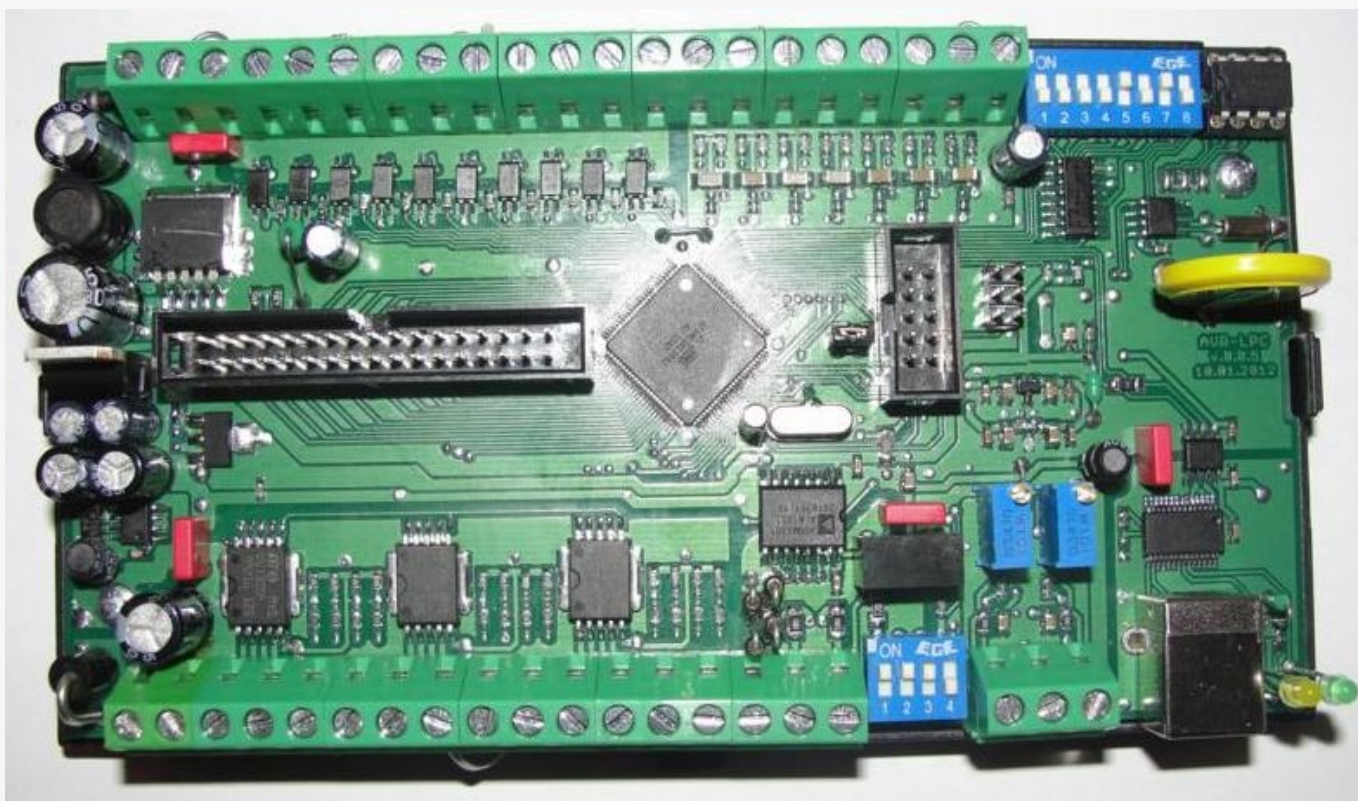


ModBUS входно-исходен модул



Дата: 04.10.2012

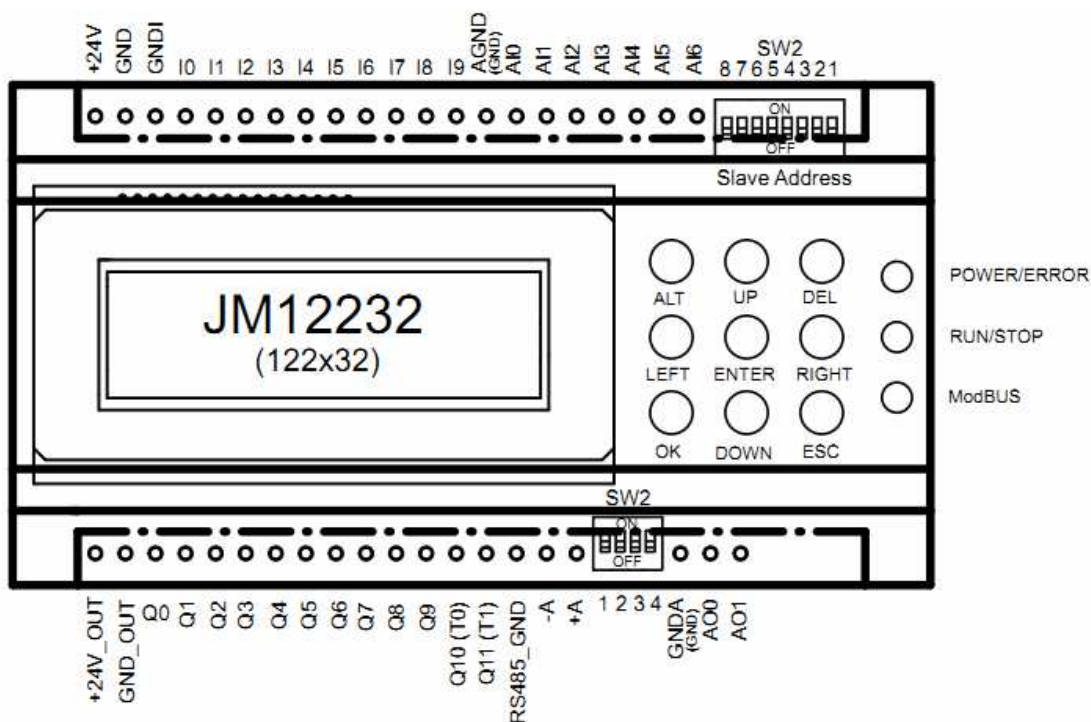
УВОД

Предлаганият входно/изходен модул е предназначен за целите на автоматизацията. Управлението му по **ModBUS** го прави привлекателен за специалистите използващи операторски панели тип **PLC**, като тяхно входно/изходно разширение. Модулът е базиран на **FreeModBUS** – **open source** проект, чийто автор е **Christian Walter MSe**. Повече информация може да се намери на www.freemodbus.org. Приложеното **CD** съдържа и модифицирания вариант на **стека** за **Atxmega128A1**. На него може да бъде видяна и библиотеката на графичния дисплей **JM12232 (SED1520)**. Източникът и е: <http://en.radzio.dxp.pl/sed1520/>. Целият останал код, е авторски и не подлежи на разпространение.

ОБЩО ОПИСАНИЕ НА МОДУЛА

Модулът е с потребителски интерфейс съставен от **LCD** дисплей и клавиатура. Кутията е с размери (**150x85x85 mm**), за монтаж на **DIN45** шина.

На **фиг.1** е показан общ изглед на модула, разположение на цифровите входове (**I0-I9**), аналоговите входове (**AI0-AI6**), цифровите изходи (**Q0-Q11**), аналоговите изходи (**AO0** и **AO1**), **RS485** интерфейса (**-A** и **+A**). В **Таблица 1** е описано предназначението на ключетата **SW1** и **SW2**, в **Таблица 2** – на светодиодите.



Фиг.1. Общ изглед на модула

Таблица 1: Описание на **DIP** ключетата на модула

Пин	SW1 (номерация отляво надясно в нарастващ ред)	Пин	SW2 (номерация отдясно наляво в нарастващ ред)
1	Включва 120Ω терминиращ резистор на RS485 интерфейса.	1	Ако ключе 4 на SW1 е в OFF то след рестарт SW2 задава адрес на модула в

2	Включват изтеглящи резистори към RS485 линията.	==/=	мрежата. Адресът се задава в бинарен вид, като номерата на битовете вървят от дясно-наляво в нарастващ ред. Ако адресът е невалиден се изписва съответното съобщение, очаквайки въвеждане на коректен адрес и потвърждаване чрез ОК . За модулите без UI – чрез рестарт.
3			
4	<p>След рестарт, ако ключето е в OFF не се предприема никакво действие.</p> <p>В случаите, в които всички ключета на SW2 са в OFF се активира boot loader. Излиза се чрез рестарт или инструкция от програмирация софтуер.</p> <p>След излизане от boot loader, при все още активиран ключ BOOT се възстановяват фабричните настройки на модула.</p> <p>ВАЖНО!!! Boot loader е опция – в случай че не е добавен, то ключето служи за възстановяване фабричните настройки на модула.</p>	8	

Таблица 2: Описание на статусните светодиоди на модула

	СВЕТЕЩ	УГАСНАЛ	МИГАЩ (0.5Hz)	БЪРЗО МИГАЩ
POWER/ERROR	Захранен модул	N/A	Засечена грешка	N/A
RUN/STOP	Модулът е в STOP	N/A	Модулът е в RUN	N/A
ModBUS	N/A	Очакване на пакет	Изтекъл time out на комуникацията, модулът е в “ STOP – Time Out ” режим	Приемане/Предаване на пакети по ModBUS , модула може да е в RUN или STOP режим.

Комуникацията с **PLC** се осъществява чрез галванично развързан **RS485** интерфейс или виртуален сериен порт, през **USB**, удобен за връзка с персонален компютър при липса на конвертор за **RS485**. Разполага с **10** цифрови входа и **12** цифрови изхода (**24VDC**, оптично развързани. Застъпена е и аналоговата част: **7** входа и **2** изхода (**0-10VDC**).

Аналоговите входове позволяват директно прочитане на измерената стойност или преобразуваната в диапазона: от **0** до **100** единици с дискрета **0.1V** или от **0** до **1000** съответно през **0.01V**. **Точността** на канал е **±2%**.

Аналоговите изходи стандартно се управляват с дискрета от **0.1V** (от **0** до **100** единици за **10V** обхват). Възможно е директно задаване на стойност (**0 – 4095**) или чрез дискрета от **0.01V**. Изборът на работен режим на аналоговата част се осъществява чрез команди по **ModBUS**. **Точността** на канал е **±2%**.

ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметър		Минимална стойност	Номинална стойност	Максимална стойност	Измервателна единица
Захранване на модула		18.0	24.0	36.0	V, DC
		—	130.0	150.0	mA
Температура на околната среда		0.0	27.0	40.0	°C
Цифрови входове: 10 опто изолирани	Работно напрежение (абсолютни максимуми)	-40.0	0.0 – 24.0	+40.0	V, DC
	Логическа '1'	15.0	24.0	40.0	
	Логическа '0'	-40.0	0.0	10.0	
	Пробивно напрежение между входовете и масата на модула	—	—	100.0	V, DC/AC
	Работен ток	1.0	3.0	5.0	mA
	Време за реакция	Основно се определя се от комуникацията по ModBUS			ms.
		—	50.0	—	
Цифрови Изходи: 12 опто изолирани	Захранване	20.0	24.0	36.0	V, DC
	Пробивно напрежение между изходите и масата на модула	—	—	100.0	V, DC/AC
	Изходен ток на канал, защита от късо на изхода.	—	500.0	Термична защита при късо на изхода	mA
	Сумарен ток на всички канали	—	—	6.0A	A
	Време за реакция	Основно се определя се от комуникацията по ModBUS			ms.
		—	100.0	—	
Аналогови входове: 7 без изолация	Входно напрежение	-30.0	0.0 ÷ 10.0	+30.0	V, DC
	Входно съпротивление на канал	<p>Входното съпротивление се определя от операционен усилвател свързан като повторител, по желание на потребителя на платката може да се добави паралелен входен резистор със стойност от 10kΩ за измерване на напрежение или нискоомен 400Ω (2x200Ω; R0805) за преобразуване на входен ток до 25 mA в номиналното напрежение на входа.</p> <p>Ако се ползва стандартния високоомен вход, при липса на сигнал, модулът ще отчете входно напрежение около 11V (напрежението на насищане на ОУ).</p>			

		>> 100.0 - -			kΩ
	Отклонение от измерваната стойност	—	±10.0	±20.0	mV
	Резолуция – за максимална точност се препоръчва директен достъп до регистрите и последващо преобразуване.	0.1	0.1	0.01 или директен прочит на работните им регистри	V, DC
	Време за реакция	Основно се определя се от комуникацията по ModBUS			ms.
		—	100.0	—	
Аналогови изходи: 2 без изолация	Изходно напрежение, липсва защита от обратно напрежение	~0.005	0.005 ÷ 10.0	~10.70	V, DC
	Грешка от отместване	±5.0	±10.0	±20.0	mV
	Резолуция	0.1	0.1	0.01 или директен запис на работните им регистри	V, DC
	Изходен ток, защита от късо	—	10.0	~40.0	mA
	Време за реакция	Определя се от комуникацията по ModBUS			ms.
		—	100.0	—	

ВНИМАНИЕ!!!

- 1) Параметрите на модула са ориентировачни. Всички са свалени при стайна температура.
- 2) За калибриране на аналоговите входове и изходи е ползван мултицет **MASTECH MS8218**.

НАСТРОЙКА НА МОДУЛА ЧРЕЗ ПОТРБИТЕЛСКИЯ ИНТЕРФЕЙС (UI)

В нормален работен режим се извежда **статус дисплей**. На него се изобразява състоянието на модула (спрян/пуснат), грешки, входовете и изходите. Чрез еднократно натискане на **ALT** могат да се видят измерените стойности на аналоговите входове. При повторно натискане се показват и зададените стойности на аналоговите изходи.

Аналоговите изходи се изобразяват в текущия диапазон: **0.0-10.0V**; **0.01-10.00V** или **директно** стойността записана в работните регистри. Натискането на **ESC** ни връща в статусния прозорец.

Навигацията и задаването на параметри се осъществява чрез бутоните на клавиатурата:

UP/ DOWN – Преместване на курсора, задаване на нова стойност на параметър

LEFT/ RIGHT – Преместване на курсора, задаване на нова стойност на параметър

ENTER – Влизане в подменю

ESC – Връщане стъпка назад, без промяна на последното задание

OK – Избор на текуща стойност на параметър.

Статус дисплей->OK->Главно меню->ENTER->Status:

OK->Run – Привежда изходите (цифрови и аналогови) в **работно** състояние

OK->Stop - Привежда изходите (цифрови и аналогови) в **не работно** състояние (стойности 0)

ESK – връщане в главното меню, без промяна на последното задание

Статус дисплей->OK->Главно меню->Time Config->ENTER:

ALT / LEFT – задават се часовете

UP / ENTER – задават се минутите

DEL / RIGHT – задават се секундите

OK – възприемане на новите настройки

ESK – връщане в главното меню, без промяна на последното задание

Статус дисплей->OK->Главно меню->ModBUS Config->ENTER:

BAUD Rate->ENTER: Избор между няколко скорости на комуникацията
(**OK** – Потвърждаване; **ESC** – меню назад)

Select Port->ENTER: Избор между **RS485** или виртуален **сериен порт през USB**
(**OK** – Потвърждаване; **ESC** – меню назад)

Time Out->ENTER: Колко време след спиране на комуникацията контролерът преминава в стоп режим по изтекло време. Повторното стартиране на контролера е възможно едва когато се възтанови комуникацията чрез команда от **UI** или през **ModBUS**.

ОПИСАНИЕ НА КОМУНИКАЦИОННИЯ ПРОТОКОЛ

Комуникацията с модула се извършва чрез **ModBUS**. При този протокол комуникацията между устройствата е на базата **главен-подчинен(и)**. Главното

(**master**) устройство представлява **PLC** или **PC**, а модула – подчинено (**slave**). В нормално състояние всички подчинени устройства очакват заявка от главното. Заявката съдържа адреса на устройството, команда за четене/запис на регистър/регистри, самата информация и **CRC**.

MODBUS RTU

ВАЖНО!!! – текущата версия на модула поддържа само "Big Endian" формат на данните. Това означава, че старшите битове се изпращат преди младшите.

Физически слой:

Атрибут	Описание
Интерфейс	RS485 , Виртуален сериен порт (USB<>COM). Избират се чрез UI на модула или чрез ModBUS запис в регистър.
Информационен формат	" Big Endian " 1 стоп бит 8 данни бита Контрол по четност (Even Bit) 2 стоп бита
Стандартни скорости	19200, 38400, 57600 и 115000 bps . Избират се чрез UI на модула или чрез ModBUS запис в регистър (при втория вариант могат да бъдат зададени и други скорости на комуникация).

ФОРМАТ НА MODBUS RTU ПАКЕТ

Пакетът, изпращан от **master** към **slave** и обратно представлява:

ID_Slave, Function_Code, User_Data, CRC16

ID_Slave – Идентификатор на slave device, цяло число, в диапазона от **1** до **247**. Нула е специален адрес: ползва се за едновременно подаване на заявка към всички устройства в мрежата.

Function_Code – Оределя регистровата област върху която ще се чете и/или записва. Пряко е обвързана с формата на **User_Data**.

User_Data – Информацията която се изпраща към модула. Формата ѝ се определя от **Function_Code**, в общия случай съдържа стартов адрес и брой регистри. Ако командата е запис се включва и новото съдържание на регистрите.

CRC16 – Чек сума на пакета.

При валидно изпратен и **master, slave** връща отговор съдържащ номера му, използвания функционален код, потребителската информация (ехо при запис) или евентуален код за грешка.

КОМАНДИ (ФУНКЦИОНАЛНИ КОДОВЕ) ПОДДЪРЖАНИ ОТ МОДУЛА

Функционалните кодове определят контекста и формата на съобщението. Те непосредствено определят върху коя група от регистри се изпълнява текущата команда:

Официални Команди подържани от модула

Код	Група	Описание
-----	-------	----------

(FC)		
2	Еднобайтови регистри само за четене (разделени логически на отделни битове).	Четене на дискретни входове
1	Еднобайтови регистри за четене/запис: Coils (разделени логически на отделни битове).	Четене на дискретни изходи
5		Запис на един дискретен изход
15		Запис на няколко дискретни изхода
4	16 битови регистри само за четене	
3	16 битови регистри за четене/запис.	Четене на 16 битови регистри
6		Запис на 16 битов регистър
16		Запис на 16 битови регистри

Регистрите представляват масиви от битове*, байтове или думи разпределени по групи според разрешените действия върху тях (четене и/или запис).

Битовите регистри на модула са пряко обвързани с входовете и изходите му включително и някои вътрешни състояния. Те реално са логическа структура. Достъпът до тях се осъществява чрез командите за работа с байтови регистри, съставени от желаните битове.

ЧЕТЕНЕ НА ДИСКРЕТНИ ВХОДОВЕ (FC2)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x02
2	Адрес на първия бит (MSB)
3	Адрес на първия бит (LSB)
4	Брой на битовете за четене (MSB)
5	Брой на битовете за четене (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x02
2	Брой върнати байтове
3	Байт 0
N	Байт N
3 + Брой байтове	CRC16 LSB
4 + Брой байтове	CRC16 MSB

Примерна команда за прочитане на 16-те бита:

10, 2, 0, 0, 0, 16, CRC[120,189]

Device ID: 10

FC: 2

Start Address: 0

Bits count: 16 (2 Byte)

Разпределението на битовете във върнатите байтове е:

BYTE[0] - Цифрови входове:

BIT[0:7] - Входи **[I0:I7]**

BYTE[1] - Цифрови входи:

BIT[0:1] - Входи **[I8:I9]**

BIT 2 - Защита на изходите (1 – Задействана защита)

BIT[3:7] – Не се ползват

ЧЕТЕНЕ НА ДИСКРЕТНИ ИЗХОДИ (FC1)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x01
2	Адрес на първия бит (MSB)
3	Адрес на първия бит (LSB)
4	Брой на битовете за четене (MSB)
5	Брой на битовете за четене (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x01
2	Брой върнати байтове N
3	Байт 0
N	Байт N
3 + N	CRC16 LSB
4 + N	CRC16 MSB

Примерна команда за прочитане на 16-те бита:

10, 1, 0, 0, 0, 16, CRC[60,189]

Device ID: 10

FC: 1

Start Address: 0

Bits count: 16 (2 Byte)

Разпределението на битовете във върнатите байтове е:

BYTE[0] - Цифрови изходи:

BIT[0:7] - Изходи **[Q0:Q7]**

BYTE[1] - Цифрови изходи:

BIT[0:1] - Изходи **[Q8:Q9]**

BIT[2:3] – Изходи **[Q10:Q11] <=>[T0:T1]**

BIT[4:7] – Не се ползват

ЗАПИС НА ДИСКРЕТЕН ИЗХОД (FC5)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
------	----------

0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x05
2	Адрес на изходния бит (MSB)
3	Адрес на изходния бит (LSB)
4	Стойност на Бита(Изохода): 0xff – Битът се вдига в единица ; 0x00 – Битът се смъква в нула
5	0x00
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x05
2	Адрес на изходния бит (MSB)
3	Адрес на изходния бит (LSB)
4	Стойност на Бита(Изохода): 0xff – Битът е единица ; 0x00 – Битът е нула
5	0x00
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Примерна команда за запис на единица в нулевия изход (**Q0**):

10, 5, 0, 0, 255, 0, CRC[141,65]

Device ID: 10

FC: 5

Start Address: 0

Coil (Q0) state: 1 (0xff)

ЗАПИС НА ДИСКРЕТНИ ИЗХОДИ (FC15)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x015
2	Адрес на изходния бит (MSB)
3	Адрес на изходния бит (LSB)
4	Брой битове (MSB)
5	Брой битове (LSB)
6	Брой байтове N
N + 6	Битова маска 0
N + 7	Битова маска N
N + 8	0x00
N + 9	CRC16 LSB
N + 10	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x015
2	Адрес на изходния бит (MSB)
3	Адрес на изходния бит (LSB)
4	Брой битове (MSB)
5	Брой битове (LSB)

5 + Брой байтове	CRC16 LSB
6 + Брой байтове	CRC16 MSB

Примерна команда за запис на единици на първите осем изхода (**Q0 – Q7**):

10, 15, 0, 0, 0, 8, 1, 255, CRC[255, 102]

Device ID: 10

FC: 15

Start Address: 0

Coil Count: 8

Byte Count: 1

Coil Mask: 255 (0xff)

ЧЕТЕНЕ НА 16 БИТОВИ ВХОДНИ РЕГИСТРИ (FC4)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x04
2	Адрес на първия регистър (MSB)
3	Адрес на първия регистър (LSB)
4	Брой регистри за четене (MSB)
5	Брой регистри за четене (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x04
2	Брой върнати байтове N (2 x Брой регистри за четене)
3	WORD[0] (MSB)
4	WORD[0] (LSB)
N + 1	WORD[N-1] (MSB)
N + 2	WORD[N-1] (LSB)
3 + Брой байтове	CRC16 LSB
4 + Брой байтове	CRC16 MSB

Примерна команда за директно прочитане на 7-те аналогови входа без корекция:

10, 4, 0, 0, 0, 7, CRC[176, 179]

Device ID: 10

FC: 4

Start Address: 0

Word count: 7 (14 Byte)

Разпределението на регистрите във върнатите байтове е:

WORD_0[BYTE_0:BYTE_1] – Аналогов вход 0, директен прочит

WORD_1[BYTE_2:BYTE_3] – Аналогов вход 1, директен прочит

=//=

WORD_6[BYTE_12:BYTE_13] – Аналогов вход 6, директен прочит

ЧЕТЕНЕ НА 16 БИТОВИ ВХОДНО/ИЗХОДЕНИ РЕГИСТРИ (FC3)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x03
2	Адрес на първия регистър (MSB)
3	Адрес на първия регистър (LSB)
4	Брой регистри за четене N (MSB)
5	Брой регистри за четене N (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x03
2	Брой върнати регистри N
3	WORD[0] (MSB)
4	WORD[0] (LSB)
N + 1	WORD[N-1] (MSB)
N + 2	WORD[N-1] (LSB)
3 + Брой байтове	CRC16 LSB
4 + Брой байтове	CRC16 MSB

Примерна команда за прочитане на коригиращите константи на 7-те аналогови входа:

10,3,0,5,0,7, CRC[21,114]

Device ID: 10

FC: 3

Start Address: 5

Word count: 7 (14 Byte)

Разпределението на регистрите във върнатите байтове е:

WORD_5[BYTE_10:BYTE_11] – Калибрираща константа на Аналогов вход 0

WORD_6[BYTE_12:BYTE_13] – Калибрираща константа на Аналогов вход 1

=//=

WORD_11[BYTE_22:BYTE_23] – Калибрираща константа на Аналогов вход 6

ЗАПИС НА 16 БИТОВ ВХОДНО / ИЗХОДЕН РЕГИСТЪР (FC6)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x06
2	Адрес на регистъра (MSB)
3	Адрес на регистъра (LSB)

4	Нова стойност на регистъра: WORD[0] (MSB)
5	Нова стойност на регистъра: WORD[0] (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x06
2	Адрес на регистъра (MSB)
3	Адрес на регистъра (LSB)
4	Върната информация: WORD[0] (MSB)
5	Върната информация: WORD[0] (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Примерна команда за запис на **RUN** в статусната дума на модула и изчистване на последно възникналите грешки:

10,6,0,15, OLD_STATUS>>8, ~0x03 & OLD_STATUS, CRC

Device ID: 10

FC: 6

Start Address: 15

ЗАПИС НА 16 БИТОВИ ВХОДНО / ИЗХОДНИ РЕГИСТРИ (FC16)

Заявка от **Master**:

Байт	Описание
0	Адрес на подчиненото устройство (1 – 247), 0 е за адресиране на всички устройства
1	Функционален код 0x10
2	Адрес на първия регистър (MSB)
3	Адрес на първия регистър (LSB)
4	Брой 16-битови регистри за запис N (MSB)
5	Брой 16-битови регистри за запис N (LSB)
6	Брой 8-битови регистри за запис (2 * N)
7	WORD[0] (MSB)
8	WORD[0] (LSB)
N + 7	WORD[N-1] (MSB)
N + 8	WORD[N-1] (LSB)
6	CRC16 LSB
7	CRC16 MSB

Отговор от **Slave**:

Байт	Описание
0	Адрес на отговарящото подчинено устройство
1	Функционален код 0x10
2	Брой върнати регистри N
3	WORD[0] (MSB)
4	WORD[0] (LSB)
N + 1	WORD[N-1] (MSB)
N + 2	WORD[N-1] (LSB)
3 + Брой байтове	CRC16 LSB
4 + Брой байтове	CRC16 MSB

Примерна команда за нулиране на калибриращите константи на аналоговите изходи (не се препоръчва ако не се познава достатъчно добре модулът и начините за възстановяване на константите му по ModBUS):

10, 16, 0, 12, 0, 2, 4, 0, 0, 0, 0, CRC[214,222]

Device ID: 10

FC: 16

Start Address: 5

Word count: 2 (4 Byte)

РЕГИСТРОВА КАРТА НА МОДУЛА

Регистри само за четене (8-битови организирани в 16 адресируеми бита), FC2:				
Байт, начален адрес	Бит	Предназначение	Стойност	
			1	0
0	0	Цифров вход I0	Задействан	Не задействан
	==	==		
	7	Цифров вход I7		
1	0	Цифров вход I8		
	==	==		
	7	Цифров вход I15		
2	0	Цифров вход I16		
	==	==		
	7	Цифров вход I23		
3	0	Термична защита на изходите		
	==	N/A		
	7	N/A		

Регистри за четене / запис (8-битови организирани в 16 адресируеми бита), FC1, FC5 и FC15:				
Байт, Начален адрес	Бит	Предназначение	Стойност	
			1	0
0	0	Цифров изход Q0	Задействан	Не задействан
	==	==		
	7	Цифров изход Q7		
1	0	Цифров изход Q8		
	==	==		
	7	Цифров изход Q15		
2	0	Цифров изход Q16		
	==	==		
	7	Цифров изход Q23		

Регистри само за четене (16-битови), FC4:					
WORD, начален адрес	Байт		Предназначение	Стойност	
	MSB	LSB		Минимална	Максимална
0	1	0	Аналогов вход A10 , стойност прочетена от ADC -то	0	Определя се от константата на аналоговия вход
==	==	==	==		
6	13	12	Аналогов вход A16 , стойност прочетена от ADC -то		
7	15	14	Аналогов вход A10 , скалирана стойност	0	1000

==	==	==	==		Отговаря на 0.00 V	Отговаря на 10.00 V
13	27	26	Аналогов вход AI6 , скалирана стойност		0 Отговаря на 0.0 V	100 Отговаря на 10.0 V
14	29	28	Аналогов вход AI1	Аналогов вход AI0		
15	31	30	Аналогов вход AI3	Аналогов вход AI2		
14	33	32	Аналогов вход AI5	Аналогов вход AI4		
16	35	34	N/A			
			Аналогов вход AI6			

Регистри за четене и запис (16-битови), FC3, FC6 и FC16:						
WORD, начален адрес	Байт		Предназначение		Стойност	
	MSB	LSB			Минимална	Максимална
0	1	0	Аналогов изход AO0 , стойност без корекция		0	Определя се на базата константата на аналоговия изход
1	3	2	Аналогов изход AO1 , стойност без корекция			
2	5	4	Аналогов изход AO0 , скалирана стойност		0 Отговаря на 0.00 V	1000 Отговаря на 10.00 V
3	7	6	Аналогов изход AO1 , скалирана стойност			
4	9	8	Аналогов изход AO1	Аналогов изход AO0	0 Отговаря на 0.0 V	100 Отговаря на 10.0 V
5	11	10	Калибрираща константа на аналогов вход AI0		0	20470 (стойност на аналоговия вход умножена по десет, при 10.00V задание)
==	==	==	==			
11	23	22	Калибрираща константа на аналогов вход AI6			
12	25	24	Калибрираща константа на аналогов изход AO0			
13	27	26	Калибрираща константа на аналогов изход AO1			
14	Байт	Бит	Стойност	Значение		
	28 LSB, Аналогови входове	[0..1]	0	Без промяна на предишното състояние		
			1	Пълен диапазон: 0 ÷ 2047 – НЕ СЕ ПОЛЗВА!		
			2	Диапазон: 0 ÷ 1000 (0.00 V - 10.00 V) – НЕ СЕ ПОЛЗВА!		
			3	Диапазон: 0 – 100 (0.0 V - 10.0 V) – НЕ СЕ ПОЛЗВА!		
		2	1/0	N/A		
		3	1/0	N/A		
		4	1/0	N/A		
		5	1 - Старт 0 – Край (Статус)	Зареждане на фабричните калибриращи константи		
		6		Зареждане на калибриращите константи <u>от</u> EEPROM		
		7		Зареждане на калибриращите константи <u>в</u> EEPROM		
	29 MSB, Аналогови изходи	DAC0 [0..1] и DAC1 [2..3]	0	Без промяна на предишното състояние		
			1	Пълен диапазон: 0 ÷ 4095		Сменя работния диапазон и формата на изобразяваната информация на екрана на DAC.
			2	Диапазон: 0 ÷ 1000 (0.00 V - 10.00 V)		
			3	Диапазон: 0 – 100 (0.0 V - 10.0 V)		
		4	1/0	Зареждане на работния диапазон <u>в</u> EEPROM		
		5	1 - Старт	Зареждане на фабричните калибриращи константи		

		6	0 - Край	Зареждане на калибриращите константи <u>от</u> EEPROM	
		7		Зареждане на калибриращите константи <u>в</u> EEPROM	
15	30 LSB, статусни битове, последна грешка	0	1 – Run 0 – Stop	Run разрешава извеждането на стойности на цифровите и аналоговите изходи Stop режим привежда изходите в неутрално състояние нула .	
		1		Термична защита, изчиства се ръчно.	
		2	1/0	Задействана защита (1) по time out на комуникацията. Модулът автоматично минава в stop режим от който се излиза след подаване на команда RUN (ръчно или по ModBUS), при което бита се изчиства до следващия time out .	
		4	1/0	N/A	
		5	1/0	N/A	
		6	1/0	N/A	
		7	1/0	N/A	
	31 MSB, статусни битове, последна грешка	0	1/0	N/A	
		1	1/0	N/A	
		2	1/0	N/A	
		3	1/0	N/A	
		4	1/0	N/A	
		5	1/0	N/A	
		6	1/0	N/A	
		7	1/0	N/A	
WORD, начален адрес	Байт		Предназначение	Стойност	
	MSB	LSB		Минимална	Максимална
16	33	32	BAUD Rate / 10	9600/10 bps.	115000/10 bps.
17	Байт	Бит	Стойност	Значение	
	34 LSB, Сериен порт, контролен регистър	[0..1]	0	Без промяна на предишното състояние	
			1	Even	
			2	Odd	
			3	None	
		[2..3]	0	Без промяна на предишното състояние	
			4	RS485	
			8	FT232 (USB Serial)	
		6	1/0	N/A	
		7	1/0	N/A	
	35 LSB, Сериен порт, контролен регистър	0	1/0	N/A	
		1	1/0	N/A	
		2	1/0	N/A	
		3	1/0	N/A	
		4	1	Зареждане на новите настройки	
		5	1	Зареждане на фабричните настройки	
		6	1	Зареждане на настройките <u>от</u> EEPROM	
		7	1	Зареждане на настройките <u>в</u> EEPROM	
WORD, начален адрес	Байт		Предназначение	Стойност	
	MSB	LSB		Минимална	Максимална
18	37	36	ModBUS Time out – Време на изчакване след прекъсване на комуникацията, изтече ли контролера минава в стоп режим по time out.	100 ms или 0 – Забранява time out	10,000 ms.

ОСОБЕНОСТИ ПРИ ПОЛЗВАНЕ НА АНАЛОГОВИТЕ ВХОДОВЕ

При директно четене на измерената стойност от аналогов вход, напрежението се определя по формулата:

$$AI_N, [V] = AI_N \times \frac{100}{AI_{N,CONST}}, [0.00..10.10]$$

Където:

AI_{N,CONST} е цяло число, със стойност от **10000** до **20470**. Средно варира около **18000 (1.8V)**. Физически се определя от резисторен делител, смъкващ напрежението до **2.048V** (максимално). Константите на входовете могат да се променят, зареждат, записват в /от **EEPROM** или да се възстановят заводските им стойности.

ОСОБЕНОСТИ ПРИ ПОЛЗВАНЕ НА АНАЛОГОВИТЕ ИЗХОДИ

За да се определи константата, трябва аналоговият изход да е в режим директно извеждане на стойност. В този случай се зарежда максималната му стойност **4095**. Измерва се полученото напрежение и се пресмята по формулата:

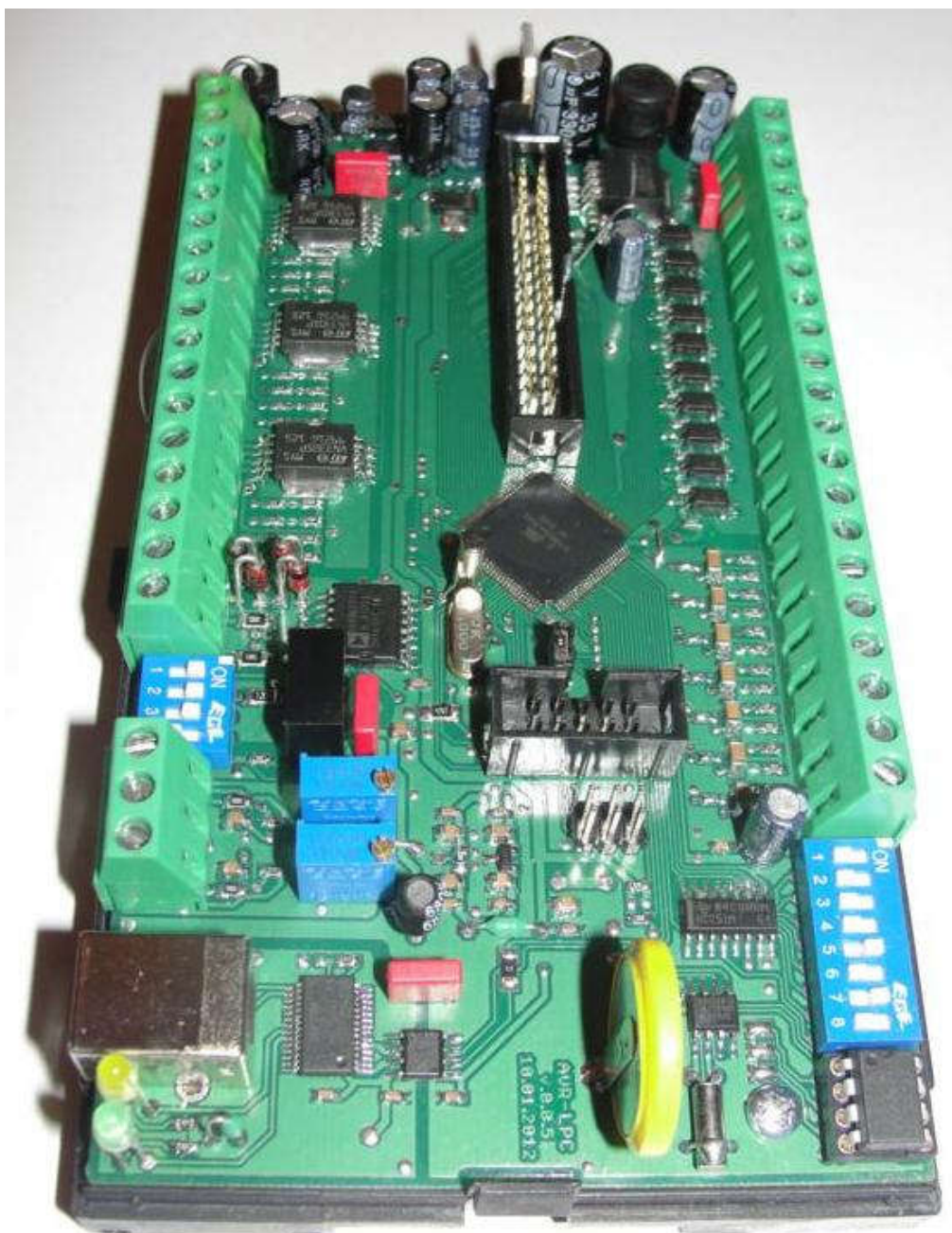
$$A_{OUT(CONST),N} = 100 \times \frac{4095}{\text{Измерено_Напрежение}, [V]}$$

Полученото цяло число е в диапазона от **30000** до **40950**. Физически се определя от коефициента на усилване и изходния диференциален усилвател.

Константите на изходите могат да се променят, зареждат, записват в / от **EEPROM** или да се възстановят заводските им стойности.

НАСТРОЙКИ НА КОМУНИКАЦИЯТА ПО MODBUS

Командата за потвърждаване на новите настройки на серийния порт трябва да се извършва **не по-често** от **500 mS**, в противен случай е възможно **ModBUS** стека да блокира.



ModBUS ВХОДНО-ИЗХОДЕН МОДУЛ

Board and Software: v.0.0.5

(работна документация)

Дата: 04.10.2012