

О НОВЫХ ПРИНЦИПАХ КАЛИБРОВКИ ТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТАЙМЕРОВ

В. И. Гуревич, к.т.н., Центральная лаборатория электрической компании Израиля

Введение

В настоящее время на рынке широко представлены лабораторные и промышленные таймеры, выполненные как в виде отдельных приборов, так и в виде модулей, встроенных в другие устройства (рис. 1), в частности в различного рода источники питания, предназначенные для проверки реле защиты, высоковольтных выключателей и других электротехнических устройств. В последнем случае встроенные таймеры снабжаются обычно лишь клеммами «Стоп». Старт таких таймеров осуществляется с помощью внутреннего электронного триггера при включении выходного тока. Отсутствие клемм «Старт» делает невозможным калибровку обычными методами.

Проблема с калибровкой существуют также и для таймеров (отдельных и встроенных), имеющих клеммы «Старт» и «Стоп» (рис. 2). Эта проблема связана с их относительно высокой точностью (± 1 мс) и необходимостью применения для калибровки образцовых приборов еще более высокого класса точности. Как показали наши исследования, на рынке практически отсутствуют таймеры с погрешностью менее 1 мс. Приборы требуемой точности, имеющиеся на рынке, представляют собой уже не таймеры, а специальные генераторы стабильной частоты, не имеющие выходов, предназначенных для прямого соединения с клеммами «Старт» и «Стоп» промышленных таймеров.

В связи с изложенным выше нами разработаны новые принципы калибровки промышленных и лабораторных таймеров.

Приставка для калибровки встроенных таймеров, не имеющих клемм «Старт»

Предложенное нами устройство (приставка) для ка-



Рис. 1. Устройство типа SVERKER-650 для проверки релейной защиты и других электротехнических устройств с нормируемым временем срабатывания: 1) клеммы «Стоп» таймера; 2) дисплей таймера; 3) выходные токовые клеммы; 4) переключатель, одновременно запускающий таймер и источник тока

либровки таких таймеров представляет собой простой преобразователь тока в напряжение, (рис. 3), выполненный на основе стандартного лабораторного трансформатора тока небольшой мощности, снабженного формирователем-ограничителем напряжения на основе двух встречно включенных стабилитронов, (рис. 3). При входном токе 5-50 А на выходе этого устройства формируется напряжение, близкое по форме к трапеции.

По существу это устройство («конвертер ток-напряжение» на рис. 4) является приставкой к образцовому таймеру, формирующей отсутствующий сигнал «Старт» из тока, протекающего в выходной цепи калибруемого прибора.

Процесс калибровки встроенного таймера заключается во включении цепи выходного тока калибруемого прибора, при котором автоматически активируется триггер встроенного в него таймера и начинается отсчет его времени. Одновременно с этим появляется напряжение на клеммах «Старт» образцового таймера и он запускается. Одновременный останов обоих таймеров осуществляется путем закорачивания в произвольный момент времени внешней перемычкой их входов «Стоп», включенных параллельно.



Рис. 2. Лабораторный таймер типа TM200 с точностью ± 1 мс: 1) клеммы «Старт»; 2) клеммы «Стоп».

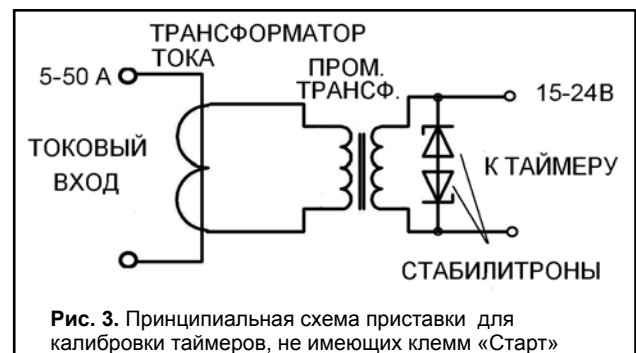


Рис. 3. Принципиальная схема приставки для калибровки таймеров, не имеющих клемм «Старт»



Рис. 4. Внешний вид приставки и схема ее включения между калибруемым прибором со встроенным и образцовым таймерами

Задержка, вносимая этой приставкой, проверялась на встроенном таймере симулятора DOBLE F2253, имеющего в диапазоне времен до 1 мс резолюцию 10 мкс и погрешность 0,0005%+1 цифра. Его пуск (в нашем случае, образцового таймера) происходил при включении выходного тока, а останов – при появлении напряжения на входе «Стоп» с выхода описанной приставки. Измеренная задержка времени изменялась в пределах от 0,1 мс при токе на входе приставки 5 А до 0,06 мс при токе 30 А.

Приставка для калибровки высокоточных таймеров

Как уже отмечалось выше, существует проблема калибровки прецизионных лабораторных таймеров, для которых на рынке отсутствуют соответствующие по точности образцовые таймеры. В то же время многими фирмами выпускаются Synthesized Function/Arbitrary Waveform Generators (Protek-9301, Agilent 33210A, Agilent 33220A, DS345, Instek SFG-830, 4084AWG, Rigol DG3061A, Tektronix AFG3102, TEGAM 2725 и др.), а также множество других более простых моделей со стандартным для всех устройств набором выходных сигналов.

Предлагаемый нами метод калибровки заключается в использовании специального электронного конвертера, преобразующего прямоугольные двуполярные импульсы образцового генератора (так называемый меандр) в сигналы «Старт» и «Стоп», понятные таймерам (рис. 5).

Обычно, отмеченные выше генераторы имеют два выхода: один для подключения 50-омной нагрузки, второй, так называемый TTL, служащий для управления электронными схемами транзисторной логики. Сигналы на этих выходах существенно различаются, (рис. 6).

Разработанный нами конвертер предназначен для работы только с одиночным двуполярным сигналом, получаемым с 50-омного выхода.

Конвертер выполнен на двух высокоскоростных оптронах Opt1 and Opt2 (рис. 5) типа PVA3055N на основе MOSFET. Выбор именно этого типа оптронов обусловлен тем, что они имеют относительно небольшое время включения и выключения (не более 0,6 и 0,1 мс, соответственно); не чувствительны к полярности выходного напряжения и поэтому могут работать как на постоянном, так и на переменном токе; имеют хорошую нагрузочную способность (напряжение до 300В и ток до 50 мА); обладают высокими электроизоляционными свойствами (4 кВ между входом и выходом). Следует отметить, что на рынке сегодня имеются оптроны и другого типа с таким же напряжением и с быстродействием в единицы микросекунд (5 мкс), которые при желании могут быть с успехом использованы в устройстве, например, типа SFH640, H11D1 и других с выходным транзистором p-n-p типа.

Схема конвертера построена таким образом, что оптрон Opt1 включается в начале положительной части меандра и остается включенным до окончания этой

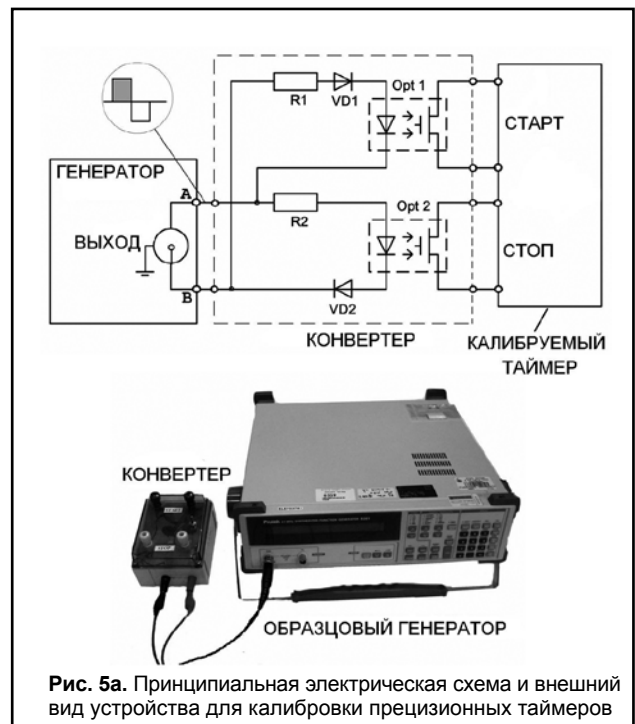


Рис. 5а. Принципиальная электрическая схема и внешний вид устройства для калибровки прецизионных таймеров

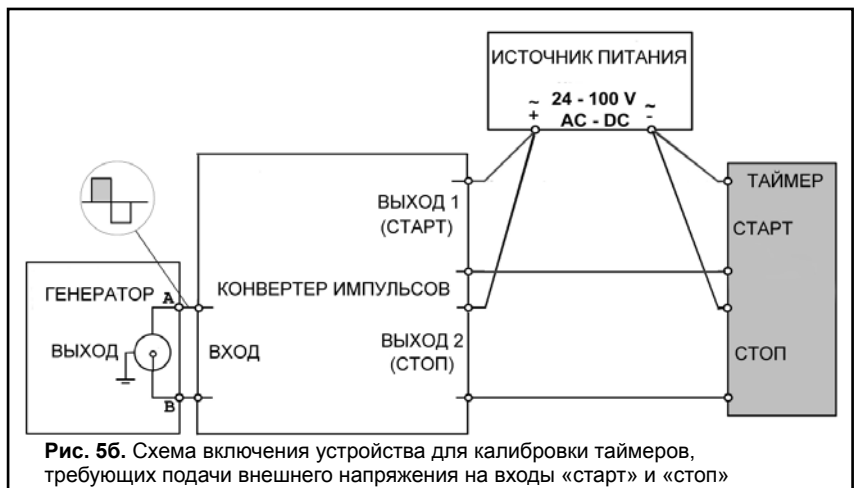


Рис. 5б. Схема включения устройства для калибровки таймеров, требующих подачи внешнего напряжения на входы «старт» и «стоп»

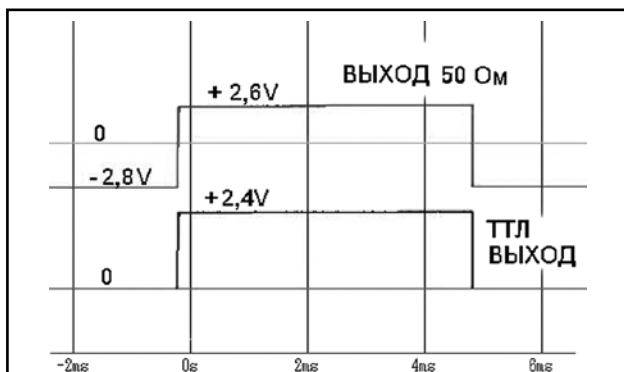


Рис. 6. Форма сигналов на выходах 50 Ом и TTL генератора сигналов прямоугольной формы

части импульса, а оптрон Opt2 включается и остается включенным во время действия отрицательной части этого импульса. При таком алгоритме работы до начала импульса оптрон Opt1 закрыт и на нем падает все напряжение, присутствующее на входе «Старт» таймера, а оптрон Opt2 открыт и на нем остается лишь небольшое остаточное напряжение, (рис. 7). Устройство находится в ждущем режиме. При запуске ручного триггера генератора сигналов напряжение на выходе генератора меняет знак на противоположный, что приводит к отпиранию оптрона Opt1 (и падению напряжения на нем) и запирацию оптрона Opt2 (и появлению напряжения на нем). По окончании действия импульса полярность выходного напряжения генератора опять меняется на противоположную, активируя выход «Стоп» таймера.

Таким образом, формируются два полностью изоли-



Рис. 7. Осциллограммы процессов в предлагаемом устройстве

рованных друг от друга сигнала «Старт» и «Стоп», управляющих калибруемым таймером. Интервал времени между двумя этими сигналами равен половине периода частоты генератора. Для калибровки таймеров частота генератора может выбираться в пределах 0,05-50 Гц.

Выводы

Предложенные методы позволяют использовать имеющееся лабораторное оборудование и простейшие приспособления для калибровки промышленных таймеров различных типов. Расчет достоверности измерения, в статье не приводится, поскольку реально этот параметр в значительной степени будет зависеть от конкретных типов используемого оборудования и элементной базы, однако, параметры существующего сегодня на рынке вполне доступного оборудования (генераторов) и элементной базы (оптронов) показывают, что этот показатель может быть вполне удовлетворительным для таймеров такого класса.

