

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 06 Volume: 86

Published: 30.06.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



A.A. Yaryukin
Pacific National University
Researcher

A.V. Anisimov
Pacific National University
Researcher

T.V. Pestrikova
Pacific National University
Researcher


DEVELOPMENT OF THE REMOTE-CONTROL SYSTEM OF THE DIAGNOSTIC COMPLEX OF ANGIOCORONAROGRAPHY

Abstract: The article presents the results of the development of a control system for a medical device for the diagnostic procedure of angiocoronarography. The analysis of regulatory documents that establish the requirements for devices for this purpose. Algorithms for data exchange over the CAN communication channel for remote control of mechanical nodes are presented.

Key words: algorithm, diagnostics, management.

Language: Russian

Citation: Yaryukin, A. A., Anisimov, A. V., & Pestrikova, T. V. (2020). Development of the remote-control system of the diagnostic complex of angiocoronarography. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (86), 660-664.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-86-121> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.06.86.121>
Scopus ASCC: 1700.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ АНГИОКОРОНАРОГРАФИИ

Аннотация: В статье приведены результаты разработки системы управления медицинским аппаратом для проведения диагностической процедуры ангиокардиографии. Приводится анализ нормативных документов, устанавливающих требования к устройствам подобного назначения. Приведены алгоритмы обмена данными по каналу связи CAN для удаленного управления механическими узлами.

Ключевые слова: алгоритм, диагностика, управление.

Введение

Ангиокардиография — это расширенное рентген-исследование кардиологических структур, в частности оценивается состояние артерий, обеспечивающих питание сердца. Другими словами, это диагностика с контрастным усилением, довольно сложная по характеру. Включает в себя инвазивный компонент, поскольку в процессе исследования к сердцу через бедренную артерию продвигается катетер. Во время исследования пациент ровно, как и врач

находятся в потоке ионизирующего излучения, и эквивалентная доза облучения может составить, в среднем, 2-10 миллизиверт за одно исследование. [1, 2]

В настоящее время существует ряд проблем при проведении данной процедуры.

Во-первых, врач во время всего сеанса находится с пациентом и, следовательно, получает лучевую нагрузку. [3] Так же по нормам ему разрешается проводить ограниченное количество

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

операции за день, при этом оборудование простаивает.

Во-вторых, решение данной проблемы уже существует, есть зарубежные аналоги, но такие приборы очень дорогостоящие, и требуют больших затрат на эксплуатацию, а еще не входят в стандарт оснащения российских медицинских учреждений. Поэтому закупка такого оборудования — это проблема для лечебных заведений.

Целью проекта является создание устройства для удалённого проведения процедуры. То есть в операционной с пациентом находятся механические манипуляторы, которые будут продвигать катетер к нужным сосудам и впрыскивать контрастное вещество в то время, как врач будет сидеть у себя в кабинете и с панели управления, контролировать их. Таким образом снимая с себя лучевую нагрузку.

В настоящее время над проектом работают несколько команд.

Первая команда разработала приводное устройство движения зонда, которое включает в себя два шаговых двигателя (ШД42-03ПВ), соленоидный клапан (S105) и концевой датчик.

Задачей нашей команды является разработка устройства управления данными двигателями и считывания показаний с датчиков. Данное устройство будет содержать в себе панель

управления и модуль управления приводного устройства.

Материалы и методы

Прибор медицинского назначения имеет очень строгие требования к безопасности как для персонала, так и для пациента. Для решения данной задачи были изучены нормативные документы и ГОСТы. В процессе было определено, что устройство, которое мы разрабатываем относится к классу 3 по степени потенциального риска для пациента [4], принадлежит к классу А по отказу в процессе использования [5], принадлежит к 1 группе (стационарное) по механическим воздействиям и по надежности электроснабжения относится к 1 категории. [6]

Далее было составлено техническое задание. Оно включило в себя требования ГОСТов, функционал устройства, тип корпуса и органов управления.

На основе теоретических данных и технического задания нами была сделана структурная схема устройства в целом. Данная блок – схема состоит из двух основных блоков, рассмотрим их.

Первый блок (представлено на рис.1):

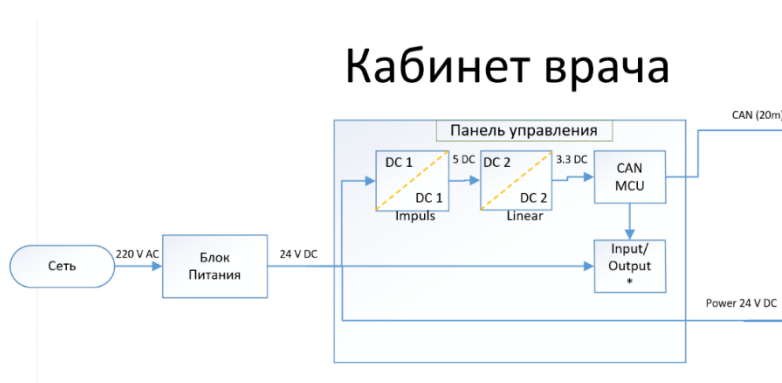


Рисунок 1 - Первый блок

Блок питания – Напряжение 24В постоянного тока, выбор такого напряжения был вызван необходимостью питать как панель управления, так и соленоидный клапан. Дело в том, что клапан находится на удалении от панели и питается от 12В и выше, поэтому выбор другого уровня питающего напряжения мог вызвать сбой в работе.

Панель управления – для питания микроконтроллера были использованы 2 понижающих преобразователя напряжения для уменьшения пульсаций по питанию и сбоя в работе микроконтроллера; для органов управления был оставлен 24В вывод (input/output*).

Второй блок (представлено на рис.2):

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Операционная

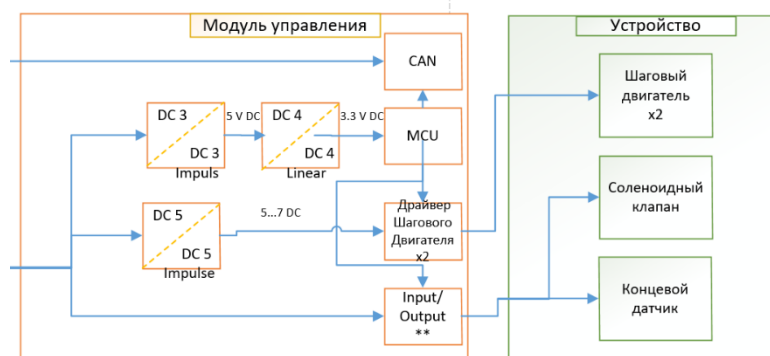


Рисунок 2 - Второй блок

Модуль управления – для питания микроконтроллера были использованы 2 понижающих преобразователя напряжения для уменьшения пульсаций по питанию и сбоев в работе микроконтроллера; для питания драйвера шагового двигателя был использован подстрочный импульсный преобразователь, так как от уровня напряжения, подаваемого на драйвер зависит его максимальная скорость вращения; для концевой датчика и соленоидного клапана был оставлен 24В вывод (input/output**).

Механическая часть – включает в себя 2 шаговых двигателя ШД42-03ПВ, соленоидный клапан S105, и концевой датчик.

Результаты

На основе технического задания и структурной схемы командой были разработаны принципиальные схемы и чертежи панели управления и модуля управления. Они нарисованы и преобразованы в чертеж печатной платы с помощью программного комплекса Dip Trace V3.3.1.3. Чертеж печатной платы панели управления представлен на рис. 3:

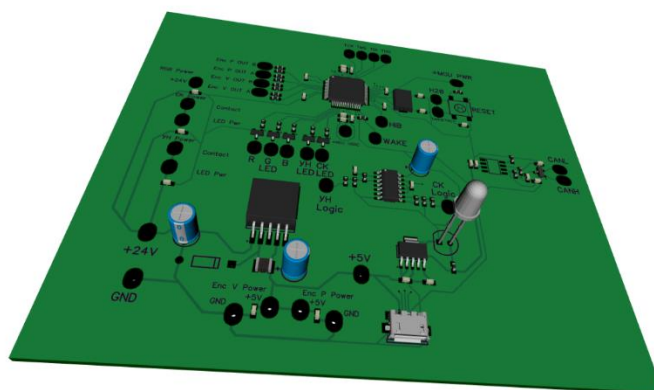


Рисунок 3 - Чертеж печатной платы панели управления

Панель управления. За основу был взят микроконтроллер TM4C123GH6PM. Преобразователи напряжения линейный LM2576S5.0, который понижает напряжение с +24В до +5В, и импульсный TPS79501DCQ, который понижает с +5В до +3,3В, также присутствует USB порт для отладки и программирования. Данные схемы были взяты из документации к данному микроконтроллеру.

Питание как микроконтроллера, так и органов управления однополярное, поэтому используются преобразователи только по положительному напряжению.

Кнопки установки в ноль и соленоидного клапана. Так как кнопки механические то была применена стандартная схема устранения дребезга контактов, основанная на логической микросхеме 2 И-НЕ - 74HC02D. Микросхема

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

питается от +3,3В с шины питания микроконтроллера. Сами кнопки имеют напряжение питания +24В, поэтому запитываются непосредственно с шины блока питания. Энкодеры подключены к микроконтроллеру через простейшие резистивные делители напряжения, так как логический уровень аналоговых сигналов составляет 5В, а для микроконтроллера он не должен превышать 3,3В. Количество импульсов за один оборот на нем составляет 100 импульсов. Такой выбор был сделан в пользу повышения точности устройства. Энкодеры в панели используются для линейного и вращательного перемещения зонда.

Модуль управления. Микроконтроллер и преобразователи напряжения, аналогичны панели управления. Подстроечный импульсный преобразователь напряжения XL416 подстраивает напряжение в диапазоне +24 В...+5 В. Схема сборки взята из документации на данный преобразователь. Данный преобразователь служит для питания драйвера шагового двигателя, потому что от уровня напряжения на нем зависит его максимальная скорость вращения. Так же в модуле были оставлены +24 В выводы для питания соленоидного клапана и концевого датчика, данные выводы подключены непосредственно к шине блока питания.

Программное обеспечение. Для CAN протокола за основу была взята его стандартная реализация. [7, 8, 9] Выбор именно этого протокола был обусловлен несколькими причинами. Во - первых, это помехоустойчивость, что не мало важно при работе медицинского оборудования. Во- вторых, система

приоритетности, она важна тем, что органов управления несколько и они подразделяются на первичные – энкодеры, и вторичные – кнопки. Данная встроенная функция позволяет облегчить процесс написания кода и в последующем его отладки. В – третьих, система контроля и индикации ошибок. Данная функция позволяет немедленно обнаруживать сбои при приеме и передаче, и противодействовать им вплоть до остановки линии. Стоит отметить, что такая остановка не влечет вреда, для здоровья пациента. В данный код было добавлено прерывание от энкодеров и кнопок по таймеру, то есть производится опрос энкодеров каждые 50 мкс, детектирование нажатий на кнопки, таким образом в прерывании формируется посылка, далее данные уходят на шину.

Управление шаговыми двигателями происходит через драйвер с использованием стандартного интерфейса SPI. [10] Принцип работы программы состоит в следующем, с панели управления приходят сигналы по CAN линии от энкодеров на микроконтроллер в модуле управления и в зависимости от направления и скорости вращения последних, на драйвер по интерфейсу SPI уходят команды в регистры. Таким образом и осуществляется управление двигателями.

После создания печатных плат и написания программ следующим шагом стало создание макета. Как было указано выше, на начальном этапе нами были опробованы программы. Поэтому следующим нашим шагом стала сборка макета системы управления в целом (представлено на рис.4).

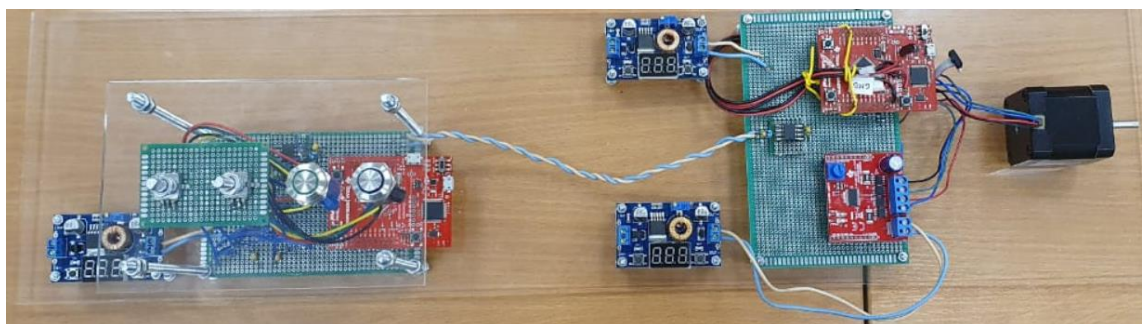


Рисунок 4 - Макет системы управления

На данном макете мы соединили воедино оба программных решения и провели их синтез и отладку. Также были сделаны тесты на полную работоспособность панели управления и модуля управления, и устранены некоторые недоработки.

Заключение

В результате работы была изучена нормативная литература, разработана структурная схема устройства в целом, собраны схемы панели

управления и модуля управления, разведены печатные платы и подобраны компоненты с корпусами. Также реализованы и опробованы протокол передачи данных CAN и программа по управлению шаговыми двигателями. Собран и протестирован макет системы в целом. Следующими этапами планируется осуществить закупку деталей, собрать прототип и отладить его. После успеха прототипирования, начнется сборка первой версии готового устройства и его

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

сертификация. Когда успешно пройдена, сертификация будет планироваться начать

клинические испытания. О своем сотрудничестве заявили несколько медицинских учреждений.

References:

1. Gach, O., Davin, L., & Lemperieur, M. (2019, January). "Diagnostic coronarography," *Revue medicale de Liege*, vol.74, pp.17 – 22.
2. Kalashnikov, K.A., & Janchuk, V.P. (2013). "Ustrojstvo dlja angiokoronarografii", *Zdravooхранenie Dal'nego Vostoka*, (pp.48 – 49).
3. Crowhurst, J.A. (2014). Radiation dose in coronary angiography and intervention: initial results from the establishment of a multi – center diagnostic reference level in Queens-land public hospitals. *J Med Radiat Sci*. 61(3), 135 – 14.
4. (2012). GOST. 31508 – 2012. Izdelija medicinskie. Klassifikacija v zavisimosti ot potencial'nogo riska primeneniya. Obshhie trebovaniya Moskva: Standartinform.
5. (1992). GOST. P 50444 – 92. Pribory, apparaty i oborudovanie medicinskie. Obshhie tehicheskie uslovija (prinjat v kachestve mezhgosudarstvennogo standarta GOST 20790 - 93) (s Izmenenijami N 1, 2) Moskva: Izdatel'stvo standartov.
6. (1999). *Pravila ustrojstva jelektroustanovok shestoe izdanie, s ispravlenijami*. Moskva: Gosjenergonadzor.
7. (2015). GOST R ISO. 11898 – 1 – 2015. Transport dorozhnyj. Mestnaja kontrollernaja set` (CAN). Chast` 1. Kanal'nyj uroven` i peredacha signalov Moskva: Standartinform.
8. (2015). GOST R ISO. 11898 – 2 – 2015. Transport dorozhnyj. Mestnaja kontrollernaja set` (CAN). Chast` 2. Ustrojstvo dostupa k vysokoskorostnoj srede Moskva: Standartinform..
9. Farsi, M., Barbosa, M. (2000). "CAN open Implementation applications to industrial networks," Research Studies Press.
10. Novickij, A. (2009). "Sinchronnyj posledovatel'nyj interfejs SPI v mikrokontrollerah" ot A do Ja "i ego realizacija v ADuC70xx of Analog Devices. *Components and technologies*, № 5, pp. 56 - 62.