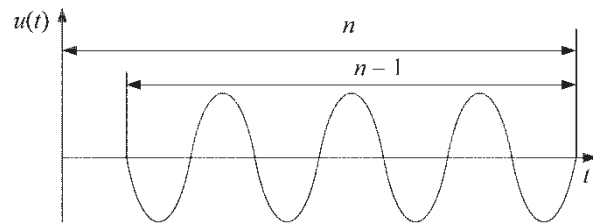


Рис. 1. Напряжение из последовательности полупериодов с одним пропущенным

При этом период определения действующего значения зависит от количества рассматриваемых полупериодов:

$$U = \sqrt{\frac{n-1}{n} \cdot \frac{U_m^2}{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n}} .$$

Зависимость действующего значения напряжения от количества рассматриваемых полупериодов с одним пропущенным представлена на рис. 2.

Отклонение действующего значения напряжения от номинального на 10% обеспечивается наличием между пропускаемыми полупериодами не менее 5 присутствующих полупериодов напряжения сети.

Кодирование информации осуществляется количеством полупериодов сетевого напряжения между двумя пропущенными. При этом учитывается минимальное количество полных полупериодов (5), не участвующих в кодировке. Для кодирования удобно использовать шестнадцатеричные цифры. Так, цифра 0 кодируется как 5 полупериодов между двумя пропущенными, числу 1 соответствует 6 полупериодов и т. д. Пропущенный полупериод является концом предыдущего информационного отрезка и началом следующего.

2. Оценка эффективности кодирования информации

Важное значение при передаче информации приобретает система счисления, поскольку в конечном счете это определяет длину информационного сообщения и количество пропущенных полупериодов. Анализ эффективности систем счисления представлен в таблице на примере передачи числа $11111111_2 = 3333_4 = 377_8 = FF_{16} = 255_{10}$.

Конечные результаты анализа показаны на рис. 3.

Анализ показывает, что наиболее эффективной системой счисления при передаче информации является 16-я система счисления.

На примере (рис. 4) показано, как кодируется сообщение – шестнадцатеричная посылка 03F.

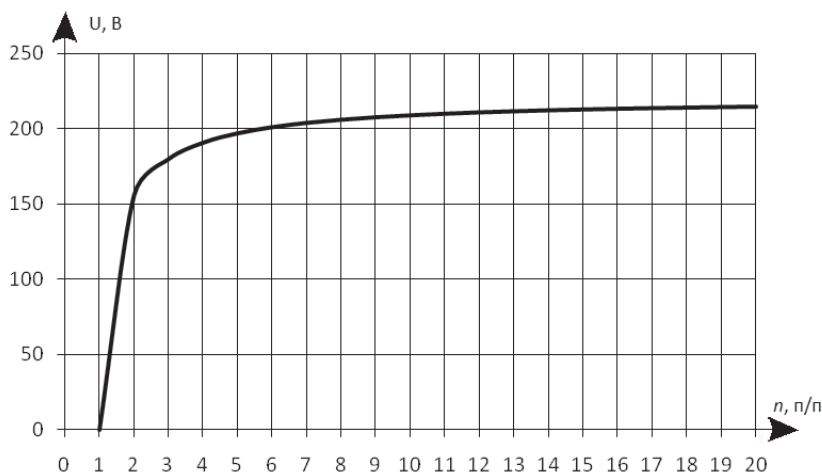


Рис. 2. Зависимость действующего значения напряжения от количества рассматриваемых полупериодов с одним пропущенным

Оценка эффективности кодирования информации

Система счисления	Количество бит	Задействовано полупериодов для передачи (<i>a</i>)	Из них пропущенных полупериодов (<i>m</i>)	Время, затраченное на передачу (секунд)	Критерий эффективности $\vartheta = a + 10 * m$
4-я	2	37	5	0,37	87
8-я	3	43	4	0,43	83
16-я	4	43	3	0,43	73
32-я	5	50	3	0,5	80
64-я	6	85	3	0,85	115
128-я	7	140	3	1,4	170
256-я	8	262	2	2,62	282

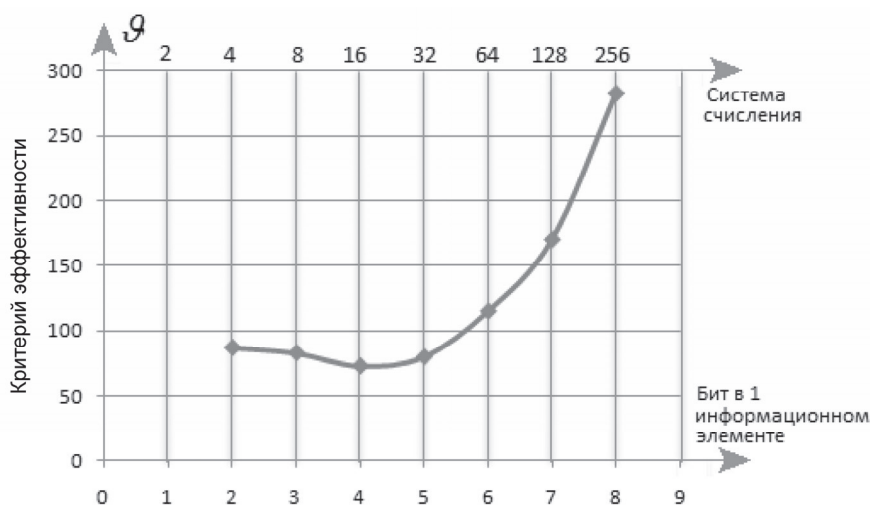


Рис. 3. Критерий эффективности кодирования информации

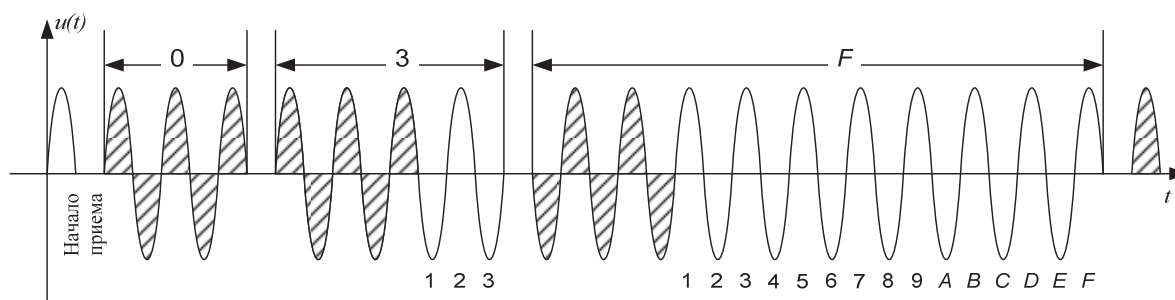


Рис. 4. Пример кодировки шестнадцатеричной посылки 03F рассматриваемым методом

Выводы

Предложенный метод позволяет кодировать информацию пропусками полупериодов сетевого напряжения и может использоваться в различных системах передачи информации по проводам питающей сети, допускающих единичные пропуски питающего напряжения, силовые элементы в которых коммутируются при переходе сетевого напряжения через 0.

Предложенная методика эффективности применяемой системы кодирования информации позволяет сформировать посылку, оптимальную по длине и количеству пропущенных полупериодов.

Литература

1. Вставская, Е.В. Способ передачи информации по питающей сети и его применение в построении систем автоматизированного управления наружным освещением / Е.В. Вставская, Е.В. Костарев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2010. – Вып. 13. – № 2 (219). – С. 81–85.

2. Построение систем передачи информации по проводам питающей сети / Е.В. Вставская,

Т.А. Барбасова, Е.В. Костарев, В.И. Константинов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2011. – Вып. 14. – № 23 (240). – С. 60–64.

3. Выбор оптимального режима работы светодиодных излучателей / В.И. Константинов, Е.В. Вставская, Т.А. Барбасова, В.О. Волков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2010. – Вып. 11. – № 2 (178). – С. 46–51.

4. Автоматизированные системы управления энергоэффективным освещением: моногр. / Л.С. Казаринов, Д.А. Шнайдер, Т.А. Барбасова и др.; под ред. Л.С. Казаринова. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ: Издатель Т. Лурье, 2011. – 208 с.

5. Вставская Е.В. Улучшение характеристик электронного балласта для газоразрядных ламп с частотным управлением мощностью / Е.В. Вставская, А.Ю. Вставский, В.И. Константинов, В.В. Хатеева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2010. – Вып. 12. – № 22 (198). – С. 66–69.

Поступила в редакцию 4 июня 2012 г.