

УДК 534.08

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФИКСАЦИИ ПЕРИОДА ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Михнюк А.И., Пашковец М.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Кисель В.В. – канд. физ-мат. наук, доцент кафедры
физики,*

Широчин С.В. – вед. инж. кафедры физики

Аннотация. Разработана бюджетно реализуемая автоматизированная система фиксации временных характеристик механических колебаний, обеспечивающая высокую точность фиксации результатов, их стабильность, имеющая высокую степень надежности в процессе эксплуатации и позволяющая оптимизировать процесс проведения лабораторных исследований.

Ключевые слова: интегральная микросхема, колебания, физический маятник

Введение. При проведении лабораторных опытов студенты сталкиваются с проблемой нерационального использования учебного времени. Это обстоятельство выдвигает задачу оптимизации учебного процесса с целью повышения качества образования.

В данной статье авторами предложено техническое решение, которое способно оптимизировать процесс снятия показаний с лабораторных установок. Эта оптимизация повышает качество учебного процесса, снижает утомляемость студента, а также повышает качество итоговых результатов.

Основная часть. При создании автоматизированной системы фиксации колебаний, необходимо учесть следующие требования к техническому решению:

- точность измерений;
- стабильность результатов;
- эргономичность использования;
- бюджетность реализации;
- надёжность эксплуатации.

Для фиксации колебаний физического маятника рассмотрены два варианта:

- датчик Холла;
- оптопара.

На основе требований к техническому решению была выбрана оптопара. Оптический метод прост в реализации и эксплуатации. Он основан на прерывании оптического луча стержнем физического маятника.

Использование датчика Холла является нецелесообразным, так как для его работы понадобилась бы система магнитных полей. Создание подобной системы – трудоёмкий процесс. Кроме того датчик Холла не обладает достаточной степенью точности и для его функционирования требуется сложная усилительная схема.

Для фиксации выбрана транзисторная оптопара со светодиодом красного цвета, в частности, с длиной волны 800 нМ.

Период колебаний физического маятника фиксируется двукратным прерыванием оптического луча, что соответствует двум импульсам на выходе оптопары. Для предотвращения ложных срабатываний D-триггера сформирован цифровой сигнал с крутыми фронтами переключения. Для этого используется схема преобразования и стабилизация сигнала, которая является связующим элементом между оптопарой и частотомером.

Блок-схема автоматизированной системы фиксации колебаний физического маятника выглядит так (рисунок 1):

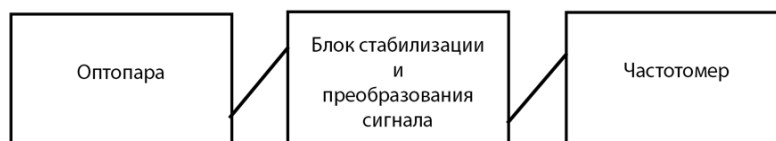


Рисунок 1 – Блок-схема автоматизированной системы фиксации колебаний

В качестве стабилизатора в этой работе выступила интегральная микросхема (ИМС) К561ЛЕ5. Она состоит из четырёх логических элементов 2ИЛИ-НЕ, которые скоммутированы по схеме инверторов.

Согласно электрической схеме (рисунок 2) после К561ЛЕ5 сформированный сигнал поступает на ИМС К561ТМ2. В этом устройстве данная микросхема выступает в качестве делителя входного сигнала с коэффициентом, равным 2.

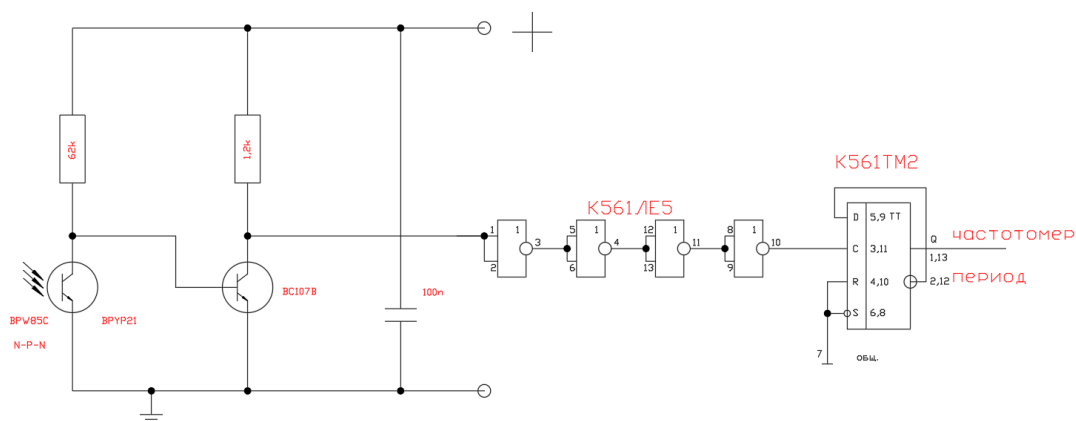


Рисунок 2 – Электрическая схема установки

К561ТМ2 имеет: два входа — *D* – информационный вход, *C* – тактовый вход; два канала — *RESET* – *R*, *SET* – *S* – каналы предустановки, причём *reset* обнуляет хранимое значение, а канал *set* устанавливает значение 1 (в представленной работе они не используются и подключены к шине *GND*).

Для того, чтобы двойной *D*-триггер выполнял функцию делителя, инверсный выход подключен к информационному входу *D*. При этом формирование сигналов осуществляется согласно схеме, представленной на временной диаграмме (рисунок 3).

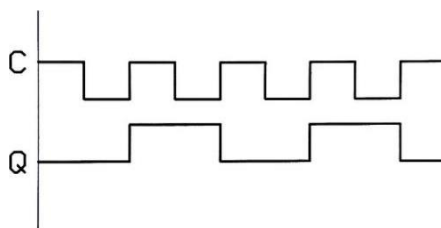


Рисунок 3 – Временная диаграмма К561ТМ2

С блока стабилизации и преобразования сигнал поступает на частотомер, который работает в режиме измерения периода импульса.

Топологическая схема разработана на базе графического редактора *AutoCAD* (рисунок 4), по ней изготовлен фотошаблон на бумажном носителе. Контактным методом фотошаблон перенесён на фольгированный однослойный стеклотекстолит. Травление проведено в химическом растворе хлорного железа. При помощи припоя и флюса произведён монтаж радиоэлементов.

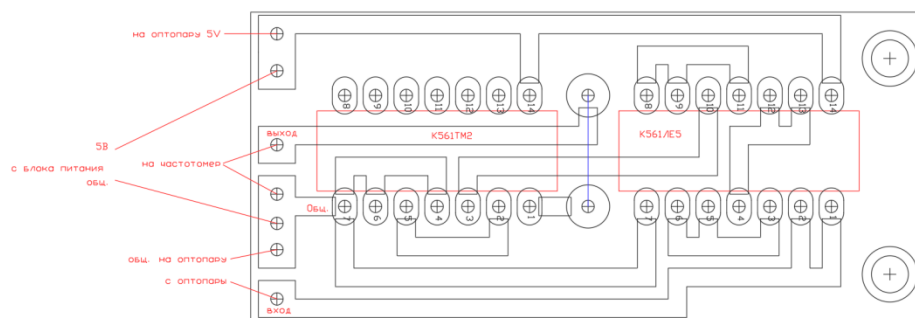


Рисунок 4 – Топологическая схема блока стабилизации и преобразования сигнала

С целью защиты технического устройства от механических повреждений и стороннего воздействия был изготовлен металлический корпус.

Заключение. Разработанное устройство способно фиксировать период колебаний с точностью вплоть до миллисекунды. Эксплуатация устройства очень проста. Техническое решение эргономично и студент без всякого труда способен использовать разработанную модернизацию. Техническая модернизация обладает высокой степенью надежности. При ее использовании достигается высокая пропускная способность учебных бригад. Подобные системы автоматизированной фиксации можно размножить и популяризировать их использование в учебных целях.

По результатам наблюдений за работой экспериментальной группы студентов, которая использовала автоматизированную систему при выполнении лабораторного опыта, установлено, что подобная разработка эффективно сказывается на динамике проведения опытов, техническое решение экономит значительное количество учебного времени, а также положительно сказывается на итоговой погрешности измерений и результативно повышает качество учебного процесса.

Указанное обстоятельство однозначно свидетельствует о целесообразности внедрения разработанной автоматизированной установки в ход выполнения лабораторных работ по разделу «Механика» курса физики.

Список использованных источников:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 5-ти кн. : кн. 1 : механика : учеб. пособие для вузов / И. В. Савельев. - М. : АСТ: Астрель, 2006. - 336 с. : ил.
2. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. –М.: Высш.шк., 2005.
3. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. –М. : Радио и связь, 1985.
4. Валенко В.С., Хандогин М.С. Электроника и микросхемотехника: Учебное пособие.–Мн.: Бестпринт, 2003.
5. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства/В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков, А.А. Зори, В.М. Спивак. –СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

UDC 534.08

AUTOMATED SYSTEM FOR RECORDING THE PERIOD OF HARMONIC OSCILLATIONS OF A PHYSICAL PENDULUM

Mikhnyuk A.I., Pashkovets M.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Supervisors: Kisel V.V. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Physics Department,

Shirochin S.V. - Leading Engineer of the Physics Department

Annotation. An affordable automated system for recording the temporal characteristics of mechanical oscillations has been developed, which ensures high accuracy of results, their stability, has a high degree of reliability during operation, and allows optimising the process of conducting laboratory research.

Keywords: integrated circuit, oscillations, physical pendulum.