

...the broadest narrowband money can buy



Protokol ADIO pro MORSE

verze 10.0.62.0
6. listopadu 2013

1. Úvod

Modul digitálních a analogových vstupů/výstupů pro MR400 je v tomto popisu nazýván ADIO jako Analog and Digital Input Output module. Je to volitelný modul pro radiomodemy řady MR400. Modul obsahuje:

- 2 digitální vstupy (2,4 až 15 V pro log 1)
- 2 digitální výstupy (30 V / 500 mA)
- 2 analogové vstupy (0 - 20 mA nebo 4 - 20 mA)
- 2 analogové výstupy (0 - 20 mA nebo 4 - 20 mA)

Technické parametry jsou uvedeny v návodu MR400¹.

Modul pracuje podobně jako technologická jednotka SEP a používá stejné formáty dat.

2. Formát dat

Starší formát dat – SEP

typ paketu v MORSE – `user data`

- 89 - zabezpečený
- 09 - nezabezpečený

Struktura paketu SEP

|DO/8|DI/8|8xAI/16|temp/16|2xAO/16|8xcount/32|crc/16|

DO - digitální výstup

DI - digitální vstup

AI - analogový vstup

temp - analogová teplota procesoru

AO - analogový výstup

¹ <http://www.racom.eu/cz/products/m/mr400/index.html>

count - čítač

Nevyužitá částí paketu jsou vyplněny nulami. Čítače nejsou použity a jejich 8 double wordů obsahuje rovněž nuly.

Nový formát dat - MTF

typ paketu v MORSE – prot data

- 8A - zabezpečený
- 0A - nezabezpečený

Struktura paketu MTF

```
|format/8|err/8|reqNo/8|respNo/8| data_part |chksum|
```

format - 01 – první verze

err - chyba

reqNo - číslo žádosti

respNo - číslo odpovědi

data part - blok příkazů a dat, počet data_part v jednom paketu je libovolný do maximální velikosti paketu 1400 Byte

chksum - kontrolní součet

Data part:

```
|type/8|ft/1|cmd/3|size/4|cnt/4|offset/12| data |
```

Toto je krátký data_part používaný pro zařízení SEP/ADIO

type - typ data_part (čtení, zápis...) viz popis MTF

ft - délka formátu data_part

cmd - povely

size - velikost datového bloku ve wordech

cnt - počet datových bloků

offset - offset

data - vlastní data, viz samostatný popis MTF

V nových aplikacích je vhodnější a bezpečnější používat formát MTF.

Podrobný popis MTF formátu viz MORSE technology format²

² <http://www.racom.eu/cz/support/prot/mtf/index.html>

Příklad přenosu analogové hodnoty v MTF

Rozsah 0 - 20 mA

			rozsah	podle
5,010 mA	0x1392	vstupní proud, rozsah 0 - 20 mA	0x0000 - 0x4E20	GPe 0pd TG
		Změřeno 12-bitovým A/D převodníkem a přepočteno podle kalibračních konstant		
	0x0401	Hodnota vyslaná do sítě, 0 - 20 mA	0x000 - 0xFFFF	iMGle
			1 bit ~ 4,9 uA	
	0x0401	Hodnota přijatá ze sítě, 0 - 20 mA	0x000 - 0xFFFF	iMGle
		Přepočteno podle kalibračních konstant převodníku a převedeno na analogovou hodnotu		
5,006 mA	0x138E	výstupní proud, rozsah 0 - 20 mA	0x0000 - 0x4E20	GPe 0pd TG

Rozsah 4 - 20 mA

			rozsah	podle
5,010 mA	0x1392	vstupní proud, rozsah 4 - 20 mA	0x0FA0 - 0x4E20	GPe 0pd TG
		Změřeno 12-bitovým A/D převodníkem a přepočteno podle kalibračních konstant		
	0x0102	Hodnota vyslaná do sítě, 4 - 20 mA	0x000 - 0xFFFF	iMGle
			1 bit ~ 3,9 uA	
	0x0102	Hodnota přijatá ze sítě, 4 - 20 mA	0x000 - 0xFFFF	iMGle
		Přepočteno podle kalibračních konstant převodníku a převedeno na analogovou hodnotu		
5,008 mA	0x1390	výstupní proud, rozsah 4 - 20 mA	0x0FA0 - 0x4E20	GPe 0pd TG

3. Implementace v Morse

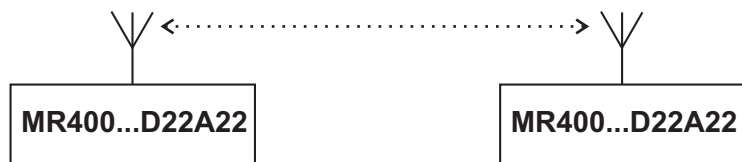
Modul ADIO se používá podobně jako SEP, viz popis protokolu SEP na: www.racom.eu, Produkty, MR400, MORSE, Podrobný popis protokolů³

Modul ADIO může být použit různými způsoby:

1. Spojení dvou MR400+ADIO rádiovou linkou.

Stav vstupů $D_{inp} 0,1$ a $A_{inp} 0,1$ je přenášen na výstupy $D_{out} 0,1$ a $A_{out} 0,1$ protější stanice:

³ <http://www.racom.eu/cz/support/protocol.html>

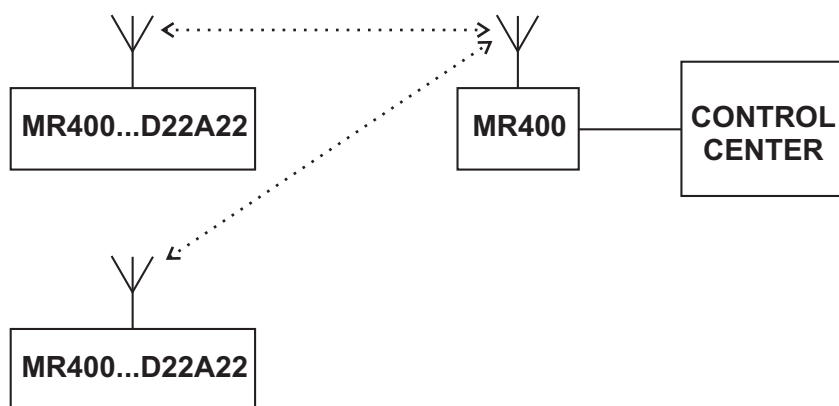


2. Spojení MR400+ADIO s MR25 a SEPem:

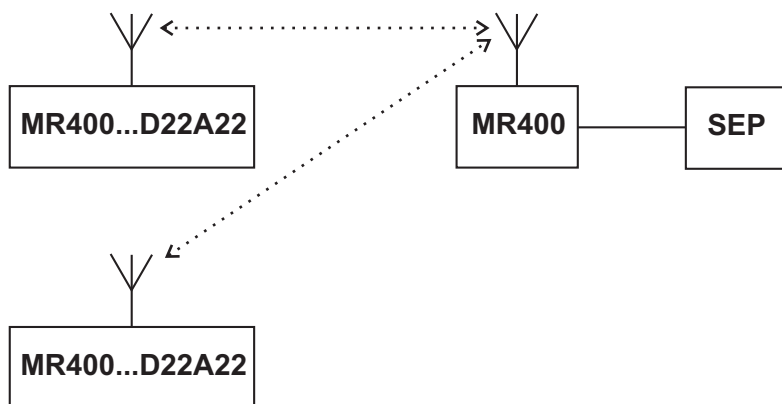


3. Spojení většího počtu modulů ADIO do řídicího centra.

Moduly ADIO jsou ve funkci Slave, stav jejich vstupů $D_{inp} 0,1$ a $A_{inp} 0,1$ je přenášen do centra. Výstupy $D_{out} 0,1$ a $A_{out} 0,1$ jsou ovládány z centra. V tomto režimu lze v centru použít protokol MODBUS kompatibilní pouze s protokolem MTF.

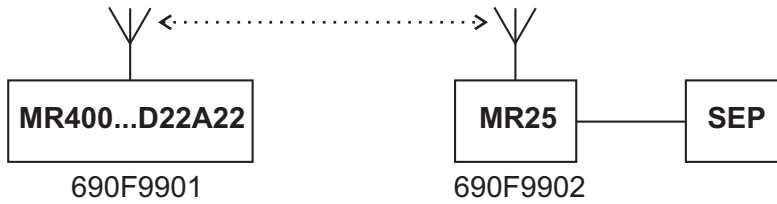


4. Spojení více modulů ADIO s centrálním SEPem v group módu (nebo dvou modulů ADIO s jedním centrálním ADIO v group módu). Pak každému I/O kanálu na SEPu přísluší jeden I/O kanál na vybraném modulu ADIO.



3.1. Příklad pro formát SEP

Spojení MR400+ADIO s MR25 a SEPem:



Formát paketu:

```
|DO/8|DI/8|8x AI/16|temp/16|2x AO/16|8x count/32|crc/16|
```

Monitoring RF kanálu na 690F9901:

```
10:34:43.754|690F9901 690F9902|690F9901 690F9902|0CA*31* 74 24|89 1dat
00FE 4AB5 0E80 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4A6C 0E6E 0000 0070 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 7DDF
```

```
10:34:47.118|690F9902 690F9901|690F9902 690F9901|6A6 RFTX 20*09 0dat
FE02 4A9A 0E6E 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4AB5 0E80 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4D4F
```

První paket je vyslán z PLC SEP a byte FE popisuje stav vstupů SEPu. Je zkopírován do výstupního registru ADIO a pouze dva LSB bity jsou fyzicky nastaveny na digitální výstupy. Podobně další word 4AB5 popisuje stav analogového vstupu No.0 na SEPu a je zkopírován na analogový výstup ADIO.

```
00FE 4AB5 0E80 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4A6C 0E6E 0000 0070 0000
: : AI0 AI1 A00 A01 counter00
: : (not used
: : in ADIO)
: ..DI FE = 1111 1110 = AI1=1, AI0=0
:DO 00 = 0000 0000
```

Druhý paket je odeslán později z ADIO. Na místě výstupů obsahuje původní byte FE ze SEPu (skutečný stav digitálních výstupů ADIO je pouze AO1=1, AO0=0). Následující byte 02 popisuje stav dvou digitálních vstupů (DI1=1, DI0=0).

Jedenáctý word 4AB5 má hodnotu získanou ze SEPu a představuje zde stav analogového výstupu 0. Tento výstup je v našem příkladu spojen vodiči s AI0. Proto je velikost výstupního proudu AO0 shodná s AI0 (19,10 mA a 19,12 mA, viz níže). Příslušné wordy jsou více odlišné (4A9A a 4AB5). Příčinou jsou odlišné charakteristiky A/D převodníků, které jsou korigovány kalibračními konstantami.

Stav portů ADIO můžeme sledovat повеlem "GPe 0pdT":

```
Test:
Set digi(0)ut Set (A)n out (G)et values
(q)uit
>>G
Gai0 19.10mA (4A9A) ail 3.70mA (0E73)
ao0 19.12mA (4AB5) ao1 3.71mA (0E80)
di 0002/mask 0003
```

do 00FE/mask 0003 ... maska připomíná, že platné jsou pouze 2 bity LSB
>>

Můžeme nastavit digitální výstupy např. na stav 0000 0011 povelom "o3", nastavují se pouze 2 nejnižší bity nebo analogový výstup na 15 mA povelom "A1m15" nebo "A1 15000".

Další příklady jsou uvedeny v článku SEP - examples⁴.

3.2. Příklad pro formát MTF

Paket vyslaný z modulu ADIO do sítě MORSE:

```
08:57:04.547|          |690F0003 00000001|G00I  OUT  42||8A 1usr  0
0100 01C4 01C3 1000 0003 0003 0001 06C3 1000 0003 0003 0000 02C1 2000 4000 0100
07C1 2000 4000 4000 C927
```

Paket rozepsaný podle jednotlivých data_part:

```
08:57:04.547|          |690F0003 00000001|G00I  OUT  42||8A 1usr  0
0100 01C4          ... hlavička
01C3 1000 0003 0003 0001 ... D input
06C3 1000 0003 0003 0000 ... D output
02C1 2000 4000 0100 ... A input
07C1 2000 4000 4000 ... A output
C927          ... kontrolní součet
```

Podrobněji v článku MORSE technology format⁵

4. Konfigurační parametry

Konfigurace se poněkud odlišuje od SEPU a ostatních protokolů. SEP je samostatná jednotka a nód s ním komunikuje SCC kanálem s protokolem SEP.

ADIO je vestavěn v CU a nód s ním komunikuje pomocí Network Agent a nepotřebuje zvláštní protokol. Network Agent se chová ve vztahu k nódu podobně jako SCC, nemá však vnější hardwarové připojení. Místo toho komunikuje Network Agent přímo s modulem ADIO.

Viz následující příklad: Použijeme povel "Ne 1uG0":

Nodes:

```
                                retab
Nid|address |M | u   s | L   N |l w n g|sTO Err  Cent vTO hTO
(0) 00455774 - S00| - R00|0 0 0 0| 15 SERV OFF 304 30
(1) 690F9901 G00 S00| - R01|0 0 0 0| 15 SERV OFF 304 30
(2) 00000000 S01 S00| - R02|0 0 0 0| 15 SERV OFF 304 30
(3) 00000000 S02 S00| - R03|0 0 0 0| 15 SERV OFF 304 30
(4) 00000000 S03 S00| - R04|0 0 0 0| 15 SERV OFF 304 30
```

Dále "GIe 0uAn" a "0uN1":

Channel to Node Interface:

```
retranslation      | user+service      lim
```

⁴ http://www.racom.eu/cz/support/protocols_docum/bc266__sepex.html

⁵ <http://www.racom.eu/cz/support/prot/mtf/index.html>

```

id N A t          m | N A t Base      m sec brc S e
(0) 0 NO AR       | 1 NO AR          ON OFF NONE
(1) 0 NO AR       | 0 MASK 00000000/08 ON OFF NONE

```

A nyní "GPe" a "0td":

Nag:

```

id |typ|subt| addr | mask |
(0) 0003 0000 690F9902 001E0064
(1) 0000 0000 00000000 00000000

```

Povelem "0pd" dostaneme následující parametry:

4.1. Konfigurační parametry

Parametry jsou podobné, jako u protokolu SEP:

Adio parameters:

```

(p)artner:690F0002 t(i)me:30s p(o)ll:10*10ms
n(e)t dead timeout:90s
analog (t)hr:200*10uA (f)ilter:0 (m)ask:3h
init (d)igi outs value:0h
init (a)na outs mode:all low value (0/4mA)
(N)egate digi outs mask:0h
Ala(r)m messages:OFF Alarm parameter(s)
(C)ounters:OFF (c)ounters parameters
(G)roup mode:OFF
(g)roup params
for(M)at:SEP
(A)out:4mA - 20mA
g(l)ue to resp:OFF
(D)ebug level:0

```

App m(O)de:normal

```

(1) power control params
(2) rfc usage alarm params

```

```

(T)est menu
(P)roduction
(q)uit
>>

```

(p)artner: 690F0002 - MORSE adresa protější CU, při (G)roup mode jsou pro tvorbu adresy použity horní 3 byte

t(i)me:30s - perioda vysílání do (p)artner, pokud nenastaly změny vstupů

p(o)ll:10*10ms - perioda komunikace mezi Agentem a modulem I/O (zde 100ms)

n(e)t dead timeout:90s - v případě nepřijetí paketu od protistanice do nastaveného času budou nastaveny výstupy do inicializačních hodnot

analog (t)hr: 200*10uA - paket je vyslán do sítě po překročení tohoto limitu změny na analogovém vstupu, max. hodnota je 255*10uA

CU vysílá také při každé změně na digitálních vstupech.

- (f)ilter:0 - low pass filtr změn na analogových vstupech,
 • (f) : 0 - bez filtrace, analogové změny jsou vysílány v jejich okamžité hodnotě
 • (f) : 1 - až 10, větší hodnoty se nedoporučují - změny se projeví v redukované hodnotě, plná změna se projeví se zpožděním
- (m)ask:3h - digitální vstupy, jejichž změny mají být přenášeny, jsou označeny bitem masky 00-03hex, při 3h snímá oba digitální vstupy
- init (d)igi outs value:0h - nastaví na Dout tyto hodnoty, po zapnutí nebo Initu protokolu
- init (a)na outs mode:all low value (0/4mA) - nastaví na oba Aout tuto hodnotu, po zapnutí nebo Initu protokolu
- (N)egate digi outs mask:0h - neguje výstupy na vzdálené stanici dle masky
- Ala(r)m messages:OFF - ON - připojí data_part s cmd=5 (alarm), pokud nastal stav definovaný v Alarm parameter(s), pouze pro MTF
- Alarm parameter(s)
 • definuje stav analogových a digitálních vstupů, při kterých je generováno Ala(r)m messages
 • Send (s)tatus info:ON - připojí data_part s typ=05 (holding registers)
- (C)ounters: OFF - ON - v MTF připojí data_part s typ=08 (counters) - obsolete
- (c)ounters parameters - obsolete
- (G)roup mode: OFF - volba režimu Group
 • (o)n - komunikace s adresami podle "(g)roup params"
 • o(f)f - komunikace s adresou "p(a)rtner"
- (g)roup params - Parametry jsou nastaveny individuálně pro skupiny group (0) a (1):
 Group processing:
 id 0 - první skupina parametrů
 (t)hreshold:10*10uA
 remote (a)ddress:2
 remote (g)roup:6
 id 1 - druhá skupina parametrů
 t(h)reshold:250*10uA
 remote a(d)dress:2
 remote g(r)oup:7
 (q)uit
 >>
 (t)hreshold:10*10uA - práh citlivosti analogového vstupu pro vyvolání přenosu

remote (a)dd- - dolní byte protějšší adresy, 3 horní byte se berou z parametru
ress:2h (p)artner; adresa 00h vyřadí tuto skupinu z činnosti

remote - číslo skupiny v protějšší stanici
(g)roup:6

for(M)at:MTF

- (s) SEP - původní formát SEP pro MORSE paket
- (m) MTF - nový univerzální formát pro technologické datové pakety MORSE
- (b) SEP+MTF - do sítě MORSE vysílá ve formátu MTF, přijímá oba formáty, SEP i MTF

(A)out:
4mA-20mA

- (4) 4mA - 20mA – proudová smyčka s rozsahem 4–20 mA
- (0) 0mA - 20mA – proudová smyčka s rozsahem 0–20 mA

(l)ue to resp:
OFF

- OFF - vypnuto
- ON - zapnuto “přilepení” spontánního paketu k odpovědi na příkaz

(D)ebug level:0

- 0 - bez zpráv debug
- 1 - hlášení debug jsou odesílána na kanál No.1 podle menu "ise"

App m(O)de: - special modes

App mOde

- (0) normal - standartní ADIO funkce
- (1) power control (solar) - mode(0) + sleep mode
- (2) rfc usage alarm - mode(0) + indikace vytižení v RF kanálu

(1) power control - parametry módu s nízkou spotřebou módu (sleep mode)
params

Solar (A)ddress:00000000
S(u)pervisor address:00000000
A(s)leep after:0s
(set alarm time and mode in Unit menu!)

Solar (A)dd- - nód ke kterému je připojen solární zdroj MSU120
ress

S(u)pervisor - MORSE adresa démona, který vypíná CU
addr

A(s)leep time- - čas, za jak dlouho CU přejde do stavu sleep, pokud nepřijme příkaz
out od adresy S(u)pervisor

(2) rfc usage - parameter pro indikaci úrovně rádiového provozu
alarm params

Radio channel usage alarm:
(drives D00: alarm = negated initial value)

Ala(r)m refresh period:10s
T(h)reshold:20%
Noise (R)ss threshold:2

Ala(r)m - perioda vyhodnocování provozu 1–60 sec

T(h)reshold - část doby $A_{la(r)m}$, kdy rádiový signál je silnější než $(R)_{ss}$ threshold, např. 20%

(R)ss - úroveň 1-10 udává jak silný musí být RF signál aby byl vyhodnocen, rozsah úrovní podle "ilm" menu je v následující tabulce:

1	-112 dBm
2	-104 dBm
3	-96 dBm
4	-88 dBm
5	-80 dBm
6	-72 dBm
7	-64 dBm
8	-56 dBm
9	-48 dBm
10	silnější než -48 dBm

Popis funkce:

S periodou např. 10sec je vyhodnocováno časové obsazení RFC kanálu součtem TX, RX a RX šumu o úrovni silnější než R_{ss} threshold. Pokud časová zátěž překročí zvolenou mez např. 20 %, je DO0 invertován ze své iniciační hodnoty "init (d)igi outs value:".

(T)est menu Toto menu umožňuje nastavit hodnoty digitálních a analogových výstupů a číst stav kanálů.

```
Test:
Set digi(O)ut Set (A)n out (G)et values
(q)uit
>>
```

Následující help se objeví po stisku O nebo A:

```
use `03' or `00x03' to set digital outputs or
use `A(0|1) 2048' or `A(0|1) 0x800' or A(0|1)m19.3 to set analog output
use `G' to get actual measured values
>>
```

Příklady:

Digitální výstup DO1 můžeme zapnout povelom:

```
>>O2
```

a nastavit analogové výstupy AO0 na 7 mA a AO1 na 12.5mA:

```
>>A0 7000
```

```
>>A1 12500
```

Výsledný stav přečteme povelem "G":

```
>>G
>>ai0 6.983mA (1B47) ai1 12.450mA (30A2) ao0 7.000mA (1B58) ao1 12.500mA ►
(30D4)
di 0000/mask 0003 do 0002/mask 0003
>>
```

Položky "do 0002/mask 0003" říkají, že DO0=0, DO1=1. Maska 0003 připomíná, že validní jsou pouze 2 LSBs.

Vstupy AI0 a AI1 jsou zde propojeny vodiči s výstupy AO0 a AO1.

(P)roduction
menu

Menu je určeno pro výrobní účely.

Dbejte opatrnosti v menu (P)roduction, "GPe 0pdP", kterým se nastavují kalibrační konstanty. Bezpečné povely v tomto menu jsou "G" nebo "E", kterými se čtou kalibrační konstanty nebo výrobní číslo.

Převod mezi hodnotou I/O (0 - 20 000 µA) a hodnotou A/D převodníku (0 - FFF) se děje podle vztahu

$$(I/O \text{ hodnota}) [uA] = k \times (A/D \text{ hodnota}) [bit] + q$$

Kalibrační konstanty k, q jsou vypočteny a nastaveny v menu Production.

Toto menu je určeno pouze pro výrobní účely, kdy jsou konstanty nastaveny na správné hodnoty. Před prací v Production menu se doporučuje přečíst konstanty povelem "(G)et" a poznamenat si je.

```
Production:
BEWARE! Changes calibration constants!
Calibrate analog.i(N)put (S)et output Calibrate analog o(U)utput
(G)et cal.constants Write (I)np cal.constants Write (O)ut cal.constants
G(E)t pid (R)ead eeprom Set (P)id
(q)uit
>>
```

Možnosti tohoto menu:

(G)et cal. constants - čtení kalibračních konstant:

```
>>G
ai calib.const k0 0518 q0 FFED k1 0519 q1 FFEE
ao calib.const k0 0308 q0 FFEE k1 0305 q1 FFEE
```

Write (I)np
cal. constants

Write (O)ut cal. constants - nastaví kalibrační konstanty, např. "ai calib.const k0 0518 q0 FFED" lze nastavit povelom:

```
I0 0x0518 0xFFED
```

Nastavíme-li defaultní konstanty, pak budou hodnoty A/D převodníku použity bez přepočtu, např.:

I1 0x0100 0 - pro analogový vstup 1

O1 0x1000 0 - pro analogový výstup 1

Calibrate
analog.
i(N)put

- výpočet a nastavení vstupních kalibračních konstant:

Přivedeme vstupní proud 4 mA do AI1 a napíšeme:

```
N1 4 Enter
0FA0 Cal.const set to default!
```

...pokud se tato zpráva neobjeví, opakujeme "N1 4"

```
>>resp: written x0 0FA0 y0 0315
```

...0x0FA0=4000dec, 0x0315=hodnota A/D převodníku

Přivedeme druhý známý proud (zde 19,95 mA) do AI1:

```
>>N1 19.95
4DED
>>x1 4DED y1 0F4D
```

...0x4DED=19950dec, 0x0F4D=hodnota A/D převodníku

```
Computed cal.const k0 5.098785(0519) q0 -22.941496(FFEA)
```

...vypočtené konstanty

Vztahy: $k = 5.098 \times 256 = 1305\text{dec} = 0519\text{hex}$, $q = -22\text{dec} = \text{FFEAhex}$
Vložíme kal. konstanty pro AI1 do paměti:

```
>>I1
0519 FFEA
>>resp: written
>>
```

Zkontrolujeme výsledek:

```
>>G
ai calib.const k0 0518 q0 FFED k1 0519 q1 FFEA
ao calib.const k0 0308 q0 FFFE k1 0305 q1 FFFE
```

(S)et out-
put

Nastavení výstupních kal. konstant:

Calibrate
analog
o(U)tput

Nastavíme první výstupní proud na AO1:

```
>>S1 4
0333 Cal.const set to default!
>>resp: written resp: written
```

Změříme skutečný proud (zde 4,35 mA) a napíšeme:

```
>>U1 4.35
x0 0333 y0 10FD
```

...0x0333=hodnota A/D převodníku, 0x10FD=4350dec

Nastavíme druhou velikost proudu:

```
>>S1 18
0E65
>>resp: written
```

Změříme skutečný proud (19,52 mA) a napíšeme:

```
>>U1 19.52
x1 0E65 y1 4C3F
```

...0x0E65=hodnota A/D převodníku, 0x4C3F=19520dec

```
Computed cal.const k1 0.188926(0305) q1 -2.637047(FFFE)
```

Vztahy: $k = 0.1889 \times 4096 = 773\text{dec} = 0305\text{hex}$, $q = -2\text{dec} = \text{FFFEhex}$

Zapišeme kal. konstanty pro AO1 do paměti:

```
>>01
0305 FFFE
>>resp: written
>>
```

Zkontrolujeme výsledek:

```
>>G
ai calib.const k0 0518 q0 FFED k1 0519 q1 FFEE
ao calib.const k0 0308 q0 FFFE k1 0305 q1 FFFE
```

G(E)t pid - čtení výrobního čísla

```
>>
Product: type 01 hwver 02 prod.num 000B date 081CA140 sign 12AB
>>
```

(R)ead eeprom - pro výrobní účely

Set (P)id - pro výrobní účely

5. Historie

Aktualizováno pro verzi fw 10.0.62.0

