

TAL-xxP2 Műszaki leírás

Tartalomjegyzék

1	Általános leírás	2
1.1	A készülék rendeltetése	2
2	Működési leírás.....	3
2.1	Hardver felépítés.....	3
2.1.1	Áram vagy feszültség bemenet	3
2.1.2	Mikrokontrolleres egység	3
2.1.3	RS485 illesztő	3
2.1.4	Analóg kimenet	3
2.2	A készülék bekötése	4
2.3.3	Analóg kimenet	6
2.3.4	RS485 és ModBus vezérlő.....	6
2.4	Műszaki adatok.....	7
3	Kommunikációs vonal	9
3.1	Soros vonal.....	9
3.2	Protokoll.....	9
3.2.1	Implementált parancsok	9
3.2.2	Táviratok szerkezete	10
3.2.2.1	Holding regiszterek olvasása	10
3.2.2.2	Holding regiszterek írása	10
4	ModBus, holding regiszterek.....	11
4.1	Elektronikus adattábla.....	11
4.2	Mért feszültség illetve áram érték.....	11
4.4	Kimenet vezérlő regiszterek.....	12
4.6	Paramétertábla	12
4.6.1	Paramétertábla-parancsregiszter.....	13
4.6.2	Paramétertábla adatregiszterek.....	13
4.6.2.2	Bemeneti és kimeneti állomány beállítása.....	14
4.6.2.4	Analóg karakterisztika beállításai	14

1 Általános leírás

1.1 A készülék rendeltetése

A TAL-xxP2 moduláris készülék a bemenet(ei)re kapcsolt áram vagy feszültség jel mérésére és távadására alkalmas. A készülék moduláris felépítésű, a kisfeszültségről (AC 230V) és törpefeszültségről (DC 24V) táplált egységek RS485 buszra felfűzhetők, így növelhető a készülék áram és feszültség mérő bemeneteinek száma. Egy egység egy dedikált méréshatárú áram vagy feszültség mérő bemenetet tartalmaz. Egynél több bemenet esetén több egység fűzendő fel a kommunikációs buszra egymás mellé, amelyek a mért áram vagy feszültség jel értékét ugyanazon RS485 közös buszra teszik ki. Az így felfűzött egységek bemenetei külön-külön egymástól független galvanikus leválasztásúak.

A készülék három pontos galvanikus leválasztást valósít meg, a tápegység, a kommunikációs egység(RS485) és a mérőbemenetek közt 2,5kV átütési szilárdságú galvanikus leválasztás van.

A készülék RS485 soros kommunikációs kimenetén ModBus protokollal kommunikál. Ezen a kimeneten elérhető az elektronikus adatlap, működési paraméterek, mérési eredmények, kalibrációs adatok.

Névleges bemeneti jelek:

1.1. táblázat: TAL-xxP2 készülék mérő bemeneteinek lehetséges típusai

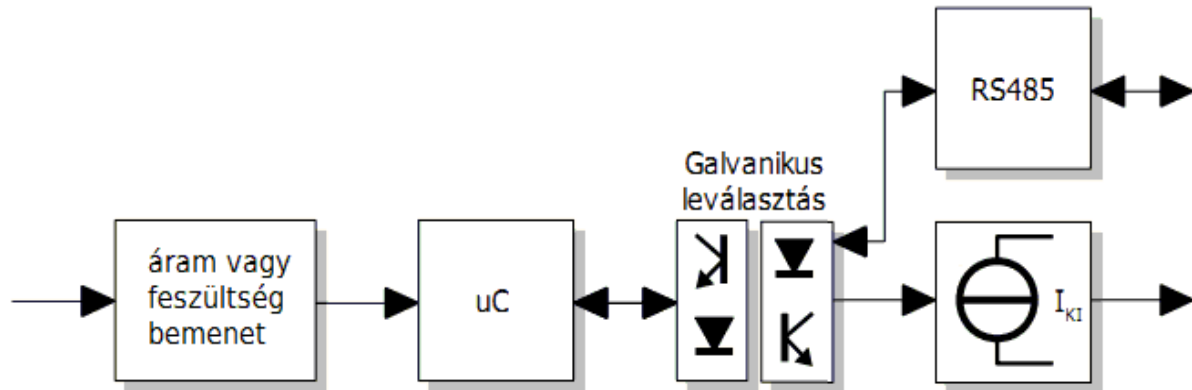
Feszültségmérés	Árammérés
0 - $\pm 10V$	0 - $\pm 20mA$
0 - $\pm 5V$	0 - $\pm 5mA$
0 - $\pm 60mV$	
0 - $\pm 150mV$	

A feszültség és áram mérő módok közt egy a processzor kártyán lévő „jumper”-rel lehet választani. A méréshatár választást a szoftver végzi.

2 Működési leírás

2.1 Hardver felépítés

Ebben az alfejezetben a hardver főbb elemeinek leírása olvasható. A készülék hardver elvi felépítése a 2.1 ábrán látható.



2.1.1 Áram vagy feszültség bemenet

A TAL-xxP2 készülék többféle fix feszültség vagy áram bemenettel rendelkező kivitelben készül, a bemeneti egység egy több méréshatárú mérő erősítőt tartalmaz, aminek több leosztása a mikrokontroller analóg bemeneteire csatlakozik. Hogy melyik méréshatárban dolgozik a készülék, azt a szoftver határozza meg, ennek megfelelő szoftveresen beállított analóg bemenetéről vesz mintákat a kontroller. Egy fix jumper határozza meg hogy a készülék áramot vagy feszültséget mér.

2.1.2 Mikrokontrolleres egység

A mérést a mikrokontrolleres egység végzi. Az egyszerre több méréshatárban működő bemeneti egység kimeneti jeléből szoftveresen fixen meghatározott kimeneti jelet választ a kontroller AD átalakítója és azt digitalizálja és továbbítja az RS485 buszra vagy az analóg kimenetre.

2.1.3 RS485 illesztő

A készülék szabványos RS485 vonalon ModBus protokoll szerint slave módú kommunikációra képes. Az RS485 vonalon készülék adattábla, mérési eredmények, az áramgenerátorok, digitális ki- és bemenetek paraméterei olvashatóak ki és állíthatóak be. A kommunikáció részletei a 3 és a 4 fejezetben találhatóak.

A buszra egyszerre több TAL-xxP2 köthető, ezzel növelve az áram és feszültség mérő bemenetek számát.

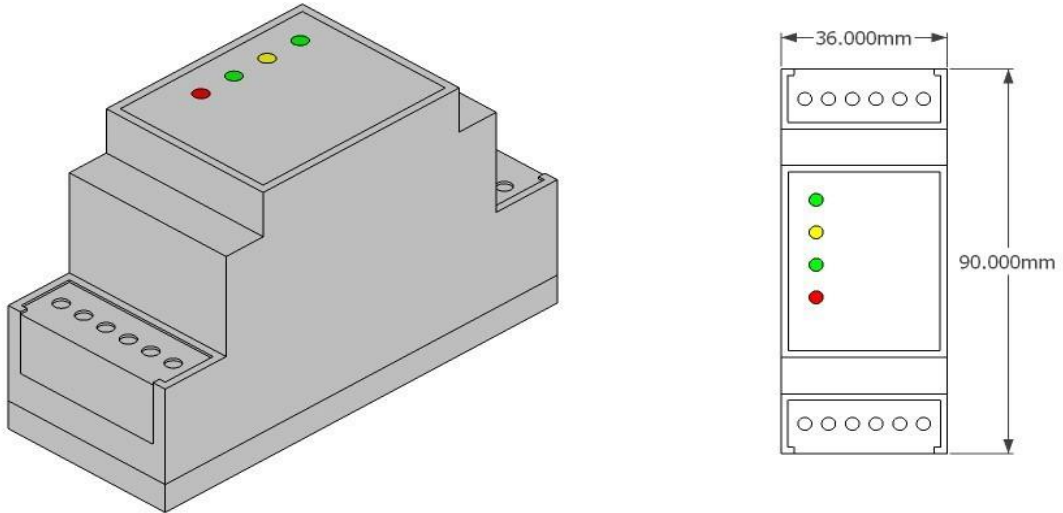
2.1.4 Analóg kimenet

Szerelési opcióként analóg kimenet is kerülhet a készülékre, de alapesetben csak RS485 kimenettel szerelt.

Az analóg kimenet egy áramgenerátor ami $\pm 0...24\text{mA}$ tartományban képes áramot áthajtani maximum $R_T=500\Omega$ terhelésen. Az áramgenerátor karakterisztikája lineáris, tetszőleges meredekség (>0), offset, alsó- és felső telítési szint beállítható. Így 0-20, 4-24... stb. kimeneti karakterisztikát is be lehet állítani.

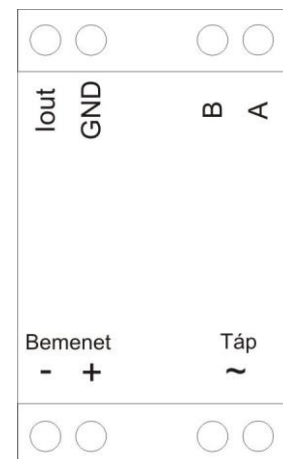
2.2 A készülék bekötése

A készülék sorkapocs kiosztása a 2.2. ábrán látható.



2.1. ábra. Készülék méretek

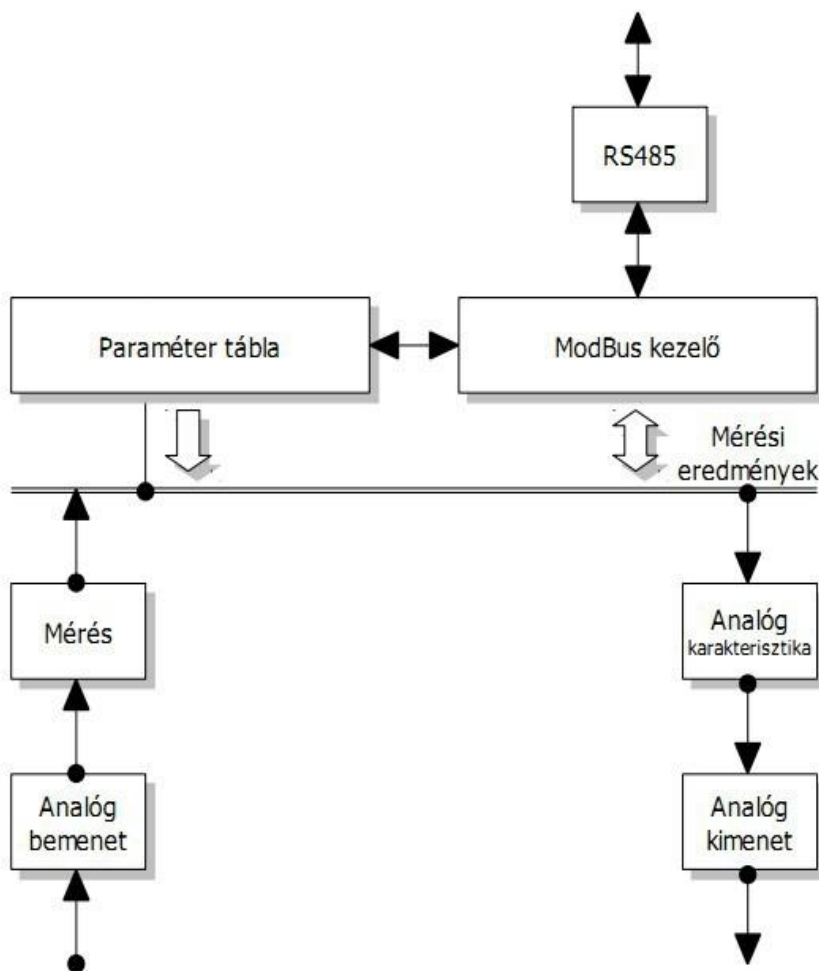
Sorkapocsszám		Sorkapocsszám	
1	Bemenet -	7	Kimenet
2	Bemenet +	8	GND
3		9	
4		10	
5	Táp	11	RS485 B
6	Táp	12	RS485 A



2.2. ábra. készülék bekötése

2.3 Logikai felépítés

A mikrokontrolleren futó készülékszoftver feladata a mérések elvégzése, és a kommunikáció az RS485 vonalon. A szoftver logikai felépítése a 2.3 ábrán látható. A következő pontokban az 2.3 ábrán látható logikai egységek elvi leírása olvasható. További részletek a ModBus regiszterek leírásánál a 4 fejezetben találhatóak. Ez az alfejezet és a 4 fejezet együttesen ad teljes információt az egyes egységek működéséről



2.3. ábra: Logikai blokkvázlat

2.3.1 Analóg bemenetek, kalibráció

Az analóg bemenetek 23 μ s-ként kerülnek beolvasásra. Minden analóg csatorna jeléből a 23 μ s-os konvertált értékekből 128 egymást követő minta átlagát képezzük. Az átlagot a csatornához tartozó skálatényező, és offsettel korrigáljuk.

2.3.2 Paramétertábla

Amint a következő pontokban olvasható, az egyes logikai egységek többféle lehetséges beállítással működhetnek. Ezeket a beállításokat a különböző kalibrációs konstansokkal együtt a paramétertáblában tárolja a készülék. A paramétertábla adatai az EEPROM memóriában tárolódnak, így a készülék kikapcsolása után sem vesznek el. A paramétertáblában tárolt beállítások tételes felsorolása a ModBus regiszterek leírásánál a 4.6 pontban található.

2.3.3 Analóg kimenet

Opcionális. Az analóg kimenet vezérlő vagy a karakterisztika képző által meghatározott áram értéket, adja ki a kimeneten. Az analóg áramkörök állandóhibáit $A \cdot x + B$ alakú kifejezéssel korrigálja (A és B kalibrációs konstansok).

2.3.4 RS485 és ModBus vezérlő

A kommunikáció részletes leírása a 3 és a 4 fejezetekben olvashatóak.

2.4 Műszaki adatok

A megadott adatok $T=0...50^{\circ}\text{C}$ tartományban érvényesek

Paraméter	Min.	Tip.	Max.	Feltétel/megjegyzés
Tápellátás törpefeszültségű (DC 24V) típus esetén				
▪ DC tápfeszültség [V]	19	24	29	
▪ Áramfelvétel [mA] ▪ Teljesítményfelvétel [mW]		100 2,4		$U_{TAP}=24\text{VAC}$ Folyamatos RS485 kommunikáció $I_{KI}=0$ az analóg kimeneten
▪ Áramfelvétel [mA] ▪ Teljesítményfelvétel [mW]		120 2,88		$U_{TAP}=24\text{VAC}$ Folyamatos RS485 kommunikáció $I_{KI}=24\text{mA}$ az analóg kimeneten
Tápellátás kisfeszültségű (AC 100...230V) típus esetén				
▪ AC tápfeszültség [V]	70		265	EN61000-4-5 szerinti surge védelemmel ellátva
▪ DC tápfeszültség [V]	100		265	
▪ Áramfelvétel [mA] ▪ Teljesítményfelvétel [mW]		20 2,2		$U_{TAP}=230\text{VAC}$ Folyamatos RS485 kommunikáció $I_{KI}=0$ az analóg kimeneten
▪ Áramfelvétel [mA] ▪ Teljesítményfelvétel [mW]		22 2,5		$U_{TAP}=230\text{VAC}$ Folyamatos RS485 kommunikáció $I_{KI}=24\text{mA}$ az analóg kimeneten
Feszültség bemenet				
▪ Feszültség	0		$1,2 \cdot U_N$	
▪ Túlerhelhetőség			30V	1 perc
▪ Bemeneti impedancia [Ohm]	24kOhm			
▪ Terhelőáram [mA]		0,5		$U_{BE} = U_N$
Áram bemenet				
▪ Áram	0		$1,2 \cdot I_N$	
▪ Túlerhelhetőség			40mA	
▪ Bemeneti impedancia [Ohm]		51		

Paraméter	Min.	Tip.	Max.	Feltétel/megjegyzés
Mérési hiba (névleges értékre vonatkoztatva)				
▪ Feszültség [%]			0,5	0,005...1,2U _N
▪ Áram [%]			0,5	0,005..1,2U _N
▪ Beállási idő [ms]			60	
Leválasztás				
▪ Kimenetek és a többi részegység között [V _{RMS}]			2500	50Hz, 1 percig
▪ Tápegység és bemenetek között [V _{RMS}]			2500	
Analóg kimenet				
▪ Áram [mA]	0		24	
▪ Terhelő ellenállás [Ω]			500	
▪ Hiba [mA]			0,1	Mérési hiba nélkül
▪ Feszültség [V]			10	
Egyéb jellemzők				
▪ Méret [mm ³]	90 x 36 x 58			h x sz x m (mm)
▪ Védettség	IP20			
▪ Működési hőmérséklet [°C]	0		50	
▪ Beköthető vezeték keresztmetszet [mm ²]		1.5		
▪ Szabvány megfelelés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN61000-4-2 ▪ EN61000-4-4 ▪ EN61000-4-5 ▪ EN61000-4-6 ▪ IEC255-22-3 ▪ EN60255-5 			

3 Kommunikációs vonal

3.1 Soros vonal

A készülék RS485 aszinkron soros kommunikációs vonallal rendelkezik. A kommunikációs paraméterek:

- ◆ Paramétertáblában állítható kommunikációs sebesség:
 - 9,6 kbaud
 - 19,2 kbaud
 - 28,8 kbaud
 - 38,4 kbaud
 - 57,6 kbaud
 - 115,2 kbaud
- ◆ 8 adatbit
- ◆ 1 stopbit
- ◆ Páros paritás

3.2 Protokoll

3.2.1 Implementált parancsok

Kommunikációs protokollként a ModBus RTU szabvány Holding Regiszterek olvasása (0x03) és Holding regiszterek írása (0x10) parancsokat implementálja. A készülék slave üzemmódban működik. A címe 1...249 tartományban lehet (Paramétertáblában beállítható). A készülék 0x00 (broadcast) címre küldött táviratokat is végrehajtja, de ekkor választ nem küld.

A készülékekben implementált protokoll a következő pontokban tér el a szabványtól:

- ◆ Nincs hibátávirat. A következő esetekben a készülék nem válaszol:
 - CRC hibás táviratot kap
 - Ismeretlen parancskódot tartalmazó táviratot kap
 - Regiszter írás esetén a távirat hossza nem a „regiszterek száma” mezőnek megfelelő.
 - Ha nem létező regiszterre történik hivatkozás:
 - Regiszter olvasás esetén 0xFFFF-et ad vissza a készülék
 - Regiszter írás esetén nem történik semmi.
- ◆ 0x10 parancs esetén csak az írható/olvasható regiszterek íródnak felül, de nincs hibátávirat, ha csak olvasható regiszterre érkezik írás parancs.
- ◆ Ha a kapott táviratban a regiszter kezdőcím és regiszterszám összege nagyobb, mint 65536, akkor az írás vagy olvasás művelet a 0. című regisztertől folytatódik a 65535. regiszter feldolgozása után. (pl. 65534 címtől kezdődően 4 regiszter olvasása esetén a választávirat a következő sorrendben a 65534, 65535, 0, 1 című regiszterek értékét fogja tartalmazni).
- ◆ Az RS485 vonalon történt bármilyen forgalom után 10ms várakozási időt be kell iktatni a készülék megszólítása előtt.
- ◆ A kapott távirat feldolgozása a beállított kommunikációs sebességtől függetlenül, az utolsó karakter beérkezése utáni 5 ms hosszú adásszünet után kezdődik.
- ◆ Az adás/vételi buffer mérete 37 bájt ezért az ennél hosszabb táviratokat nem kezel a készülék. Emiatt az egy táviratban kiolvasható regiszterek száma maximum 16, az írható regiszterek száma maximum 14.

3.2.2 Táviratok szerkezete

A táviratok szerkezete a következő:

3.2.2.1 Holding regiszterek olvasása

Paraméterként megadott A kezdőcímtől N db holding regiszter aktuális értékét adja vissza.

Kérés:

0	1	2	3	4	5	6	7
Készülék cím	Parancskód: 0x03	Első regiszter címe, MSB(A)	Első regiszter címe, LSB(A)	Regiszterek száma, MSB(N)	Regiszterek száma, LSB(N)	CRC MSB	CRC LCB

Válasz:

0	1	2	3... 2·N+2	2·N+3	2·N+4
Készülék cím	Parancskód: 0x03	Paraméter bájtok száma (=2·N)	A kért regiszterek aktuális tartalma MSB,LSB sorrendben	CRC MSB	CRC LCB

3.2.2.2 Holding regiszterek írása

A paraméterként megadott A kezdőcímtől kezdődően N db holding regiszter értékét felülírja (csak az írható-olvasható regiszterek tartalma változik).

Kérés:

0	1	2	3	4	5	6
Készülék cím	Parancskód: 0x10	Első regiszter címe, MSB(A)	Első regiszter címe, LSB(A)	Regiszterek száma, MSB(N)	Regiszterek száma, LSB(N)	Paraméter bájtok száma (=2·N)
7... 2·N+6		2·N+7	2·N+8			
A regiszterek új tartalma MSB,LSB sorrendben		CRC MSB	CRC LCB			

Válasz:

0	1	2	3	4	5	6	7
Készülék cím	Parancskód: 0x10	Első regiszter címe, MSB(A)	Első regiszter címe, LSB(A)	Regiszterek száma, MSB(N)	Regiszterek száma, LSB(N)	CRC MSB	CRC LCB

4 ModBus, holding regiszterek

Ebben a fejezetben a készülék ModBus regisztereinek a listája található. A készülék egyes részegységeinek működéséről a 2. fejezet ad áttekintő információt. Ez a fejezet és a 2. fejezet együttesen ad teljes információt.

A táblázatok első oszlopában a regisztercím mellett található (R) jelölés arra utal, hogy a regiszter csak olvasható, az (RW) megjelölés jelentése írható-olvasható.

A regiszterből kiolvasható adatok típusa 16 bites előjel nélküli egész, kivéve abban az esetben, ha eltérő típus van megjelölve. A két regisztert elfoglaló 32 bites típusok (32 bites *integer* és 32 bites *IEEE float*) mindig úgy értelmezendők, hogy az alacsonyabb című regiszter tartalmazza az alsó 16 bites szót (*Least Significant Word*).

4.1 Elektronikus adattábla

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0000 (R)	Hardver típus	15...8 bit: Készülék típus
		7...4 bit: Nem használt
		3-0 bit: Bemenet típusa
		0x05 TAL-xxP2
		0x00: Feszültségbemenet max 10V 0x01: Áram bemenet 0x02: Feszültségbemenet 220V
0x0001 (R)	Hardver verzió	<ul style="list-style-type: none"> MS bájtt: Fő verzió (BCD) LS bájtt: Mellék verzió (BCD)
0x0002 (R)	Nem használt	
0x0003 (R)	Szoftver verzió	<ul style="list-style-type: none"> MS bájtt: Fő verzió (BCD) LS bájtt: Mellék verzió (BCD)
0x0004 (R)		<ul style="list-style-type: none"> MS bájtt: Fő verzió (BCD) LS bájtt: Mellék verzió (BCD)
0x0005... 0x000F (R)	Gyári szám	22 bájtt, 0-terminal sztring. A regiszterek LS bájttja tartalmazza a kisebb sorszámú karaktert.

4.2 Mért feszültség illetve áram érték

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0010 (R)	Mért kalibrálatlan érték	32 bites IEEE float érték
0x0011 (R)		
0x0012 (R)	Mért kalibrált érték	32 bites IEEE float érték
0x0013 (R)		

4.3 Készülék állapotjelző és hibaregiszter

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0020 (R)	Készülék állapotregiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0. bit: Bemenet túlvezérlés ▪ 1...31. bit: Nem használt
0x0021 (R)		
0x0022 (R)	Hibaregiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0. bit: A készülék adatlap olvasásakor CRC hiba történt ▪ 1. bit: A paramétertábla olvasásakor CRC hiba történt ▪ 2. bit: WatchDog működés történt. ▪ 3. bit: Processzor túlterhelés következtében a szoftver a vezérlési feladatok egy részét nem tudta a megadott időszíleten belül elvégezni. ▪ 4. bit AD hiba ▪ 5. bit: EEPROM memória hiba. ▪ 6. bit: DA hiba ▪ 7. bit: I2C busz hiba ▪ 8. bit: Bemenet típusa hibás ▪ 9. bit: Analóg kimeneti karakterisztika hiba (hibás paraméterek, lásd:4.6.2.2 pont) ▪ 10. bit: Kalibrációs érték hiba (hibás paraméterek, lásd: 4.6.2.4 pont) ▪ 11...31. bit: Nem használt
0x0023 (R)		

4.4 Kimenet vezérlő regiszterek

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0030 (RW)	Analóg kimenet értéke [mA]	32 bites IEEE float érték Az analóg kimeneten megjelenő áram értéke. Amennyiben az analóg kimenet jelforrása nem C_NONE (lásd: 4.6.2.3) az analóg kimenet vezérlő folyamatosan frissíti ezt a regisztert, ezért az írása hatástalan. Ha a jelforrás C_NONE, akkor ezen regiszter írásával lehet vezérelni az analóg kimenetet.
0x0031 (RW)		

4.5 Reset regiszter

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0038 (RW)	Reset regiszter	Lehetséges parancsok: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0001: Készülék újraindítása

4.6 Paramétertábla

A készülék induláskor az EEPROM program memóriából a RAM-ba tölti a paramétertáblát. Betöltéskor CRC ellenőrzést végez. Hiba esetén alapértelmezett értékre állítja az összes paramétert. A paramétertábla adatregisztereken keresztül a RAM-ba töltött értékek érhetőek el. Az adatok EEPROM-ba mentése a paramétertábla-parancsregiszterbe írt megfelelő paranccsal történik. Az adatregiszterek írása után a változtatás azonnal aktualizálódik. Kivételt képeznek ez alól a kommunikációs beállítások, melyek csak a készülék újraindítása után változnak meg.

4.6.1 Paramétertábla-parancsregiszter

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0060 (RW)	Paramétertábla-parancsregiszter	<p>Értéke 0x0000 vagy 0xFFFF ha a paramétertábla parancs fogadására kész. Az alábbi parancsok végrehajtása után a regiszter értéke 0x0000 lesz. Érvénytelen parancskód esetén értéke 0xFFFF, ami a parancsvégrehajtás elutasítását jelenti. A parancskódok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0001: Paraméterek mentése az program EEPROM memóriába ▪ 0x0313: Írásvédettség tiltása. A parancs kiadása után a csak olvashatónak megjelölt regiszterek is írhatóakká válnak. Így módosíthatóvá válnak a kalibrációs adatok és a készülék adatlap ▪ 0x0909: Írásvédettség engedélyezése. A parancs kiadása után a csak olvashatónak megjelölt regiszterek ismét csak olvashatóvá válnak. ▪ 0x1212: Készülék adatlap mentése a EEPROM memóriába

4.6.2 Paramétertábla adatregiszterek

4.6.2.1 Kommunikációs beállítások

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0070 (RW)	ModBus cím és kommunikációs sebesség	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MS bájt: Baudrate <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x01: 9 600 ▪ 0x02: 19 200 ▪ 0x03: 28 800 ▪ 0x04: 38 400 ▪ 0x06: 57 600 ▪ 0x0C: 115 200 <p>Alapértelmezett érték: 38 400</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ LS bájt: ModBus cím <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1...249 <p>Alapértelmezett érték: 16</p>

A készülék induláskor 3s-ig 38400bps sebességgel és 250-es ModBusz címen kommunikál.

Cím/típus	Név	Tartalom
0x00C9 (RW)	UART Timeout (ms)	16 bites érték Az UART kommunikáció timeout paraméterét tartalmazza, az értékét ms-ban kell megadni.
0x00CA (RW)	UART beállítások	16 bites regiszter: <ul style="list-style-type: none"> • 0x0000: 8 bit, nincs paritásbit, 1 stop bit • 0x0001: 2 stop bit • 0x0002: páros paritás • 0x0004: páratlan paritás • 0x0006: 9 bit, nincs paritás

A kommunikációs paraméterek aktualizálásához el kell menteni a paramétertáblát a program EEPROM memóriába, majd újra kell indítani a készüléket.

4.6.2.2 Bemeneti és kimeneti állomány beállítása

4.6.2.3 Bemeneti mérési tartomány beállítása

Bemenetek mérési tartománya a felhasználó által módosítható, a paraméterek a 0x0071-es ModBusz címre kerültek.

Cím/típus	Név	Tartalom
0x0071 (R)	Bemeneti tartomány	15...8 bit: Áram bemeneti tartomány 0x00: 0-20mA 0x01: 0-5mA 0x02: 4-20mA 0x03: -20-0mA 0x04: -5-0mA 0x05: ±20mA 0x06: ±5mA
		7...4 bit: Feszültség bemeneti tartománya 0x00: 0-10V 0x01: 0-5V 0x02: 0-60mV 0x03: 0-150mV 0x04: -10-0V 0x05: -5-0V 0x06: -60-0mV 0x07: -150-0mV 0x08: ±10V 0x09: ±5V 0x0A: ±60mA 0x0B: ±150mA

4.6.2.4 Analóg karakterisztika beállításai

Cím/típus	Név	Tartalom	
0x0072(RW)	Mód	<ul style="list-style-type: none"> 15...12 bit: Forrásjel <ul style="list-style-type: none"> C_NONE: kikapcsolva C_MS_DC: DC érték (konstansokat lásd: 4.6.3 pontban) 11...8 bit: Kimenő jeltartomány <ul style="list-style-type: none"> 0x0: 0...5mA 0x1: 0...20mA 0x2: 4...20mA 0xF: 0x007F...0x0086 regiszterekben megadott tartomány 7...4 bit: Mért érték tartomány <ul style="list-style-type: none"> 0x0: 0...DC_{NOM} 0x1: 0...1,2·DC_{NOM} 0xF: A 0x007B...0x007E regiszterben megadott érték Nem használt 	
		0x0073 (RW)	Mért érték alsó határa DC _{Lo} [%]
		0x0074 (RW)	
		0x0075 (RW)	Mért érték felső határa DC _{Hi} [%]
0x0076 (RW)		<p>32 bites float értékek</p> <p>A névleges érték (váltóáttétellel együtt) százalékában megadva. Értéküket a készülék csak abban az esetben veszi figyelembe, ha a <i>Mód regiszter</i> 4...7 bitjeinek értéke 0xF.</p> <p>A következő feltételeknek teljesülnie kell, különben a hibaregiszter (4.3 pont) hibát jelez és a analóg karakterisztika nem működik</p> <ul style="list-style-type: none"> Mindkettő értelmezhető valós szám (egyik sem NaN, inf... stb.) $0 \leq DC_{Lo} < 200$ $0 < DC_{Hi} < 200$ $DC_{Lo} + 0.1 \leq DC_{Hi}$ 	
0x0077 (RW)	Kimenő áram a megadott tartomány alsó határán I _{Lo} [mA]	32 bites float értékek	
0x0078 (RW)		Értéküket a készülék csak abban az esetben veszi figyelembe, ha a <i>Mód</i>	

0x0079 (RW)	Kimenő áram a megadott tartomány felső határán I_{HI} [mA]	<i>regiszter</i> 8...11 bitjeinek értéke 0xF. A következő feltételeknek teljesülnie kell, különben a hibaregiszter hibát jelez és a analóg karakterisztika nem működik
0x007A (RW)		
0x007B (RW)	Minimális kimenő áram S_{LO} [mA]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindegyik értelmezhető valós szám (egyik sem NaN, inf... stb.) ▪ $0\text{mA} \leq I_{LO}$ és $I_{HI} \leq 24\text{mA}$ ▪ $I_{LO} + 1\text{mA} \leq I_{HI}$
0x007C (RW)		
0x007D (RW)	Maximális kimenő áram S_{HI} [mA]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $0\text{mA} \leq S_{LO}$ és $S_{HI} \leq 24\text{mA}$ ▪ $S_{LO} + 1\text{mA} \leq S_{HI}$
0x007E (RW)		

A kimenő áram a fenti értékekből (DC: a mért jel a névleges érték százalékában):

$$I_{LIN} = \frac{DC - DC_{LO}}{DC_{HI} - DC_{LO}} \cdot (I_{HI} - I_{LO}) + I_{LO}$$

$$I_{KI} = \begin{cases} S_{LO} & \text{ha } I_{LIN} < S_{LO} \\ S_{HI} & \text{ha } S_{HI} < I_{LIN} \\ I_{LIN} & \text{egyébként} \end{cases}$$

4.1. kifejezés

4.6.2.5 Analóg kimenet beállításai

Cím/típus	Név	Tartalom	
0x007F (RW)	Analóg kimenet beállítások	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15...4 bit: Nem használt ▪ 3..0 bit: Forrásjel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C_NONE: Nincs forrás, a kimenet a parancsregiszteren (4.4 pont) keresztül vezérelhető ▪ C_AS_ANA_CHAR: Analóg karakterisztika (konstansokat lásd: 4.6.3 pontban)