

Построение SCADA-системы на примере автоматизации макета канатовязальной фабрики

SCADA (*supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных*) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д.

Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы. Программный код может быть, как написан на языке программирования (например, на C++), так и сгенерирован в среде проектирования.

Иногда SCADA-системы комплектуются дополнительным ПО для программирования промышленных контроллеров. Такие SCADA-системы называются интегрированными и к ним добавляют термин *SoftLogic*.

Термин «SCADA» имеет двойное толкование. Наиболее широко распространено понимание SCADA как приложения, то есть программного комплекса, обеспечивающего выполнение указанных функций, а также инструментальных средств, для разработки этого программного обеспечения. Однако, часто под SCADA-системой подразумевают программно-аппаратный комплекс.

В 80-е годы под SCADA-системами чаще понимали программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. С 90-х годов термин SCADA больше используется для обозначения только программной части человеко-машинного интерфейса.

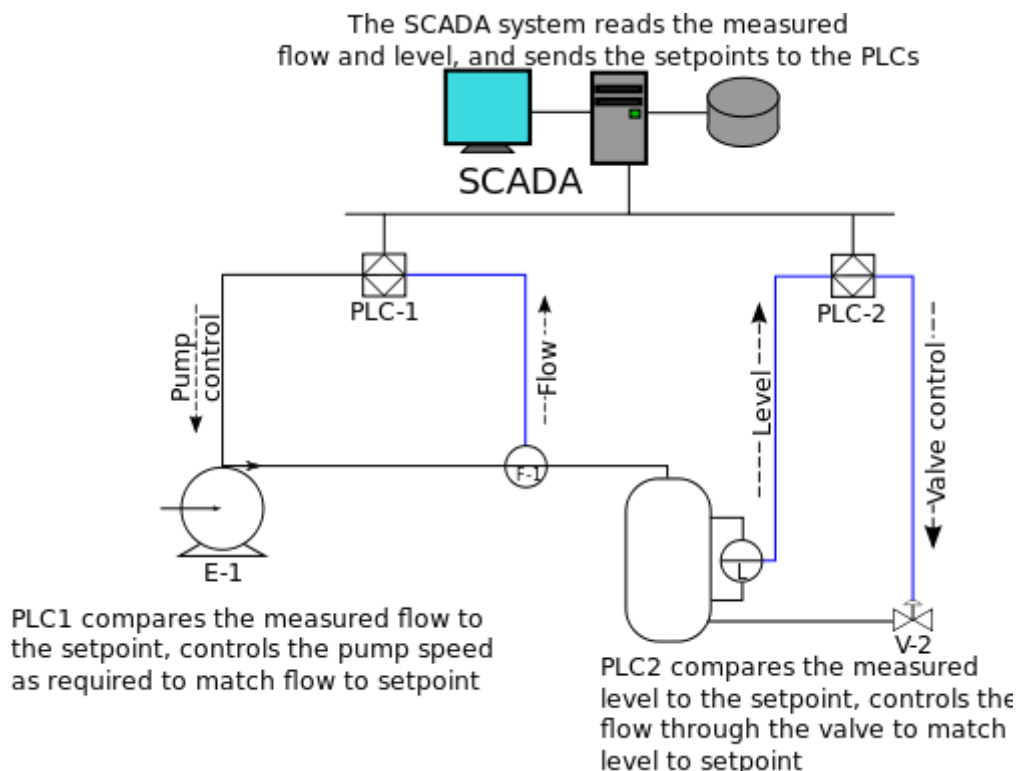
SCADA-системы решают следующие задачи:

- Обмен данными с «устройствами связи с объектом» (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода-вывода) в реальном времени через драйверы.
- Обработка информации в реальном времени.
- Логическое управление.
- Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме.
- Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.
- Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.
- Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.

- Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК.
- Обеспечение связи с внешними приложениями. В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

SCADA-системы позволяют разрабатывать АСУ ТП в клиент-серверной или в распределённой архитектуре. Концепция системы представлена на рисунке, где использованы следующие обозначения: RTU - , PLC -

Термин SCADA обычно относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Непосредственное управление процессом обычно обеспечивается RTU или PLC, а SCADA управляет режимами работы. Например, PLC может управлять потоком охлаждающей воды внутри части производственного процесса, а SCADA система может позволить операторам изменять установки для потока. Менять маршруты движения жидкости, заполнять те или иные ёмкости, а также следить за тревожными сообщениями, такими как — потеря потока и высокая температура, которые должны быть отображены, записаны, и на которые оператор должен своевременно реагировать. Цикл управления с обратной связью проходит через RTU или PLC, в то время как SCADA система контролирует полное выполнение цикла.



Сбор данных начинается в RTU или на уровне PLC и включает — показания измерительных приборов. Далее данные собираются и форматируются таким способом,

чтобы оператор диспетчерской, используя НМІ мог принять контролирующие решения — корректировать или прервать стандартное управление средствами RTU/ PLC. Данные могут также быть записаны в архив для построения трендов и другой аналитической обработки накопленных данных.

Мы решили реализовать SCADA-систему в практической модели на макете.

Создание макета объекта автоматизации.

В качестве объекта автоматизации мы рассмотрели механический макет «Фабрика по производству канатов». В 2012 году макет фабрики по производству канатов впервые увидел свет и произвел свою первую катушку каната из нитей трех цветов.

Выпускаемая фабрикой продукция

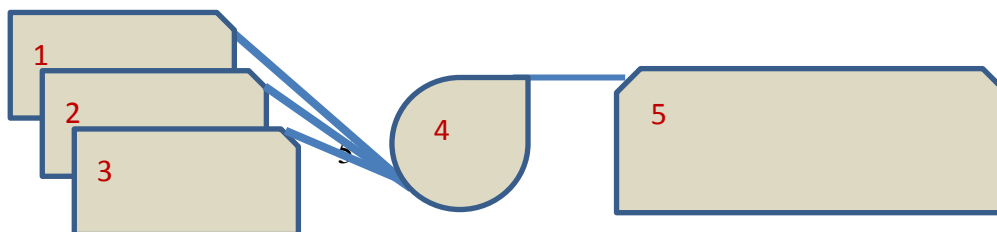


На макете за счет механических устройств смотки нитей скручивается канатик по методу левой крестовой свивки, (выдающие машинки закручивают пряди в правую сторону, а принимающая машинка, собирает канат, скручивая его в левую). В качестве сырья используются обычные катушечные нити любого качества.

Технические характеристики

В состав макета «Канатовязальной фабрики» вошли 5 устройств:

- 3 одинаковых устройства скручивания и натяжения прядей каната (1, 2, 3 на рисунке)
- Устройство контроля обрыва нитей (4 на рисунке)
- Устройство скручивания и намотки каната (5 на рисунке).



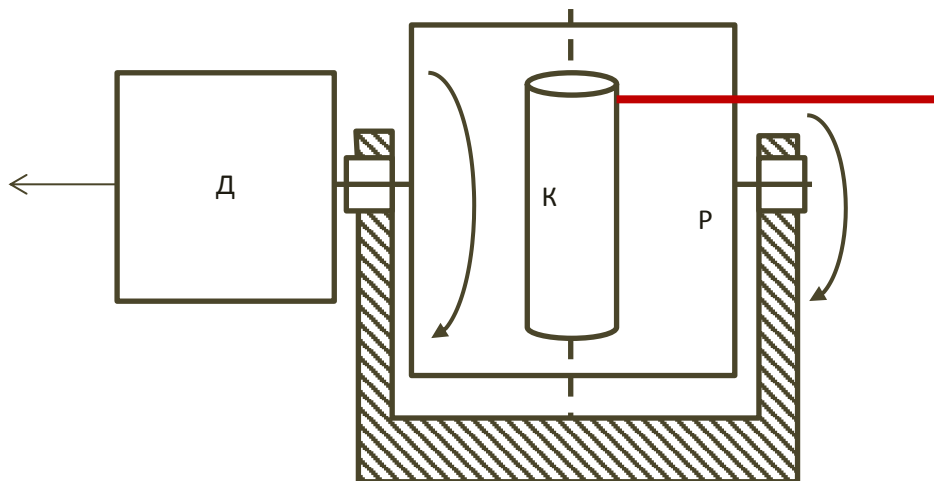
Устройства скручивания и натяжения нити 1-3

Устройства скручивания и натяжения нитей предназначены для подачи скрученной и натянутой нити для плетения канатика.

Каждое устройство состоит из:

1. катушки, установленной в рамке,
2. двигателя, крутящего эту рамку,
3. конструктивных элементов, для крепления двигателя и рамки.

управление
двигателем



На условной
схеме:

Д-двигатель

К-катушка с

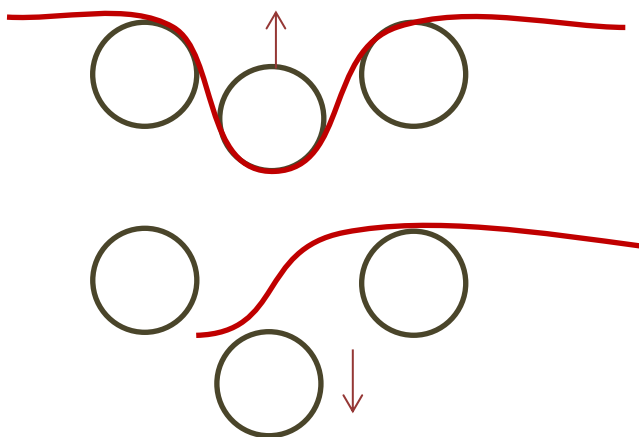
ниткой

Р-вращающаяся

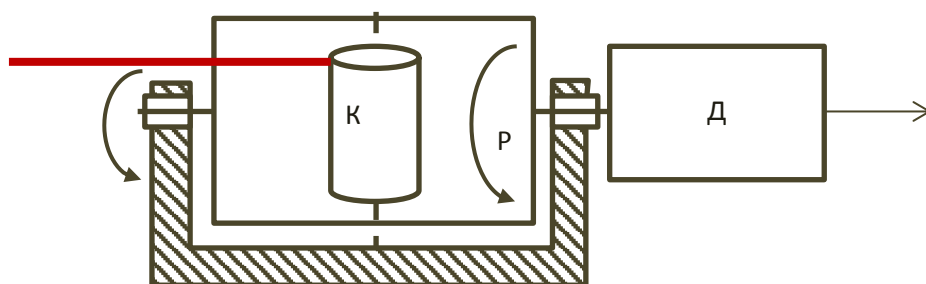
рамка

Устройство контроля обрыва нитей 4

Устройство контроля обрыва нитей проверяет, нет ли обрыва нити. Если нить оборвалась, то специальный рычаг нажимает на кнопку и возникает сигнал обрыва нити. Когда нить есть, то за счет ее натяжения рычаг не давит на кнопку и сигнала нет.



Устройство, принимающее и наматывающее на катушку готовый канатик 5



управление
двигателем

На устройство 5
поступает

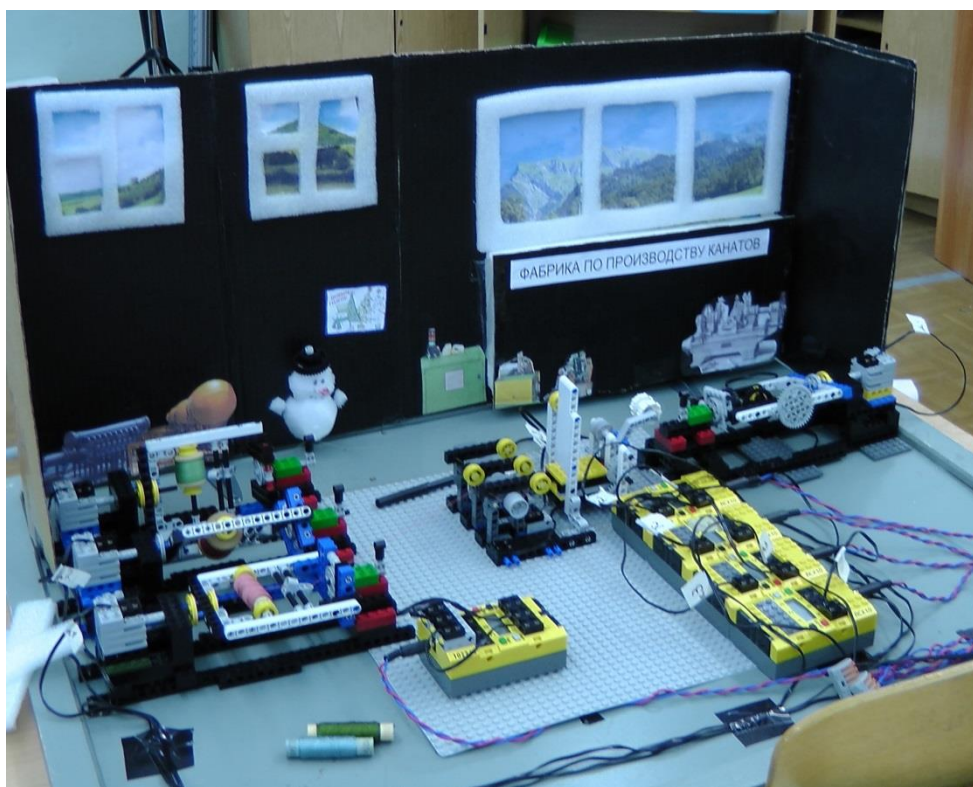
одновременно три закрученных нити. Намотку и натяжение готового канатика обеспечивает двигатель, который вращает рамку с приемной катушкой относительно пучка ниток. Одновременно медленно крутится катушка, на которую наматывается канатик.

Структура системы автоматического управления

Система автоматического управления канатовязательной машинки построена на пяти контроллерах RCX объединенных в сеть по средствам ИК канала, и работающую по принципу ведущий ведомый. В качестве ведущего выступает отдельный RCX в задачу которого входит управление всей машиной целиком:

- Синхронный пуск и остановка всех агрегатов машины;
- Реакция на аварийные события при производстве шнура, например, обрыв шнура, или выход из строя одного из агрегатов;
- Установка задания на тип изготавливаемого шнура.

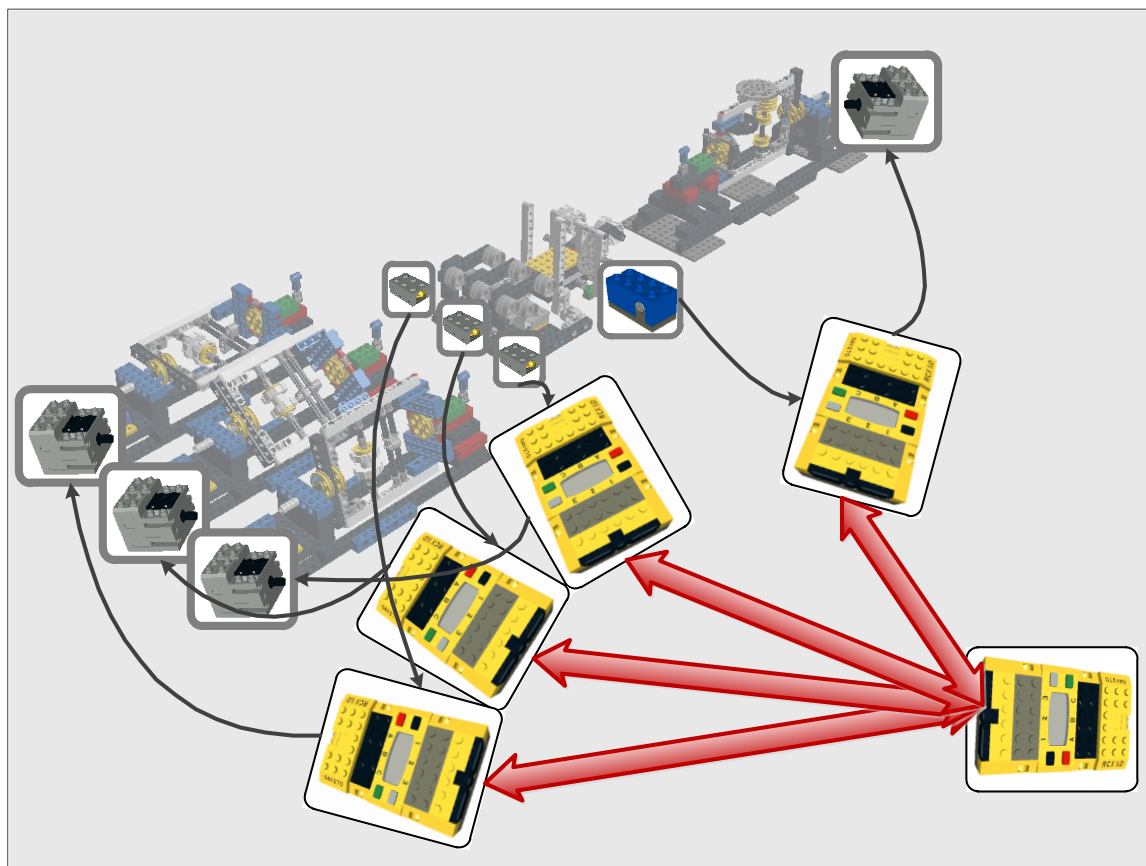
Четыре RCX управляют 3-мя выдающими (1-3) и 1-м принимающим (5) устройствами.



После практического применения данной конструкции, были выявлены следующие недостатки:

- 1. Проблемы с синхронным вращением выдающей бабины по причине установленных двигателей индивидуально для каждой катушки.**
- 2. Отсутствие реакции на обрыв нити и на другие аварии.**

3. Отсутствие возможности управления мощностью катушек для контроля свивки каната.
4. Не удобное управление фабрикой, связи с большим количеством RCX.



Для увеличения производительности и качества выпускаемой продукции, на фабрике была произведена модернизация.

Цель модернизации:

1. Визуализация всего технологического процесса на автоматизированном рабочем месте оператора

Дополнительные возможности:

1. Задание определенного рецепта изготовления каната (затяжка прядей).
2. Расчет метража изготавливаемого каната

Мы оснастили фабрику SCADA-системой, которая обеспечивает диспетчерское управление и сбор данных (supervisory control and data acquisition).

Модернизация конструкции затронула следующие моменты:

1. Мы перешли на синхронное управление катушками, для чего построили механизм, состоящий из двух двигателей, и передачи, которая позволяет распределять мощность двух двигателей равномерно между тремя катушками.

2. Мы добавили датчики обрыва нити на каждую из трех линий, что позволило организовать обратную связь и автоматическую остановку двигателей в случае обрыва хотя бы одной нити или другой аварии.

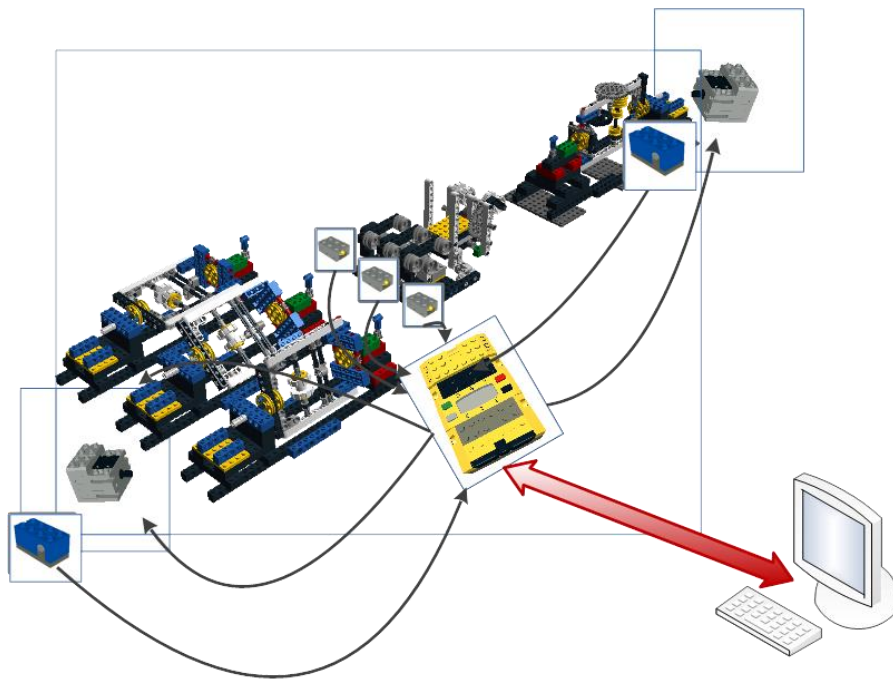
3. На приемную бобину и на выдающий механизм были поставлены датчики угла поворота, что позволило оператору видеть на пульте скорость вращения катушек и принимать решения по ее изменению, управляя предустановленной мощностью двигателей.

Механическая модернизация позволила построить SCADA-систему и визуализировать следующие характеристики.

1. Наличие связи с оборудованием в цеху.
2. Проверка аварий или дефектов при работе намоточных станков.
3. Проверка времени работы фабрики с момента запуска.
4. Получение значения скорости вращения выдающей бобины.
5. Элемент управления предустановки требуемой длины каната и индикатор метража намотанного каната.
6. Реверсивную прокрутку двигателей для технологического обслуживания линий.

Изменение структуры системы управления фабрикой

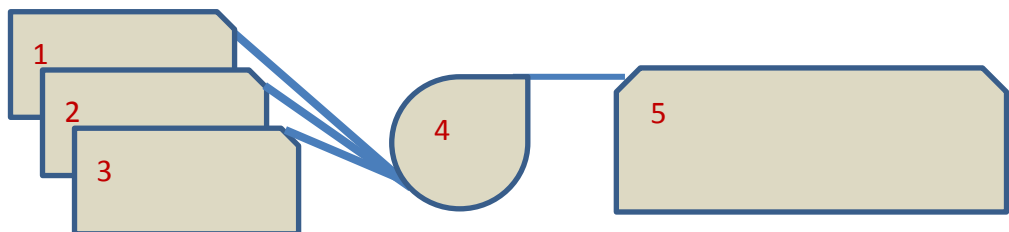
После модернизации все управление было сосредоточено на одном RCX, связанном с АРМ оператора. Главная программа разработана в Labview версии 7,0 на базе которого написана среда ROBO LAB 2.9.4. Все команды по управлению станцией производятся непосредственно с АРМ, а в функции RCX входят обработка и распределение команд по исполнительным устройствам.



Конструкция

В состав «Канатовязальной машинки» входят 5 устройств:

- 3 одинаковых устройства скручивания и натяжения прядей каната (1, 2, 3 на рисунке)
- Устройство контроля обрыва нитей (4 на рисунке)
- Устройство скручивания и намотки каната (5 на рисунке).



Устройства скручивания и натяжения нити 1-3

Устройства скручивания и натяжения нитей предназначены для подачи скрученной и натянутой нити для плетения канатика. Каждое устройство состоит из:

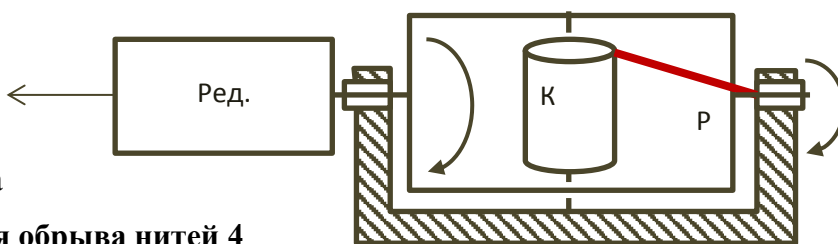
4. катушки, установленной в рамке,
5. двигателя, крутящего эту рамку,
6. конструктивных элементов, для крепления двигателя и рамки.

На условной схеме:

Ред.-Редуктор

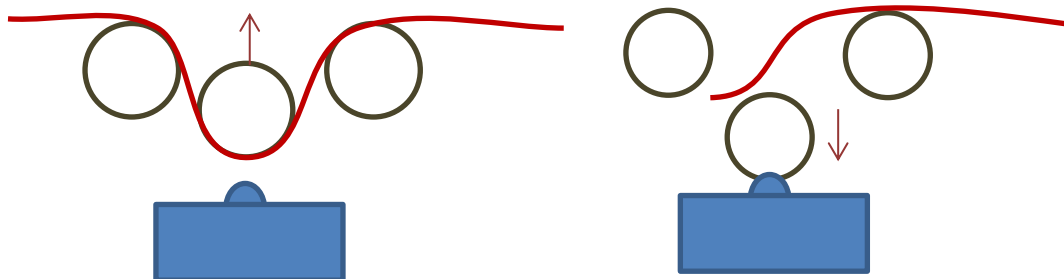
К-катушка с ниткой

Р-вращающаяся рамка

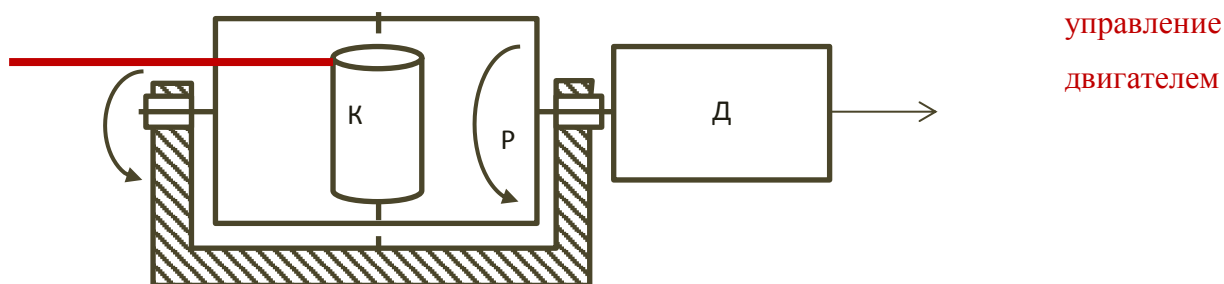


Устройство контроля обрыва нитей 4

Устройство, изображенное на схеме ниже, проверяет, нет ли обрыва нити. Если нить оборвалась, то специальный рычаг нажимает на кнопку и возникает сигнал обрыва нити. Когда нить есть, то за счет ее натяжения рычаг не давит на кнопку и сигнала нет.



Устройство, принимающее и наматывающее на катушку готовый канатик 5



На устройство 5 поступает одновременно три закрученных нити. Намотку и натяжение готового канатика обеспечивает двигатель, который вращает рамку с приемной катушкой относительно пучка ниток. Одновременно медленно крутится катушка, на которую наматывается канатик.

Для того, чтобы иметь возможность фиксировать длину произведенного каната установлен датчик угла поворота, информация с которого передается на АРМ оператора. Далее из числа оборотов в минуту, которое поступает в АРМ вычисляется приближенная длина смотанного канатика. Порядок расчета приведен ниже.

$$n_k = 0,2 * n_m \left[\frac{\text{об}}{\text{м}} \right] \quad n_m - \text{с датчика угла поворота}$$

Примем $R = 0,25[\text{см}] = 0,0025[\text{м}]$ – среднее значение радиуса окружности намотанной на бобину нити.

$$V = \omega * R \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right] \quad \omega - \left[\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right], \quad 1[\text{об}] = 2\pi[\text{рад}] = 6,28[\text{рад}]$$

$$n \left[\frac{\text{об}}{\text{мин}} \right] = \frac{n}{60} \left[\frac{\text{об}}{\text{с}} \right] = \frac{n}{60} * 6,28 \left[\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right]$$

$$\omega_m = \frac{n_m}{60} * 6,28 [\text{рад/с}]$$

$$\omega_k = 0,2 * \omega_m [\text{рад/с}]$$

$$V_k = \omega_k * R = 0,0025 * 0,2 * \omega_m = \frac{0,006 * 0,2 * 6,28}{60} * n_m [\text{м/с}]$$

$$S_k = V_k * t \quad t = t_{\text{конечн.}} - t_{\text{нач.}}$$

Где R – средний радиус намотанных на бобину витков нити

n_k и n_m – скорости вращения в оборотах в минуту на осях двигателей и моталки

ω_m и ω_k – соответствующие угловые скорости

V_k – линейная скорость намотки нити

t , $t_{\text{конечн.}}$ и $t_{\text{нач.}}$ – время намотки,

время конца намотки и время начала намотки соответственно.

S_k – длина намотанного канатика

Описание АРМ оператора

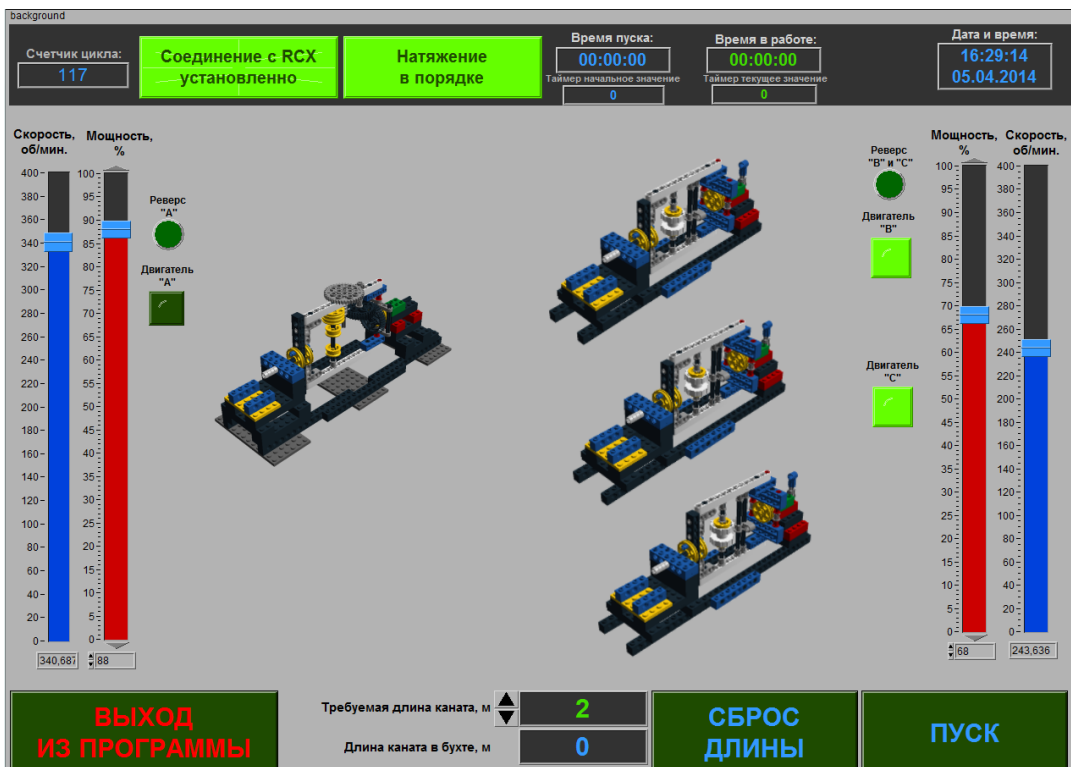
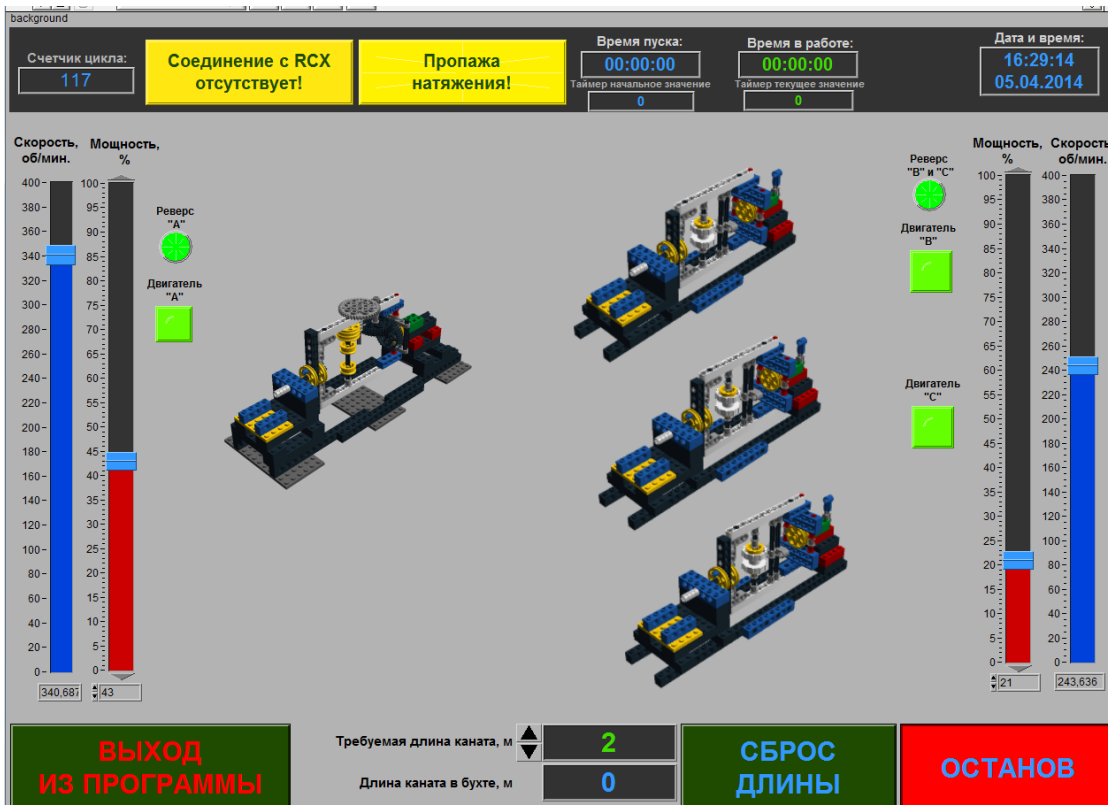
АРМ оператора состоит из компьютера с установленной программой SCADA-системы. SCADA-система была реализована в программной среде LabView. Связь с компьютером была реализована при помощи инфракрасного канала через ИК-порт.

Интерфейс SCADA-системы и программа приведены ниже.

В итоге мы поняли принцип работы и написания SCADA системы, смогли добиться высокой производительности канатовязательной фабрики.

Аппробация работы:

- Межрегиональные соревнования по робототехнике в ФМЛ 239
- Всероссийская научно-практическая конференция «Будущее сильной России в новых технологиях»





Использованная литература

1. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2010. 195 стр.
2. Брага Н. Создание роботов в домашних условиях / Брага Ньютон; перевод с англ. Е. А. Добролежина. – М.: НТ Пресс, 2007. – 368 с.: ил. – (Робот своими руками)
3. Юревич К.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.: ил.
4. Густав Олссон, Джангундо Пиани Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.: ил.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>
6. <http://www.scada.ru/ru/>

Программа управления написана на LabView education.

