

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТАЙМЕРОВ,
ВЫПОЛНЕННЫХ ПО БИПОЛЯРНОЙ И КМОП ТЕХНОЛОГИЯМ**

Нагуслаев Н.А.¹

Научный руководитель: Огородников Д.Н., доцент, к.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

EXPERIMENTAL STUDY OF TIMERS IMPLEMENTED IN BIPOLAR AND CMOS TECHNOLOGIES

Naguslaev N.A.¹

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD, Ogorodnikov D.N.

¹Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

В данной статье исследуются микросхемы таймеров, выполненных по биполярной и КМОП технологиям. Приводятся расчеты, а также практическая реализация и результаты эксперимента. Делается вывод о том, какой из генераторов, в основе которых лежат таймеры, более долговечен и экономичен в отношении к потреблению электроэнергии.

In this article, we study the timer ICs implemented in bipolar and CMOS technologies. Calculations of the circuit components are given, as well as practical implementation and experimental results. We determine which of the timers based generators is better with respect to energy consumption.

Расход электроэнергии является одним из актуальных проблем на сегодняшний день. Потребление энергии является обязательным условием существования человечества. Наличие доступной для потребления энергии всегда было необходимо для удовлетворения потребностей человека, увеличения продолжительности и улучшения условий его жизни. К примеру, на освещение дорог, метро, туннелей, а также пешеходных переходов тратится большое количество электроэнергии. Соответственно, такая проблема приводит к большим затратам денежных средств.

Уменьшение энергопотребления на 30–50 % важно не только в экономическом плане – это реальный вклад в решение проблемы эффективного использования ресурсов.

Разрабатываемая схема может быть использована для визуального обозначения границ пешеходных переходов в темное время суток, либо в условиях недостаточной видимости. Для этого используем белый светодиод в импульсном режиме. Такой режим работы обеспечит прибору длительное использование при питании от автономного источника (батарея, аккумулятор).

Эксперимент будет заключаться в следующем: обеспечим мигание светодиода с частотой 1 вспышка в секунду, длительность которой составляет $t_{всп} = 1$ мс, и на основе полученных данных сделаем выводы об энергопотреблении схемы. В качестве источника питания будет использован гальванический элемент GB1 с напряжением $U_{бат} = 9$ В.

Таймер типа 555 может работать в режиме генератора импульсов (автоколебательный режим) и в ждущем режиме как одновибратор (генератор одиночных импульсов) [1].

Для реализации поставленной задачи воспользуемся схемой генератора импульсов. Принципиальная схема генератора показана на рис. 1.

В данной схеме время импульса определяется зарядом конденсатора по цепи: +GB1, R1, R2 (или R3+R2), C1, «земля», а время паузы определяется разрядом конденсатора по цепи: C1, R2 (R3+R2), вывод 7 таймера, вывод 1 таймера, «земля». Для расчета потребуются номограммы, которые приведены на рис. 2 – для таймера, выполненного по биполярной технологии и на рис. 3 – для таймера, выполненного по КМОП технологии [2, 3].

Из номограмм видно, что при частоте равной 1 Гц с ростом емкости конденсатора уменьшается суммарное сопротивление для резисторов R1 и R2, соответственно, на них будет выделяться большая

мощность, что нецелесообразно. Поэтому выберем $C1 = 1 \text{ мкФ}$, тогда суммарное сопротивление должно быть около 1,5 МОм.

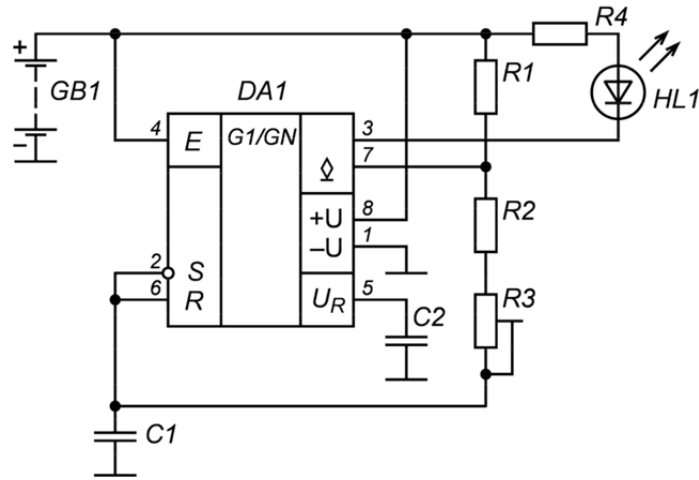


Рис. 1. Генератор импульсов на таймере 555

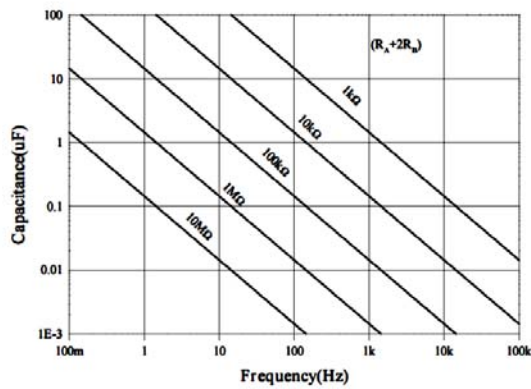


Рис. 2. Номограмма таймера 555, выполненного на биполярных транзисторах

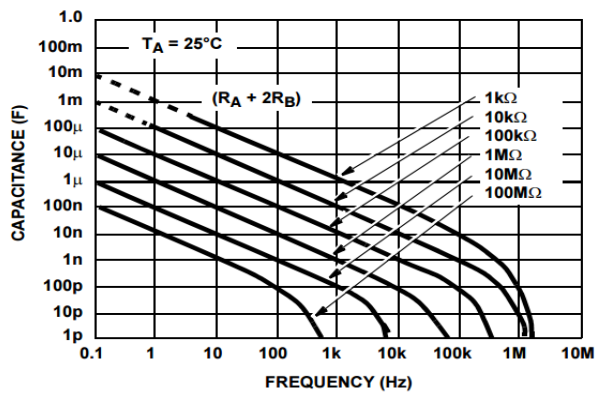


Рис. 3. Номограмма таймера 555, выполненного на полевых транзисторах

Произведем необходимые расчеты. Время паузы между импульсами рассчитывается по формуле $t_n = 0.693C \cdot R2$, следовательно, сопротивление $R2 = 1443 \text{ Ом}$ (выбираем 1,5 кОм). Зная $R2$, можно определить сопротивление резистора $R1$ из формулы: $t_n = 0.693C(R1 + R2)$, отсюда следует, что $R1 = 1,4 \text{ МОм}$. Резистор

$R3$ является подстроечным и нужен для точной настройки времени импульса и паузы. Для его определения разделим сопротивление резистора $R1$ на две составляющие в процентном соотношении 90 и 20 % от расчетного значения. Тогда получим $R1 = 1,3$ МОм, а $R3 = 200$ кОм.

Для расчета резистора $R4$ зададимся прямым током светодиода: $I_F = 10$ мА. Тогда сопротивление резистора $R4$ определяем как $R4 = (U_{\text{бат}} - U_F) / I_F$, где U_F – прямое падение напряжения на светодиоде. Таким образом, сопротивление $R4$ равно 1,3 кОм. Так как вывод 5 таймера не используется, то его рекомендуют подключить к общему выводу через конденсатор $C2 = 0,01$ мкФ для уменьшения уровня помех.

Так как время включенного состояния светодиода должно быть $t_{\text{и}} = 1$ мс и $t_{\text{п}} = 0,999$ с, а в расчете получили $t_{\text{и}} = 0,999$ с и $t_{\text{п}} = 1$ мс, то схема, фактически, генерирует импульс низкого активного уровня. Этим объясняется направление подключения светодиода (см. рис. 1).

Максимально возможную мощность, выделяющуюся на резисторах, рассчитаем по формуле:

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R. \text{ Тогда } P_{R1} = 62 \text{ мВт}, P_{R2} = \frac{\left(\frac{2}{3} U_{\text{бат}}\right)^2}{R2} = 24 \text{ мВт}, P_{R3} = 0,4 \text{ мВт}, P_{R4} = \frac{(U_{\text{бат}} - U_F)^2}{R4} = 55,5 \text{ мВт}.$$

Элементы выбираем из справочника [4]:

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $R1$: C2-33H-0.125-1.3 МОм ± 5 % | $C1$: K10-Y5-H90-1 мкФ ± 5 % |
| $R2$: C2-33H-0.125-1.5 кОм ± 5 % | $C2$: K10-Y5-H90-0.01 мкФ ± 5 % |
| $R3$: СП-II-0.125-200 кОм ± 20 % | $R4$: C2-33H-0.125-1.3 кОм ± 5 % |
| $VD1$: BL-L513UWC | $DA1$: NE555 (или ICM7555 IPA) |

Все расчеты подходят для обоих типов таймера, это можно видеть по номограммам (рис. 2, 3).

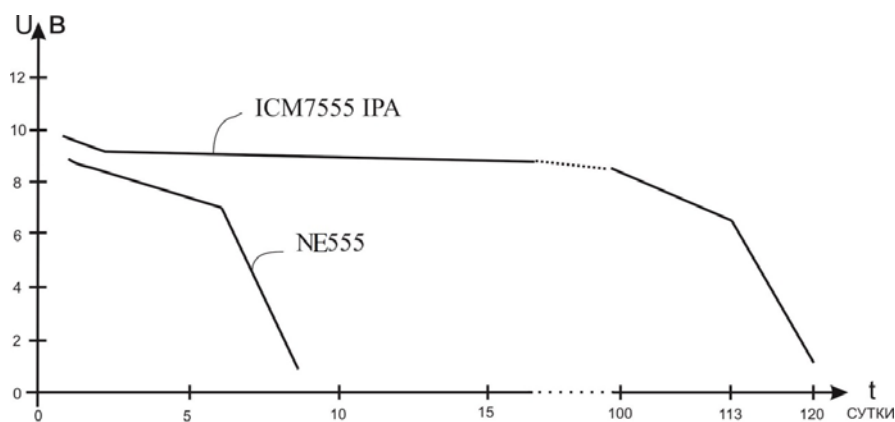


Рис. 4. Результаты эксперимента: зависимость напряжения на гальваническом элементе питания от времени работы генератора

После макетной сборки и настройки схемы производился мониторинг напряжения гальванического элемента до его полного разряда (работа генератора прекращалась при снижении входного напряжения до уровня примерно 4В). После реализации автогенераторов на таймерах с биполярной и полевой технологиях мы получили зависимости напряжения источника питания от времени работы схемы (рис. 4).

Следует отметить, что эксперименты проводились на разных источниках питания. Для генератора, выполненного на таймере с биполярной технологией, источником питания являлся гальванический элемент – батарея типа «Крона» – 6F22 фирмы «MINAMOTO», 9В, солевая, номинальная емкость которого составляет 170 мАч, а для генератора, выполненного на таймере с полевой технологией, источником

питания являлся гальванический элемент – батарея типа «Крона» – 6F22 фирмы «Camelion», 9В, солевая, номинальная емкость которого составляет 200 мАч. Проанализировав зависимость (рис. 4), можно сказать, что наиболее экономичным и долговечным является генератор на таймере КМОП-технологии. Это объясняется тем, что ток потребления этой схемы на 2 порядка меньше чем у генератора, выполненного на таймере с биполярной технологией. Схемы, которые были реализованы в ходе исследований, оказались работоспособными, а требования к частоте и длительности импульса были выполнены. В ходе эксперимента мы столкнулись с проблемой: так, увеличив сопротивление $R1$ на порядок, и, соответственно, уменьшив емкость конденсатора $C1$ на порядок для сохранения частоты работы, выяснилось, что при этом схема не работает. Скорее всего, это было связано с тем, что ток заряда конденсатора, который протекал через резистор $R1$, уменьшился до значения, сравнимого с током утечки внутреннего транзистора (его коллектор подключен к выводу 7) таймера, и напряжение на конденсаторе не поднималось до порога срабатывания таймера. С другой стороны, увеличение сопротивлений резисторов могло бы уменьшить потери мощности в цепи заряда времязадающего конденсатора, и, следовательно, увеличить время работы генератора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств: учебное пособие / Г.И. Волович. – 3-е изд. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 528 с.: ил.
2. xx555 Precision Timers – Texas Instruments. – (Электронный ресурс: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf>).
2. ICM7555IPA – Philips Semiconductors Linear Products. – (Электронный ресурс: <https://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/icm7/icm7555-56.pdf>).
3. Резисторы и конденсаторы: справочник / И.И. Четвертков, М.Н. Дьяков, В.И. Присняков и др.; под ред. И.И. Четверткова и В.М. Терехова – М.: Радио и связь, 1993 – 392 с.: ил.

СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ С АКСЕЛЕРОМЕТРОВ НА ОСНОВЕ NI MYRIO

Рустембек у А.¹

Научный руководитель: Баранов П.Ф., доцент, к.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: abdinzar1@tpu.ru

DATA ACQUISITION SYSTEM WITH ACCELEROMETERS BASED ON NI MYRIO

Rustembek u A.¹

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD, Baranov P.F.

¹Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: abdinzar1@tpu.ru

В работе предствалена распределенная система сбора данных с сети акселерометров, которая обеспечивает сбор и обработку данных для своевременного предупреждения опасностей и оповещение служб МЧС. Разработано программное обеспечение для сбора и обработки данных с акселерометра в среде графического программирования LabVIEW и проведены первые экспериментальные исследования.

Data acquisition system for collection and processing measurement information from an accelerometers network and for timely warning of hazards and notification of emergency services are presented in the paper. Software for data acquisition and processing with an accelerometers in the LabVIEW graphical programming environment was developed and the first experimental studies were carried out.