

Системы тестирования LED-ламп и источников питания для промышленной светотехники производства Chroma ATE



Введение

Светодиодные светильники зарекомендовали себя как высокоэффективные, компактные, энергосберегающие и дружелюбные по отношению к окружающей среде источники света, что в ближайшем будущем вполне может гарантировать им лидирующие позиции на рынке освещения. Благодаря целому ряду преимуществ технология светодиодного оснащения источников света по праву признана доминирующей среди всех ныне существующих. Однако чтобы достичь первоклассных показателей качества, эффективности и светопередачи, следует проводить тестирование отдельных компонентов светильника и устанавливать целые системы внутри производственных линий. Это является очень важным для создания конкурентоспособного изделия, отвечающего всем современным стандартам, поскольку за кулисами технологии «идеальной лампы» скрываются весьма серьезные подводные камни. Во-первых, это высокая стоимость изготовления устройств, а далеко не все заказчики готовы осознать практичность применения LED-светильников. Во-вторых, на этапе ранних разработок и маркетинга у потребителей могут возникать проблемы из-за невнятных спецификаций, сомнительного качества исполнения изделий, низкой надежности как отдельных компонентов и устройств, так и готового светильника в целом. Перечисленные проблемы можно разрешить с помощью высокоточных измерительных процедур и в лаборатории, и непосредственно на производственной линии.

Мы рассмотрим решения эксперта в мире измерительных систем, Chroma ATE, позволяющие обеспечить качественную проверку светодиодных ламп всех видов и используемые в уже готовых светильниках LED-драйверов.

Тестирование LED-драйверов

Без сомнения, каждое устройство перед выходом с завода должно быть протестировано согласно определенным нормативам и допускам, составляющим для конкретных стран-потребителей. Данная процедура не обходит стороной и источники вторичного электропитания, которым мы уделим особое внимание, в частности LED-драйверы. Например, существует целый ряд требований и стандартов, описанных чуть ниже, которые регламентируют рамки и допустимые отклонения параметров источников питания и другого электрооборудования.

Эксплуатирующая компания или частное лицо должны быть уверены в безопасности устройства, точности заверенных производителем показателей потребляемой мощности, способности оборудования к работе при провалах напряжения, пробоях электросети и т. п., ведь все перечисленное напрямую связано с эксплуатационными издержками. К тому же убытки, понесенные заводом-изготовителем в результате бесконечных замен вышедшего из строя оборудования при должных условиях применения устройства, все же заставят позаботиться о качестве и точности проводимых тестов и измерений параметров источников питания. Мы рассмотрим наиболее полный вариант проверки электрических параметров LED-драйверов, выполняемой для повышения их качества и эффективности производства. Вариант классической схемы тестирования LED-драйверов приведен на рис. 1.

В качестве питающего драйвер устройства целесообразно выбрать программируемый источник питания переменного тока серии 61500 (или постоянного, если

ИВЭП питается от DC). Такой источник обладает самой широкой функциональностью: возможностью имитации помех питающей электросети, программируемым выходным импедансом, синтезом сигнала, программным обеспечением, достаточным для полной реализации нормативного тестирования. С линейкой устройств мощностью 500–4000 В·А и однофазным выходом напряжения (для трехфазных и более мощных ИВЭП у Chroma ATE есть «тяжелая артиллерия» в виде серий 6500, 61500, 61600, 61700 и 61800) семейство 61500 предоставляет разработчикам и наладчикам широкий простор для проектирования и исследований (рис. 2). Передовая технология ШИМ позволяет источникам серии 61500 обеспечивать пиковый ток, в 6 раз превышающий максимальный номинальный, что делает их идеальным инструментом для тестирования устойчивости LED-драйверов к скачкам тока питающей сети. Режим AC+DC дает возможность в лабораторных условиях испытывать влияние постоянного смещения, поскольку к переменному на-

пряжению эти модели способны добавлять постоянную компоненту.

Кроме того, в источниках питания переменного тока серии 61500 реализована возможность сочетания различных гармонических сигналов для синтеза собственных гармонических искажений (рис. 3). Проще говоря, к имеющемуся по умолчанию внешнему аналоговому входу источника можно подключить генератор сигналов произвольной формы, формирующий на выходе источника пропорциональный аналоговый сигнал.

На вопрос: имитатор уникальных колебаний, наблюдающихся в реальных условиях? — ответ один: да, именно он.

В результате получена универсальная функциональность — простая в программировании и управлении посредством компьютерного пользовательского интерфейса (рис. 4). Она позволяет выполнять предварительные испытания LED-драйверов на соответствие нормативам IEC 61000-4-11 (провалы напряжения, кратковременные прерывания и изменения напряжения электропитания), IEC 61000-4-13 (значения



Рис. 1. Пример подключения



Рис. 2. Семейство Chroma 61500



Рис. 3. Симуляция помех в сети электропитания

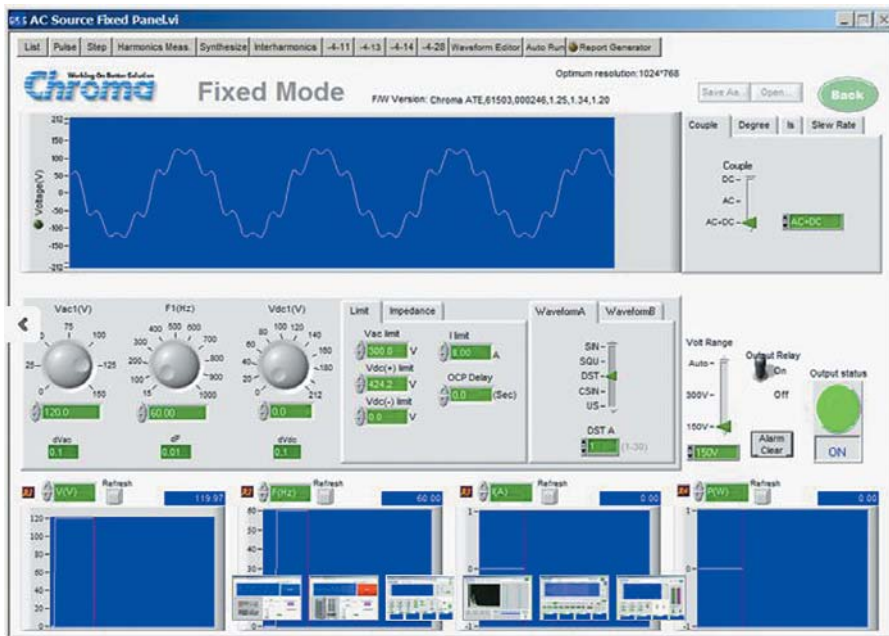


Рис. 4. Графический пользовательский интерфейс серии 61500

гармонических составляющих напряжения электропитания), IEC 61000-4-14 (требования устойчивости к колебаниям напряжения электропитания), IEC 61000-4-28 (испытания на устойчивость к изменениям частоты питающего напряжения), IEC 61000-3-2 (нормы эмиссии гармонических составляющих тока испытуемого устройства), IEC 61000-3-3 (ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера на сетевых зажимах испытуемого устройства).

Четырьмя моделями (66201, 66202, 66203, 66204) измерителей мощности Chroma ATE, пожалуй, можно решить все поставленные задачи в вопросе контроля потребляемой проверяемым изделием энергии (рис. 5). Одно- и трехфазный контроль сигнала переменного тока, а также использование разнообразных комбинаций количества фаз и подключае-



Рис. 5. Цифровые измерители мощности Chroma 66203 и 66204

мых проводов (1ф2W/1ф3W/3ф3W/3ф4W), современной высокоточной DSP (Digital Signal Processor — цифровой сигнальный процессор) технологии с внутренними 16-разрядными аналого-цифровыми преобразователями (частота дискретизации до 240 кГц) позволяют быстро и точно получать измеряемые значения мощности, тока и напряжения. Устройства включают в себя по два шунта (66202/203/204) для измерений в режиме низкого тока (0,01/0,1/0,4/2 А, среднеквадратичные значения) или высокого тока (0,2/2/8/20 А, среднеквадратичные значения).

Управлять измерителями мощности можно с лицевой панели, на которой находятся соответствующие кнопки и LED-дисплей



Рис. 6. Семейство электронных нагрузок Chroma 6310A

с четырьмя окнами, или же посредством USB/USB+GPIB в прилагаемом удобном пользовательском интерфейсе. Высота изделий серии 66200 варьируется от 2U до 3U при неизменной ширине 9,5 дюймов, позволяя легко использовать их как в лабораторных условиях, так и интегрировав в испытательную систему (об этом чуть ниже).

Режимы измерения поддерживают значения напряжения (V_{rms} , V_{peak+} , V_{peak-}), значения тока (I_{rms} , I_{peak+} , I_{peak-}), мощность (ватты, вольт-амперы, реактивная мощность, коэффициент мощности), пик-фактор тока, частоту сигнала и др.

Логическим завершением приведенной на рис. 1 схемы подключения послужит специально разработанная для светотехнического рынка обширная серия электронных нагрузок 6310A, являющаяся аналогом светодиодной нагрузки.

Располагая в стандартной раме 6314A до восьми входных каналов (четыре электронные нагрузки по два входных канала), серия 6310A позволяет тестировать многоканальные источники питания (рис. 6). Мощности от 200 до 1200 Вт подойдут, по-видимому, для любых комбинаций напряжений (доступны модели до 600 В) и токов (до 240 А), в том числе и при высоких значениях вторых (предусмотрено параллельное соединение).

Моделирование светодиодной нагрузки стандартными способами имеет определенные трудности. Используя резистивную нагрузку в испытании LED-драйвера, можно столкнуться с различием в режимах работы второго из-за разницы ВАХ резистора и светодиода. Электронные нагрузки в режимах CV (Constant Voltage — постоянное напряжение) и CP (Constant Power — постоянная мощность) способны

имитировать только линейный участок вольт-амперной характеристики светодиода, минуя нелинейную область в начале ВАХ и, следовательно, все операции с регулируемой яркости. Самым очевидным способом, естественно, является сам светодиод, однако для тестирования разнообразных источников питания потребуются светодиоды различного типа. Причем их количество в цепи зачастую будет разным, что заставит иметь в лаборатории бесчисленные сборки опытных моделей схем. Обойтись одной системой электронной нагрузки легче, не правда ли?

Можно пойти еще дальше: в Chroma ATE не забыли и о тех, кто предпочитает использовать стационарные автоматические испытательные системы. Ниже представлена автоматическая станция проведения технического контроля источников питания для светодиодного применения 8491 (рис. 7).

В шкафу стандартной ширины комплекса 8491 помещается весь необходимый набор проверочного оборудования: электронные нагрузки 6310A/6330A, преобразователи напряжения и тока A849101/A849102/A849103/A849104, анализаторы шума 6011/80611/80611N, промышленный компьютер в качестве управляющей системы, источник питания постоянного тока 62000P, цифровой измеритель мощности серий 6630/66200, тестер на КЗ и перенапряжение 6012/80612, контроллер включения/выключения 6013 либо 80613, источник питания переменного тока серий 6500/61500/61600. Такой комплекс упростит и буквально автоматизирует процесс исследования параметров источника вторичного электропитания. Оператор лишь определяет условия испытания и технические требования.

Теперь коротко «о цифрах». Функциональность системы позволяет получать следующие сведения о проверяемом устройстве:

- Выходные параметры ИВЭП: напряжение, силу тока, пульсации тока (RMS, p-p), ток диммирования, частоту диммирования, режим работы режима диммирования, эффективность, ток перегрузки.
- Входные параметры: пусковой ток, среднеквадратическое значение пускового тока (RMS), пиковый ток, потребляемую мощность, гармоники тока, коэффициент мощности, падение напряжения, падение частоты, периодические исчезновения питания AC, моделирование помех питающей сети.

- Результаты испытаний на стабильность: по току, напряжению, общую стабильность.
- Временные и переходные параметры: время включения, время нарастания, время спада, время удержания выходного напряжения после отключения входного напряжения.
- Проверка на встроенные защиты: короткое замыкание, повышение напряжения, повышение тока, перегрузку по мощности.
- Специальные тесты: GPIB (запись/чтение), RS232 (запись/чтение).

Серия систем 8491 работает на основе самой передовой платформы PowerPro III, идеально подходящей для испытательных источников питания. PowerPro III предоставляет пользователю открытую архитектуру программного обеспечения, функционирует на привычных большинству инженеров оболочках Windows 98/2000/NT/XP, тем самым открывая ему путь к написанию собственных программ управления и проверок.

Тестирование LED-ламп

Поскольку в России производство светодиодов еще не вышло на серьезный уровень, мы минуем этап исследования их параметров и сразу перейдем к возможностям Chroma ATE в испытаниях практически готовых светильников. Подразделить эти испытания можно, пожалуй, на два типа — лабораторные и производственные непосредственно на линии.

Лабораторные испытания LED-ламп

Комплекс для проверки светодиодных ламп Chroma 58158 разработан при соблюдении положений Тайваньского национального стандарта для светодиодных устройств с питанием от сети переменного тока (AC LED Device National Standard, Taiwan). Были приняты к сведению и рекомендации изданного в 2008 г. метода LM-79 (утвержденный метод измерения электрических и фотометрических параметров источников света, построенных на основе твердотельных компонентов).

Система включает в себя описанные выше типы программируемых источников питания переменного (либо постоянного) тока и цифровые измерители мощности, что поможет пользователю в создании реальных условий в части, касающейся питающей сети. Кроме того, 58158 обладает гибкой оптической платформой, состоящей из сферы



Рис. 7. Варианты исполнения комплекса Chroma 8491

диаметром 0,5, 1 м или 2 м для испытания LED-ламп различного размера и назначения, фотодетектора и пр. Пользовательский программный интерфейс служит отличным инструментом для получения всех сведений об оптических и электрических параметрах испытуемого устройства (рис. 8).

Измеряются оптические величины: I_m , $CIE(x,y)$, $CIE(u',v')$, CCT, CRI. Поддерживаются такие электрические величины, как частота, потребляемая мощность, коэффициент мощности, коэффициент нелинейных искажений (опционально), а также опционально прямое напряжение V_f .

Кстати, некоторые российские компании по производству LED-светильников уже



Рис. 8. Chroma 58158

обзавелись подобной системой с интегрированной в нее сферой.

Системы для установки на производственную линию

Всем угодить невероятно сложно, однако разработчики из Chroma ATE и здесь сделали почти невозможное, создав высокоскоростные измерительные комплексы моделей 58158-SC, 5102, 5104 специально для монтажа на производственную линию (рис. 9–11).

Первый, 58158-SC, помимо всех возможностей системы со сферой, уникален своим комбинированным режимом работы: не-



Рис. 9. Автоматическая станция Chroma 58158-SC

сколько фотодетекторов большого размера фиксируют световой поток LED-лампы, затем показатели каждого суммируются, и система вычисляет значение светоотдачи испытуемого устройства. Естественно, такой способ автоматического контроля превосходит описанный выше хотя бы потому, что в условиях массового выпуска ламп физически невозможно пропустить весь конечный продукт через ручные средства проверки на качество.

К тому же никогда не возникнет вопрос о приобретении очередной, другого размера, сферы для испытания, к примеру, более крупного светильника. Колоссальная пропускная способность, высокая точность измерений, термический контроль (опцио-



Рис. 12. Погрузка ламп в 5102

нально), совместимость с любым из всех типов выпускаемых LED-ламп — все это получит счастливый обладатель комплекса 58158-SC. Используя 58158-SC, добросовестный производитель LED-светильников поймает сразу обоих зайцев с гордыми именами «качество» и «производительность завода».

Две другие модели автоматических станций — 5102 и 5104 — различаются типом поддерживаемых источников света (рис. 10, 11).

Первая из них предназначена для ламп классического форм-фактора (цоколь Эдисона). Вторая же является превосходным решением для оценки качества ламп трубообразного (по аналогии с люминесцентными — это G или GU) типа (рис. 12–14).

Обе системы рассчитаны на поток до 10 тыс. проверяемых единиц в день, что уже впечатляет. Осуществление диагностирования пульсации светового потока светодиодной лампы, использование встроенной лазерной системы для гравировки логотипа, а также проведение полного цикла измерений всего за 6 с — подобные возможности, пожалуй, заинтересуют многих производителей светодиодных ламп и они смогут найти решение для реализации своих задач именно в данной статье.

Литература

1. www.chromaate.com/chroma/webdrive/catalogue/brochure/LED-DriverTest-E.pdf
2. www.chromaate.com/chroma/webdrive/catalogue/brochure/LED_LightingTest-E.pdf
3. www.chromaate.com/chroma/webdrive/catalogue/data_sheet/power_electronics/61500-E.pdf
4. [www.chromaate.com/\(S\(5i5x0lyfyjendj3innp503qj\)\)/product/66200_series_Digital_Power_Meter.htm](http://www.chromaate.com/(S(5i5x0lyfyjendj3innp503qj))/product/66200_series_Digital_Power_Meter.htm)
5. [www.chromaate.com/\(S\(5i5x0lyfyjendj3innp503qj\)\)/product/digital_power_meter_66203_66204.htm](http://www.chromaate.com/(S(5i5x0lyfyjendj3innp503qj))/product/digital_power_meter_66203_66204.htm)
6. [www.chromaate.com/\(S\(5i5x0lyfyjendj3innp503qj\)\)/product/63110A_63113A_63115A_LED_Load_Simulator.htm](http://www.chromaate.com/(S(5i5x0lyfyjendj3innp503qj))/product/63110A_63113A_63115A_LED_Load_Simulator.htm)
7. www.chromaate.com/product/8491_LED_Power_Driver_ATS.htm
8. www.chromaate.com/product/58158_AC_DC_LED_Test_System.htm
9. www.chromaate.com/product/LED_Lighting_Test_System_58158SC.htm
10. www.chromaate.com/product/led_bulb_inline_test_system_5102.htm
11. www.chromausa.com/pdf/Br-5104-LED%20Tube%20In-line%20ATE-052014.pdf



Рис. 10. Комплекс Chroma 5102



Рис. 13. Оптические испытания комплексом 5102



Рис. 11. Комплекс Chroma 5104



Рис. 14. Оптические испытания ламп комплексом 5104