

режиму. В остальном работа всех блоков устройства в обоих режимах одинакова.

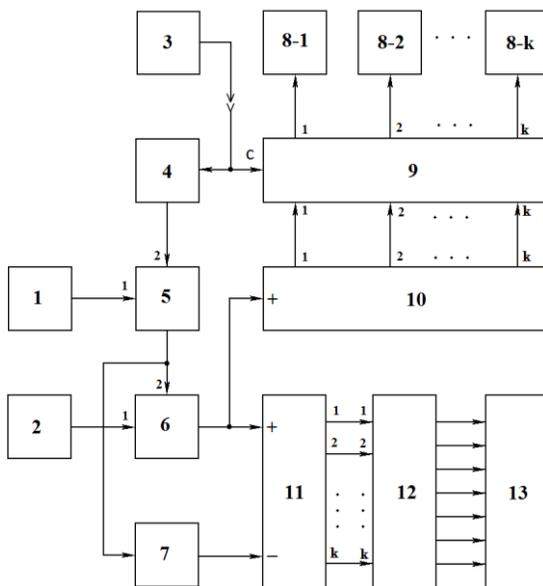


Рисунок 1 – Структурная схема устройств

Список использованных источников

1.Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: [учеб. пособие для вузов по направлению 654200 Радиотехника"] / К. С. Петров. - СПб. [и др.]: Питер, 2006. - 521 с.

УДК 621.865.8-11; 621.865.8.001.66

## УСТРОЙСТВО КОММУНИКАЦИИ КОМПЛЕКСА МОДУЛЬНЫХ РОБОТОВ ПО КАНАЛУ ПИТАНИЯ

В.А. Зеленский, Д.А. Никитин  
Самарский университет, г. Самара

Создание комплекса модульных автономных роботов включает проектирование конструкции, разработку способов и алгоритмов управления модулями, разработку способов коммуникации автономных единиц между собой и управляющим устройством. Взаимодействие модулей с переменной морфологией накладывает ряд ограничений на конструкции устройств и организацию системы управления комплексом. Исходя из вышесказанного, разработка и исследование способов и

устройств коммутации для комплекса модульных роботов представляется актуальной задачей.

Одновременная передача питающего напряжения и информационных сигналов по цепям питания называется фантомным питанием [1]. Применяется в звукозаписи (конденсаторные микрофоны), в кабельном телевидении, в системах охранной и пожарной сигнализации. В компьютерных сетях для передачи электрического питания к устройствам, подключаемым к сетям Ethernet, используется стандарт IEEE 802.3af. Это позволяет подключать IP-видеокамеры, точки доступа, IP-телефоны и другие устройства. При взаимодействии в комплексе автономных роботов требуется обеспечение единой шины связи для управления каждым модулем в режиме реального времени.

Комплекс состоит из управляющего модуля, относительно которого формируется конструкция из активных модулей. Модуль управления коммутирует напряжение питания с информационным сигналом и передает его исполнительным модулям. Схема исполнительных модулей должна обеспечивать стабильную работу микроконтроллера при информационном напряжении питания, а также управлять высокоомощными электромагнитами по командам с модуля управления [2, 3].

Учитывая заранее известное начальное расположение модулей на подложке, а также абстрагируясь от вероятности ошибочных перемещений активных модулей, можно ограничиться односторонней информационной связью подложка – модули. Это упростит конструкцию исполнительных модулей, исключив схему ответного сумматора напряжение-сигнал и схему определения местоположения модуля в конструкции относительно подложки.

На рисунке 1 представлен пример реализации схемы коммутации напряжения-сигнала и ответной части разработанный в среде моделирования LTspice. На рисунке 1 введены обозначения: V1- источник питания, V2- источник сигнала. Для управления электромагнитами требуется большая мощность напряжения питания, поэтому для коммутации сигнала предлагается использовать полевой транзистор M1. Элементы R5, C1 – выполняют роль фильтра низких частот, параметры которого необходимо рассчитать, исходя из протокола передачи информации. Q2 – транзистор, служащий для согласования уровня информационного сигнала, при необходимости с помощью резистора R7 его можно подключить на преобразованное напряжение питания микроконтроллера (5В). Резистор R3 необходим для передачи информации в общую шину, однако при управлении высокой нагрузкой сопротивление 10 Ом вызовет большие потери, поэтому при необходимости он шунтируется транзистором M3.

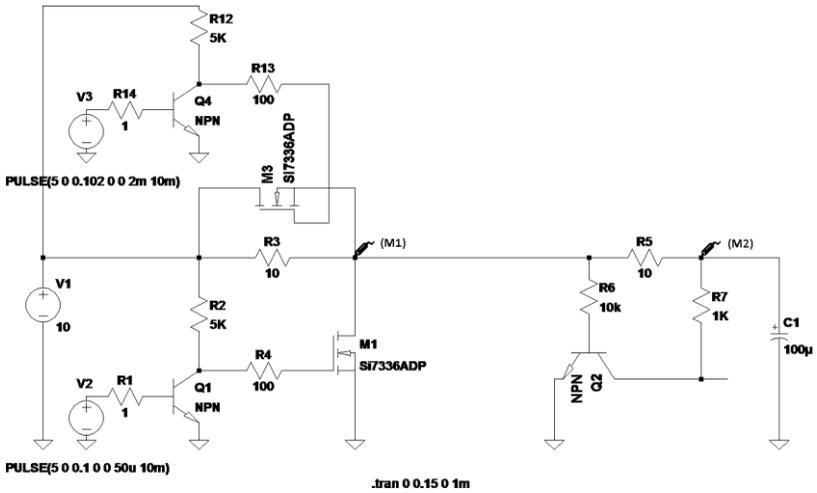


Рисунок 1 - Схема коммутации питающего напряжения и сигнала

На рисунке 2 представлены результаты эксперимента по реализации схемы коммутации напряжения-сигнала. Осциллограмма (1) с амплитудой напряжения 10В – сигнал, совмещенный с напряжением от независимого источника. Осциллограмма (2) с амплитудой напряжения 5В - информационное слово, выдаваемое микроконтроллером с длительностью 937мкс в соответствии с UART протоколом (9600 Бод). После преобразования уровня сигнал распознается микроконтроллером, работающим от напряжения, прошедшего через фильтр.

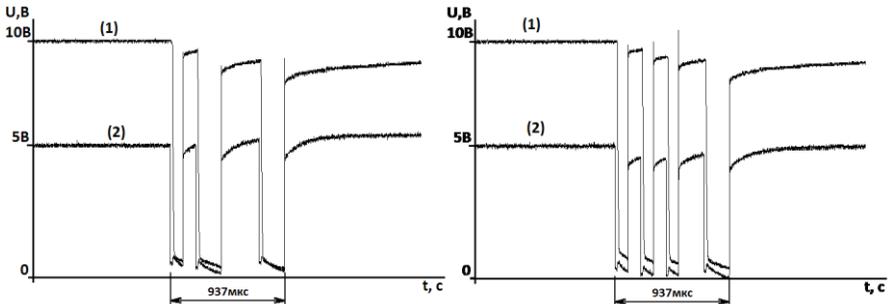


Рисунок 2 - Осциллограммы коммутирующих сигналов

Таким образом, в работе предложен имеющий признаки научной новизны способ коммуникации комплекса модульных роботов по каналу

питания. Разработано и экспериментально проверено устройство коммутации питающего напряжения и информационного сигнала в рамках разработки комплекса модульных роботов.

Список использованных источников

1. Петин В.А. Arduino и Raspberry pi в проектах Internet of Things. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 320 с.
2. Daniela L. Rus. Electropermanent Magnetic Connectors and Actuators: Devices and Their Application in Programmable Matter. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2010.
3. K. Gilpin, A. Knaian, and D. Rus. Robot pebbles: One centimeter modules for programmable matter through self-disassembly. In Robotics and Automation, 2010. ICRA '10. IEEE International Conference on, Anchorage, AK, 2010.

УДК 543.082/.084:54-14; 541.12.011.3.082/.084

## **ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕЙ СМЕСИ В УСТРОЙСТВЕ СЕПАРАЦИИ**

В.А. Зеленский, А.А. Сушин, А.И. Щодро  
Самарский университет, г. Самара

В работе [1] предложен способ управления технологическим процессом сепарации, основанный на косвенном измерении плотности нефтесодержащей смеси. Представляется целесообразным определить источники возникновения погрешностей, получить математическую модель и с её помощью оценить величину погрешности измерений.

На рисунке 1 показано устройство сепарации (первая камера), реализующее предложенный способ управления. Цифрами обозначены: 1 – датчик давления газа, 2 – датчик уровня жидкости, 3 – разделительная перегородка между камерами сепаратора высотой  $h_{пер}$ , 4 – устройство управления, 5 – датчик температуры, 6 – датчик гидростатического давления жидкости, 7 – вентиль сброса воды, 8 – входной вентиль нефтесодержащей смеси.

Измерение плотности происходит косвенным способом с использованием основного уравнения гидростатики:

$$p_d = p_n + \rho g h_{жс},$$

где  $p_d$  – давление на дне,  $p_n$  – давление на поверхности,  $\rho$  – плотность жидкости,  $g$  – ускорение свободного падения,  $h_{жс}$  – уровень жидкости.

Тогда плотность жидкости в камере устройства сепарации равна:

$$\rho = \frac{p_d - p_n}{g h_{жс}}.$$

Нефти различных месторождений России характеризуются широким диапазоном плотности: от 770 до 970 кг/м<sup>3</sup>. Плотность нефтей изменяется в