DR. BOB DAVIDOV

Система термостатирования на базе промышленного модуля дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110 (RS-485, ModBus)

Цель работы: Освоить канал связи среды разработки системы управления с внешней средой компьютера для построения быстродействующих систем реального времени.

Задача работы: Построить действующую систему термостатирования на базе модели промышленного модуля дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110 (RS-485, ModBus) и средств управления: ОРС сервер, т – программа МатЛАБ, Simulink - ОРС сервер и MasterSCADA – ОРС сервер.

Приборы и принадлежности: Модуль дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110; Датчик температуры с частотным выходом MAX6577; Преобразователя интерфейса UPort 1150 для связи устройств через USB и RS-232/422/485 порты; Нагревательный элемент от 60 до 800 Вт (например, лампа накаливания). Персональный компьютер.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

- Система термостатирования включает следующие элементы.
 - Модуль дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110;
 - Датчик температуры с частотным выходом МАХ6577;
 - Преобразователя интерфейса UPort 1150 для связи устройств через USB и RS-232/422/485 порты;
- Структурная схема системы термостатирования

МОДУЛЬ ДИСКРЕТНОГО ВВОДА-ВЫВОДА ОВЕН МК110;

Прибор предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов с последующей их передачей в сеть RS-485 и управления встроенными дискретными ВЭ, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением, по сигналам из сети RS-485 или в зависимости от состояния дискретных входов.



Рис. 1. Общий вид модуля дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110-224.8Д.4Р

Модули Мх110 могут применяться:

- Для увеличения числа входов-выходов ПЛК.
- Для удаленного ввода и вывода сигналов при подключении к SCADA-системам и другому ПО.
- Для приема и передачи данных через радиомодемы или сети GSM.
- Для передачи данных на панели оператора.
- Для работы с любым оборудованием, поддерживающим интерфейс RS-485 и протоколы обмена ModBus-RTU/ ASCII, DCON, OBEH. Тип протокола определяется прибором автоматически.

OBEH MK110 имеет встроенный источник питания для подключенных ко входам модуля датчиков.

Конфигурирование МК110 осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например OBEH AC3-М или AC4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Табл. 1. Технические характеристики модуля дискретного ввода-вывода ОВЕН МК110-224.8Д.4Р

Дискретные входы				
Количество дискретных входов	8 (две группы по 4 входа, каждая группа гальванически изолирована)			
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход	1 кГц			
Максимальный входной ток дискретного входа	не более 7 мА			
Сопротивление контакта (ключа) и соединительных проводов, подключаемых к дискретному входу	не более 100 Ом			
Дискретные выходы				

Количество дискретных выходных элементов	 4 2 выхода имеют нормально замкнутые и нормально разомкнутые клеммы; 2 выхода имеют только нормально разомкнутые клеммы 					
Параметры дискретных выходов (электромагнитных реле)	4 А при напряжении не более 250 В 50 Гц и cosφ>0,4 или 4 А при постоянном напряжении не более 24 В					
Питание						
Напряжение питания	90264 В переменного тока (номинальное напряжение 220В) частотой 4763 Гц или 20235 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)					
Потребляемая мощность	не более 6 ВА					
I	Інтерфейс					
Интерфейс связи с компьютером	RS-485					
Скорость обмена по интерфейсу RS-485	от 2400 до 115200 бит/сек					
Протокол связи, используемый для передачи информации	OBEH; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON					

Работа по протоколу ModBus

Работа по протоколу ModBus может идти в режимах ASCII или RTU. Частичный список регистров ModBus модуля приведен в следующей таблице

Табл. 2. Регистры протокола ModBus

Параметр	Ед.	Значение	Тип	Адрес ре	гистра
	измерен			(hex)	(dec)
Импульс ШИМ на выход №1	0.1 %	0 1000	uint16	0000	0000
Импульс ШИМ на выход №2	0.1 %	0 1000	uint16	0001	0001
Импульс ШИМ на выход №3	0.1 %	0 1000	uint16	0002	0002
Импульс ШИМ на выход №4	0.1 %	0 1000	uint16	0003	0003
Период ШИМ на выходе №1	сек	1 900	uint16	0020	0032
Период ШИМ на выходе №2	сек	1 900	uint16	0021	0033
Период ШИМ на выходе №3	сек	1 900	uint16	0022	0034
Период ШИМ на выходе №4	сек	1 900	uint16	0023	0035
Макс. сетевой тайм-аут	сек	0 600	uint16	0030	0048
Значение счетчика входа №1	срабатывание	0 65535	uint16	0040	0064

Значение счетчика входа №2	срабатывание	0 65535	uint16	0041	0065
 Значение счетчика входа №8	срабатывание	0 65535	uint16	0043	0071

Примечание.

- 1) Запись в регистры осуществляется командой 16 (0x10), чтение командами 03 или 04 (прибор поддерживает обе команды).
- 2) Обнуление счетчиков делается записью 0 в регистры хранения результатов счета.
- 3) Тип данных «uint16» в таблице является сокращением от «unsigned int16».
- 4) Каждый прибор в сети RS-485 должен иметь свой уникальный базовый адрес.





Сброс или предустановка счетчика выполняется записью 0 или соответствующего значения в регистр счетчика: 064₁₀...071₁₀

	Входы		Вых	оды
1 5	2 3 6 7] 4] 8	1	2
Значение	Счетчики	Обнуление	Значение	Выходы
0	Счетчик 1	Сброс	0.000	ШИМ выход 1
0	Счетчик 2	Сброс	0.000	ШИМ выход 2
0	Счетчик З	Сброс	0.000	ШИМ выход 3
0	Счетчик 4	Сброс	0.000	ШИМ выход 4
0	Счетчик 5	Сброс		
0	Счетчик 6	Сброс		
284	Счетчик 7	Сброс		
0	Счетчик 8	Сброс		
]	

Рис. 2. Наблюдение за состоянием входов/выходов модуля ОВЕН МК110 при помощи программы «Конфигуратор М110».

Подключение модуля МК110 показано на структурной схеме системы термостатирования, Рис. 7.

ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДОМ МАХ6577;

Микросхема МАХ6577 это дешёвый, слаботочный температурный датчик с однопроводным выходом. Микросхема МАХ6577 преобразует окружающую температуру в меандр с частотой пропорциональной абсолютной температуре.

Основные характеристики температурного датчика с частотным выходом МАХ6577:

- Стандартный рабочий температурный диапазон от -40°С до +125°С.
- Точность ±0.8°С при +25°С (±3°С макс)
- Диапазон напряжения питания от +2.7В до +5.5В
- Низкое типовое потребление тока 140мкА.
- Не требуют внешних компонентов.
- Маленький 6-контактный корпус SOT23.



Рис. 3. Выходной сигнал датчика температуры - 4.8В при напряжении питания +5.2В.



Рис. 4. Датчик температуры

Подключение датчика температуры показано на структурной схеме системы термостатирования, Рис. 7.

Подключение Modbus канала к СОМ порту РЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНТЕРФЕЙСА UPORT 1150 ДЛЯ СВЯЗИ УСТРОЙСТВ ЧЕРЕЗ USB И RS-232/422/485 ПОРТЫ;

Простейшее подключение modbus канала к последовательному порту показано на Рис. 5. Типовая скорость передачи 9600 бод (бит в сек.). Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485 составляет 115200бит/сек.



Рис. 5. Простейшее подключение modbus канала к последовательному порту



Рис. 6. Интерфейс RS-485 modbus канала преобразователя UPORT 1150

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНТЕРФЕЙСА UPORT 1150 ДЛЯ СВЯЗИ УСТРОЙСТВ ЧЕРЕЗ USB И RS-232/422/485 ПОРТЫ

UPort 1150 имеет следующие характеристики:

•	скорость USB операций	до 12 Мбс
•	Дополнительные прерывания	не требуются
•	скорость последовательной передачи данных	до 921.6 Кбс
•	FIFO	64-byte
•	Защита от статического электричества	15 KB

• Поддерживает RS-422, 2-проводной RS-485, и 4-проводной RS-485

2 KV

- Имеет терминальный адаптер для подключения линий к порту
- Оптронная защитная развязка

Табл. 3. Сравнение интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485

Параметр	RS-232	RS-422	RS-485
Способ передачи сигнала	Οπιοφοριιτά	Дифференциаль	Дифференциаль
	Однофазный	ный	ный
Максимальное количество	1	10	27
приемников	1	10	52
Максимальная длина кабеля	15 м	1200 м	1200 м
Максимальная скорость передачи	460 кбит/с	10 Мбит/с	30 Мбит/с**
Синфазное напряжение на выходе	± 25 B	-0,25+6 B	-7+12 B
Напряжение в линии под нагрузкой	±5 ±15 B	±2 B	±1,5 B
Импеданс нагрузки	37 кОм	100 Ом	54 Ом
Ток утечки в "третьем" состоянии	-	-	±100 мкА
Допустимый диапазон сигналов на	+15 B	+10 B	7 12 B
входе приемника	±13 D	±10 D	-7±12 D
Чувствительность приемника	±3B	±200 мВ	±200 мВ
Входное сопротивление приемника	37 кОм	4 кОм	≥12 кОм

Примечание. **Скорость передачи 30 Мбит/с обеспечивается элементной базой, но не является стандартной.

Для нормальной работы преобразователя UPort 1150 необходимо установить его драйвер и номер СОМ порта.

Подключение датчика температуры показано на структурной схеме системы термостатирования, Рис. 7.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ



Рис. 7. Схема подключения внешних (физических) компонентов системы термостатирования.



Рис. 8. Физические компоненты системы термостатирования

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Сборка системы термостатирования, проверка работоспособности элементов системы.

- 1. Соберите систему термостатирования по схеме Рис. 7. Адаптер Uport1150 подсоедините к USB порту компьютера.
- 2. При помощи программы "Конфигуратор" (см. Рис. 2) проверьте работоспособность модуля МК110, датчика температуры, канала считывания показаний температуры, нагревательного элемента – лампы накаливания и канала управления нагревательным элементом.
- 3. Проверьте возможность связи между m-файлом МатЛАБ и модулем МК110, используя следующий код.

```
% Matlab v7.0 (R14) SP 1
% Bob Davidov
% 25 February 2012
%
% CRC algorithm
% calculates check sum of Modbus RTU sequence
function output_hex_string = crc_calculator (Input_hex);
%Input hex = 'F70302640008'; % <= 2 * 16 Char</pre>
F
            = [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1];
xor constant = [1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1];
for i = 1 : length (Input_hex) / 2;
   if ~(i > length (Input_hex)/2)
       A_hex = Input_hex ((i-1)*2+1:i*2); % Two HEX bytes
       A_bin = dec2bin (hex2dec (A_hex));
       length_A_bin = length (A_bin);
       for j = 0 : length_A_bin - 1
           A (16 - j) = str2num(A_bin (length_A_bin - j));
       end
   end
   F = xor (F,A);
   for ii = 1 : 8
       if F(16) ==1
           if xor_constant (1) == 0
               F_{shift}(1) = 0;
           else
               F_{shift}(1) = 1;
           end
           for j = 2 : 16;
               if xor_constant (j) == F (j-1);
                  F_shift (j) = 0;
               else
                  F_shift(j) = 1;
               end
           end
       else
           F shift = circshift(F',1)';
       end
   F = F_shift;
   end
end
h = num2str(F);
h = h(1:3:length(h));
output_hex_string = num2str([dec2hex(bin2dec(h(9:12)))
dec2hex(bin2dec(h(13:16))) dec2hex(bin2dec(h(1:4)))
dec2hex(bin2dec(h(5:8)))]);
```

% End of crc_calculator.m

Программа связи с MK110 по Modbus RTU:

 $\label{eq:linear} $$ $ 0^{0}$

dfa = dec2hex(Data_First_Address); l = length(dfa); str = '0000'; str(4-l+1:4) = dfa; Data_First_Address_Bytes = [hex2dec(str(1:2)) hex2dec(str(3:4))];

```
dfa = dec2hex(Address_Range);
l = length(dfa);
str = '0000';
str(4-l+1:4) = dfa;
Address_Range_Bytes = [hex2dec(str(1:2)) hex2dec(str(3:4))];
```

```
if Function == 16
    dfa = dec2hex (PWM);
    I = length(dfa);
    str = '0000';
    str(4-I+1:4) = dfa;
    PWM_Bytes = [2 hex2dec(str(1:2)) hex2dec(str(3:4))];
else
    PWM_Bytes = [];
end
```

```
% Master's Tx data without Check sum
Code = [Address Function Data_First_Address_Bytes Address_Range_Bytes PWM_Bytes];
```

```
Code_Char = dec2hex(Code);
Code_Char_line = [];
for I = 1:length(Code)
Code_Char_line = [Code_Char_line Code_Char(I,1:2)];
end
```

```
% Check sum calculation
Check_Sum = crc_calculator(Code_Char_line)
```

% Master's Tx data with Check sum

RTU_Code = [Code hex2dec(Check_Sum(1:2)) hex2dec(Check_Sum(3:4))]

COM1 = serial (Com_Port_Num); fopen (COM1); fwrite(COM1, RTU_Code);

```
pause(0.002);
BytesAvailable = get(COM1,'BytesAvailable');
if BytesAvailable > 0
Rx = fread(COM1,BytesAvailable)'
end
```

fclose (COM1); delete (COM1);

% End of MatLAB_RTU_commander.m.m

- 4. Проверьте возможность связи ОРС сервера с модулем МК110
- 5. Считайте показания счетчика N4.

	MasterOPC Universal Modbus Server Demo 32 Build(1.0.0.13)	. = x
Стартовая конфигурация (С Объекты	DPC_MK110.eng.mbc	
Cepsep COM_port Counters Input1 Input2 Input3 Input5 Inpu5	Теги Идентификатор Регион Адрес Значение Качество Время (UTC) Тип в сер Тип в уст Доступ Коммен COM_port.MK110.C HOL 67 12592 ОК 2012-10-1 Uint32 uint16 ReadWrite Счетчик ОК 2012-10-1 Uint32 uint16 ReadWrite Счетчик Сообщения Запросы Сообщения скриптов Режим вывода: Запущен Фильтр: Input4	арий
Режим RunTime	Клиенты DA - 0 Клиенты HDA - 0	

6. Включите и выключите нагреватель посылая на Выход N2 код 900 и 0.

(1)			MasterOP	C Universa	al Modbus Ser	ver Demo 32	Build(1.0.0.13)				- = X
Стартов Объект	ая конфигурация :(ОРС	_MK110.eng.mbc									
	Counters	Теги Идентификатор COM_port.MK110.0	Регион НОЦ	Адрес 1	Значение 900	Качество ОК	Время (UTC) 2012-10-1	Тип в сер int32	Тип в уст int16	<u>Доступ</u> ReadWrite	Коммент Выход
	Input6 Input7 Input8 Outputs Output1	Сообщения Запроса Режим вывода: Зап 13-10-2012 19:35:1 13-10-2012 19:35:1	я Сообще ущен Фил 5.906 Outp 5.906 Outp	ения скри ьтр: Outp out2:Запи out2:Запи	птов ut2 сь в устрой сь в СОМ_ро	ство для СС ort.MK110.0	M_port.MK110. utputs.Output2	Outputs.Outpu значение 900	t2 значение 90	00	
Режим	Output2 Output3 Output4 Inputs_mask	13-10-2012 19:35:0 13-10-2012 19:35:0 13-10-2012 19:35:0	3.031 Outp 3.031 Outp 4.218 Outp 4.218 Outp	out2:Запи out2:Запи out2:Запи лиенты Н	сь в устрой сь в СОМ_ро сь в устройо ОА - О	ство для СС ort.MK110.O ство для СС	0M_port.MK110. utputs.Output2 0M_port.MK110.	Outputs.Outpu значение 0 Outputs.Outpu	t2 значение 0 t2 значение 90	10	×

Задание 2. Построение системы реального времени поддержания заданной температуры в среде МатЛАБ (m File)

Команд, полезные для выполнения задания:

Команды приема/передачи данных модуля МК110

RTU_Code	Отклик Rx	Описание.
16 16 0 1 0 1 2 3 132 103 66	16 16 0 1 0 1 83 72	Замыкание контактов, выход №2
16 16 0 1 0 1 2 0 0 103 209	16 16 0 1 0 1 83 72	Размыкание контактов, выход №2
16 16 0 67 0 1 2 0 0 104 243	16 16 0 67 0 1 243 92	Сброс (предустановка) счетчика №4
16 3 0 67 0 1 118 159	163200	Чтение счетчика №4

Команды MatLAB

tic	Начало измеряемого временного интервала
toc	Время от начала временного интервала

1. Разработайте программу термостатирования на языке МатЛАБ, на основе ткода, приведенного ниже.

Программа термостатирования в релейном режиме на базе промышленного модуля вводавывода МК100 и канала передачи modbus RTU:

```
% RT Thermostatic System.m v1.0a
% Matlab v7.0 (R14) SP 1
% Bob Davidov
% 13 October 2012
%
clear all:
%Useful function:
%>>hex2dec('7531')
%>>char(36) => '%'
% Input data
t target = 35; % target temperature
t_task = 60; % Time of the thermostatic in sec
Com Port Num = 'COM2':
Address = 16; % Station Address 8 bit: 1..255
% End of Input data
Lamp ON = [16 16 0 1 0 1 2 3 132 103 66]; % Lamp ON (OUTPUT N2); Write PWM 900;
Lamp_OFF = [16 16 0 1 0 1 2 0 0 103 209]; % Lamp OFF (OUTPUT N2); Write PWM 0;
Counter_Reset = [16 16 0 67 0 1 2 0 0 104 243]; % RESET Counter N4
%Counter Read = [16 3 0 67 0 1 118 159]; % READ Counter N4
Counter Read = [16 4 0 67 0 1 195 95];
```

% reserve memory for arrays Temperature C (1:t task) = 0;

```
Time_period (1:t_task) = 0;
Pulse (1:t_task) = 0;
for i = 1:t task
  % Open COM port
  COM1 = serial (Com_Port_Num);
  fopen (COM1);
  fwrite(COM1, Counter_Reset);
               % start of period
  tic;
  pause(1);
  fwrite(COM1, Counter_Read);
                   % end of period
  period = toc;
  pause(0.1);
  BytesAvailable = get(COM1, 'BytesAvailable');
  if BytesAvailable > 6
     Rx = fread(COM1,BytesAvailable)';
    Temperature_C (i) = (Rx(BytesAvailable-3)*256 + Rx(BytesAvailable-2))/period - 273.15;
    Time_period(i) = period;
     i
  end
  if Temperature_C(i) > t_target
    fwrite(COM1, Lamp OFF);
     Pulse(i) = 0;
  else
    fwrite(COM1, Lamp_ON);
    Pulse(i) = 1;
  end
  pause(0.1);
  % Close COM Port
  fclose (COM1);
  delete (COM1);
end
figure
time = cumsum(Time_period);
plot(time, Temperature C, 'c', 'LineWidth', 2);
hold on
plot([0 max(time)], [t_target t_target], 'y', 'LineWidth', 2);
hold on
plot(time, Pulse * 10, 'r', 'LineWidth', 1);
hold on
plot(time, Pulse * 10, 'xr', 'LineWidth', 2);
grid
legend('Current temp., C', 'Target temp., C', 'Pulse, bitx10', 0);
xlabel (Time, sec);
vlabel ('Temperature [C]', 'Pulse');
title (Temperature against Time')
```

% End of RT_Thermostatic_System.m

2. Соберите систему термостатирования по схеме Рис. 7.

- 3. Настройте программную часть для работы системы не менее одной минуты.
- Снимите характеристики системы. Сравните с характеристиками, представленными на Рис.
 9.



Рис. 9. Пример термостатирования на базе т-кода МатЛАБ.

Задание 3. Построение системы реального времени в Simulink на базе OPC сервера Master OPC Universal Modbus Server Demo 32 Build (1.0.0.13)

- 1. Загрузите конфигурацию OPC_MK110.eng.mbc в OPC сервер.
- 2. Запустите сервер
- 3. Загрузите МатЛАБ, например R2007.
- 4. Используя OPC Tool МатЛАБ (MatLAB > Sart > Toolboxes > OPC > OPC Tool) подсоедините МатЛАБ к OPC серверу.

File Host Server Client Group Item View Help	
Hosts and OPC Servers OPC Toolbox Objects	
Hosts and OPC Servers OPC Toolbox Objects Image: Solution of the call	Disconnect Clear Open In Editor ant is generated when an
OPC Servers Namespace	



5. Создайте или загрузите модель МатЛАБ (см. Рис. 11).



Рис. 11. RT simulink модель виртуальной части системы термостатирования на базе ОРС сервера и промышленного модуля ввода/вывода ОВЕН МК110.

	🐱 Function Block Parameters: Switch 4 🛛 🛛 🚺	
	Switch	
	Pass through input 1 when input 2 satisfies the selected criterion; otherwise, pass through input 3. The inputs are numbered top to bottom (or left to right). The input 1	
	pass-through criteria are input 2 greater than or equal, greater than, or not equal to the	OPC_MK110_Temperature_System/Butterworth Filter *
OPC_MK110_Temperature_System/Holder *	the control port.	File Edit View Simulation Format Tools Help
file Edit View Simulation Format Tools Help	Main Signal Data Types	
🗅 🖆 🖬 🚭 🕺 🛍 🛍 🗇 🔶 🏠 ! 으 🤅	Criteria for passing first input: u2 >= Threshold	
	Threshold:	
	4	
Enable	Enable zero crossing detection	
	Sample time (-1 for inherited):	
Inz Outi	-1	Digital Filter

I

Рис. 12. Субблоки и параметры модели.

OPC Config Real-Time OPC Configuration			6		
Block Parameters: OPC Co OPC Configuration Configure pseudo real-time contr model, and behavior in response Only one of these blocks can be OPC Configuration blocks are bis Clients are configured using Con Error control Items not available on server: Read/write errors: Server unavailable: Pseudo real-time violation: Pseudo real-time simulation Pseudo real-time simulation Speedup: 1 times	onfiguration ol options, OPC clien to OPC errors and e active in a Simulink m abled. Qure OPC Clients Configure O Error Warn Error Warn ation	ts to use in the vents. odel. Additional PC Clients		OPC Client Manager OPC client manager Define and configure OPC clients for use throughout the model. NOTE: Any changes in this dialog are applied immediately. OPC Clients Iocalhost/InSAT.ModbusOPCServer.DA [Timeout = 10, Connected] Add Delete Edit Connect Disconnect Help Close	
Show pseudo real-time latence	y port Cancel Hel	Apply			

🛃 Block Properties: OPC Read 📃 🗖 🗙	
OPC Read block Read data from an OPC server. Reads can be synchronous (from the cache or device) or asynchronous (from the device).	
The output ports are vectors the same size as the number of items specified in the block. Value is output as a vector of the specified data type. The optional Quality port is a UINT16 vector. The optional Timestamp port is a double vector.	Block Properties: OPC Write
Import from Workspace	OPC Write Write data to an OPC server. Writes can be synchronous or
Parameters Client: localhost/InSAT.ModbusOPCServer.DA	You must specify as many items as the width of the input port. Each element of the input vector is written to the corresponding
Item IDs COM_port.MK110.Counters.Input4	Import from Workspace
	Parameters Client: localhost/InSAT.ModbusOPCServer.DA
Move up Move down Add Items Delete	Configure OPC Clients Item IDs COM_port.MK110.Outputs.Output2
Read mode: Synchronous (cache) Sample time: 0.5	
Value port data type: double	Move up Move down Add Items Delete
 ✓ Show timestamp port as: ⊙ Seconds since start 	Write mode: Synchronous
Serial date number	Sample time: 0

Рис. 13. Параметры блоков simulink модели.

- 6. Убедитесь, что система термостатирования на базе ОРС сервера и Simulink модели работает.
- 7. Экспериментально определите средний период получения значений счетчика импульсов температурного датчика в simulink модели. Вычислите период опроса и сравните его с экспериментальным значение.
- 8. Найдите пути повышения частоты отклика датчика и увеличения точности датчика (например, уменьшением пакета опроса модуля ОРС сервером и/или увеличением частоты канала RS-485)
- 9. Остановите ОРС сервер.

10. Сохраните переходный процесс системы в mat файле. Сравните полученный процесс с примером, показанным на Рис. 14.



Рис. 14. Пример переходного температурного процесса. Заданная температура: 50 град. С.

Задание 4. Построение системы термостатирования на базе ОРС сервера и MasterSCADA

- ВНИМАНИЕ. Для выполнения задания потребуется демонстрационная версия MasterSCADA. Ее можно установить в последовательности, приведенной в работе 14.1. "Освоение MasterSCADA".
- 1. Загрузите ОРС сервер компании ИнСАТ с конфигурацией ОРС_МК110_brief.eng.mbc.
- 2. Откройте конфигурацию MK110_ENG.mbc устройства дискретного ввода-вывода MK110.
- Определите назначение скрипта переменной "Cepвep>COM_port>MK110>Counters>Input4_my", который запускается после считывания OPC сервером 4-го счетчика модуля MK110.

1 1	
local crnt_cntr4, old_cntr4, inc_cntr4, crnt_ti	me, old_time, dt, freq, old_freq, Error;
инициализация	
function OnInit()	

```
old time = os.clock() - 2.0;
 old cntr4 = server.ReadCurrentTag():
 old freq = 300;
 Error = false;
end
-- деинициализация
function OnClose()
end
-- обработка
function OnRead()
 crnt cntr4, qual = server.ReadCurrentTag();
 if qual==OPC QUALITY BAD then
  Error = true;
  server.Message("Freq(",crnt_cntr4,") = ",9999.999);
  server.WriteCurrentTag(false, OPC_QUALITY_BAD)
  if Error==true and gual==OPC QUALITY GOOD then
   server.UndoCurrentTag(); -- предыдущее значение
   Error=false;
  end:
 else
  inc_cntr4 = crnt_cntr4 - old_cntr4; -- counter's increment
  old cntr4 = crnt cntr4;
  crnt time = os.clock();
  dt = (crnt time - old time); -- time increment
  old time = crnt time;
  freq = math.abs(inc cntr4/dt);
  if math.abs(freq - old_freq) > 20 then
   freq = old_freq;
  end:
  server.Message("Freq(",crnt_cntr4,") = ",freq);
  server.WriteCurrentTag(freq, OPC_QUALITY_GOOD)
  old freq = freq;
 end;
end
```

- 4. Запустите ОРС сервер. Убедитесь, что сервер обеспечивает связь с устройством вводавывода МК110.
- 5. Рассмотрите структуру данных закладок "Сообщение" сервера, "Запросы" и "Сообщения скриптов".
- 6. Запустите MasterSCADA.
- 7. Создайте новый проект, например, Demo_Thermostat_system.
- 8. Добавьте в дерево "Система" компьютер. Если вы в первый раз используете данный ОРС, необходимо произвести его поиск. Для этого необходимо в контекстном меню "Компьютер 1" выбрать "Поиск ОРС DA серверов".
- 9. Отметьте галочкой "InSAT Modbus OPC server DA".
- 10. Добавьте ОРС сервер в "компьютер".

- 11. Добавьте в ОРС все переменные и группы. Обратите внимание, что все созданные в ОРС переменные перенеслись в MasterSCADA.
- 12. Запустите режим исполнения, выполнив 🗊 затем 🖊 и далее, имя оператора: "sa", "ОК", "Закрыть".
- 13. Измените выход Output4 дважды щелкнув по нему введите значение 500. Услышав характерный звук работы, выключите его, записав значение 0.
- 14. Проверьте работу счетчика. Подайте импульсы датчика термостатирования на 4-ой вход (input4).
- 15. Сбросте счетчик 4-го входа, введя ноль в соответствующую ячейку колонки "Значение".
- 16. Остановите работу MasterSCADA.
- 17. Выделите узел дерева Система. Перейдите на закладку "Шкалы".
- 18. Добавьте новую шкалу, дайте ей имя Temperature (Температура). Эта шкала предназначена для отображения температуры пропорциональной приращениям показаниям 4-го счетчика МК110. Диапазон шкалы 10..60 град.С.
- 19. При помощи параметра "Формат" задайте параметр числа f2. Буква f задает формат с плавающей запятой, е экспоненциальный формат. Цифра означает количество знаков после запятой.
- 20. Выберите "Ед. измерения" "Градус С. "

Общие Опрос Архив Сфера Окна Режим исполнения Операторы Библиотеки Сообщения Шкалы Журналы						
Аналоговые значения :						
Интервал Начало	Конец Формат		Ед. измерения			
Проценты 0.00	100.00	f2	Процент			
Градусы 0.0	100.0	fl	Градус			
Килопаскаль 0.00	100.00	f2	Килопаскаль			
Температура 10.00	60.00	f2 🕻	Градус			
"Мертвая зона" 1.00 % Скорость % в сек 🗹 Мигание Добавить Удалить						
Аварийные границы: Предупредительные границы:			Единицы измерения			
нижняя 0 % нижняя	5 %	1	Казвание	Обозначени	c l	
	,	Avarep		A		
	95 ~	Атмосфе	ра	атм		
верхняя 100 % верхняя	55 %	Бар		бар		
		Ватт		Вт	_	
Вольт В						
<u> Аналоговые / Дискретные / Перечислимые / Интервальные / Метрология /</u>						

21. Нажмите клавишу "Применить".

22. Используя демонстрационные проекты MasterSCADA, например .. MasterSCADA Projects\Projects\Tutorials\Demo\ Demo.vav, соберите проект системы термостатирования.



Рис. 15. Структура системы термостатирования.

23. Запустите на выполнение систему термостатирования нажав на кнопку "Пуск" с изображением ракеты





Рис. 16. Мнемосхема системы термостатирования.

- 25. Проверьте работоспособность проекта системы термостатирования на базе OPC сервера и MasterSCADA.
- 26. Рассмотрите связи параметров ОРС сервера, дерева "Объектов" и элементов мнемосхемы.

контрольные вопросы

- 1. В последнем задании найдите причины скачков температуры до 55 градусов.
- 2. За счет чего система контроля на базе кода m-file без использования таймера (Задание 2) работает как система реального времени?
- 3. Сравните датчики, например, температуры с аналоговым и частотным выходами.
- 4. Как по переходному процессу изменения температуры определить тепловое сопротивление среды, которая поглощает тепло.
- 5. Назовите пути повышения точности термостатирования.
- 6. Используя результаты тестирования системы постройте модель тепловых процессов зависимость температуры от поступления и потерь тепла.
- 7. Какой максимальной мощностью можно управлять используя pene 4A/240B?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Нер МатЛАБ.
- 2. Руководство пользователя программой «Конфигуратор М110»
- 3. Модули дискретного ввода/вывода МК110-220.8Д(ДН).4Р, МК110-24.8Д(ДН).4Р, МК110-224.8Д(ДН).4Р. Руководство по эксплуатации
- 4. Сайт дилера ПО "ОВЕН" в СПб системный интегратор ПО "ОВЕН" <u>http://ovenspb.ru/</u>