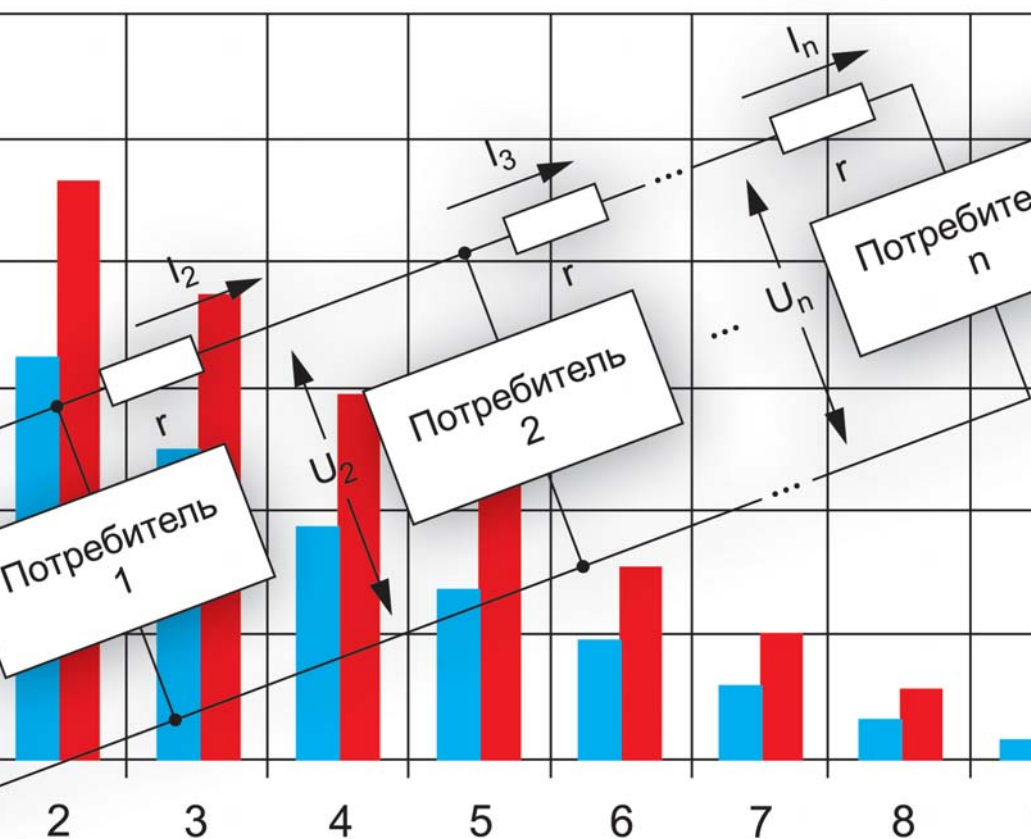


Елена Вставская, к. т. н.

Особенности проектирования осветительных сетей для потребителей с функцией стабилизации мощности



В настоящее время перспективным направлением является применение осветительных устройств, содержащих электронные преобразователи с высоким КПД и функцией стабилизации выходной мощности для обеспечения постоянства энергетического режима работы светоизлучателей в условиях воздействия внешних дестабилизирующих факторов.

В связи с этим потребитель приобретает свойство отрицательного входного сопротивления, и при больших значениях питающего напряжения потребляемый ток становится меньше, а при меньших — больше. Учет этого обстоятельства абсолютно необходим при проектировании осветительных линий.

В настоящее время осветительные сети строятся по принципу последовательной линии со светоизлучателями, размещенными через определенные промежутки.

Чтобы показать распределение токов и напряжений в осветительной сети, рассмотрим схему замещения, содержащую эквивалентные сопротивления участков кабелей (в расчетах приняты $r = 1$ Ом) и потребители мощностью P (в расчетах принято $P = 150$ Вт), рассчитанные на рабочее напряжение $U = 220$ В. Напряжение источника питания линии примем в расчетах $E = 230$ В. Схема замещения осветительной сети представлена на рис. 1.

Сначала рассмотрим случай, когда потребители являются активными сопротивлениями:

$$R = U^2/P = 322,7 \text{ Ом.} \quad (1)$$

Ток каждой ветви можно определить как

$$I_i = \frac{\sum_{k=i}^n U_k}{R}. \quad (2)$$

Напряжение на каждом потребителе:

$$U_{i-1} = U_i + I_i \times r, \quad (3)$$

$$E = U_1 + I_1 \times r. \quad (4)$$

Решая совместно систему уравнений (2–4), получим распределение токов и напряжений на активных потребителях.

В другом случае предположим, что потребителями являются источники света, содержащие электронные преобразователи

с функцией стабилизации выходной мощности. При этом ток каждой ветви можно определить как

$$I_i = P \times \sum_{k=i}^n \frac{1}{U_k}. \quad (5)$$

Напряжение на каждом потребителе можно определить по формуле (3), (4). Решая совместно систему уравнений (3–5), получим распределение токов и напряжений на потребителях с функцией стабилизации мощности.

Для схемы замещения, представленной на рис. 1, содержащей 10 потребителей, произведен расчет в соответствии с (1–5). На рис. 2 представлено распределение напряжений на потребителях в осветительной линии.

На рис. 3 представлено распределение токов на участках осветительной линии.

С точки зрения формирования питающих напряжений в последовательных нагрузках осветительной сети, стабилизация мощности, с одной стороны, увеличивает просадку напряжения по мере удаления от источника питания, а с другой — кратность изменения токов на участках осветительной сети становится нелинейной функцией.

На рис. 4 представлено распределение мощностей потребителей.

Такой характер построения осветительной сети делает неравномерной токовую нагрузку фрагментов питающих кабелей. Если используемые в сети светоизлучатели обладают функцией стабилизации мощности, то кратность тока в осветительной сети увеличивается по мере приближения к источнику питающего напряжения.

Поскольку энергетические потери на фрагментах питающих кабелей определяются квадратом тока, их значение возрастает квадратично по мере приближения к источнику питающего напряжения осветительной линии. На рис. 5 представлен характер распределения энергетических потерь на фрагментах питающих кабелей.

График распределения энергетических потерь на участках осветительной линии косвенно отражает эффективность использования кабеля постоянного сечения. Анализ графика позволяет сделать вывод, что более половины эффективного сечения подводящих кабелей является избыточным, особенно на удаленных участках.

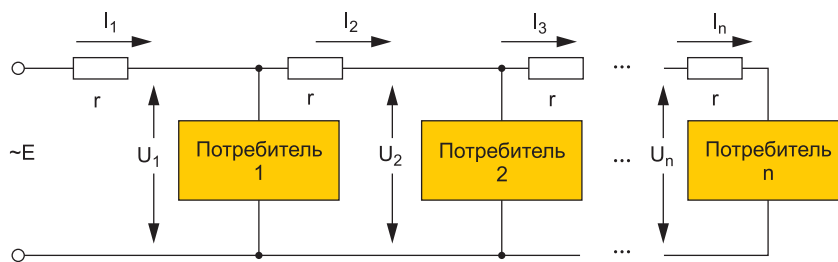


Рис. 1. Топология осветительной сети

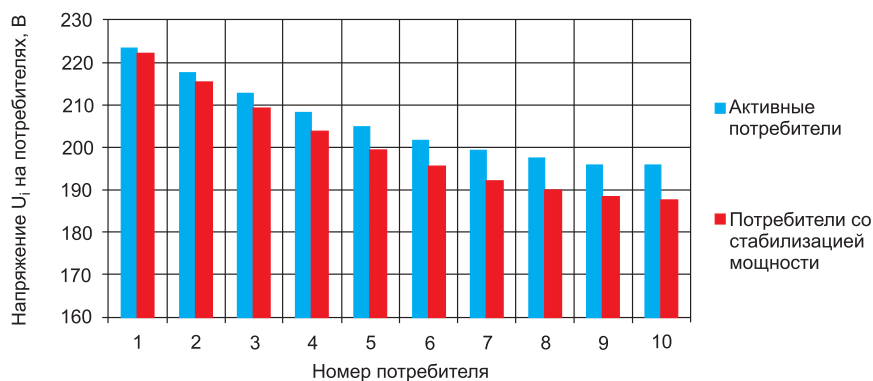


Рис. 2. Распределение напряжений на потребителях в осветительной линии

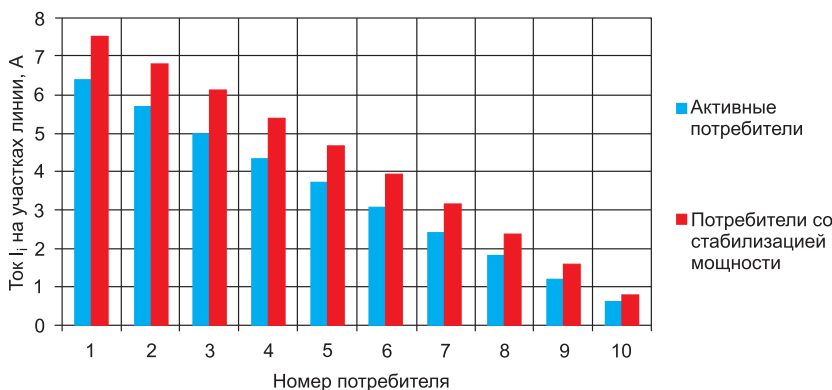


Рис. 3. Распределение токов на участках осветительной линии

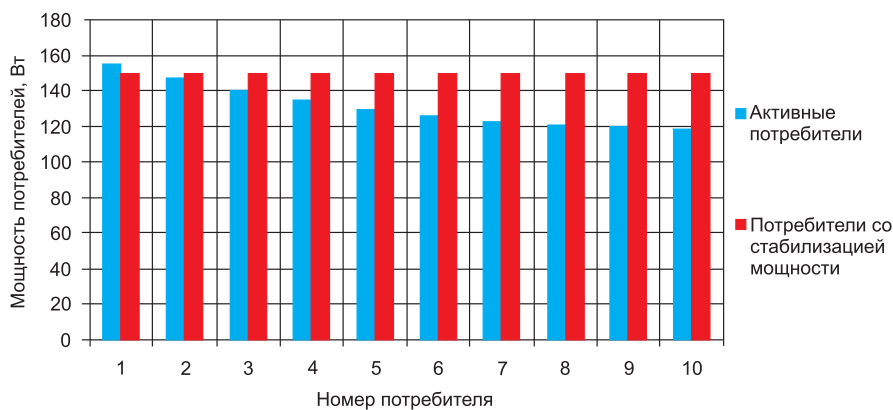


Рис. 4. Распределение мощностей потребителей

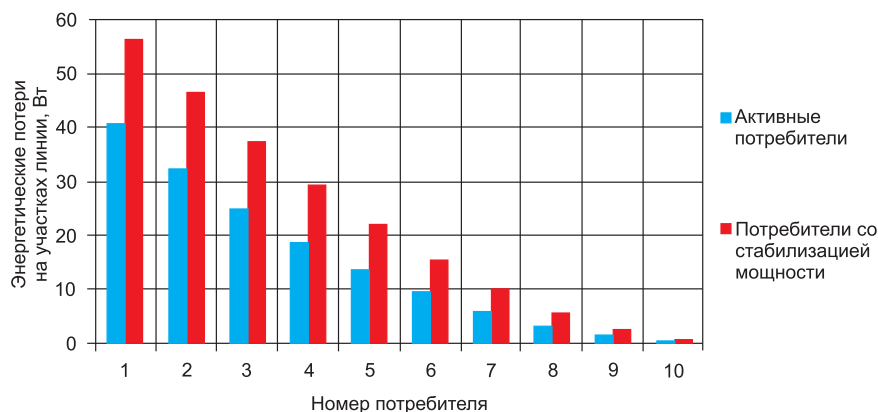


Рис. 5. Распределение энергетических потерь на участках осветительной линии

Такой характер распределения потерь электрической мощности делает неэкономичным построение осветительной сети с использованием подводящих кабелей постоянного сечения, поскольку такие кабели должны быть рассчитаны на максимальную токовую нагрузку, присущую только начальному участку осветительной

линии. На остальных участках осветительной линии материал токоведущей жилы используется нерационально.

Таким образом, использование кабеля постоянного сечения для построения распределительной линии экономически невыгодно. При проектировании осветительных сетей целесообразно использовать

подводящие кабели с уменьшением сечения по мере удаления осветительного устройства от источника питающего напряжения. ●

Литература

1. Вставская Е. В., Константинов В. И., Хажиев Р. А. Особенности проектирования питающих соединительных линий для систем освещения на базе электронных преобразователей с функцией стабилизации выходной мощности // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 1.
2. Вставская Е. В., Вставский А. Ю., Константинов В. И., Пожидай М. М. Особенность эксплуатации светодиода как высокоэффективного и надежного светоизлучающего элемента // Полупроводниковая светотехника. 2011. № 5.
3. Вставская Е. В., Константинов В. И., Пожидай М. М., Хатеева В. В. Двухступенчатые электронные преобразователи энергии с несимметричным полумостовым инвертором // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 3.