Оглавление

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2005 – 2006 г.г.)	3
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	3
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	5
Задание финального тура. Распределенная система управления	6
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2006 - 2007 г.г.)	7
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	7
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	11
Задание финального тура. Резервированная система управления	14
Методические указания к финальному туру	14
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2007 – 2008 г.г.)	16
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	16
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	19
Задание финального тура. Система управления с использованием Интранет/Интернет	C-
доступа	22
Метолические указания к финальному туру	22
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2008 - 2009 г.г.)	25
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	25
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	
Залание финального тура. Распрелелённая система управления.	30
Метолические указания к финальному туру	31
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2009 - 2010 G.G.)	33
Tvp 1. SCADA/HMI + PLC	33
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	35
Задание финального тура. АСТУЭ.	37
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2010 - 2011 G.G.)	38
Tvp 1. SCADA/HMI + PLC	38
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	40
Задание финального тура. МЕТЕОСТАНЦИЯ.	43
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2011 – 2012 г.г.)	45
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	45
Typ 2. SCADA/HMI + Soft Logic	47
Задание финального тура. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.	49
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2012 – 2013 г.г.)	50
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	50
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	53
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ	55
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE	Ξ6
(2013 – 2014 г.г.)	56
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	56
Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC	57
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БУНКЕРОМ	59

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE	MODE 6
(2014 – 2015 г.г.)	60
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	60
Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC	61
Задание финального тура. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПЛК МК-500-12	63
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE	MODE 6
(2015 – 2016 г.г.)	64
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	64
Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC	66
Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ	69
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE	MODE 6
(2016 – 2017 г.г.)	69
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	69
Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC	72
Задание финального тура СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ	74
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE	MODE 6
(2017 – 2018 г.г.)	75
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	75
Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC	77
Задание финального тура	79
ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТОВ АСУТП	79
Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE	MODE 6
(2018 - 2019 г.г.)	79
Typ 1. SCADA/HMI + PLC	80
Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic	82
Задание финального тура	84
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПО ПРОТО	ЭКОЛУ
МЭК-104	84

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2005 – 2006 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы мониторинга технологического объекта в базовой версии TRACE MODE 6.02.1. Датчики с выходными дискретными (индикаторы, сигнализаторы) и аналоговыми (температура, давление, уровень, расход) сигналами обрабатываются PLC, подключенным к последовательному порту операторской станции, протокол обмена – ModBus/RTU. В операторской станции используется последовательный порт COM1 со следующими настройками: 57600,n,8,1 без управления передачей. Адрес PLC - 7. Количество запрашиваемых у PLC сигналов: DI – 32, AI – 96.

Данные в PLC расположены следующим образом:

DI: в coils с начальным смещением 0x80, т.е. в области 0x80 - 0x9f;

AI: в двухбайтовых входных регистрах (**input registers**) с начальным смещением **0x64**, т.е. в области 0x64 – 0xc3. Аналого-цифровой преобразователь в PLC **12-ти** разрядный, коды в диапазоне (0–4095) соответствуют относительным значениям технологических параметров (0–100%). Границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) устанавливаются разработчиком. Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по восьми DI и восьми AI.

На графическом экране должны быть*:

- заголовок с названием процесса (ТП);
- мнемосхема ТП с анимацией;
- тренд основных параметров ТП (аналоговых и дискретных);
- строка отчета тревог.

* - на экран операторской станции должны быть выведены не менее 16 DI+AI, например, первые восемь AI и первые восемь DI. При разработке графического экрана рекомендуется использовать библиотечные графические объекты.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными нуль-модемный кабель и симулятор ModBus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-</u> <u>tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью библиотечных графических объектов – valve_1 (отредактирован вид и добавлена динамизация атрибута Базовый цвет), valve_2, tank_1 (отредактирован атрибут Прозрачность), coolheating_2, pump_2 и видеоклипа lamp_alarm_red. С помощью графического элемента (ГЭ) Текст выведены численные значения четырех каналов, с помощью динамической заливки для ГЭ Объемный цилиндр и Прямоугольник выполнено отображение уровня заполнения емкости и положение штока регулирующего клапана. С помощью ГЭ Ползунок отображены уставки для двух технологических параметров. На ГЭ Тренд выведены три кривые основных технологических параметров, там же индицируется открытие/закрытие для двух задвижек. На мнемосхеме ТП также цветом отображается состояние задвижек и определена цветовая индикация наличия/отсутствия потока – динамизация атрибута Заливка для четырех ГЭ Стрелка. Сигнализация по четырем параметрам выполнена с использованием видеоклипа. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в правом нижнем углу выводится текущее время с использованием ГЭ Календарь.

Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



PAC

Создать проект системы автоматизации для двух узлов – консоли TRACE MODE (операторской станции) и контроллера WinCon 8000 в базовой версии TRACE MODE 6.02.1. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в консоли – второй.

Проект должен включать:

- четыре независимых контура **ПИД-регулирования** (выбор языка программирования и тип исполнительного механизма не регламентируются) параметров ТП (например, уровень) в контроллере *;
- мнемосхему с названием ТП, трендами реального времени и средствами задания уставок параметров ТП на операторской станции;
- всплывающие окна настроек параметров ПИД-регуляторов на операторской станции либо использование для тех же целей графических слоев основного экрана;
- сохранение значений параметров ТП (период 1 секунда) с меткой времени в СУБД MS Access **.

* - для имитации реальных параметров ТП использовать встроенную модель Объект 1-го порядка (группа Модели слоя Источники/Приемники). Рекомендуемые параметры модели: коэффициент передачи 1, постоянная времени 10. Параметры ТП представляются в относительных величинах.

** - файл БД с расширением **mdb** отправляется вместе с файлом проекта по E-mail.

Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД MS Access. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE 6.02.1), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Задание финального тура. Распределенная система управления



Разработать распределенную систему управления, включающую PLC и три операторских станции с использованием версии TRACE MODE **6.03**. В качестве PLC используется устройство **I-8831-MTCP** (ICP DAS).

Участник 1 работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик TC с градуировкой Pt100. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены в цепи управления питанием подсветки символов на левом табло с надписью «TRACE MODE*». В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0x0 (преобразование 0-32767 в 0-100), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0x0-0x7.

Участник 2 работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой Туре К (ХА). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены в цепи управления питанием подсветки символов на правом табло с надписью «TRACE MODE*». В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0х4 (преобразование – множитель=0.04), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0х8-0хF.

РLС поддерживает протокол обмена **ModBus/TCP**, IP-адрес PLC – **192.168.2.124**, **адрес контроллера 1**. Для каждой операторской станции необходимо отображать на графическом экране измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также создать средства автоматизированного управления подсветкой символов на табло с индикацией текущего состояния. На графическом экране должна быть надпись «Финал 1-го SCADA-чемпионата», логотип TRACE MODE и выведены текущие дата и время.

Победителем будет признан участник, первым включившим все символы на своем табло со всех трех операторских станций.

*- символы «Е» на табло запараллелены;

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2006 - 2007 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Remote I/O 18000

Создать проект системы автоматизации технологического объекта в **базовой** версии TRACE MODE **6.05**. Задача системы – контролировать профиль температурного поля по высоте аппарата и **вычислять** среднее значение температуры. В случае **превышения** допустимой величины средней температуры формировать дискретный сигнал отключения нагрева.

Датчики температуры – ТЭП градуировки XA (Туре К) расположены в восьми зонах аппарата и подключены к входам модуля I-87018, установленного в один из слотов корзины I-87K4. Модуль дискретного вывода I-87068 также установлен в слот корзины, отключение нагрева осуществляется замыканием контакта реле – DO0. Корзина I-87K4 соединена с последовательным портом COM1 операторской станции через автоматический конвертор RS485/232 со следующими настройками: 115200,n,8,1 без управления передачей. Адрес модуля I-87018 в сети RS485 – 1, адрес модуля I-87068 - 2.

Диапазон контролируемых температур – (**0–100°С**), границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) устанавливаются разработчиком.

Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих словарей сообщений.

На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием процесса;
- дата/время;
- мнемосхема процесса с анимацией;
- тренд среднего значения температуры в аппарате;
- строка отчета тревог.

Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, синусоиды к источникам входных сигналов и применение глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для *МРВ*.

Примерный вид графического экрана:



Рис.1 Отображение первого слоя графического экрана.



Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.



Рис.3 Отображение третьего слоя графического экрана.

Графический экран использует три слоя. В первом слое (постоянно отображающемся) с (ГЭ) Текст отображается помощью графических элементов наименование технологического процесса, с помощью ГЭ Дата и время – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE. С помощью объемных ГЭ Насос, Клапан, Емкость и Труба выполнено отображение технологического аппарата. Размещенный в верхней части емкости стандартный видеоклип индицирует состояние дискретного выхода. В средней части емкости с помощью ГЭ Текст отображаются значения измеряемых температур по восьми зонам. Вычисляемое значение средней температуры также выполнено с помощью ГЭ Текст и вынесено вправо от емкости. В правой части экрана с помощью ГЭ Тренд отображается среднее значение температуры в аппарате. Под емкостью с помощью ГЭ Кнопка производится управление видимостью третьего слоя, в котором расположен ГЭ Тренд ХУ, предназначенный для отображения профиля температуры по высоте аппарата (используются восемь фиксированных отметок: 0, 10, 20...70). В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя строка из отчета тревог. Во втором слое графического экрана выполнено отображение внутренней структуры технологического аппарата – здесь используются объемные ГЭ с настроенным атрибутом Прозрачность. На заднем плане емкости с помощью восьми ГЭ Прямоугольник с настроенным атрибутом Динамическая заливка выполнено отображение профиля температур по высоте аппарата. В нижней части емкости размещены стандартные видеоклипы, имитирующие процесс нагрева. Управление видимостью второго слоя выполнено с помощью динамизации ГЭ Емкость, размещенной в первом слое.

Методические указания к первому туру.

1. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

- 2. разработка алгоритмов обработки данных на языках стандарта МЭК 61-131/3;
- 3. разработка графического интерфейса, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
- 4. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
- 5. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



PAC

Создать проект автоматизированной системы управления позиционированием для двух узлов – узла **MPB** (операторской станции) и узла **EmbeddedRTM** контроллера WinCon 8000 в базовой версии TRACE MODE 6.04. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети*.

В слот 1 контроллера установлен модуль дискретного вывода **I-8064**, с помощью которого производится управление исполнительными механизмами - восемью пневмоцилиндрами,, задающих маршрут движения робота. Операторская станция осуществляет **два** режима работы контроллера. **Первый** – установка и фиксирование состояния пневмоцилиндров по записи, считываемой из БД **MS** Access**. Второй – управление работой программы, исполняющейся в контроллере, устанавливающей состояние пневмоцилиндров. По команде **СТАРТ** происходит непрерывное последовательное включение на каждом цикле пересчета базы каналов пневмоцилиндров, начиная с первого и заканчивая восьмым, а затем такое же последовательное выключение – начиная с восьмого и заканчивая первым. По команде **СТОП** процесс должен останавливаться, по повторной команде **СТАРТ** – возобновляться. По команде **СБРОС** все пневмоцилиндры должны быть выключены и зафиксированы в выключенном состоянии.

Проект должен включать:

- мнемосхему с названием технологического процесса;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- средства выбора режима работы контроллера;
- отображение текущего состояния пневмоцилиндров как в виде индикатора, так и с помощью динамизированного изображения***;
- всплывающие окна настроек параметров режимов на операторской станции либо использование для тех же целей графических слоев основного экрана.

* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в МРВ – **второй**.

****** - файл БД с расширением **mdb** отправляется **вместе** с файлом проекта по E-mail. *** - запакованный файл с изображениями необходимо «скачать» с сайта.

Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД MS Access. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:



Рис. 1 Режим работы с БД

Графический экран использует три слоя. В первом слое (постоянно отображающемся) с графических элементов (ГЭ) отображается помощью Текст наименование технологического процесса, с помощью ГЭ Дата и время – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE. В левой части экрана используется динамизированное по данным, поступающим из контроллера, изображение (набор файлов в формате **bmp**, введенных в ресурсы проекта) текущего состояния робота. С помощью полупрозрачных объемных ГЭ Сфера выполнено отображение каждого дискретного выхода в контроллере. Управление выбором режима работы осуществляется с помощью ГЭ Кнопка, с помощью которой выполняется и управление видимостью слоями, в которых расположены средства управления выбранного режима. Во втором слое размещены ГЭ Кнопка исполнения запроса из БД, отображение считанного из БД состояния пневмоцилиндров и ГЭ Кнопка посылки данного значения в контроллер.



Рис. 2 Управление программой в контроллере

В третьем слое с помощью ГЭ Группа кнопок осуществляется управление программой в контроллере – СТАРТ/СТОП/СБРОС.

Задание финального тура. Резервированная система управления



Разработать резервированную систему управления, включающую PLC и два узла операторских станций – партнеров по резерву с использованием релиза 6.05 TRACE MODE.

В качестве PLC используется устройство **I-8831-МТСР** (ICP DAS).

Финалист А работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик TC с градуировкой Pt100. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием левого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0х0 (преобразование 0-32767 в 0-100), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0х0-0х7.

Финалист Б работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой Туре К (ХА). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием правого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0х4 (преобразование – множитель=0.04), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0х8-0хF.

PLC поддерживает протокол обмена ModBus/TCP, IP-адрес PLC – 192.168.10.124, адрес контроллера 1.

На операторской станции требуется отображать текущий статус узла, измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также создать средства автоматизированного управления прожектором с индикацией текущего состояния дискретных выходов. На графическом экране должна быть надпись «Финал 2-го SCADA-чемпионата», логотип TRACE MODE и выведены текущие дата и время.

Разработанный проект необходимо запустить на обоих узлах, причем на узле в статусе **WORK** выполнить включение прожектора, а затем, отключив данный узел, на резервном (перешедшем из статуса **TRACE** в **WORK**) – отключить прожектор.

Победителем будет признан участник, первым выполнивший данное упражнение.

Методические указания к финальному туру

- 1. протокол обмена Modbus/TCP;
- 2. создание резервов, настройка параметров встроенного алгоритма переключения узлов;
- 3. синхронизация атрибутов каналов в резервированных узлах.

Чтение данных из Input Registers PLC выполняется с помощью команды Rin_Word(4);

Формирование дискретных выходов выполняется индивидуально с помощью команд W_SingleCoil(5), либо групповым образом командой W_Byte(15);

Чтение дискретных выходов выполняется с помощью команды Rout_Byte(1);

Настройка параметров встроенного алгоритма переключения резервов (периодов и таймаутов) задается во вкладке Дополнительно бланка редактирования узла.

Синхронизация ланных реального времени, связанных аппаратными с Источниками/Приемниками настраивается с помощью задания масок переключения системной переменной @Input_Output вкладке Отчет режимов для BO тревог/Дамп/Параметры бланка редактирования узла, периодом посылки сообщения о присутствии в сети (вкладка Дополнительно) и выставлением флага **READ** для дампа во вкладке Архивация бланка редактирования канала (сам файл дампа при этом можно не создавать).

Синхронизация каналов не связанных с аппаратурой ввода/вывода использует описанный выше механизм с предварительной привязкой данных каналов с источниками, создаваемых в группе Источники/Приемники/Генераторы.

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2007 – 2008 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



ADAM-5000E

Создать проект системы автоматизации технологического объекта в **базовой** версии TRACE MODE **6.05.1**. Задача системы – контролировать параметры товарного парка жидкого продукта – уровень и температуру в восьми емкостях.

Датчики, установленные в каждой емкости - уровня (1 шт.) и температуры (7 шт., расположенные в четырех зонах по высоте емкости) имеют унифицированный выходной сигнал (0 – 10 В) и подключены к входам восьми модулей ADAM-5017, установленных в слоты контроллера ADAM-5000E. Контроллер ADAM-5000E, имеющий адрес 1 в сети RS485, соединен с последовательным портом COM1 операторской станции через автоматический конвертор RS485/232 со следующими настройками: 19200,n,8,1 без управления передачей.

Диапазон контролируемых уровней – (0-100%), температур – (0–100°С), границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) как для уровня, так и для температур устанавливаются разработчиком.

Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих словарей сообщений.

На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием процесса;
- дата/время;
- мнемосхема процесса;
- строка отчета тревог.

Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, синусоиды к источникам входных сигналов и применение глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для *МРВ*.

Примерный вид графического экрана:



Рис.1 Отображение основного (первого) слоя графического экрана.



Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.

Графический экран использует три слоя. В первом слое (постоянно отображающемся) с помошью графических элементов (ГЭ) Текст отображается наименование технологического процесса, с помощью ГЭ Дата и время – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE. С помощью объемных ГЭ Емкость и Труба выполнено отображение товарного парка. Измеренные значения уровней в емкостях отображаются с помощью ГЭ Ползунок и вынесены вправо от емкостей. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя строка из отчета тревог. Во втором и третьем слоях графического экрана выполнено отображение внутренней структуры соответственно первой и второй емкостей – здесь используются объемные ГЭ Емкость с настроенным атрибутом Прозрачность. На заднем плане емкости с помощью плоского ГЭ Овал с настроенным атрибутом Динамическая заливка выполнено отображение уровня продукта. Измеренные значения температур внутри емкости отображаются с помощью ГЭ Текст. Управление видимостью второго и третьего слоев выполнено с помощью динамизации ГЭ Емкость 1 и 2, размещенных в первом слое и ГЭ Кнопка в соответствующих слоях.

Методические указания к первому туру.

6. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

- 7. разработка графического интерфейса с помощью графических объектов, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
- 8. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
- 9. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



PAC

Создать в базовой версии TRACE MODE 6.05.1 проект автоматизированной системы мониторинга с резервированием УСО для ответственных применений, включающую два узла – узел **RTM** (операторская станция под управлением ОС Windows XP) и узел **MicroRTM** - контроллер с ОС MS DOS. В слоты контроллера установлены две платы аналогового ввода AI16-5A, одна из которых с базовым адресом ввода/вывода 0x150 является основной, вторая с базовым адресом 0x170 – резервной. К каждой плате подключено 256 датчиков технологических параметров, имеющих выходной диапазон (0-10) В. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети*.

Контроллер осуществляет непрерывный опрос всех подключенных к нему сигналов от датчиков, а в случае отказа хотя бы одного из входов платы AI 15-5A необходимо выполнить переключение на резервную плату. Момент времени переключения и текущий базовый адрес ввода/вывода платы автоматически фиксируется узлом MPB в реляционную базу данных **MS Access**. Операторская станция также должна иметь средства просмотра любого из 256 технологических параметров на тренде, сохранять их в СПАД-архиве, а также контролировать на графическом экране текущий базовый адрес платы AI 16-5A, время последнего переключения на резервную плату, статус и IP-адрес контроллера, ошибки обмена данными с контроллером по сети и ошибки помещения данных в СПАД.

Проект должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- тренд для просмотра реальных и архивных значений всех технологических параметров;
- всплывающее окно для вывода диагностической информации на операторской станции либо использование для тех же целей графических слоев основного экрана.

* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в МРВ – **второй**.

** - файл БД с расширением **mdb** отправляется вместе с файлом проекта по E-mail.

Для выполнения задания второго тура потребуется установить на ПК СУБД MS Access. Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».



Примерный вид графического экрана:

Рис. 3 Экран узла RTM



Рис. 4 Запись в СУБД MS Access о моменте переключения на резервную плату



Рис. 5 Всплывающая подсказка с меткой времени перехода на резерв

Задание финального тура. Система управления с использованием Интранет/Интернет-доступа



Разработать систему управления, включающую PLC и три узла операторских станций – с использованием TRACE MODE DATA CENTER.

В качестве PLC используется устройство **I-8831-МТСР** (ICP DAS).

Финалист А работает с установленными в слот 1 модулем I-87013 и в слот 2 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87013 подключен датчик TC с градуировкой Pt100. Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием левого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0х0 (преобразование 0-32767 в 0-100), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0х0-0х7.

Финалист Б работает с установленными в слот 3 модулем I-87018 и в слот 4 – I-8064. К входу первого канала модуля I-87018 подключен датчик ТЭП с градуировкой Туре К (ХА). Выходы модуля I-8064 (все восемь) введены по схеме «И» в цепи управления питанием правого прожектора. В адресном пространстве PLC измеряемое значение температуры содержится в двухбайтовом входном регистре (input register) по адресу 0х4 (преобразование – множитель=0.04), дискретные выходы – в битовых ячейках (Single Coils) по адресам 0х8-0хF.

PLC поддерживает протокол обмена ModBus/TCP, IP-адрес PLC – 192.168.10.124, адрес контроллера 1.

На первом ПК требуется разработать и запустить узел **RTM** для приема данных о температуре и организации управления прожектором, а также настроить и запустить TRACE MODE **DATA CENTER**. На встроенных консолях в браузере Internet Explorer на двух остальных ПК - отображать измеренную температуру в цифровом виде и на тренде, а также реализовать автоматизированноое управление прожектором. На графическом экране консоли должна быть надпись «Финал 3-го SCADA-чемпионата» и логотип TRACE MODE.

Победителем будет признан участник, первым отобразивший температуру на обоих браузерах и включивший прожектор на последнем ПК.

Методические указания к финальному туру

- 4. протокол обмена Modbus/TCP;
- 5. разработка узлов Embedded Console;
- 6. использование и настройка TRACE MODE DATA CENTER.

Чтение данных из Input Registers PLC выполняется с помощью команды Rin_Word(4); Формирование дискретных выходов выполняется индивидуально с помощью команд W_SingleCoil(5), либо групповым образом командой W_Byte(15), что предпочтительней;

Чтение дискретных выходов выполняется с помощью команды Rout_Byte(1);

Следует обратить внимание, что графические панели в узлах **Embedded Console** могут быть привязаны к *любым* атрибутам каналов узла **RTM** на котором запущен DATA CENTER, однако для этого узла должен быть обязательно задан корректный **IP-адрес**.

Для подключения браузеров к TRACE MODE DATA CENTER **необходимо** установить на ПК виртуальную JAVA-машину (<u>www.sun.com</u>.). Типовые настройки TRACE MODE DATA CENTER:

Settings		
Secretal Publisher Web Console	Base Directory: C:/TRACE MODE Data Center/ac Server network port: auto	
	Minimize to tray when closing	
		OK Cancel

Settings	
General Publisher	Web Server Port: 82 Overwrite if Names are the Same Allow browsing over bluetooth Hide Default Filter
	OK Cancel

General Publisher Web Console	Web Server Port: 81 Proxy Server Network Port: 8080	
	Activate Bluetooth Proxy Supervisor Addresses	Allowed Addresses
	+ ×	+ ×

С данными настройками, например, если IP-адрес узла с запущенным DATA CENTER 192.168.10.100, то в браузере следует набрать – <u>http://192.168.10.100:81/</u>

Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2008 - 2009 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы контроля доступа здания в базовой версии TRACE MODE 6.06. Задача системы – контролировать восемь помещений расположенных по четыре на двух этажах (этаж «А» – помещения A1, A2, A3, A4 и этаж «Б» – помещения Б1, Б2, Б3, Б4). Датчики, установленные в каждом контролируемом помещении – контактные, емкостные, оптические и др., объединены по логической схеме ИЛИ и подключены к дискретным входам (соответственно X0, X1 ... X7) программируемого логического контроллера Mitsubishi MELSEC FX2N-16MR. Принудительное включение света на этаже «А», этаже «Б», прилегающей к зданию территории, а также включение звуковой сигнализации внутри здания реализуются замыканием силовых линий с помощью дискретных выходов контроллера (соответственно Y0, Y1, Y2 и Y3). Контроллер, имеющий номер станции по умолчанию (SN=0), соединен с последовательным портом COM3 операторской станции через коммуникационный модуль FX2n-232-BD, установленный в контроллер, со следующими настройками: 9600,e,7,1 без управления передачей.

Текущее состояние дискретных входов контроллера осуществляется с помощью чтения регистров типа **[X]Inputs(I/O)**, управление дискретными выходами – записью в регистры типа **[Y]Outputs(I/O)**. Необходимо обратить **особое** внимание на **формат**, используемый TRACE MODE для работы с указанными типами регистров контроллера!

Продублировать включение звуковой сигнализации непрерывным проигрыванием произвольного звукового файла.

Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по всем входным и выходным сигналам с помощью соответствующих словарей сообщений.

На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием системы;
- дата/время;
- мнемосхема;
- строка отчета тревог.

Для экспресс-отладки проекта может быть использована привязка стандартного генератора, например, бегущей единицы к источнику входных сигналов и применение глубины отслеживания привязки равной 2 перед процедурой сохранения проекта для *MPB*.

Примерный вид графического экрана:

Рис.1 Отображение основного (первого) слоя графического экрана.



Рис.2 Отображение второго слоя графического экрана.

Графический экран использует три слоя. В первом слое (постоянно отображающемся) с помощью графических элементов (ГЭ) Текст отображается наименование системы, с помощью ГЭ Дата и время – системное время, в правом верхнем углу – логотип TRACE MODE.

Во втором слое выполнено отображение всех контролируемых помещений, причем срабатывание датчика (датчиков) отображается с помощью проигрывания ГЭ Видеоклип. Кнопки управления освещением и звуковой сигнализации выполнены с помощью соответствующего ГЭ – Кнопка. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя строка из отчета тревог. Управление видимостью слоями вторым и третьим реализуется с помощью ГЭ Кнопка, расположенным во втором слое. В третьем слое с помощью ГЭ ОТ узла отображается все содержимое отчета тревог.

В письме, отправляемыми участниками соревнования, должны быть вложено **три** файла – проекта (prj), конфигурационный файл FXNet.cfg и звуковой файл (wav).

Методические указания к первому туру.

10. подключение модулей удаленного ввода/вывода по последовательным коммуникациям;

- 11. разработка графического интерфейса с помощью графических объектов, использование и управление видимостью слоев графического экрана в реальном времени;
- 12. настройка отчета тревог узла, использование словарей сообщений;
- 13. использование глубины отслеживания привязки к источникам/приемникам для проведения отладки проекта без подключения к реальному УСО.

Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



PAC

Создать в **базовой** версии TRACE MODE **6.06** проект автоматизированной системы управления расходомерной поверочной установкой (реализующей объёмный метод поверки расходомеров), включающей два узла – узел **EmbeddedRTM** (контроллер с OC Windows CE) и узел **Console** (операторская станция под управлением OC Windows XP). Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети***. Установка состоит из:

- мерной емкости объемом **100** условных объемных единиц (у.о.е.) с установленными *сигнализаторами* уровня **верхним** и **нижним**, срабатывающими при величине объема в мерном баке соответственно **90** и **10** у.о.е.;
- «идеальной» задвижки (срабатывает мгновенно), обеспечивающей в открытом положении расход из мерной емкости 2.5 у.о.е./с;
- посадочного места для установки поверяемого расходомера;
- трубопровода, соединяющего описанные выше элементы.

В *исходном* состоянии установки мерная емкость пуста, задвижка находится в *закрытом* положении. Алгоритм работы установки заключается в следующем:

- при подаче команды **СТАРТ** с операторской станции происходит заполнение мерной емкости до максимального объёма;
- открывается задвижка;
- после *срабатывания* **верхнего** сигнализатора мгновенные значения с поверяемого расходомера начинают *интегрироваться*;
- после срабатывания нижнего сигнализатора фиксируется накопленный объём, прошедший через расходомер, а также рассчитывается относительная погрешность выполненного измерения;
- при подаче команды СТОП с операторской станции задвижка закрывается.

Для того, чтобы иметь возможность сопоставлять результаты проводимых измерений, необходимо скачать файл пользовательской библиотеки **tmdevenv.tmul**, содержащий в библиотеке *SCADA_Champ_Tour2* объект с именем *Installation*, в слое **Шаблоны_программ** которого находится программа **FLOW**, формирующая величину расхода, нормально распределенную около значения, равного **2.5 у.о.е./ед.времени**.

Необходимо смоделировать процесс проведения поверки расходомера с получением результатов измерений.

Проект должен включать:

• название проекта;

- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- мнемосхему расходомерной поверочной установки;
- кнопку управления процессом поверки.

* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в консоли – второй.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:



Рис. 6 Динамика



Рис. 7 Статика

Задание финального тура. Распределённая система управления.



Необходимо разработать систему управления, включающую один узел операторской станции и два PLC. Связь между операторской станцией и PLC ведётся по **MC-протоколу** (MELSEC Communication protocol).

В качестве *первого* PLC используется контроллер **Mitsubishi MELSEC FX3U-16M** с подключенными модулями ввода/вывода **FX3U-ADP**, **FX2N-5A** и модулем Ethernet **FX3U-ENET**. **IP-адрес** контроллера 192.168.10.218, порт, через который происходит обмен данными, 5551. Значение температуры, измеряемой датчиком, выведенным на переднюю панель стенда (далее *стенд*), содержится в регистре **D8260** – [D]Data/FileRegisters(I/O) (для перехода к градусам Цельсия необходимо содержимое регистра поделить на 10). Состояние дискретных входов **X0**, **X1....X5** - [X]Inputs(I/O) задаются с помощью расположенных на стенде выключателей. Состояние дискретных выходов **Y0**, **Y1...Y5** - [Y]Outputs(I/O) отображается на стенде с помощью светодиодов.

В качестве *второго* PLC используется модульный контроллер Mitsubishi MELSEC System Q, включающий модуль процессора Q02HCPU, модуль Ethernet QJ71E71, модуль дискретного ввода QX80, модуль дискретного вывода QY10, модуль аналогового ввода Q64AD и модуль аналогового вывода Q64DAN. IP-адрес контроллера 192.168.10.84, порт, через который происходит обмен данными, 5002. Значение частоты входных импульсов, задаваемой потенциометром, выведенным на стенд, содержится в регистре D113 (для перехода к герцам необходимо содержимое регистра поделить на 10). Состояние дискретных входов X20, X21....X25 задаются с помощью расположенных на стенде выключателей. Состояние дискретных выходов Y30, Y31...Y35 отображается на стенде с помощью светодиодов.

ВНИМАНИЕ! Индексация входных и выходных дискретных регистров (соответственно X и Y) ведётся в шестнадцатеричном формате, а задаётся в TRACE MODE в десятичном.

На операторской станции требуется разработать и запустить узел **RTM** для приема данных о температуре, частоте и состоянии дискретных входов и выходов с обоих PLC. В случае установки дискретного входа **X0** на стенде с PLC FX3U в состояние «1» необходимо автоматически одновременно включить все дискретные выходы **Y30**, **Y31...Y35** на стенде с PLC System Q, а в случае установки дискретного входа **X20** на

стенде с PLC System Q в состояние «1» необходимо автоматически одновременно включить все дискретные выходы Y0, Y1...Y5 на стенде с PLC FX3U. Сброс - перевод в состояние «0» X0 должен автоматически сбрасывать Y30, Y31...Y35, а сброс X20 – соответственно сбрасывать Y0, Y1...Y5.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значения температуры и частоты в цифровом виде и на тренде, а также состояние дискретных входов и выходов, задаваемых и отображаемых на панелях обоих стендов с PLC. На графическом экране *обязательно* должна быть надпись «Финал SCADA-чемпионата 2009-го года» и логотип TRACE MODE.

Победителем будет признан участник, *первым* корректно *отобразивший* принимаемые из PLC параметры и *продемонстрировавший* работу алгоритма управления дискретными выходами.

Методические указания к финальному туру

Поддержка МС-протокола включена в TRACE MODE начиная с релиза 6.07.

Для контроллеров Mitsubishi MELSEC System Q и FX3U при работе по сети в ИС создается группа Mitsubishi_FXNet_Group, где:

в поле "Дополнительно" указывается *<IP_address:Port>* контроллера, например, 192.168.2.122:5122

в этом случае поля Порт и Номер станции не используются.

При операциях чтения содержимого регистров типа X (дискретные входы) и чтения/записи регистров типа Y (дискретный вывод) с помощью одного Источника/приемника можно вести запись/чтение блоками по 16 элементов.

Ниже приведен бланк редактирования дискретного вывода диапазона **Y30...Y3F** и чтения регистра данных **D100**:

🔿 SAVE_Y30_Y3F*		
9 (* 149		
Основные Имя Кодировка Комментарий	SAVE_Y30_Y3F TW0	Справка
Параметры Порт Номер станции Номер регистра Тип регистра Направление	SN=00 48 [Y]Dutp	n V stational stational st
Дополнительно	192.168.2.84:5002	

O READ_D100		
~~~~		
Основные Имя Кодировка Комментарий	READ_D100 TW0	Справка
Параметры Порт Номер станции Номер регистра Тип регистра Направление	[ [ [	SN=00h V SN=00h V 100 C [D]Data/FileRegister V Input V
Дополнительно	192.168.2.84:5002	

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2009 – 2010 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы мониторинга разделительного (обогатительного) производства в базовой версии **TRACE MODE 6.06.3**. Процесс обогащения, т.е. отделения полезного продукта от других производится с помощью специальным образом скомпонованных разделительных элементов, образующих в рамках каскада несколько разделительных ступеней. Количество элементов в каскаде – **100**, всего каскадов для получения продукта



нужного обогащения – 5. В качестве разделительных элементов выступают высокооборотные противоточные центрифуги, скорость вращения которых (в оборотах за секунду) специализированным измеряется контроллером с протоколом обмена Modbus/TCP. Адрес контроллера – 1, его **IP-адрес** 192.168.10.100. Количество запрашиваемых контроллера данных – 500. Все данные расположены в двухбайтовых входных регистрах (input registers) с

указанными ниже смещениями.

Каскад 1: 30001-30100 (соответствует параметру Канал в TRACE MODE как 0x0-0x63);

Каскад 2: 30101-30200 (0х64-0хс7);

Каскад 3: 30201-30300 (0xc8-0x12b);

Каскад 4: 30301-30400 (0x12с-0x18f);

Каскад 5: 30401-30500 (0x190-0x1f3).

Необходимо каждую секунду вычислять среднюю скорость вращения центрифуг для каждого разделительного каскада. Пределы изменения средней скорости: 0-2000, аварийные границы: 1400-1800, предупредительные границы: 1500-1650. Сконфигурировать для узла отчет тревог и заносить в него сообщения по всем расчетным параметрам.

На графическом экране должны быть*:

- заголовок с названием процесса (ТП);
- логотип TRACE MODE;
- мнемосхема ТП с отображением величин расчетных параметров;
- вызов тренда расчетных параметров ТП;
- строка отчета тревог.

* - при разработке графического экрана рекомендуется использовать графические объекты.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными симулятор ModBus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.



Примерный вид графического экрана:



по всем пяти разделительным каскадам.

Здесь мнемосхема ТП выполнена с графических помощью объектов, изображающих разделительный каскад ΓЭ (объемный Емкость) С отображением средней скорости вращения центрифуг – при помощи ГЭ Эллипс и Текст. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в левом нижнем углу с помощью ГЭ Кнопка вызывается всплывающее окно. содержащее ГЭ Тренд с отображением графиков изменения средней скорости

## Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



#### PAC

Создать в базовой версии TRACE MODE 6.06.3 проект автоматизированной системы управления испытательным стендом, включающей два узла – узел EmbeddedRTM (контроллер с OC Windows CE) и узел Console (операторская станция под управлением OC Windows XP). Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети*.

Стенд предназначен для испытаний электропривода регулирующих клапанов. Назначение создаваемой системы - задавать циклограмму включения электропривода с помощью двух дискретных выходов контроллера, управляющих соответственно прямым и обратным ходом (включение – логическая «1», выключение – «0»). Формирование циклограммы должно выполняться непосредственно в контроллере, а с консоли необходимо задавать параметры циклограммы и визуализировать ее вид на графическом экране. Со стороны консоли также необходимо непрерывно контролировать наличие связи с контроллером с отображением на экране.

Параметры, задаваемые для циклограммы и отображаемые на графическом экране:

- время работы (задается в секундах и определяет время включения привода, как для прямого, так и обратного хода);
- время паузы (задается в секундах и определяет время отключения привода между последовательными включениями привода, как при прямом, так и при обратном ходе);
- включений (параметр определяет количество включений, как при прямом, так и обратном ходе в рамках одного цикла);
- циклов (количество циклов испытаний электропривода).

Цикл управления электроприводом содержит последовательность формирования команд включения (на время работы), отключения (на время паузы) заданное количество раз сначала для прямого хода, а затем такую же последовательность для обратного.

#### Проект должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- тренд для отображения циклограммы;
- количество выполненных циклов;
- кнопку управления процессом испытаний.

* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в консоли – второй.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».



Примерный вид графического экрана консоли:

Здесь приведена циклограмма испытаний со следующими параметрами:

- время включения привода 5 секунд;
- пауза 2 секунды;
- включений 2 (белая линия прямой, красная обратный ход);
- циклов 3 (желтая линия сигнал окончания испытаний).
#### Задание финального тура. АСТУЭ.



Необходимо на основе проекта *final_2010.prj* (УСПД на базе контроллера WinPac, опрашивающее по GSM счетчик электрической энергии CE301) разработать автоматизированную систему технического учета энергии (АСТУЭ), включающую одну операторскую станцию. Связь между операторской станцией и УСПД ведётся по **сети**.

На операторской станции требуется разработать и запустить узел монитора реального времени (**RTM**) для приема данных о потребленной электрической энергии (кВт·час) и вычисления *оценки* мощности потребления (кВт) подключенной к счетчику нагрузки с учетом *реальных* меток времени получения данных о потреблении энергии. Необходимо сохранять получаемые и вычисляемые данные в СПАД-архиве.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значения энергии и мощности, как в цифровом виде, так и на тренде. На графическом экране *обязательно* должна быть надпись «Финал SCADA-чемпионата 2010-го года», логотип TRACE МОDE и логотип организации-финалиста.

**Победителем** будет признан участник, *первым* корректно *отобразивший* принимаемые от УСПД параметры и *вычисливший* мощность потребления подключенной нагрузки. Сигнал о выполнении задания – поднятие вверх руки участника финала.

### Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2010 – 2011 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы мониторинга трубопровода в базовой версии TRACE MODE 6.07. Датчики с входными дискретными (**DI**, сигнализаторы) и аналоговыми (**AI**, давление, расход) сигналами обрабатываются **PLC**, подключенным к последовательному порту операторской станции. На операторской станции сконфигурирован локальный OPC-сервер. Количество запрашиваемых OPC-сервером у PLC сигналов: **DI** – 8, **AI** – 4. Данные в PLC соответствуют:

DI: положение задвижек (логический «0» – закрыта, логическая «1» – открыта);

AI: давление в подземных емкостях (3 шт.) и прокачиваемый объем. Все аналоговые параметры считываются из OPC-сервера в относительных величинах. Границы (нижние/верхние предупредительные/аварийные) для всех аналоговых параметров устанавливаются разработчиком. Сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и задать для него занесение сообщений по всем DI и AI с помощью словарей для HEX16 и FLOAT.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхема ТП;
- тренд параметров ТП (аналоговых и дискретных);
- строка отчета тревог.

Для разработки и экспресс-отладки проекта необходимо скачать и установить бесплатный OPC-сервер по ссылке <u>ftp://ftp.icpdas.com/pub/cd/8000cd/napdos/napopcsvr/napopc_st da server.exe</u> и конфигурационный файл <u>champ2011.tdb</u>, с помощью которого выполняется имитация сигналов технологических параметров в OPC-сервере.





Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью объемных графических элементов – Клапан (отредактирован вид и добавлена динамизация атрибута Привод), Емкость и Труба. С помощью графического элемента (ГЭ) Канал выведено численное значение величины прокачиваемого объема. ГЭ Стрелочный прибор (отредактирован вид и удалены заливка и контур) использован для отображения величин давлений в хранилищах. На ГЭ Тренд технологических выведены все кривые параметров, там же индицируется открытие/закрытие всех задвижек. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части экрана выводится текущее время с использованием ГЭ Дата и время.

#### Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



#### PAC

Создать проект системы, *эмулирующей* алгоритм управления обычным грузопассажирским лифтом в **базовой** версии TRACE MODE **6.07**.

Проект *должен* содержать два узла – консоль TRACE MODE (*Console* - операторская станция, необходима для симуляции возможных действий граждан как находящихся на этажах, так и в кабине лифта) и контроллер с OC Windows CE (*EmbeddedRTM* - реализует алгоритмы управления дверями лифта, двигателем лебедки лифта, органами управления лифтом, размещенных на этажах и в кабине лифта в зависимости от действий граждан).

Количество этажей – 5, количество кнопок вызова лифта на каждом из этажей – 1, количество кнопок в кабине лифта – 5.

Команды управления дверьми лифта: «0» - ЗАКРЫТЫ, «1» - ОТКРЫТЫ.

Команды управления двигателем лебедки лифта: «0» - ОСТАНОВ, «1» - ВВЕРХ, «2» - ВНИЗ. Скорость движения кабины лифта постоянная, двери лифта на этажах открыты в течение 5 секунд.

Начальные условия – кабина лифта находится на первом этаже, двери открыты.

#### Алгоритм управления лифтом:

При нажатии кнопки вызова лифта на этаже происходит следующее. Если кабина лифта находится на этаже, с которого поступил вызов, то двери кабины открываются. Если кабина лифта находится на другом этаже, то подаются команды на закрытие дверей и перемещение кабины на этаж вызова. Достигнув нужного этажа, подаются команды на останов кабины и открытие дверей.

При нажатии кнопки этажа на панели управления, расположенной в кабине, закрываются двери, и кабина лифта отправляется на этаж, кнопка которого нажата.

После прибытия на требуемый этаж двери кабины открываются для выхода граждан. После оговоренной в задании временной паузы двери кабины лифта закрываются, и кабина стоит до тех пор, пока не будет нажата кнопка вызова с любого этажа.

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в консоли – **второй**.

#### На графическом экране операторской станции должны быть:

- логотипы TRACE MODE и организации участника чемпионата;
- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхему ТП со средствами контроля (текущее состояние дверей лифта, двигателя лебедки лифта, этаж, где находится кабина лифта, нажатая кнопка на

этаже/в кабине лифта) и **управления** (кнопки вызова кабины лифта на этажах и кнопки выбора этажа на панели управления в кабине лифта).

# Работоспособным будет признан проект, позволяющий неоднократно выполнить типовую последовательность действий: вызов кабины лифта с произвольного этажа и перемещение на произвольный же этаж.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE 6.07), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:



В верхней части экрана на подложке из ГЭ Градиент выводится название ТП, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. В левой части экрана выполнена схематичная отрисовка этажей здания с расположенными кнопками вызова лифта (ГЭ Выключатель) и индикаторами положения кабины лифта на этаже (ГЭ Текст). В центральной части экрана с помощью ГЭ Стрелка отображается направление движения кабины лифта, а с помощью ГЭ Текст – состояние дверей лифта. В правой части экрана представлена панель управления, расположенная в кабине лифта – ГЭ Рамка и ГЭ Выключатель и Текст.

#### Задание финального тура. МЕТЕОСТАНЦИЯ.



Необходимо на основе проекта *final_2011.prj* (сервер метеорологических данных с подключенным к нему через интернет мобильным телефоном) завершить разработку автоматизированной системы метеостанции путем добавления операторской станции. Связь между операторской станцией и сервером ведётся по **сети**.

Участник А разрабатывает операторскую станцию, принимающую данные о температуре окружающего воздуха (датчик TC с градуировкой Pt100 подключен по двухпроводной схеме к первому каналу модуля I-7015, модуль I-7015 имеет номер 5 в сети RS-485 и следующие параметры связи: 1200,n,8,1, опрос модуля производится по протоколу DCON, формат принимаемых данных – «инженерный»). Данные о температуре окружающего воздуха в градусах Цельсия необходимо передать в канал Температура сервера метеорологических данных.

Участник Б разрабатывает операторскую станцию, принимающую данные об атмосферном давлении (измерительный преобразователь давления AUP-20/M2-MB имеет номер 7 в сети RS-485 и следующие параметрами связи: 1200,e,8,1, опрос модуля производится по протоколу MODBUS RTU, измеренное значение величины давления располагается по адресу 0x10 в области Holding Registers устройства как плавающее число по стандарту IEEE754, размерность МПа). Данные об атмосферном давлении в МПа необходимо передать в канал Давление сервера метеорологических данных.

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значение измеренного метеорологического параметра, как в цифровом виде, так и на тренде. Так же

на экране *обязательно* должна быть надпись «Финал SCADA-чемпионата 2011-го года» и логотип TRACE MODE.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым получит корректные данные о «своем» метеорологическом параметре и успешно передаст их в сервер.* Контроль полученных данных ведется на сервере *начального* проекта и мобильном телефоне, время получения данных фиксируется в отчете тревог сервера с точностью 0.1 секунды.

## Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2011 – 2012 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Эмулятор сигналов

Создать проект системы контроля энерговыделения в рабочих каналах ядерного реактора в *базовой* версии TRACE MODE **6.07.7**.

Системой контролируются:

- **19** сигналов от датчиков **температуры** на входах в рабочие каналы (генераторы синусоиды в диапазоне **20÷30** град. С);
- **19** сигналов по **температуре** на выходах из каналов (генераторы синусоиды в диапазоне **75÷90** град. С);
- **19** сигналов от **расходомеров** установленных на выходах рабочих каналов (генераторы случайного числа в диапазоне **15**÷**55** м3/час);

Энерговыделение в каждом из 19-ти каналах рассчитывается по формуле:

$$E = 33.3 * \frac{Tout - Tin}{Q}$$
, ede

Е – энерговыделение;

Tout – температура на выходе из рабочего канала;

Tin - температура на входе в рабочий канал;

Q - pacxod.

Пределы и границы для вычисленных значений энерговыделений:

- верхний предел 85;
- верхняя аварийная граница 75;
- верхняя предупредительная граница 70;
- нижняя предупредительная граница 30;
- нижняя аварийная граница 20;
- нижний предел 5

Сконфигурировать для операторской станции **отчет тревог** и задать для него занесение сообщений *по пересечениям внутренних границ и пределов* для всех энерговыделениий в рабочих каналах с помощью *словаря сообщений*.

#### На графическом экране должны быть:

- логотип TRACE MODE и организации участника чемпионата;
- заголовок с названием технологического процесса (ТП);
- мнемосхема ТП;
- строка отчета тревог.

Примерный вид графического экрана:



Здесь мнемосхема ТП выполнена с помощью объемных графических элементов Конус и Сфера. С помощью графического элемента (ГЭ) Текст выведено численное значение величины энерговыделение с указанием цветом текущего интервала. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части экрана установлен логотип TRACE MODE и выводится текущее время с использованием ГЭ Дата и время.

#### Typ 2. SCADA/HMI + Soft Logic



Требуется создать проект автоматизированной системы, управляющей технологическим процессом получения химического продукта АБЦ, в *базовой* версии **TRACE MODE 6.07.7**.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).

#### Описание технологического процесса (ТП):

ТП получения продукта АБЦ включает четыре стадии, разделенные на два этапа – СМЕШИВАНИЕ (стадия 1) и ТЕРМООБРАБОТКА (стадии 2, 3 и 4):

- 1. Смешивание. Выполнять смешивание химических компонентов **A**, **Б** и **Ц** из соответствующих емкостей в промежуточной емкости (все четыре емкости модели TRACE MODE Pesepsyap) в соотношении 4:2:1;
- 2. Термообработка. После перекачки компонентов в промежуточную емкость осуществлять непрерывную равномерную подачу смеси компонентов А, Б и Ц из промежуточной емкости в химический реактор (модель TRACE MODE Печь) и нагревать там подаваемую смесь до температуры 100° С с допустимыми отклонениями +15° С и -10° С;
- 3. после завершения полной выгрузки смеси компонентов А, Б и Ц из промежуточной емкости в реактор приступить к незамедлительной термостабилизации содержимого реактора в течение одной минуты ±1 с при температуре 100±3°C;
- 4. приступить к охлаждению реактора

#### ВНИМАНИЕ! Несоблюдение описанной технологии неизбежно приведет к порче продукта.

#### Исходные данные:

Компоненты А, Б и Ц в количестве **300** условных объёмных единиц (у.о.е.) каждого содержатся в емкостях вместимостью **350** у.о.е. Скорости расхода из емкостей составляют **20**, **10** и **5** у.о.е./с соответственно.

Промежуточная емкость для смешивания компонентов А, Б и Ц имеет вместимость **500** у.о.е. Скорость поступления в промежуточную емкость составляет **35**, а скорость расхода **5** у.о.е./с.

Температура компонентов и их смеси равна 25°С, плотности компонентов и их смеси принимаются равными 1.

Отводимое естественным образом из реактора тепло составляет **33.3** *условных единиц теплоты* (у.е.т.) в секунду, подводимое в реактор тепло и отводимое (принудительное охлаждение) – до **1000** у.е.т./с

Необходимо получить 350 условных массовых единиц (у.м.е.) химического продукта АБЦ. Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в операторской станции – второй.

#### На графическом экране операторской станции должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием;
- мнемосхема ТП с величинами объёмов компонентов и их смеси в емкостях и реакторе;
- тренд температуры в реакторе

**Отладку** проекта можно производить как **на** двух **ПК** (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор (hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:



В верхней части экрана на подложке - графический элемент (ГЭ) Градиент выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. В средней части экрана выполнена мнемосхема ТП с помощью объёмных ГЭ Емкость, Труба, Клапан, Цилиндр и Конус. Значения технологических параметров – объёмы, масса и температура отображаются с помощью ГЭ Текст. Кроме того, объемы компонентов и их смеси показаны с помощью *гистограмм*, размещенных за объемными ГЭ с *ненулевой* прозрачностью. В центральной части экрана с помощью ГЭ Тренд отображаются температура продукта в реакторе, уставки по температуре и отметки начала и окончания режима термостабилизации. В нижней части экрана расположены ГЭ Кнопки, первая - СМЕШИВАНИЕ для запуска первой стадии ТП, вторая – ТЕРМООБРАБОТКА для трех последующих.

#### Задание финального тура. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.



Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы технического зрения для наблюдения за перемещающимся объектом.

Данные о перемещении объекта фиксируются оптическим датчиком, имеющим выходной диапазон  $\{1+3\}B$ . Напряжение с датчика снимается модулем аналогового ввода и передается в MPB TRACE MODE с периодом 10 мс. MPB TRACE MODE работает в режиме *сервера Modbus TCP* с адресом 1 и IP-адресом 192.168.10.100. Величина перемещения находится в области Holding Registers сервера как число с плавающей точкой (стандарт IEEE754) по адресу 40003 (настройка Канал 0х2).

Участники финала разрабатывают проект операторской станции, принимающей с максимально возможным темпом данные о перемещении объекта от сервера Modbus TCP. На графическом экране операторской станции *необходимо* отображать значение измеренного перемещения с помощью *стрелочного прибора*, а также выполнить непосредственно визуализацию *перемещения объекта*, используя возможности двухмониторного экрана, т.е. траектория возможного перемещения объекта должна проходить по обоим подключенным к операторской станции мониторам. Так же на экране *обязательно* должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2012-го года», Ф.И.О. участника и логоти TRACE MODE.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* получит корректные данные об объекте от сервера и одновременно продемонстрирует на экранах реальное перемещение объекта.

### Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2012 – 2013 г.г.)

#### Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы управления фейерверком (пиротехническими ракетами) в базовой версии TRACE MODE **6.08**.

Количество пиротехнических ракет – 4, пуск должен осуществляться как индивидуально для любой из четырех в произвольном порядке, так и залпом.

Процедура пуска ракет осуществляется устройством связи с объектом (УСО), подключенным к последовательному порту ПК (операторской станции), протокол обмена – Modbus/RTU. В операторской станции для связи с УСО используется последовательный порт COM1 со следующими настройками: 115200,n,8,1 без управления передачей. Адрес УСО - 1. Количество управляющих дискретных выходных сигналов (coils) в УСО – 4. Смещение coils в области памяти УСО 0, 1, 2 и 3, а установка указанных дискретных выходных сигналов в состояние логической 1 осуществляет пуск ракеты (соответственно 1-ой, 2-ой, 3-ей и 4-ой).

Необходимо сконфигурировать для операторской станции отчет тревог и фиксировать в нём факт пуска ракет.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием процесса;
- мнемосхема процесса;
- средства осуществления индивидуального и залпового пуска ракет;
- строка отчета тревог.

### При разработке графического экрана рекомендуется использовать библиотечные графические объекты.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными нуль-модемный кабель и симулятор ModBus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

#### Примерный вид графического экрана:



И



Здесь мнемосхема процесса выполнена с помощью ГЭ Объёмный цилиндр и библиотечного графического объекта – industrial_2 (отредактирована верхняя часть и добавлено название пиротехнической ракеты Салют). Для управления пуском ракет применены ГЭ Кнопка. В нижней части экрана с помощью ГЭ Строка ОТ выводится последняя запись из файла отчета тревог и, наконец, в верхней части графического экрана на фоне ГЭ Градиент указано название процесса, расположен логотип TRACE MODE и по центру выводится текущее время с использованием ГЭ Дата и время.

#### Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



PAC

Требуется создать проект автоматизированной системы дозирования жидкого продукта в *базовой* версии **TRACE MODE 6.08**.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).

#### Описание технологического процесса (ТП):

Дозируемый жидкий продукт находится в технологической емкости. В нижней части технологической емкости находится сливное отверстие, под которым устанавливается тарная емкость для наполнения продуктом. Открытие/закрытие сливного отверстия осуществляется клапаном. Оператор задает величину требуемого объёма продукта и дает команду на наполнение тарной емкости.

### ВНИМАНИЕ! Используемые в задании емкости и клапан – модели TRACE MODE, соответственно Резервуар и Клапан.

#### Исходные данные:

Продукт в количестве **50000** условных объёмных единиц (у.о.е.) содержится в емкости вместимостью **55000** у.о.е. Максимальная скорость расхода из емкости составляют **100** у.о.е./с. Вместимость тарной емкости **12000** у.о.е.

Время хода клапана составляет 10 секунд, управление клапаном потенциальное.

Необходимо выполнять отпуск продукта из технологической в тарную емкость в диапазоне объёмов 2000 ÷ 10000 у.о.е. с относительной погрешностью не более 1.5%.

#### ВНИМАНИЕ! Текущее положение модели клапана определять как процент закрытия.

Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в операторской станции – второй.

#### На графическом экране операторской станции должны быть:

- логотип TRACE MODE;
- заголовок с названием ТП;
- **мнемосхема ТП** с величинами задания, объёмов продуктов в емкостях, текущим положением клапана и величиной относительной погрешности заполнения тарной емкости;
- тренд сигнала начала процесса дозирования;
- средства задания требуемого количества отпускаемого продукта и запуска процесса дозирования

**Отладку** проекта можно производить как **на** двух **ПК** (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор (hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

Примерный вид графического экрана:

Система дозирования Трасе			
КОЛИЧЕСТВО 10000 СТАРТ	№ № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № № №	00 10.47.00 10.47.15	10:47:30
Относит	39999.0	0.01	

В верхней части экрана на подложке - **графический элемент (ГЭ) Цилиндр** выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже расположены **ГЭ Кнопки**, первая - **Количество** для задания величины отпускаемого продукта (отображение введенного значения выполняется с помощью **ГЭ Текст** находящейся справа), вторая – **СТАРТ** для запуска процесса дозирования. **ГЭ Тренд** предназначен для фиксации на экране момента старта процесса дозирования. В средней части экрана выполнена мнемосхема ТП с помощью объёмных **ГЭ Емкость**, **Труба**, **Клапан**, **Цилиндр** и **Конус**. Значения технологических параметров отображаются с помощью **ГЭ Текст**. Кроме того, объемы продукта в емкостях показаны с помощью *гистограмм*, размещенных за объемными **ГЭ** с *ненулевой* прозрачностью, а положение клапана – с помощью гистограммы прямоугольной формы.

#### Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ.



Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы управления электродвигателем.

Непосредственное управление электродвигателем осуществляется инвертором **MITSUBISHI FR-A700**. Команды для задания параметров вращения вала двигателя (частота вращения) и управление режимами работы двигателя (вперед/назад/стоп) формируются сервером – монитором реального времени (MPB) TRACE MODE, подключенному к инвертору по интерфейсу **RS-485** с протоколом обмена **MODBUS RTU**.

В группе каналов **For Remote Control** *сервера* созданы каналы:

- Set_Invertor_Status для задания текущего режима работы двигателя (1 стоп, 2 вперед, 4 назад);
- Get_Current_Frequency текущая частота вращения вала двигателя;
- Задание частоты для задания частоты вращения вала двигателя (0-100 Гц)

Участники финала, взяв за основу проект сервера, разрабатывают клиентский узел (Console) для управления электродвигателем. На графическом экране ПК необходимо задавать частоту вращения вала двигателя, выполнять команды управления двигателем и с помощью ГЭ Тренд отображать текущую частоту вращения вала двигателя. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2013-го года», Ф.И.О. участника и логотип TRACE MODE.

Участник 1 должен запустить двигатель с параметрами: f=37.73 Гц, вперед. Участник 2 должен запустить двигатель с параметрами: f=73.37 Гц, назад.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* запустит двигатель с заданными параметрами.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2013 – 2014 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы управления испытательного вибростенда в базовой версии **TRACE MODE 6.09**. Процесс испытания оборудования выполняется с помощью приложения *гармонических (синусоидальных)* или *случайных* колебаний к платформе



стенда в горизонтальной плоскости. Непосредственным управлением стендом, т.е. заданием величины и направлением движения платформы занимается специализированный контроллер с протоколом обмена Modbus/TCP. Адрес контроллера – 1, его ІР-адрес 192.168.10.100. Приемный двухбайтовый регистр контроллера – HOLDING REGISTER имеет адрес 0001. Полному диапазону перемещений платформы от крайнего левого до крайнего правого положений соответствует диапазон кодов (0 ÷ 4095). Период выдачи управляющих команд стенду – 10 мс.

Разрабатываемая система должна реализовывать следующие действия:

- выбор одного из двух возможных типов колебаний (гармонические/случайные);
- изменение амплитуды колебаний в диапазоне (0 ÷ 100)%;
- запуск/останов стенда.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- мнемосхема со средствами управления стендом и визуализацией колебаний;
- тренд формируемых колебаний.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными симулятор ModBus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

#### Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в *базовой* версии **TRACE MODE 6.09** проект автоматизированной системы **поддержания уровня** жидкого продукта.

Проект должен содержать два узла:

- **EmbeddedRTM** (контроллер), предназначен для непосредственного управления технологическим процессом.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для выдачи команд управления и отображения протекания технологического процесса на графическом экране (мнемосхеме).



#### Описание технологического процесса (ТП):

Жидкий продукт нагнетается в технологическую емкость через два патрубка. На обоих патрубках установлены входные задвижки. В нижней части технологической емкости находится сливной патрубок, оснащенный выходной задвижкой. Оператор имеет возможность задавать величину поддерживаемого уровня продукта в технологической емкости и управлять входными задвижками. Управление выходной задвижкой осуществляется контроллером в автоматическом режиме.

ВНИМАНИЕ! Используемые в задании емкость и задвижки – модели TRACE MODE, соответственно Резервуар и Задвижка.

#### Исходные данные:

Вместимость технологической емкости 10000 условных объёмных единиц (у.о.е.).

Максимальная скорость поступления продукта в технологическую емкость через входные патрубки составляет соответственно **40** и **80** у.о.е./с. Время хода входных задвижек соответственно **10** и **20** с.

Максимальная скорость расхода из емкости через выходной патрубок составляют **300** у.о.е./с, время хода выходной задвижки – 0.5 с.

Уровень заполнения технологической емкости в относительных единицах (отн. ед.) рассчитывается как одна сотая от текущего объема продукта находящегося в емкости.

Управление задвижками потенциальное. В начальном положении входные задвижки закрыты, технологическая емкость пуста.

#### Алгоритм работы системы:

- 1. оператор задает произвольную величину уровня заполнения жидким продуктом технологической емкости в диапазоне (5 ÷ 95) отн. ед;
- 2. оператор открывает в *произвольном порядке* входные задвижки для заполнения емкости продуктом;
- 3. контроллер управляет выходной задвижкой для поддержания заданного оператором уровня с погрешностью не более ±5 отн. ед;
- 4. оператор управляет входными задвижками и изменяет величину поддерживаемого уровня:
  - с целью уменьшения уровня заполнения емкости *при любом положении* входных задвижек;
  - с целью увеличения уровня заполнения емкости *при любой одной или обеих открытых* входных задвижках.

### ВНИМАНИЕ! Текущее положение задвижки в модели следует определять через процент закрытия.

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

#### Проект должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- тренд уровня заполнения технологической емкости;
- средства для задания и индикации уровня ;
- средства управления входными задвижками с индикацией их текущего состояния;
- средства индикации текущего состояния выходной задвижки.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

#### Примерный вид графического экрана (см. выше):

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположен ГЭ Тренд с отображением четырех кривых – задания величины уровня, текущее значение уровня, максимально и минимально допустимые значения уровня. Под трендом отрисована мнемосхема процесса: объемный полупрозрачный ГЭ Цилиндр как технологическая емкость, на нее с помощью ГЭ Текст выводятся значения величины задания уровня, текущее значение уровня, максимально и минимально допустимые значения уровня. За цилиндром находится ГЭ Прямоугольник с настроенной *динамической заливкой* для отображения величины текущего уровня. С помощью объемных ГЭ Труба выполнены входные и выходной патрубки. Для отображения на мнемосхеме задвижек использован объемный ГЭ Клапан. Для выходной задвижки с помощью ГЭ Текст, настроенных как *текстовые индикаторы*, отображаются сигналы концевых выключателей и текущая команда управления задвижкой. Управление входными задвижками выполнено с использованием ГЭ Группа кнопок. Индикация движения жидкого продукта по патрубкам выполнено с помощью ГЭ Поток. Ну и, наконец, ГЭ Кнопка применена для задания произвольного значения уровня заполнения технологической емкости.

#### Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БУНКЕРОМ



Контроллер X-PAC Atom

Необходимо выполнить разработку автоматизированной системы управления бункером.

В базе каналов TRACE MODE узла EmbeddedRTM (контроллер X-PAC с OC WINDOWS XP Embedded), работающего под управлением исполнительного модуля Micro TRACE MODE 6.09, создано два бункера из *моделей* TRACE MODE Peзервуар и Задвижка - Бункер А и Бункер Б. Финалистам необходимо разгрузить «свой» бункер, подав команду на открытие задвижки. Изначально оба бункера полностью, т.е. на 100% заполнены, а пустым бункером считается тот, в котором текущее заполнение составляет менее 1%.

В группе каналов БУНКЕР А узла EmbeddedRTM созданы каналы:

- Бункер А текущее заполнение Бункера А в %;
- Команда управления Бункером А для управления задвижкой Бункера А (1 открыть);

В группе каналов БУНКЕР Б узла EmbeddedRTM созданы каналы:

• Бункер Б – текущее заполнение Бункера Б в %;

• Команда управления Бункером Б – для управления задвижкой Бункера Б (1 – открыть);

Участники финала, взяв за основу проект, созданный для узла контроллера, разрабатывают серверный узел (RTM) для управления бункером. На графическом экране ПК необходимо выполнять команду управления задвижкой бункера с помощью ГЭ Кнопка, фиксировать в отчете тревог и на ГЭ Строка ОТ прохождение команды управления задвижкой в контроллер, с помощью ГЭ Текст, ГЭ Тренд, а также, используя объемный ГЭ Емкость с настроенной динамической заливкой отображать текущее заполнение бункера. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2014-го года», Ф.И.О. участника и логотип TRACE MODE.

Участник 1 управляет Бункером А. Участник 2 управляет Бункером Б.

Победителем будет признан тот участник, который *первым* разгрузит бункер.

### Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2014 – 2015 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение для резервного пульта управления движением судна. Процесс управления судном заключается в задании *азимута* и *скорости* движения. Исполнительными механизмами судна управляет



специализированный контроллер с протоколом обмена Modbus RTU. Адрес контроллера – 1, параметры последовательного порта - 115200,n,8,1. Приемные двухбайтовые регистры контроллера – HOLDING REGISTER: по азимуту - адрес 0001, по скорости - 0002. На IIК используется последовательный порт COM1. Передача данных в

контроллер должна осуществляться одной транзакцией (*для специалистов, для студентов можно двумя*).

Разрабатываемая система должна давать возможность производить следующие действия:

- выбор азимута из фиксированного списка: N (0⁰), NE (45⁰), E (90⁰), SE (135⁰), S (180⁰), SW (225⁰), W (270⁰), NW (315⁰);
- выбор скорости из фиксированного списка: СТОП (0 узлов), ТОВСЬ (3 узла), МАЛЫЙ (7 узлов), СРЕДНИЙ (15 узлов), ПОЛНЫЙ (25 узлов), САМЫЙ ПОЛНЫЙ (30 узлов);
- передачу выбранных значений азимута и скорости в контроллер.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- средства задания параметров движения судна;
- индикатор направления и скорости движения судна.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными два последовательных порта на одном ПК, нуль-модемный (кросс-) кабель и симулятор Modbus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

#### Примерный вид графического экрана:

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже слева расположена роза ветров, на которой с помощью **ГЭ Текст** производится выбор фиксированных значений азимутов движения судна. Ниже справа расположен выполненный с помощью **ГЭ Группа кнопок** машинный телеграф для выбора фиксированных значений скоростей движения судна. Ниже по центру расположен **ГЭ Тренд XY** с отображением двух точек: фиксированная по центру тренда белая точка указывает текущее положение судна, красная – положение судна через час в полярных координатах (определяется выбранным направлением и скоростью). Под трендом отрисована **ГЭ Кнопка**, с помощью которой производится передача параметров движения в контроллер.



*Typ 2. SCADA/HMI* + *SOFTLOGIC* 



Требуется создать в *базовой* версии **TRACE MODE 6.09** программное обеспечение для автоматизированной системы контроля совпадений.

Проект должен содержать два узла:

- EmbeddedRTM (контроллер), предназначен для получения данных по трем измерительным позициям X, Y и Z.
- **RTM** (операторская станция), предназначен для получения данных от контроллера, фиксации в канале класса **СОБЫТИЕ** совпадений данных *по всем* измерительным позициям в каждый момент времени, а также для визуализации как поступающих данных, так и совпадений данных на графическом экране.



#### Исходные данные:

Для имитации сигналов в узле контроллера используется программа Signals_X_Y_Z, находящаяся в предоставляемой пользовательской библиотеке *tmdevenv.tmul*. Погрешность единичного (отдельного) измерения по любой из измерительных позиций

составляет ± 2.5 %. Необходимо фиксировать времена возникновения и исчезновения десяти последних совпадений.

**Обмен данными** между контроллером и операторской станцией осуществляется **по сети**. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться **первый** сетевой адаптер, в операторской станции – **второй**.

#### Проект должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- тренды для поступающих данных по трем измерительным позициям;
- средства для визуализации совпадений.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

#### Примерный вид графического экрана (см. выше):

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположены три ГЭ Тренд с вертикальным отображением кривых – данных получаемых по измерительным позициям X, Y и Z. Под трендами расположен ГЭ Событие для визуализации происходящих совпадений. Над трендами присутствует ГЭ Текст, отображающий надпись «СОВПАДЕНИЕ ЕСТЬ!» в момент фиксации совпадения.

#### Задание финального тура. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПЛК МК-500-12



Используя базовую версию SCADA TRACE MODE 6.09.2, подключиться с ПК под управлением OC WINDOWS 8.1 к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) МК-500-12 по сети ETHERNET (способ подключения аналогичен KP-500 по IP).

Финалист А выполняет подключение к контроллеру А, имеющему номер 1 и настроенный IP-адрес 192.168.10.173 с открытым для доступа по TCP портом 7000.

Финалист Б выполняет подключение к контроллеру Б, имеющему номер 1 и настроенный IP-адрес 192.168.10.174 с открытым для доступа по TCP портом 7000.

Оба финалиста должны получить значение температуры окружающего воздуха в градусах Цельсия, измеряемое *внешним датчиком температуры* ПЛК, используя для этого выход 0 алгоблока 0. Кроме того, необходимо считать из ПЛК значения трех параметров A, Б и B (соответственно выходы 1, 2 и 3 алгоблока 0), просуммировать их и записать во вход 1 алгоблока 3, используя тип Bxog(0-255).

Участники финала разрабатывают серверный узел (**RTM**) для обмена данных с ПЛК. На графическом экране ПК необходимо отобразить снимаемую с контроллера температуру в числовом виде и с помощью ГЭ Тренд в границах 20 – 40 °С, а так же значения параметров А, Б и Ц и их суммы с помощью ГЭ Текст. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2015-го года», Ф.И.О. участника и логотип TRACE MODE.

Победителем будет признан тот участник финала, который:

- 1. *первым* получит и отобразит на графическом экране корректное значение температуры;
- 2. передаст в контроллер корректную сумму параметров A, Б и  $B^1$ .

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2015 – 2016 г.г.)

#### *Typ 1.* SCADA/HMI + PLC





Создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение измерительновычислительной системы (ИВС) стенда огневых испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).

¹ в ПЛК автоматически сличаются значения внутренней и принимаемой от ПК сумм с выводом результатов на экран планшета.

ИВС должна опрашивать с периодом 100 миллисекунд следующие аналоговые сигналы:

- **РТ1** (давление в топливном баке, отн. единиц);
- **FT** (расход через дренажный клапан, отн. единиц);
- LT (уровень в топливном баке, отн. единиц);
- РТ2 (давление в камере сгорания, отн. единиц);
- ТТ (температура в камере сгорания, отн. единиц).

Процесс запуска испытаний инициируется посылкой логической единицы в дискретный вход СМD.

ВНИМАНИЕ! Имитатор сигналов стенда – программа ЖРД находится в слое Шаблоны_программ объекта Stand библиотеки SCADA_Champ_2016, сохраненной в файле tmdevenv.tmul (необходимо скачать <u>отсюда</u> и записать в папку C:\Users\All Users\AdAstra\Trace Mode IDE 6 Base\ для OC Windows 7/8.1 или в C:\:Documents and Settings\All Users\Application Data\AdAstra\Trace Mode IDE 6\ для OC Windows XP). Входным аргументом программы ЖРД является CMD, выходными – PT1, FT, LT, PT2 и TT.

Разрабатываемая система должна давать возможность производить следующие действия:

- запускать испытание;
- сохранять в СПАД-архиве измеренные значения;
- вычислять с точностью до миллисекунды время установления рабочего режима ЖРД от момента запуска до момента достижения измеряемым параметром **РТ2** величины равной **95 отн. единиц**.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- текущее время;
- мнемосхема стенда огневых испытаний с кнопкой запуска;
- тренд измеряемых параметров.

При задании настроек тренда исходить из примерного времени проведения испытаний 3-4 минуты.

#### Примерный вид графического экрана:

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположена мнемосхема стенда огневых испытаний, выполненная с помощью объемных ГЭ Емкость, Клапан, Сфера, Конус и Труба. Вывод на мнемосхему измеренных и вычисленных значений параметров осуществляется с помощью ГЭ Текст, вставленных в ГЭ Эллипс. Запуск проведения испытаний выполняется с помощью ГЭ Кнопка, расположенной в левой части экрана. В нижней части экрана расположен ГЭ Универсальный тренд, на который выводятся все формируемые и измеряемые параметры.



Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в *базовой* версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение **информационно-измерительной управляющей системы (ИИУС)** запуска ракеты и сбора телеметрической информации о работе двигателя.

Проект должен содержать два узла:

• EmbeddedRTM (бортовой контроллер с OC Windows CE, размещенный в приборном отсеке ракеты), предназначен для вывода на расчетную траекторию одноступенчатой жидкостной ракеты путем непосредственного управления ее двигателем.

• **RTM** (*APM onepamopa - ПК с OC Windows 7/8.1, размещенный на наземном пульте управления запуском*), предназначен для выдачи команды запуска ракетного двигателя, запроса телеметрических данных от контроллера и визуализации их на графическом экране.



#### Исходные данные:

Численные значения параметров будут указываться в условных массовых, объемных и тепловых единицах, соответственно – у.м.е., у.о.е. и у.т.е.

Для имитации узлов ракеты необходимо использовать *модели* TRACE MODE:

- топливный бак Резервуар;
- топливный кран Клапан;
- камера сгорания Печь.

Начальная заправка топливного бака – 5000 у.о.е., плотность топлива равна 1 у.м.е./у.о.е. Время хода топливного крана – 30 с, максимальная скорость поступления топлива из топливного бака в камеру сгорания – 500 у.м.е./с.

Считать температуру топлива, поступающего в камеру сгорания, равной 0°С, а максимальное значение выделяемого в камере сгорания тепла – 100000 у.т.е./с (соответствует максимальной скорости поступления топлива из топливного бака). Камера сгорания оборудована системой принудительного охлаждения, включающейся автоматически при подаче команды на закрытие топливного крана. В этом случае величина подводимого тепла в камеру сгорания снижается до 0.000001 у.т.е./с, при этом величина отводимого тепла – 5000 у.т.е./с

#### Алгоритм работы ИИУС:

После своего включения APM непрерывно запрашивает от контроллера данные по запасу топлива в топливном баке, температуре в камере сгорания и положению штока топливного крана (*рекомендуется использовать в качестве последнего параметр* «*процент закрытия» модели клапана*). По команде запуска от APM контроллер начинает управлять топливным краном до момента вывода на расчетную траекторию, при этом допустимая температура в камере сгорания должна поддерживаться в пределах 2500± 50°C. Считать условием достижением расчетной траектории расход ~ 4000 у.м.е. топлива, после чего необходимо топливный кран закрыть, а оставшееся количество ракетного топлива будет востребовано для маневрирования на конечном участке траектории, но по командам уже другой системы.

Обмен данными между контроллером и APM оператора осуществляется по специальному «прозрачному» последовательному каналу передачи данных. В контроллере должен использоваться последовательный порт COM1, в APM оператора– COM2. Настройки порта – 115200,n,8,1

#### Графический экран АРМ оператора должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- кнопку запуска ракетного двигателя;
- средства отображения текущих данных от контроллера;
- тренд для визуализации данных от контроллера и сигнала запуска двигателя.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК имеющих по одному последовательному порту, соединенных нуль-модемным (кросс-) кабелем (на каждом предварительно установить базовую версию TRACE MODE), так и на одном ПК с двумя последовательными портами – реальными или виртуальными.

#### Примерный вид графического экрана (см. выше):

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. Ниже расположены ГЭ Кнопка для выполнения операции запуска двигателя, три ГЭ Показывающий прибор для отображения телеметрии от контроллера. Под приборами расположен ГЭ Тренд для визуализации истории получения данных от контроллера и сигнала запуска двигателя. Над трендом присутствует ГЭ Текст, отображающий надпись «ВЫХОД НА РАСЧЕТНУЮ ТРАЕКТОРИЮ!» в момент полного отключения подачи топлива в камеру сгорания.



Задание финального тура. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ



Необходимо выполнить разработку программного обеспечения автоматизированной системы управления роботом.

В базе каналов TRACE MODE узла EmbeddedRTM созданы две группы каналов – ROBOT1 и ROBOT2. Расположенные в них каналы AI#1 (контроль батарей на ROBOT1) и AI#2 (контроль батарей на ROBOT2) предназначены для контроля текущего напряжения батарей, обеспечивающих питание соответствующих роботов. Каналы Старт(1) и Старт(2), также расположенные в группах ROBOT1 и ROBOT2, при подаче в них единичного импульса (*om 20 мс*) запускают программы механического перемещения в пространстве манипуляторов роботов – соответственно POБОТ1 и POБОТ2 (см. рисунок).

Финалистам необходимо **считать** из контроллера значение напряжения батареи и **подать команду**, запускающую программу перемещения манипулятора **«своего»** робота.

Участники финала, взяв за основу проект **ROBOTS.prj**, выполняют разработку существующего узла **ROBOT_CONTROL**.

На графическом экране ПК *необходимо* выполнять команду управления роботом с помощью ГЭ Кнопка, выводить на экран текущее значение напряжения батареи в диапазоне (0-10) В и команду управления роботом с помощью ГЭ Тренд. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2016-го года»,  $\Phi.И.O.$  участника и логотип TRACE MODE.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* считает корректное значение *напряжения* питания батареи и *запустит* программу управления *роботом*.

#### Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2016 – 2017 г.г.)

Typ 1. SCADA/HMI + PLC

Требуется создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение системы наблюдения за подвижными подводными объектами. Система состоит из трех частей (см. puc.1):



**1** - затопляемый буй с чувствительным элементом, вычислительно-регистрирующим блоком и аппаратурой связи (далее устройство);

2 - плавающий буй с приёмо-передающей антенной;

3-командный пункт (ПК);

4 – наблюдаемый объект.

Сигналы, соответствующие направлению на наблюдаемый объект (проекции по параллели и меридиану), вычисляемые глубина погружения и дистанция до объекта, а также географические координаты самого устройства и некоторые другие параметры, фиксируются устройством и передаются по запросу от командного центра по имеющемуся каналу связи.

Протокол обмена данными с устройством – МЭК 60870-5-104, общие протокольные параметры: ASDU (размер общего адреса ASDU в байтах) – 2; COT (размер причины передачи в байтах) – 2; IOA (размер адреса объекта информации в байтах) – 2. Homep устройства – 3

**IP-адрес** устройства – 62.105.137.100

Считываемые из устройства параметры:

Параметр	Адрес (IOA)	Тип данных (IDT)
Проекция по параллели (безразмерная	700	13
величина в диапазоне от –1 до 1)		
Проекция по меридиану (безразмерная	701	13
величина в диапазоне от -1 до 1)		
Глубина объекта, м	702	13
Дистанция до объекта, кабельтовых	703	13
Координата устройства по широте, град	704	13
Координата устройства по долготе, град	705	13
Заряд батареи, %	706	13

#### <u>Требуется:</u>

**считать** все вышеперечисленные параметры из устройства и **вычислить азимут** на наблюдаемый подводный объект, используя величины проекций по параллели и по меридиану.

#### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- текущее время;
- величины параметров, считанных с устройства;
- тренд ХҮ с отображением текущего положения наблюдаемого объекта относительно устройства, выраженного проекциями по параллели и меридиану.

#### Примерный вид графического экрана:

В верхней части экрана на подложке (графический элемент (ГЭ) Цилиндр) выводится название проекта, логотип **TRACE MODE** и текущее время с использованием ГЭ Дата и время. С помощью ГЭ Текст отображаются величины считанных из устройства параметров и вычисленная величина азимута. В центральной части экрана с помощью ГЭ Тренд XY визуализируется положение наблюдаемого объекта. В нижней части экрана на подложке с помощью ГЭ Текст, настроенного в режиме текстового индикатора, выводится информация о текущем состоянии обмена данными с устройством.



#### *Typ 2.* SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в *базовой* версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение (ПО) информационно-измерительной управляющей системы (ИИУС) беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для исполнения процедур передачи на борт полётного задания, запуска БПЛА и сбора телеметрической информации о текущих параметрах полёта.



Проект должен содержать два узла:

- EmbeddedRTM (бортовой контроллер БПЛА с OC Windows CE), предназначен для непосредственного управления аппаратом по курсу и профилю полета.
- **RTM** (*APM onepamopa ПК с OC Windows 7/8.1, размещенный в наземном центре управления полетом*), предназначен для ввода в бортовой контроллер БПЛА полетного задания (массива данных по курсу и профилю полета), выдачи команды запуска БПЛА и запроса телеметрических данных от контроллера БПЛА для визуализации их на графическом экране.

#### Исходные данные:

Полетное задание содержится в файле электронной таблицы *Excel <u>Полетное задание</u>* <u>для БПЛА.xls</u> и содержит два столбца – **КУРС** и **ПРОФИЛЬ** по **ста** точкам полета.

#### Алгоритм работы ИИУС:

После старта исполнительного модуля **TRACE MODE** на APM по командам оператора выполняется **последовательное считывание всех данных** по курсу и профилю полета и **передача их в полном объеме** в бортовой контроллер. По получении **всех** данных бортовой контроллер сигнализирует APM о своей готовности к запуску. После выполнения данного условия оператор подает команду на запуск БПЛА. Получив команду запуска от APM, бортовой контроллер с периодом 0.5 секунды последовательно выдает на исполнительные механизмы аппарата значения курса и профиля полетного задания.
Текущие значения курса и профиля полета от бортового контроллера APM запрашивает непрерывно для отображения их на экране. Считать условием достижения конечной точки полета аппарата выдачу последней (сотой) пары значений курса и профиля.

Обмен данными между бортовым контроллером и APM оператора осуществляется по защищенному беспроводному сетевому каналу связи. При настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в операторской станции – второй.

Графический экран АРМ оператора должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- кнопки загрузки в бортовой контроллер данных по курсу и профилю полета;
- кнопку запуска БПЛА;
- тренды для визуализации данных, получаемых от контроллера, и сигнала запуска.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».

#### Примерный вид графического экрана:

В верхней части экрана на подложке (**графический элемент (ГЭ) Цилиндр**) выводится название, логотип TRACE MODE и текущее время с использованием **ГЭ Дата и время**. Ниже расположены два **ГЭ Кнопка** для выполнения операций загрузки в бортовой контроллер данных по курсу и профилю полета (текст, выводимый на кнопках, динамизирован), а также **ГЭ Кнопка** для и запуска БПЛА. В центральной части экрана выполняется отображение телеметрии, поступающей от бортового контроллера аппарата, посредством двух **ГЭ Тренд** с вертикальной ориентацией.



**ВНИМАНИЕ!** Готовый проект - файл с расширением .prj и папку проекта (можно в запакованном виде, используя zip), необходимо как можно скорее отправить по адресу <u>champ@adastra.ru</u>, указав в поле Тема "SCADA чемпионат 2 тур. ФИО. Организация".

# Задание финального тура СИСТЕМА ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ



Требуется выполнить разработку программного обеспечения автоматизированной системы дискретного управления.

В группе каналов MODBUS_Write_Single_Coil узла RTM_SERVER проекта final_champ_2017.prj созданы два канала *дискретного выхода* – W_SingleCoil(5)#LEFT и W_SingleCoil(5)#RIGHT, предназначенные для управления от модуля ET-2260 двумя группами исполнительных устройств: Лампа 1/Вентилятор 1 и Лампа 2/Вентилятор 2 соответственно (см. рисунок). Включение группы осуществляется посылкой кода 0x1 в соответствующий канал TRACE MODE, выключение – посылкой кода 0x0.

В группе каналов MODBUS_Read_Coils узла RTM_SERVER создан канал *дискретного входа* Rout_Byte(1)#1, атрибуты которого Бит1 и Бит2 индицируют состояние *дискретных выходов*, управляющих группами устройств 1 и 2 *соответственно*.

Участники финала, взяв за основу проект final_champ_2017.prj, выполняют разработку существующего узла типа EmbeddedConsole, предназначенного для запуска в планшетном ПК под управлением исполнительного модуля TRACE MODE SCADA MOBILE. На графической панели узла *необходимо* исполнять и контролировать исполнение команды управления группой устройств с помощью ГЭ Кнопка XOR и ГЭ Выключатель 4. Так же на экране обязательно должна быть выполнена надпись «Финал SCADA-чемпионата 2017-го года», Ф.И.О. участника и логотип TRACE MODE.

Выполнив разработку проекта, финалисты должны загрузить в планшетный ПК папку разработанного узла EmbeddedConsole и выполнить запуск исполнительного модуля TRACE MODE SCADA MOBILE.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* подаст команду и включит «свою» группу устройств с подтверждением прохождения команды.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2017 – 2018 г.г.)

# Typ 1. SCADA/HMI + PLC

Создать в базовой версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение системы контроля нейтронного потока в ядерном ракетном двигателе (ЯРД) межпланетного космического корабля. Система состоит из следующих частей (см. рис.1):



- ядерного ракетного двигателя, где

- 1-биологическая защита;
- 2-активная зона;
- 3-сопло;
- 4-отражатель;
- 5 датчики нейтронного потока;
- трех измерительно-передающих блоков (ИПБ);
- сетевого коммутатора;
- бортового ПК.

Сигналы от размещенных в отражателе датчиков нейтронного потока в количестве трех штук поступают на входы соответствующих измерительно-передающих блоков - ИПБ. В блоках производится обработка сигналов с представлением величины нейтронного потока в виде вещественного числа с *одинарной* точностью, которые по запросу передаются в бортовой ПК.

Протокол обмена данными с ИПБ – Modbus TCP. Величина нейтронного потока находится в двух смежных входных регистрах (INPUT REGISTER) с начальным адресом 30000 (3 – идентификатор области данных). IP-адрес для всех ИПБ – 192.168.10.3. Адреса измерительно-передающих блоков:

ИПБ 1 – 1; ИПБ 2 – 2;

ИПБ 2 – 2, ИПБ 3 – 3

### Требуется:

Считывать величины нейтронного потока от всех ИПБ и выполнять следующую обработку:

- если все полученные значения достоверны, то за *истинное* значение принимается медианное. Для остальных двух необходимо вычислять относительное отклонение от медианы, причем в случае его превышения более чем на ±15% сигнализировать оператору изменением цвета отображаемого значения;
- если достоверны лишь два значения, за *истинное* принимается их среднее арифметическое;
- если достоверно одно, то оно и принимается за *истинное*;
- если недостоверны все три значения выполняется сигнализация оператору «Данные недостоверны!».

### На графическом экране должны быть:

- заголовок с названием проекта;
- логотип TRACE MODE;
- текущее время;
- мнемосхема технологического объекта;
- величины нейтронного потока, считанные из ИПБ;
- истинное значение нейтронного потока с сигнализацией о достоверности показаний.

#### Примерный вид графического экрана:



Для экспресс-отладки проекта может оказаться полезным симулятор Modbus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.

# Typ 2. SCADA/HMI + SOFTLOGIC



Требуется создать в *базовой* версии **TRACE MODE 6** программное обеспечение **автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)** экзотермического процесса.

Проект должен содержать два узла:

- **RTM** (*APM onepamopa ПК с OC Windows*), предназначен для задания величины мощности и выдачи команды останова технологического процесса (ТП), запроса данных от контроллера по мощности и расчетным параметрам, а также для визуализации данных на графическом экране.
- Embedded_RTM (контроллер с OC Windows CE), предназначен для непосредственного управления ТП, вычисления с точностью до миллисекунд величины Тост временного интервала от момента подачи команды останова T1 при установившемся значении мощности до момента времени T2 достижения ею минимального контролируемого уровня и расчета Woct энергии, выделяемой за время останова (см. область с заливкой желтого цвета).



## Исходные данные:

ВНИМАНИЕ! ТП представлен моделью - шаблоном программы NR в файле проекта TRACE MODE базового формата tour_2_initial.prj, доступного для скачивания отсюда. Входными аргументами программы являются Emergency_Protection и SetPoint, выходным – POWER. Посылка «1» во входной аргумент Emergency_Protection приводит к запуску процедуры останова ТП, аргумент SetPoint предназначен для задания величины мощности, выходной аргумент – мощность. Величина задания мощности указывается в условных величинах (у.в.) в диапазоне 0÷100.

За минимально контролируемый уровень мощности ТП принята величина равная 5 у.в. Период пересчета базы каналов узла EmbeddedRTM – 100 миллисекунд.

## Требуется:

Настроить обмен данными между контроллером и APM оператора по сети. В контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в APM оператора – второй.

## Графический интерфейс АРМ оператора должен включать:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- средства формирования величины задания мощности ТП;
- кнопку останова ТП;
- тренд для визуализации данных от контроллера;
- средства отображения Тост и Wост.

### Примерный вид графического экрана АРМ:



Проведение отладки проекта можно производить как на двух ПК, имеющих по одному сетевому адаптеру, подключенных к сетевому коммутатору (на каждом предварительно установить базовую версию TRACE MODE), так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами, также подключенными к коммутатору.

## Задание финального тура

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТОВ АСУТП



Требуется выполнить разработку программного обеспечения системы, контролирующей основные параметры работы трех *типовых* производственных цехов предприятия, имеющих разную производительность, а также рассчитывать часовой прогноз общей производительности предприятия.

Каждый из цехов функционирует под управлением независимой одноузловой системы АСУТП, причем, основной параметр **МРВ** – количество готовой продукции (шт.) фиксируется в канале класса **HEX16** представления **DEC** с **ID=1**. **IP**-адреса MPB цеховых систем: **192.168.10.1**, **192.168.10.2** и **192.168.10.3** соответственно.

Участники финала выполняют разработку проекта, считывающего по сети из цеховых АСУТП значение основного параметра, выполняют расчеты по текущему количеству готовой продукции предприятия и часовому прогнозу производительности по *линейной* модели с накоплением данных за одну минуту. Все считанные и рассчитанные параметры необходимо отображать на графическом экране. Также на экране обязательно должна быть выполнена надпись: «Финал SCADA-чемпионата 2018-го года», Ф.И.О. участника и логотип TRACE MODE.

**Победителем** будет признан тот участник, который *первым* представит *реалистичное* значение прогноза часовой **производительности** производства.

# Чемпионат по скоростному проектированию АСУ ТП в SCADA-системе TRACE MODE 6 (2018 - 2019 г.г.)

# Typ 1. SCADA/HMI + PLC



Создать проект системы вентиляции воздуха в базовой версии TRACE MODE 6.10.2.



Непосредственное управление оборудованием системы осуществляется специализированным контроллером с протоколом обмена данными **Modbus/TCP**. Адрес контроллера – 1, его **IP-адрес** – 192.168.10.4. Запрашиваемые у контроллера данные приведены в таблицах:

N⁰	Наименование	Область	Регистр	Регистр (НЕХ)	Примечание
		данных	(DEC)		
1	Температура наружного воздуха, °С	INPUT	256	100	FLOAT
		REGISTERS			(IEEE754)
2	Температура горячей воды (калорифер),	INPUT	258	102	-
	°C	REGISTERS			
3	Температура холодной воды	INPUT	260	104	-
	(охладитель), °С	REGISTERS			
4	Температура приточного воздуха, °С	INPUT	262	106	-
		REGISTERS			
5	Температура воздуха в помещении, °С	INPUT	264	108	-
		REGISTERS			
6	Температура удаляемого воздуха, °С	INPUT	266	10a	-
		REGISTERS			
7	Перепад давления на входном фильтре,	INPUT	268	10c	-
	мм.рт.ст	REGISTERS			
8	Перепад давления на выходном фильтре,	INPUT	270	10e	-
	мм.рт.ст	REGISTERS			

N⁰	Наименование	Область данных	Регистр (DEC).Номер бита	Регистр (НЕХ).Номер бита
1	Положение входной заслонки (0-закрыта, 1 – открыта)	DISCRETE INPUTS	16.1	10.1
2	Положение выходной заслонки (0-закрыта, 1 – открыта)	DISCRETE INPUTS	16.2	10.2
3	Состояние приточного вентилятора (0- выключен, 1 – включен)	DISCRETE INPUTS	16.3	10.3

4	Состояние вытяжного вентилятора (0- выключен, 1 – включен)	DISCRETE INPUTS	16.4	10.4
5	Состояние насоса калорифера (0-выключен, 1 – включен)	DISCRETE INPUTS	16.5	10.5
6	Состояние насоса охладителя (0-выключен, 1 – включен)	DISCRETE INPUTS	16.6	10.6
7	Положение клапана горячей воды калорифера (0-закрыт, 1 – открыт)	DISCRETE INPUTS	16.7	10.7
8	Положение клапана холодной воды охладителя (0-закрыт, 1 – открыт)	DISCRETE INPUTS	16.8	10.8

Необходимо каждую секунду производить опрос контроллера и отображать полученные данные на графическом экране. Для диагностики обмена данными с контроллером предусмотреть вывод на экран текущего IP-адреса контроллера и его текстовый статус.

### На графическом экране должны быть*:

- заголовок с названием процесса (ТП);
- логотип TRACE MODE;
- текущее время;
- мнемосхема ТП с отображением величин считанных из контроллера параметров;
- данные диагностики обмена данными с контроллером.

# * - при разработке графического экрана рекомендуется использовать 2-D

# графические объекты – ссылка на базовую tmdevenv.tmul.

Для экспресс-отладки проекта могут оказаться полезными симулятор ModBus-Slave устройства, например, <u>http://www.win-tech.com/demos/modsim32.zip</u> (251 КБ). Однако следует учесть, что время непрерывной работы данного симулятора ограничено тремя минутами.



Примерный вид графического экрана:

## Typ 2. SCADA/HMI + SoftLogic



Создать в базовой версии TRACE MODE 6.10.2 проект автоматизированной системы управления источником когерентного излучения (лазером) по расписанию, включающей два узла – узел EmbeddedRTM ("открытый" контроллер, PAC) и узел RTM (операторская станция, ПК). Обмен данными между контроллером и операторской станцией осуществляется по сети*.



Для управления лазером – подачи напряжения накачки используются восемь мощных независимых контактов, собранных в электрическую цепь по логической схеме «И» - см. таблицу ниже. Для включения источника излучения контроллер должен подать команду для замыкания (ON) всех восьми контактов блока управления напряжением накачки (БУНН) по протоколу обмена данными MODBUS TCP, для выключения – команду для размыкания (OFF) либо для всех контактов, либо для любого (любых) из восьми. Для контроля текущего состояния источника излучения контроллер считывает каждую секунду текущие состояния всех электрических контактов.

-	N⁰	Наименование	Область данных (MODBUS)	Адрес
	1	Контакт 1	COILS	0
	2	Контакт 2	COILS	1
	3	Контакт 3	COILS	2
	4	Контакт 4	COILS	3
	5	Контакт 5	COILS	4
	6	Контакт б	COILS	5
	7	Контакт 7	COILS	6
	8	Контакт 8	COILS	7

Адрес	БУНН –	- <b>1</b> , ег	о <b>IP-адрес</b> –	192.168.10.124
-------	--------	-----------------	---------------------	----------------

ПК операторской станции необходим для задания на графическом экране интервалов работы источника когерентного излучения и ведения непрерывного контроля текущего состояния контактов и наличия связи с контроллером. Для создания расписания работы лазера следует воспользоваться <u>скорректированным</u> библиотечным объектом **RTM_SCHEDULER**, доступным для скачивания <u>отсюда</u>, видео по методике применения объекта здесь.

Контроллер предназначен для непрерывного определения текущего состояния контактов БУНН с передачей их «наверх», а также непосредственного управления контактами по командам, поступающим от ПК.

#### На графическом экране должны быть:

- название проекта;
- логотип TRACE MODE;
- системное время;
- индикатор состояния контактов источника излучения;
- индикация связи с контроллером;
- визуальные средства формирования расписания работы источника излучения.

* - при настройке сетевого обмена в контроллере должен использоваться первый сетевой адаптер, в операторской станции – второй.

Проведение экспресс-отладки проекта можно производить как на двух ПК (на каждом установить базовую версию TRACE MODE), объединенных в сеть, так и на одном ПК с двумя сетевыми адаптерами. В обоих случаях необходимо предварительно настроить протокол TCP/IP и обеспечить физическое подключение адаптеров либо через коммутатор(hub/switch), либо непосредственно сетевым кабелем «точка-точка».



Примерный вид графического экрана операторской станции:

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПО ПРОТОКОЛУ МЭК-104



Необходимо выполнить подключение через заранее настроенную VPN по протоколу МЭК-104 к прибору контроля качества электроэнергии ЩМК96 (Электроприбор, Чебоксары, Россия) с номером 100 (0х64) и IP-адресом 10.2.133.18, размещенному в щитовой ТЭЦ МЭИ. Считываемый из прибора параметр определяется IOA=30001 и IDT=13 (остальные общепротокольные параметры – по умолчанию). Требуется выполнить серию из 60 измерений параметра с периодом равным 1 секунде, обработать полученные из прибора данные и представить результат обработки (систематической ошибкой прибора пренебречь) как:

$$X = X \pm \Delta X$$
, где

X — измеряемый параметр,  $\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$  — среднее значение по п измерениям;  $\Delta X = t_{\alpha n} * S_{\overline{x}}$  — величина случайной погрешности серии измерений;  $t_{\alpha n}$  — коэффициент Стьюдента, равен 2.0 для серии из 60 измерений и доверительной вероятности 0.95;  $S_{\overline{x}}$  — средняя квадратическая погрешность серии измерений;

$$S_{\overline{x}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta x_i^2}{n(n-1)}}$$
 и  $\Delta x_i = \overline{X} \cdot x_i$ 

На графическом экране операторской станции необходимо отображать значение измеряемого параметра, как в цифровом виде, так и на тренде, а также результат

обработки. На графическом экране *обязательно* должна быть надпись: «Финал SCADAчемпионата 2019-го года», логотип TRACE MODE и ФИО финалиста.

**Победителем** будет признан участник, *первым представивший* корректные *результаты обработки измерений*. Сигнал о выполнении задания – поднятие вверх руки участника финала.