



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ТОКОВ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ
AUTHOR(S)	Карасёв Геннадий Григорьевич, Волнянская Ирина Павловна, Макаров Владимир Олегович, Карасёв Алексей Геннадьевич
ARTICLE INFO	Karasev Gennady, Volnianska Iryna, Makarov Vladimir, Karasev Alexey. (2022) Installation for Studying Transient Currents in Dielectric Liquids. World Science. 1(73). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012022/7752
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012022/7752
RECEIVED	22 November 2021
ACCEPTED	17 January 2022
PUBLISHED	20 January 2022
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2022. This publication is an open access article.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ТОКОВ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Карасёв Геннадий Григорьевич,

к.ф.-м.н., доцент кафедры фундаментальных и естественных дисциплин, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0922-3692>

Волнянская Ирина Павловна,

старший преподаватель кафедры фундаментальных и естественных дисциплин, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6572-3056>

Макаров Владимир Олегович,

к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной радиофизики, электроники и наноматериалов, Днепровского национального университета имени Олеся Гончара, Днепр, Украина

Карасёв Алексей Геннадьевич,

к.т.н., доцент кафедры строительной, теоретической механики и сопротивления материалов, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1294-8021>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012022/7752

ARTICLE INFO

Received: 22 November 2021

Accepted: 17 January 2022

Published: 20 January 2022

KEYWORDS

dielectric liquid, space charges, analog to digital converter, electrometric amplifier, charge carrier mobility, reverse currents, transient currents.

ABSTRACT

An experimental automated installation based on the Raspberry Pi3 Model B mini-computer and software for it is developed. By means of this installation, it is possible to carry out research of charging and discharging currents at different times in the range from $5 \cdot 10^{-2}$ s to $4,5 \cdot 10^3$ s. Reversible currents up to voltages of 5 kV are studied using vacuum circuit breakers BB-5 (or BB-20, up to 20 kV). The installation allows detecting the accumulation of space charges both in the near-electrode regions and in the volume of dielectric liquids. The installation allows to determine the mobility of charge carriers by the method of transient currents. The current flowing through the dielectric liquid is recorded by an electrometric amplifier, V7-30 or U5-11, which measures currents are in the range from 10^{-4} A to 10^{-12} A.

The presented installation based on modern blocks and elements allows not only to carry out experimental studies with dielectric liquids of various types at the proper level, but also significantly improves the quality and efficiency of such studies.

Citation: Karasev Gennady, Volnianska Iryna, Makarov Vladimir, Karasev Alexey. (2022) Installation for Studying Transient Currents in Dielectric Liquids. *World Science*. 1(73). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012022/7752

Copyright: © 2022 Karasev Gennady, Volnianska Iryna, Makarov Vladimir, Karasev Alexey. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблемы и актуальность. Изучение процесса проводимости диэлектрических жидкостей осложняется тем, что ток со временем в диэлектрических жидкостях не остаётся постоянным и форма его кривой зависит от процессов, протекающих как при электродных областях, так и в объёме жидкости [1, 2]. Для эффективного исследования такого класса экспериментальных задач необходимо использовать современные автоматизированные установки.

Цель исследований: разработка автоматизированной экспериментальной установки на базе мини-компьютера Raspberry Pi3 Model B и программного обеспечения к ней для исследования переходных процессов в диэлектрических жидкостях.

Изложение основного материала и результаты. Среди различных методов, позволяющих определить роль объёмных зарядов в процессе прохождения тока в диэлектрических жидкостях, можно выделить методы закорачивания образца на измерительный прибор, последовательного включения напряжения той же полярности, но различной амплитуды, и метод реверсирования напряжения [3, 4]. С целью использования этих методов при изучении переходных токов в диэлектрических жидкостях разработана экспериментальная автоматизированная установка, посредством которой в различные моменты времени в интервале от $5 \cdot 10^{-2}$ с до $4,5 \cdot 10^3$ с возможно выполнять следующие программы измерений:

- 1) исследование зарядных токов;
 - 2) исследование разрядных токов;
 - 3) исследование токов при реверсировании напряжения.
- Блок-схема установки показана на рис. 1.

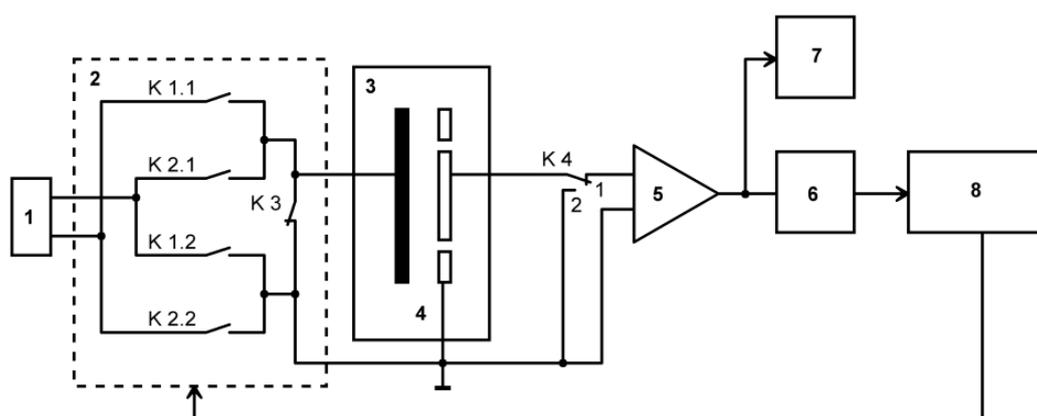


Рис.1 Блок-схема экспериментальной установки

1 - источник высокого напряжения (Б5-14); 2 - коммутирующее устройство;
3 - электроизмерительная камера; 4 - электроизмерительная ячейка; 5 - электрометрический усилитель У5-11 (В7-30); 6 - аналогово-цифровой преобразователь АЦП (ADS1115);
7 - осциллограф Hantek DSO1062B; 8 - мини-компьютер Raspberry Pi3 Model B

Напряжение от источника высокого напряжения 1 подавалось на измерительную ячейку 4 с помощью коммутирующего устройства 2, которое позволяло осуществлять три, приведенных выше, вида измерений.

Первая и вторая программы. В исходном состоянии контактные группы герконов K1.1, K1.2, K2.1, K2.2, коммутирующего устройства находятся в разомкнутом состоянии, контактная группа геркона K3 замкнута, а геркон K4 находится в положении 1. В момент замыкания контактов герконов K1.1 и K1.2 контактная группа геркона K3 размыкается, а геркон K4 находится некоторое время (10 мс) в состоянии 2. За это время емкостной выброс тока отводится на землю. Затем контакт геркона K4 возвращается в исходное состояние 1 и производится регистрация тока, тока, текущего через жидкость. Для снятия высокого напряжения с измерительной ячейки герконы K1.1, K1.2 размыкаются, а контактная группа геркона K3 замыкается. Контакт геркона K4 переходит на время 10 мс в состояние 2, а затем возвращается в исходное состояние 1 и производится регистрация так называемого разрядного тока. Этим завершается работа первой и второй программы коммутирующего устройства – регистрация зарядных и разрядных токов.

Третья программа работы коммутирующего устройства обеспечивает реверсирование напряжения на измерительной ячейке. Реверсирование напряжения даёт возможность определить характер действия предварительно приложенного поля на образец. При реверсировании напряжения в работе устройства кроме контактных групп K1.1, K1.2 принимают участие контактные группы K2.1, K2.2. Контакты геркона K5 в этой программе всё время разомкнуты, а контакты геркона K4 переключаются так же, как и в первой программе. Третья программа обеспечивает получение двух последовательных импульсов напряжения разной полярности и одинаковой амплитуды с межимпульсным временем следования 10 мс.

Ток, текущий через диэлектрические жидкости, регистрировался электрометрическим усилителем (рис. 1., блок 5, У5-30 или У5-11), обеспечивающим измерение токов в диапазоне от 10^{-4} А до 10^{-12} А. С выхода усилителя У5-11 сигнал поступает на осциллограф Hantek DSO1062B (7) и аналого-цифровой преобразователь (АЦП-6), в качестве которого использовалась микросхема ADS1115, информация с которой поступала на мини-компьютер (8), в качестве которого использовалась модель Raspberry Pi 3 Model B.

Выбор АЦП ADS1115 [5,6] обусловлен его отличительными характеристиками: низкое энергопотребление (150 мкА), встроенный программируемый усилитель входного сигнала, программируемая частота дискретизации, выходной компаратор.

Структурная схема соединений усилителя У5-11 с АЦП(ADS1115) и ЭВМ (Raspberry Pi 3 Model B) показана рис. 2.

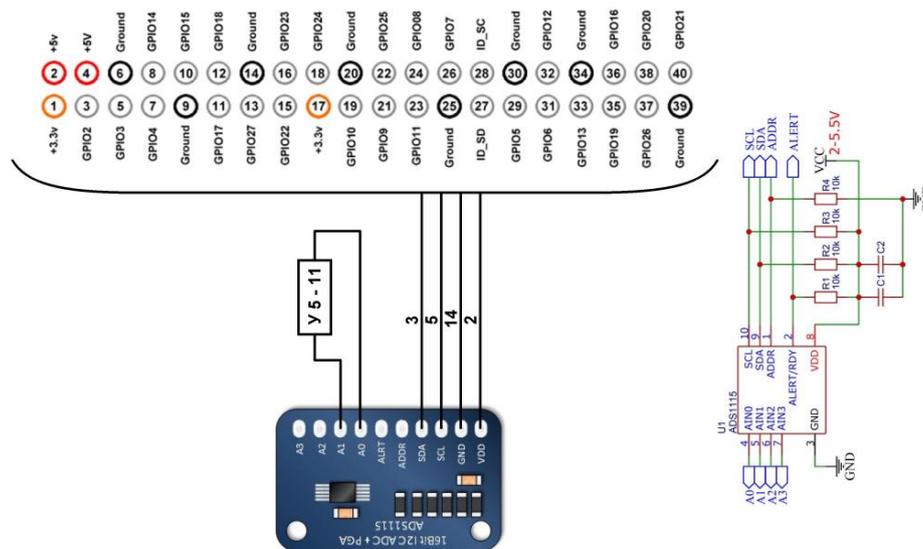


Рис.2 Схема соединений усилителя У5-11 с ADS1115 и Raspberry Pi 3.

Усилителем У5-11 измеряется двуполярный сигнал (+/-), поэтому в АЦП(ADS1115) используем дифференциальный вход: A0(+), A1(-).

RaspberryPi 3 Model B имеет разъём HDMI для подключения монитора, 4 USB-порта для подключения USB устройств, Ethernet-порт для подключения к сети, встроенный Wi-Fi и Bluetooth, 4 ядерный 64-битный процессор ARM 1.2Ghz, 1GB оперативной памяти. В отличие от обычных компьютеров на маленькой плате Raspberry есть 40 контактов (пинов) GPIO, которые могут использоваться как на вход, так и на выход с применением различных протоколов взаимодействия с внешними устройствами, что и позволяет подсоединять к плате различные датчики и исполнительные приборы.

Контакты GPIO это часть Raspberry, которая значительно расширяет возможности микрокомпьютера для применения в электронных автоматизированных системах. С помощью этих контактов можно как считывать данные с огромного множества предлагаемых сегодня датчиков: температуры, давления, движения, наклона, ориентации, открытия и т.п., так и посылать команды на исполнительные устройства: реле, двигатели, актуаторы, серво-машины и многие другие.

Управление между коммутирующим устройством (блок 2 на рис.1) и мини-компьютером (Raspberry Pi 3 Model B) осуществлялась по следующей блок-схеме, представленной на рис. 3.

Принципиальная схема транзисторных ключей показана на рис. 4.

Представленная установка на базе современных блоков и элементов позволяет не только проводить экспериментальные исследования с диэлектрическими жидкостями разных типов на должном уровне, но и значительно повышает качество и эффективность таких исследований.

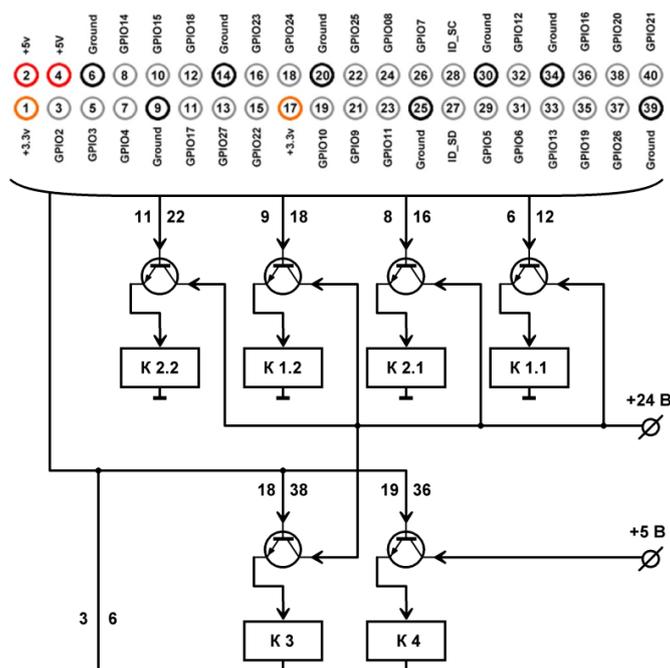


Рис.3 Схема управления между коммутирующим устройством и мини-компьютером

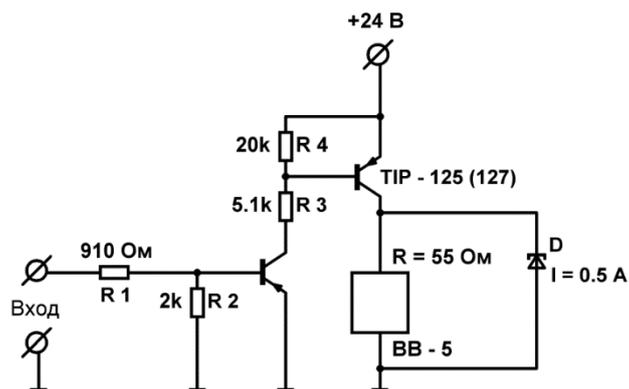


Рис.4 Принципиальная схема транзисторных ключей.

Заключение. В данной работе разработана экспериментальная установка на базе мини-компьютера Raspberry Pi3 Model B, которая позволяет проводить исследования процессов протекания электрического тока, накопления объёмных зарядов в диэлектрических жидкостях и определять подвижность носителей заряда в них.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Romanets, G. Karasev, Yu. Kostenko, E. Frankevich. In. Conference Record Eighth International Conference on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids. Italy. - 1984. - P.135.
2. Р.Г. Романец, Г.Г. Карасёв, Ю.А. Костенко. Электроника органических материалов. -Москва, 1985. - С. 130.
3. B.Dikarev, G.Karasev Charging and Reversal Currents in Hydraulic Liquids IEEE International Conference on Liquid Dielectrics, Bled, Slovenia, June 30 – July 3, 2014.
4. Г.Г.Карасёв, Р.Г.Романец, Б.К.Ткаченко. Установка для исследования переходных токов в диэлектрических жидкостях. Сборник научных трудов “Приборы и методы автоматизации экспериментальных исследований”, ДГУ, -Днепропетровск, 1983.-С.127
5. ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I²C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator. – Texas Instruments. Retrieved from <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf>
6. ADS1115 – описание и подключение 16-битного АЦП. Retrieved from <http://radiolaba.ru/microcotrollers/ads1115-opisanie-i-podklyuchenie-16-bitnogoatp.html>