

TMTG 1F Felhasználói leírás



Tartalomjegyzék

1	ÁLTALÁNOS LEÍRÁS.....	4
1.1	Biztonsági figyelmeztetések.....	4
1.2	A készülék rendeltetése.....	5
2	MŰKÖDÉSI LEÍRÁS.....	6
2.1	Hardver felépítés.....	6
2.1.1	Mérőváltók.....	6
2.1.2	DSP egység.....	6
2.1.3	Áramgenerátorok.....	7
2.1.4	RS485 illesztő.....	7
2.1.5	Digitális ki- és bemenetek.....	7
2.1.6	Sorkapocs párok.....	8
2.2	A készülék bekötése.....	9
2.3	Logikai felépítés.....	10
2.3.1	Paramétertábla.....	10
2.3.2	Analóg bemenetek, kalibráció.....	10
2.3.3	Digitális bemenetek, impulzusszűrők és digitális mintavételezők.....	11
2.3.4	Logikai impulzusok, kommunikáció vezérelt impulzus.....	12
2.3.5	Mérés.....	12
2.3.6	Óra.....	13
2.3.7	Szinkronjel generátor.....	13
2.3.8	Impulzus számlálók.....	14
2.3.9	Archív tár.....	14
2.3.10	Impulzus formálók.....	14
2.3.11	Határérték kapcsolók.....	15
2.3.12	Maximumőrök.....	15
2.3.13	Digitális kimenetek.....	18
2.3.14	Analóg kimeneti karakterisztika képzők.....	18
2.3.15	Analóg kimenetek.....	19
2.3.16	RS485 vonal, ModBus vezérlő.....	19
2.4	Műszaki adatok.....	20
3	KOMMUNIKÁCIÓS VONAL.....	22
3.1	Soros vonal.....	22
3.2	Protokoll.....	22
3.2.1	Implementált parancsok.....	22
3.2.2	Táviratok szerkezete.....	23
3.2.3	CRC számítása (Turbo Pascal példa kód).....	24
4	MODBUS, HOLDING REGISZTEREK KIOSZTÁSA.....	25
4.1	Elektronikus adattábla.....	25
4.2	Mért eredmények.....	26
4.2.1	Áram, feszültség és teljesítmény szorzó faktor.....	26
4.2.2	Alap mérési mennyiségek.....	26
4.2.3	Időszakos energiaértékek.....	27

4.2.4	Összesített energiaértékek.....	27
4.2.5	Impulzusszámlálók értékei.....	27
4.2.6	Mérés állapot jelzők.....	28
4.2.7	Milliszekundum számláló.....	28
4.3	Digitális bemeneti mintavételező értékek.....	28
4.4	Hiba regiszter.....	29
4.5	Kimenet vezérlő regiszterek.....	29
4.5.1	Határérték kapcsolók vezérlése.....	29
4.5.2	Impulzusformálók vezérlése.....	29
4.5.3	Analóg kimenetek vezérlése.....	30
4.6	Kommunikáció vezérelt logikai impulzus generátor vezérlése.....	30
4.7	Készülék újraindítása.....	30
4.8	Belső óra.....	30
4.9	Készülék működési paraméterek.....	32
4.9.1	Paramétertábla parancsregiszterek.....	32
4.9.2	Kommunikációs beállítások.....	32
4.9.3	Prellszűrők paraméterei.....	32
4.9.4	Impulzusszűrők paraméterei.....	32
4.9.5	Impulzusszámlálók paraméterei.....	33
4.9.6	Szinkronjel generátor paraméterei.....	33
4.9.7	Bemeneti mintavételező paraméterei.....	33
4.9.8	Mérő modul paraméterek.....	33
4.9.9	Határérték kapcsolók paraméterei.....	34
4.9.10	Impulzusformálók beállításai.....	34
4.9.11	Digitális kimenetek beállításai.....	35
4.9.12	Analóg karakterisztika képzők beállításai.....	35
4.9.13	Analóg kimenetek beállítása.....	36
4.9.14	Belső óra működés beállításai.....	36
4.9.15	Maximumőrök beállításai.....	37
4.9.16	Bemeneti kalibrációs adatok.....	38
4.9.17	Analóg kimeneti kalibrációs adatok.....	38
4.10	Archív tár regiszterek.....	39
4.10.1	Archív tár információ és parancsregiszterek.....	39
4.10.2	Archív tár, rekord buffer.....	40
4.10.3	Archív tár, legutoljára mentett rekord buffer.....	42
4.11	Általánosan használt konstansok.....	42
4.11.1	CLogicTime.....	42
4.11.2	CImpulseSrc.....	43
4.11.3	CMeasSrc.....	43
4.11.4	CDigiSrc.....	44
5	DOKUMENTUM VÁLTOZÁSOK.....	45

1 Általános leírás

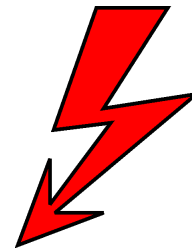
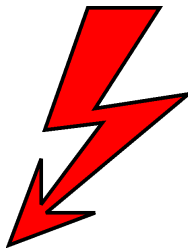
1.1 Biztonsági figyelmeztetések

FIGYELEM, ÉLETVESZÉLY !

Hálózatra kapcsolt készülék fedelét eltávolítani **TILOS** és **ÉLETVESZÉLYES!**

A készülék telepítésekor a mérendő hálózatot szigorúan feszültségmentesíteni kell, a telepítést csak szakképzett végezheti!

A készülék csak illetéktelen személyek által nem hozzáférhető helyre telepíthető!



1.2 A készülék rendeltetése

A TMTG 1F készülékek kiefeszültségű hálózatok egy fázisán a következő mennyiségek mérésére, regisztrálására, a mért jelek analóg (áramgenerátor), és digitális (RS485, ModBus) távadására alkalmasak:

- ♦ Valódi effektív értékek (I , U)
- ♦ Teljesítmények, teljesítménytényező (P , Q , S , PF)
- ♦ Fogyasztott és visszatáplált hatásos, induktív és kapacitív meddő energia (E_{P+} , E_{P-} , E_{Q+} , E_{Q-})

A bemenő áram- és feszültségjelekből a készülék DSP processzora végzi a felsorolt mennyiségek számítását, így biztosított, hogy jelentős harmonikus torzítás mellett is pontos a valódi effektív érték, négyegyed-es teljesítmény- és energiamérés.

Mind a négy energiafajta-hoz két-két számláló tartozik. Az összesített energia számlálók névleges teljesítmény mérése esetén kb. 5,7 év után csordulnak túl. A szinkronjellel (lásd lejjebb) nullázható időszakos energiaszámlálók 1 óra után csordulnak túl névleges teljesítmény mérése esetén.

A készülék opcionálisan rendelkezhet maximum három, prellszűrővel ellátott digitális bemenettel. A bemenetek állapotait digitális mintavételezők figyelik beállítható periódusidővel. Az utolsó 16 mintavételezés eredménye RS485 vonalon keresztül kiolvasható.

A TMTG 1F rendelkezik három, a digitális bemenetekhez rendelhető impulzusszámlálóval. Így a készülékkel impulzuskimenettel rendelkező mérők jelei fogadhatóak.

A maximum három digitális (open collector) kimenet működési paramétereiktől függően működhet hiszterézises határérték kapcsolóként. Ebben az esetben tetszőlegesen kiválasztott mérési mennyiség, vagy impulzusszámláló megadott értéke felett vagy alatt kapcsol be a kimenet. A digitális kimenetek működhetnek impulzuskimenetként. Ebben az esetben a mért energiának megfelelő mennyiségű impulzust ad a készülék, vagy a belső szinkronjel használható fel impulzusforrásként. Így más készülékek szinkronizálhatóak a TMTG-hez.

Három, digitális kimenetre kapcsolható maximumőr is működik a készülékben. A maximumőrök a mért időszakos energiaszámlálók vagy az impulzusszámlálók aktuális értékeiből egy becslést készítenek a megadott időszak végére. Amennyiben ez a becsült érték meghaladja a megadott határértéket, a készülék a kiválasztott digitális kimeneten egy jelzést ad. A három maximumőr kaszkádba kapcsolható, így egy háromfokozatú maximumőrként működik.

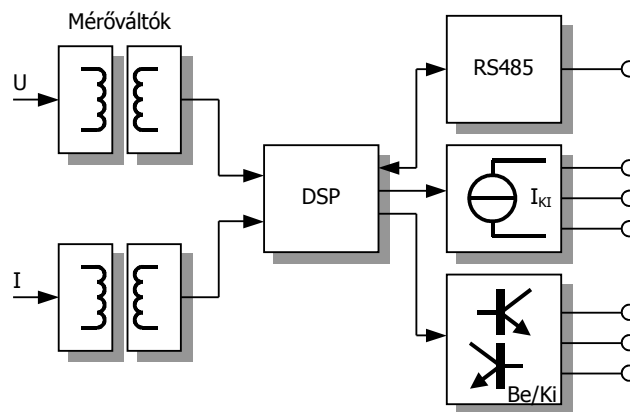
A készülék a mért mennyiségek értékeit EEPROM memóriába regisztrálja. A szinkronjel hatására a pillanatértékek (I , U , P , Q , S , PF) átlagából, az időszakos energia értékeiből, és az impulzusszámlálók értékeiből álló rekordot ment az archív tárba. A tár kapacitása 1440 rekord. Amikor a tár megtelik, a készülék az új rekorddal mindig a legrégebbit írja felül. Mivel a készülék belső órával rendelkezik, a rekordok időbélyeget tartalmaznak.

A regisztrációt, az időszakos energiamérők és az impulzusszámlálók nullázását időzítő szinkronjel forrása lehet valamelyik digitális bemenet, vagy a készülék óra (egész perc, egész negyedóra, egész óra), vagy kiváltható az RS485 vonalon egy ModBus regiszter írásával. Amennyiben a szinkronjel forrása nem maga a belső óra, beállítható, hogy a szinkronjel hatására az óra mindig az aktuálisan mutatott időhöz legközelebbi egész percre álljon.

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. ábra: Készülék hardver elvi felépítés

2.1.1 Mérőváltók

A mérőváltók feladata a mérendő jel átalakítása a DSP egységben található A/D átalakító részére. Minden készülék egy feszültség- és egy áramváltót tartalmaz. A mérőváltók típusa határozza meg, hogy az áram- és feszültségjeleket a készülék milyen méréshatárral méri. A következő típusok léteznek:

2.1. táblázat: Mérőváltó típusok

Feszültségmérés [V]	Árammérés [A]
57,735	1/5
100	25
115,47	50
230,94	

A fenti táblázatban az 1A/5A megjelölés egy olyan típusra utal, mellyel 1A és 5A névleges bemenő áram is mérhető. Ez az áramváltó egy megcsapolt primer tekercsrel rendelkezik. Az ilyen áramváltóval gyártott készülékeknek az áram bemenetein három villamos kapocs van: egy közös és egy-egy az 1A és 5A mérésére (lásd: 2.2 alfejezetben). A helyes méréshez azonban a készülék paramétertáblájába be kell állítani, hogy aktuálisan melyik méréshatárban működik a készülék (lásd: 4.9.8 pontban).

A mérőváltó a jelátalakítás mellett 2,5kV átütési szilárdságú galvanikus leválasztást biztosít a mérendő hálózat és a készülék többi részegysége között.

2.1.2 DSP egység

A DSP egység fő elemei a DSP (*Digital Signal Processor*) vezérlő, EEPROM memória és egy valós idejű óra IC. A készülék működtetését a DSP vezérlőn futó készülékszoftver végzi. A készülékszoftver logikai egységeinek leírása a 2.3 alfejezetben található.

2.1.3 Áramgenerátorok

A készülék opcionálisan három áramgenerátorral rendelkezik. Az áramgenerátorok 0...24mA tartományban képesek áramot áthajtani maximum $R_T=500\Omega$ terhelésen.

Az áramgenerátorok a készülék által mért mennyiségek bármelyikéhez hozzárendelhetők. Az áramgenerátorok karakterisztikája lineáris, tetszőleges meredekség (>0), ofszet, alsó- és felső telítési szint beállítható. Így 4-20, 4-24... stb. kimeneti karakterisztikát is be lehet állítani. (Részletek a 2.3.14 és 2.3.15 pontokban olvashatóak.)

2.1.4 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 részleteit lásd a 3. és 4. fejezetben.

2.1.5 Digitális ki- és bemenetek

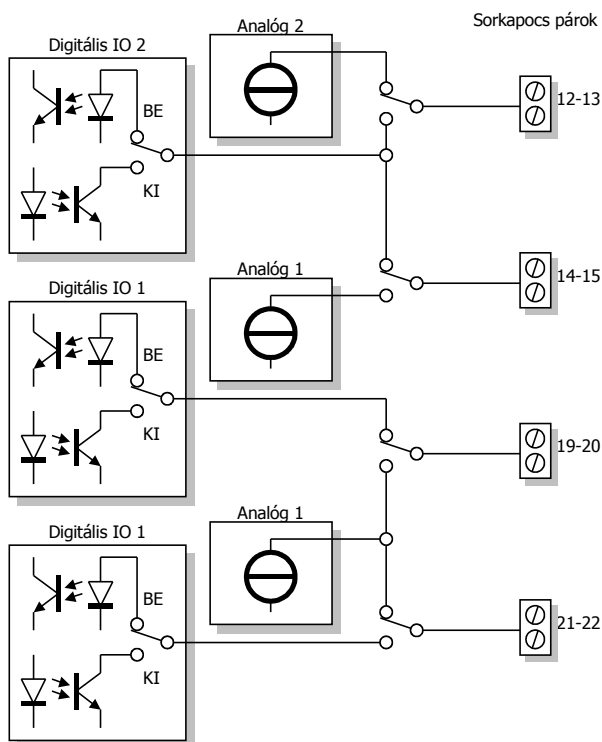
A három digitális IO mindegyike külön-külön választhatóan ki- és bemenet lehet. (A beállítás gyártáskor dől el).

Kimenet esetén egy opto-csatoló NPN tranzisztorának emitter és collector kimenetei, bemenet esetén egy opto-csatoló diódájának anódja és katódja (megfelelő áramkorlátozó ellenállással sorba kapcsolva) csatlakozik a készülék sorkapcsaihoz.

FIGYELEM! Ezek az opto-csatolók a készülék többi részétől csak olyan mértékű leválasztást biztosítanak ($U=500V$), hogy a több elemet tartalmazó rendszerekben a galvanikus csatolásból eredő zavarok elkerülhetőek legyenek. Életvédelmi szigetelésnek nem felelnek meg!

2.1.6 Sorkapocs párok

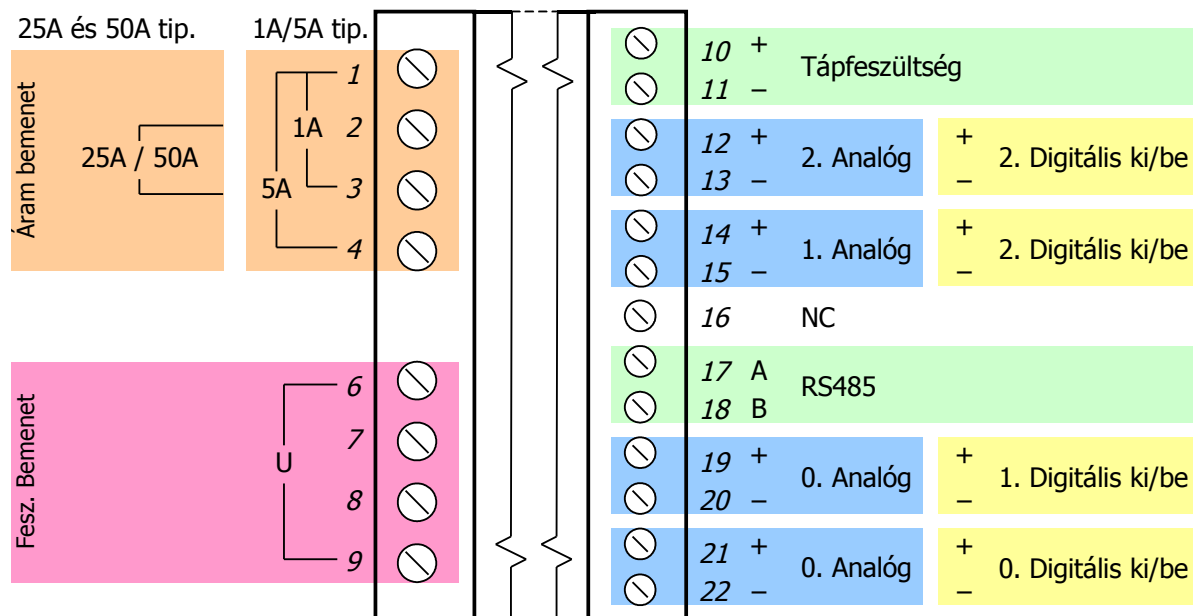
A készülék mechanikai felépítése nem teszi lehetővé, hogy az 2.1. ábrán látható összes ki- és bemeneti modul, (áramgenerátorok, digitális ki- és bemenetek) egyidejűleg ki legyenek vezetve a készülék sorkapcsaira. Négy szabad sorkapocs pár van. Ezekhez a 2.2 ábrán látható módon lehet az egyes ki/bemeneti modulokat hozzákapcsolni. A konfiguráció gyártáskor dől el.



2.2. ábra: Sorkapocs párok lehetséges konfigurációja

2.2 A készülék bekötése

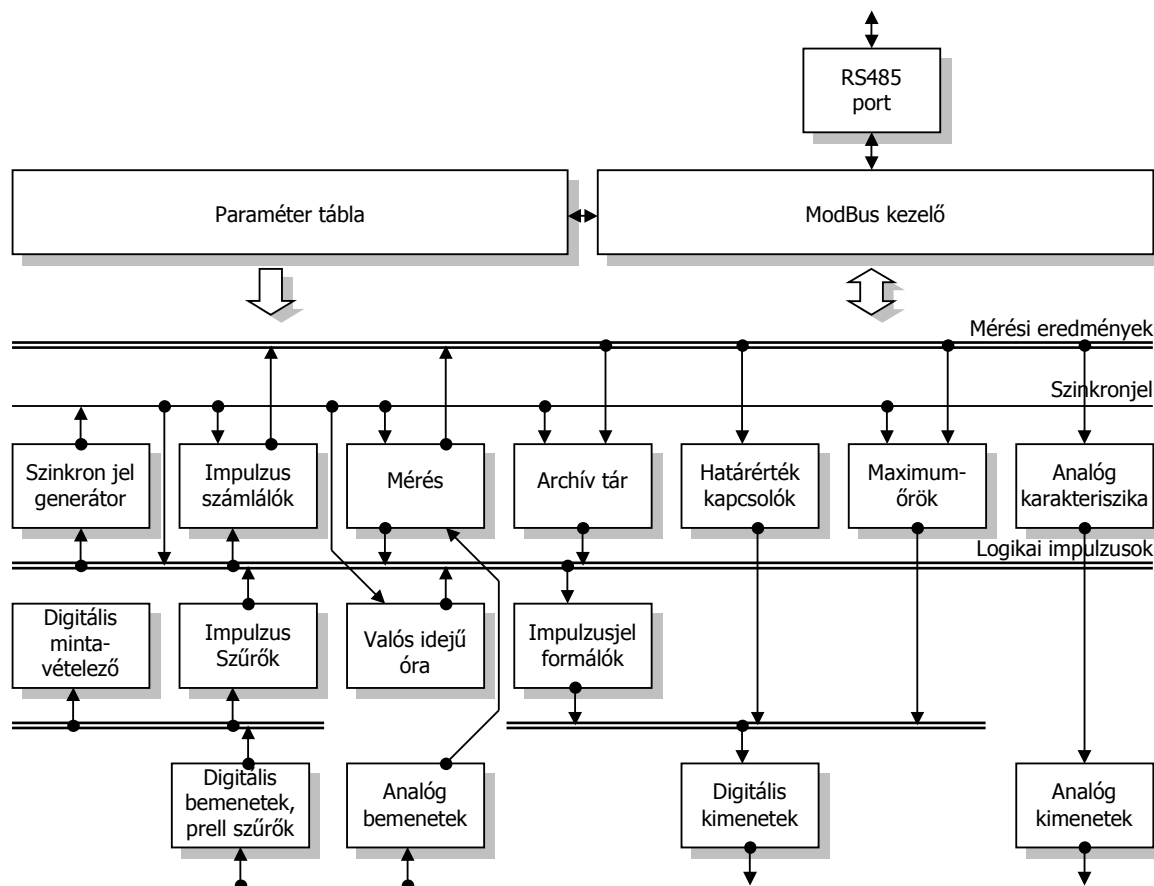
A sorkapcsok kiosztása a 2.3 ábrán látható. Amint a 2.1.6 pontban olvasható, a készülék jel ki- és bemenetének számára csak négy sorkapocs pár áll rendelkezésre, így ezek szerepe a gyári beállításoktól függ.



2.3. ábra: Készülék sorkapocs kiosztás

2.3 Logikai felépítés

A DSP vezérlőn futó készülékszoftver feladata a mérések, adatregisztráció elvégzése, a digitális ki- és bemenetek kezelése, és a kommunikáció az RS485 vonalon. A szoftver logikai felépítése a 2.4. ábrán látható. A következő pontokban az 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.



2.4. ábra: Elvi blokkvázlat

2.3.1 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 EEPROM memóriában tárolódnak, így a készülék kikapcsolása után sem vesznek el. A paramétertáblában tárolt beállítások tételes felsorolása a ModBus regiszterek leírásánál a 4.9 alfejezetben található.

2.3.2 Analóg bemenetek, kalibráció

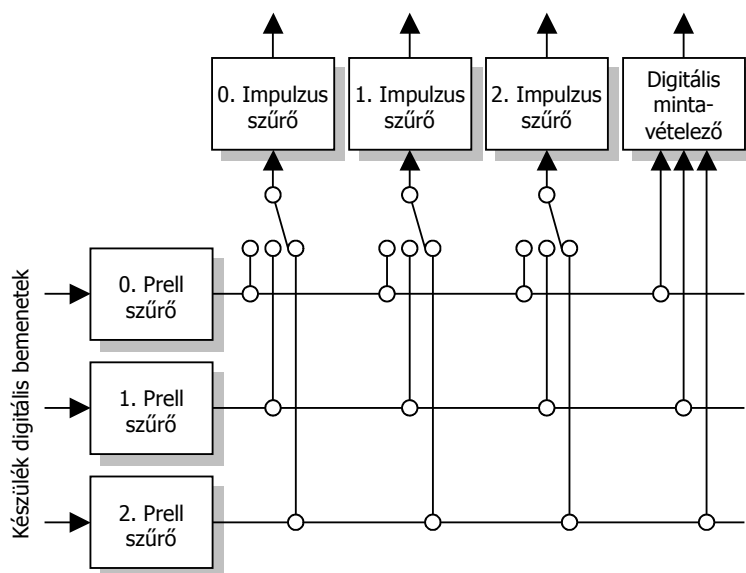
DSP-be integrált AD átalakító $F_s=1066,67\text{Hz}$ frekvenciával mintavételezi a mérőváltó által szolgáltatott jelet. A készülékben nincs átlapolódás-gátló (anti-aliasing) szűrő. Így a készülék az $F_s/2$ frekvenciánál nagyobb komponenseket is beleszámítja a mért RMS értékbe. Matematikailag bizonyítható, hogy az RMS (Root Mean Square = valódi effektív érték) mérést nem befolyásolja a frekvencia átlapolódás, ha az átlapolódott spektrumvonalak nem kerülnek egymás közelébe. (Az $F_s=1066,67\text{Hz}$ biztosítja, hogy pl.

$F_{22}=1100\text{Hz}$ harmonikus a $F_{22}=33,33\text{Hz}$ -re, a $F_{43}=2150\text{Hz}$ harmonikus a $F_{43}=16,67\text{Hz}$ -re lapolódik. Az $F_{65}=3250\text{Hz}$ a legkisebb komponens, mely $F_{65}=50\text{Hz}$ -re lapolódik, a villamos energia rendszerekben azonban a 40. harmonikus feletti összetevők elhanyagolhatóak.)

A bemenő mérőváltók áramköreinek és az AD átalakítók együttes harmonikus torzítása 0.2% alatt van, viszont a mérőváltók áttételének állandó hibája viszonylag nagy. Ezt a hibát a paramétertáblába mentett két kalibrációs szorzó kompenzálja. Az áram és feszültség csatornához tartozó kalibrációs szorzók a gyártás-bemérés során kerülnek a készülékbe, a felhasználó azokat módosítani nem tudja. Az analóg bemeneteket kezelő logikai blokk az AD átalakító mintáit ezekkel a kalibrációs értékekkel való szorzás után bocsátja a mérő modul rendelkezésére.

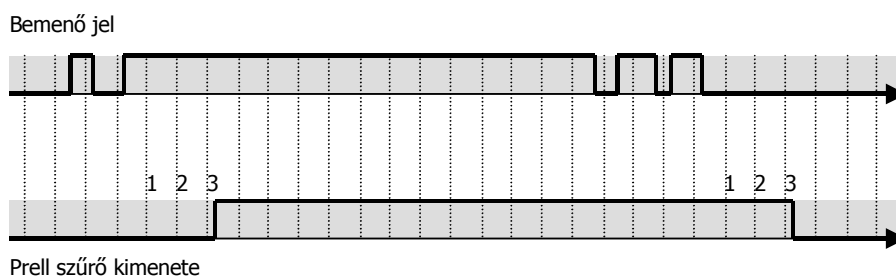
2.3.3 Digitális bemenetek, impulzus-szűrők és digitális mintavételezők

A digitális bemenethez tartozó szoftver részek az 2.5. ábrán láthatóak.



2.5. ábra: Digitális bemenetek és környezete

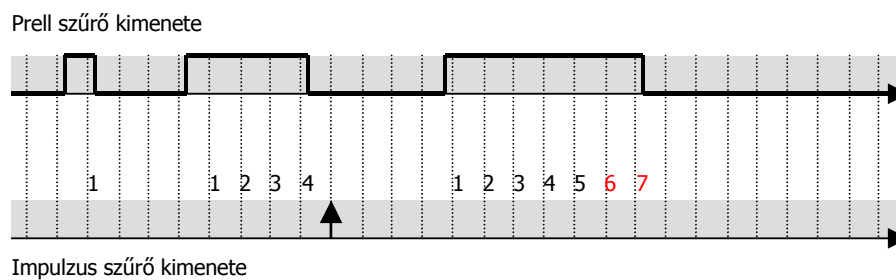
Közvetlenül a bemenetekhez egy-egy prellszűrő csatlakozik, mely a mechanikus kapcsoló elemek kapcsolási bizonytalanságait szűri ki. A prellszűrők 1ms periódusidővel mintavételezik a digitális bemeneteket. Egy szintet akkor tekintenek stabilnak, ha a N db egymás utáni minta azonos értékű. (2.6. ábra). N értéke a paramétertáblában van tárolva.



2.6. ábra: Prellszűrő működése $N_{PR}=3$ esetén

A digitális mintavételező beállítható T_{SDIG} periódusidővel mintavételezi a prellszűrők kimenetét. A mintavett értékeket bemenetenként egy-egy 16 bites shift-regiszterbe tölti. Ezek a shift-regiszterek RS485 vonalon kiolvashatóak. Így pl. $T_{SDIG}=100ms$ esetén a digitális jelek állapota az utolsó $16 \cdot 100ms=1,6s$ időre visszamenőleg kiolvasható a készülékből.

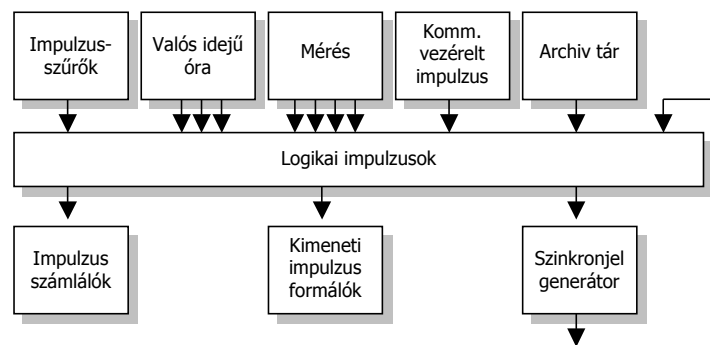
Az impulzusszűrők a paramétertáblában hozzájuk rendelt prellszűrők kimenetét mintavételezik 1ms periódusidővel. Az 1→0 átmenet esetén adnak egy *logikai impulzust* (lásd: 2.3.4 pontban), ha előtte az 1 szint hossza legalább a meghatározott minimális és legfeljebb a meghatározott maximális idő volt. A minimum és maximum figyelés is kikapcsolható, ilyenkor a készülék nem vizsgálja a kikapcsolt értéket. Ha a beállított maximális idő nem nagyobb, mint a minimális idő, a készülék a maximális idő beállítást nem veszi figyelembe.



2.7. ábra: Impulzus szűrő $T_{MIN}=2ms$ és $T_{MAX}=5ms$ esetén

2.3.4 Logikai impulzusok, kommunikáció vezérelt impulzus

A logikai impulzusok a vezérlőszoftver belső jelzései, melyeket bizonyos egységek generálnak, míg mások felhasználják jelforrásként. A logikai impulzusok forrásai és felhasználói a 2.8. ábrán láthatóak. További információ az ábrán látható egységek működését bemutató alpontokban található.



2.8. ábra: Logikai impulzusok

Logikai impulzust a megfelelő ModBus regiszterbe (4.6 alfejezet) történő parancskód írással is ki lehet váltani. Ennek neve: *kommunikáció vezérelt impulzus*. Segítségével meg lehet oldani, hogy a készülék egy ModBus táviratra szinkronizálódjon.

2.3.5 Mérés

z AD átalakítókból származó, kalibrált mintákból a mérő modul $T_{MEAS}=10ms$ időközönként az utolsó kétperiódusnyi (40ms) mintákból kiszámítja az RMS, teljesítmény, teljesítménytényező és energia értékeket. Az energia értékeket egy lítium elemmel védett memóriában tárolja a készülék, így azok a tápfeszültség kikapcsolása esetén sem vesznek el.

A készülék külön összegzi a fogyasztott-és visszatáplált hatásos (E_{P+} , E_{P-}), induktív és kapacitív meddő energiát (E_{Q+} , E_{Q-}). Mind a négy energiafajtahez két-két számláló tartozik. Az összesített energiaszámlálók nem nullázhatóak. Névleges teljesítmény folyamatos mérése esetén kb. 5,7 év után csordulnak túl. Az időszakos energiaszámlálókat a szinkronjel nullázza. Ha nem érkezik szinkronjel, akkor 1 óra után csordulnak túl névleges teljesítmény mérése esetén. (Ez azt jelenti, hogy negyedórás szinkronjelek esetén túlcordulás nem következhet be). Az esetleges túlcordulást a mérő modulhoz tartozó státusszó megfelelő bitje jelzi.

A mérő modul a négy mért energiával arányos számú logikai impulzusokat generál (2.3.4 pont). Ezek felhasználhatóak az impulzus számlálók vagy kimeneti impulzusformálók jelforrásaként. A logikai impulzusok energia-egyenértéke (mennyi energia után keletkezzen egy jelzés) a paramétertáblában beállítható.

A mérő modulhoz tartozik egy státusszó, mely a készülék működésével kapcsolatos állapotokat jelző biteket tartalmaz. A szinkronjel törli ezt a státusszót. A jelzőbitek felsorolása a 4.2.6 pontban található.

2.3.6 Óra

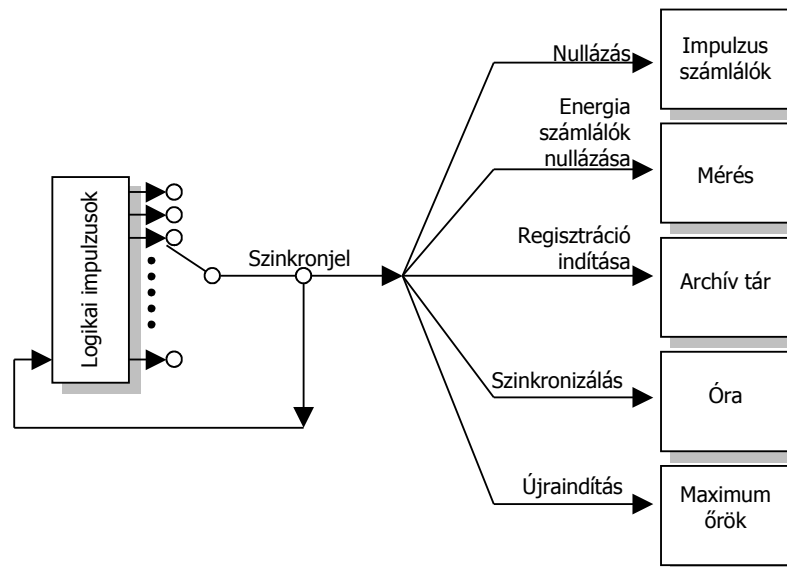
A TMTG készülékek belső valósídejű órával rendelkeznek. Beállítástól függően a készülék követi a téli/nyári időszámítás szerinti változásokat. Az óra tápellátását a készülék kikapcsolt állapotában egy gombemlem látja el, melynek élettartama 5 év. Az óra IC-ben van még egy néhány 10 bájt nagyságú memória, melynek tartalmát szintén védi a lítium elem. A készülék ebben a memóriában tárolja a mért energia értékeket, az impulzusszámlálók értékeit és az EEPROM-ban tárolt rekordok adatait (rekordok száma, utoljára mentett rekord index... stb.).

A valósídejű óra három logikai impulzus kimenettel rendelkezik: perces, negyedórás és órás. Ezek perc, negyedóra és óra váltáskor adnak egy jelzés. Felhasználhatóak belső szinkronjel vagy kimenő szinkronimpulzus generálására.

2.3.7 Szinkronjel generátor

A 2.9. ábrán látható szinkronjel generátor feladata, hogy a rekordok mentéséhez, az impulzusszámlálók és az időszakos energiaszámlálók törléséhez, kimeneti impulzus vezérlők számára szinkronjelet biztosítson. A szinkronjel a készülékben egy logikai impulzus, melyet más (paramétertáblában kiválasztott) logikai impulzus vált ki.

Amint az ábrán látszik, a szinkronjel forrása lehet bármelyik, a készülékben rendelkezésre álló logikai impulzus. Amennyiben a szinkronjel forrása nem valamelyik óra által generált logikai impulzus, szinkronjel esetén opcionálisan az óra az aktuálisan mutatott időhöz legközelebbi egész percre áll.



2.9. ábra: Szinkronjel generátor és környezete

2.3.8 Impulzus számlálók

A készülékben 3db impulzusszámláló van. Ezek bemenete valamely logikai impulzus lehet. Az impulzusszámlálók mindegyike egy 16 bites számláló, mely a bemeneti impulzusra lép egyet. A szinkronjel törli a számlálókat. A számlálók 19 999 után túlszordulnak, értékük 0 lesz. Az esetleges túlszordulást a mérő modulhoz tartozó státuszszó megfelelő bitje jelzi.

2.3.9 Archív tár

A TFMG 1F készülékekben van egy 64kBájt nagyságú EEPROM memória. Ebben a memóriában tárolja a készülék az archív tárat. Az archív tár maximum 1440db rekordot tartalmazhat. A készülék szinkronjel hatására ment egy rekordot az archív tárba. Mindegyik rekord

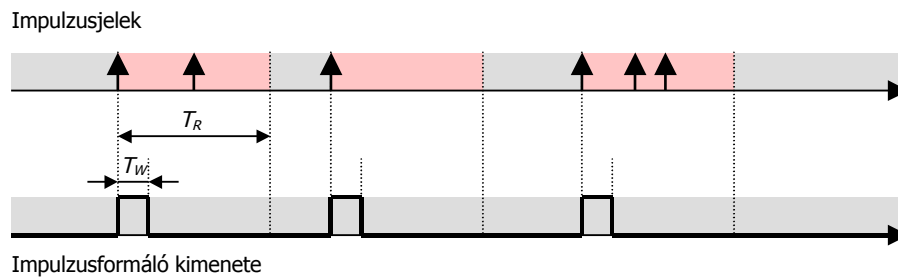
- ◆ két szinkronjel között eltelt időben mért RMS és teljesítmény értékek átlagát,
- ◆ időszakos energia számlálók és impulzusszámláló nullázás előtti értékét (a szinkronjel nullázza ezeket az értékeket),
- ◆ a méréshez tartozó státuszszó törlés előtti értékét (a szinkronjel törli a státuszszót),
- ◆ és egy időbélyeget tartalmaz

Ha az archív tár betelik (rekordok száma eléri az 1440-et), mindig a legrégebbi rekord íródik felül.

2.3.10 Impulzus formálók

Az impulzus formálók segítségével lehet összekapcsolni a készülék belső logikai impulzusait (2.3.4 pont) és a digitális kimeneteket. A logikai impulzusok a készüléksoftver olyan jelzései, melyek a működési ciklusának egy iterációja alatt élnek. A digitális kimeneteken viszont adott T_W ideig tartó feszültségjelnek kell megjelennie.

Az impulzus formálók felfoghatóak egy monostabil multivibrátornak. Bemeneti jelük valamelyik logikai impulzus. Kimenetük hozzárendelhető bármelyik digitális kimenethez. Beállítható az impulzusformáló által adott impulzusok polaritása, T_W hossza és a T_R relaxációs idő. Ez utóbbi azt határozza meg, hogy

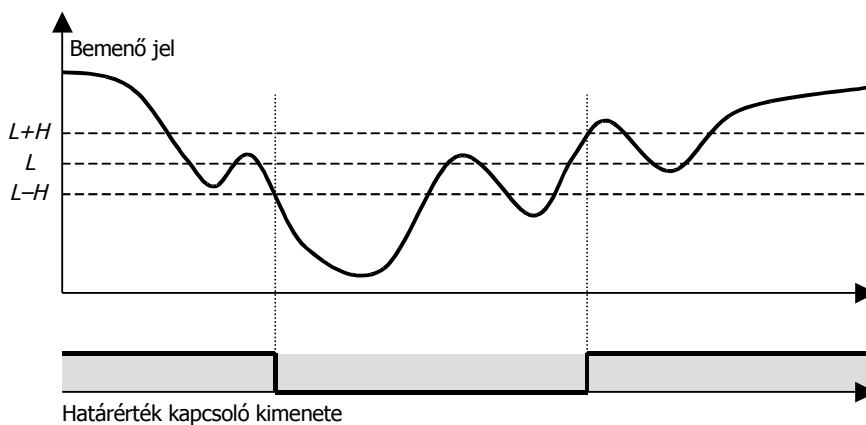


2.10. ábra: Impulzusformáló működése

két impulzusjel között legalább mennyi időnek kell eltelni, hogy az impulzus formáló újabb impulzust adjon a kimenetén. (2.10. ábra) Ha az impulzus formálót egyik logikai impulzushoz sem rendeljük hozzá, a RS485 vonalon keresztül kiadott paranccsal is lehet vezérelni.

2.3.11 Határérték kapcsolók

A három határérték kapcsoló bemenetei az RMS- és időszakos energiamérések, és az impulzusszámlálók értékei lehetnek. Mindegyik határérték kapcsoló esetében egyenként beállítható az L kapcsolási küszöb, a H hiszterézis és a polaritás (2.11. ábra). Ha a határérték kapcsolókat egyik méréshez sem rendeljük hozzá, a RS485 vonalon keresztül kiadott paranccsal is lehet vezérelni, hogy kimenetük 0 vagy 1 legyen.



2.11. ábra: Határérték kapcsolók működése

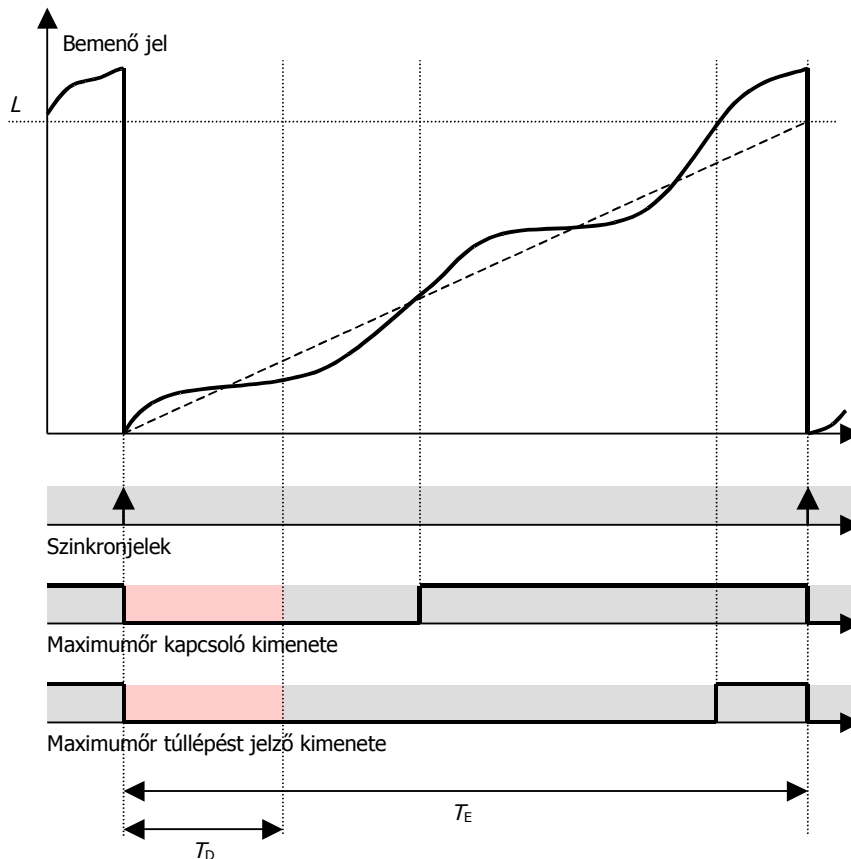
2.3.12 Maximumőrök

A TMTG 1F készülékben három egyszerű maximumőr van. A három maximumőr kaszkádba kapcsolható, így egy darab háromfokozatú maximumőrként működnek.

Bizonyos esetekben adott hosszúságú időszakokon belül az elfogyasztható energia, anyagmennyiség stb. korlátos. Ilyen esetekben folyamatos mérésel meg kell becsülni az időszak végére várható teljes fogyasztást, és ha a becslés szerint határérték túllépés várható, be kell avatkozni. Ezt a feladatot látják el a TMTG készülék maximumőrei a következő módon (magyarázatot a 2.12 ábra illusztrálja):

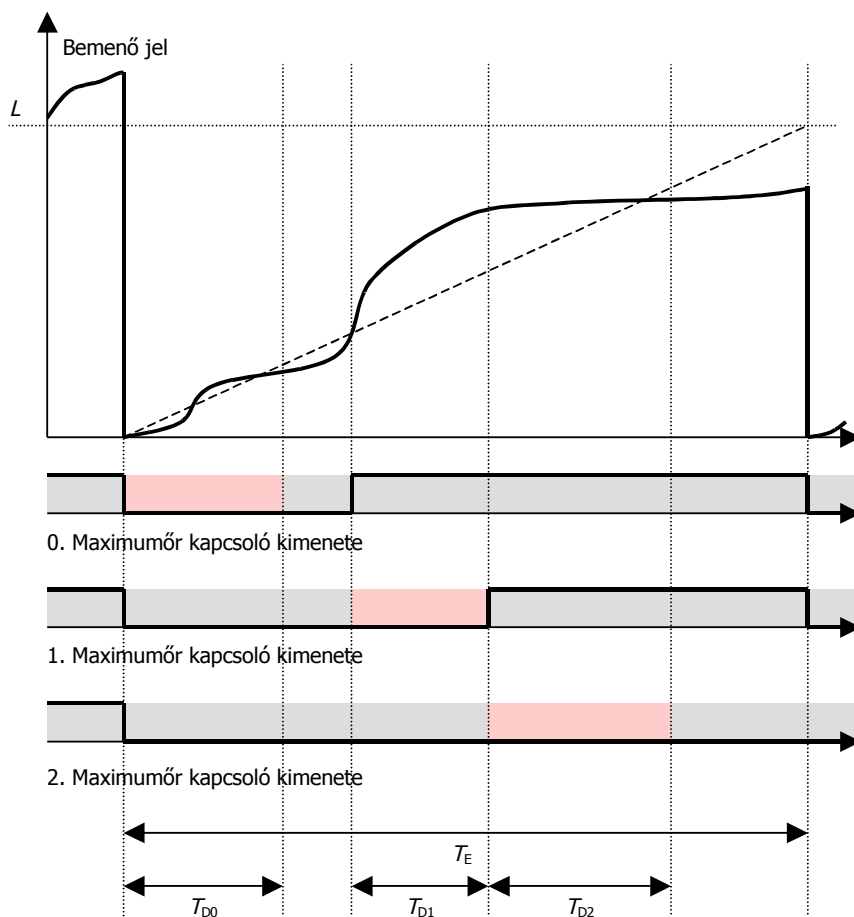
A maximumőrök bemenetei a szinkronjel által nullázott monoton növekvő mérési mennyiségek lehetnek, azaz a négy időszakos energia számláló, a három impulzusszámláló, és ezeken kívül a három impulzusszámláló összege. Minden maximumőrnek két kimenete van: egy kapcsolójel, és egy túllépést jelző kimenet.

Amint az ábrán látható, a szinkronjel indítja a maximumórt, törli mindkét kimenetét. Ugyanebben az időben a bemenő jel is nullázódik. A maximumőr az indítástól számított T_D holtidő (paramétertáblában beállítható) elteltéig nem működik. Ugyanis a szinkronjel utáni néhány percen még nagyon bizonytalan becslést lehet csak adni a végső fogyasztásra. A holtidő letelte után a készülék az M bemenő jeltől a $M_E = M \cdot T_E / t$ összefüggés szerint becslést készít (M_E a becsült fogyasztás a T_E időszak végére, t az utolsó szinkronjel óta eltelt idő). Amennyiben a megadott L limit túllépése várható ($M_E > L$), a maximumőr kapcsoló kimenete 1 szintre vált. Ha bekövetkezik a túllépés ($M > L$), akkor a túllépést jelző kimenet is 1 lesz. Mindkét kimenetet a következő szinkronjel törli. T_E időt a paramétertáblában kell megadni. Értékének a szinkronjel periódusidejének kell lennie. (Azért kell megadni, mert ha a szinkronjelnek külső forrása van, a készülék nem tudhatja, hogy az milyen időközönként érkezik.)



2.12. ábra: Maximumőrök működése önálló üzemmódban

A gyakorlatban előfordul, hogy több maximumőr által vezérelhető lekapcsolható fogyasztó is van, melyek valamilyen prioritási sorrendbe vannak rendezve. A maximumőr, ha túllépés várható lekapcsolja az első fogyasztót. Egy idő után ismét végez egy becslést, ha még mindig túllépés várható, lekapcsolja a második fogyasztót, és így tovább. A TMTG készülék maximumőrei kaszkádba kapcsolhatóak, így egy háromfokozatú maximumőrként működnek együtt. Ebben az esetben mind a három maximumőr a 0. maximumőr beállításai szerint működik (bemenő jel, T_E idő és L limit). Csak a holtidő állítható be külön-külön mindegyik maximumőr esetében. Amint a 2.13 ábrán látható, ebben az esetben az 1. maximumőr csak a 0. maximumőr kapcsolójelének esetleges működése után T_{D1} idő elteltével lép működésbe. Ha a 0. maximumőr nem kapcsol, az 1. maximumőr nem lép működésbe. Ugyanilyen kapcsolat van az 1. és 2. maximumőr között.



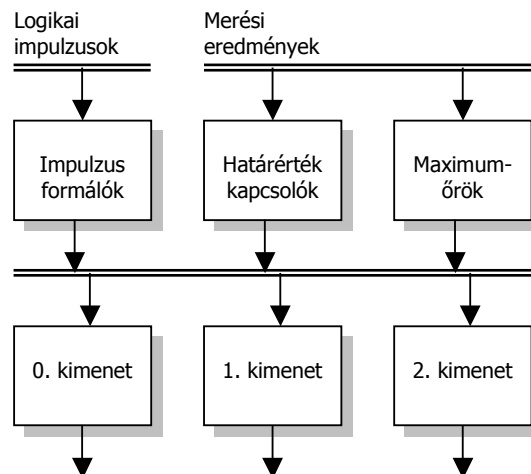
2.13. ábra: Maximumőrök működése kaszkád üzemmódban

Kaszkád üzemmódban, ha bekövetkezik a túllépés, mindhárom maximumőr túllépést jelző kimenete 1 lesz.

Mind a maximumőr kapcsolásokhoz, mind a túllépésekhez tartozik egy-egy bit a méréshez tartozó státuszszóban, így a maximumőr működés eseményei bekerülnek az archív tár rekordjaiba.

2.3.13 Digitális kimenetek

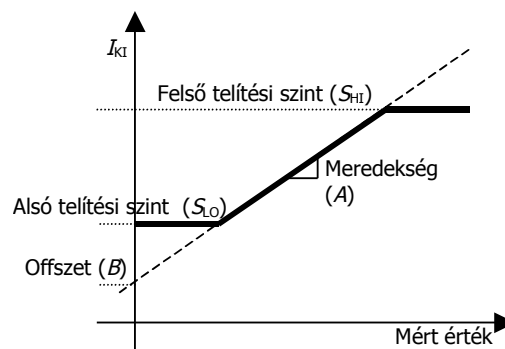
Amint az a 2.14. ábrán látható, a digitális kimenetekhez az impulzusformálók, határérték kapcsolók és a maximumőrök kimenő jelei rendelhetők hozzá. Mindhárom kimenet esetében beállítható, hogy invertálja a bemenő jelét.



2.14. ábra: Digitális kimenetek és környezete

2.3.14 Analóg kimeneti karakterisztika képzők

A mért mennyiségek és a kimenő áram közötti összerendelést a három analóg karakterisztika képző végzi. A három analóg karakterisztika képző bemenete bármely mérési eredmény lehet. Lineáris karakterisztika definiálható alsó és felső telítési szinttel (2.15. ábra).

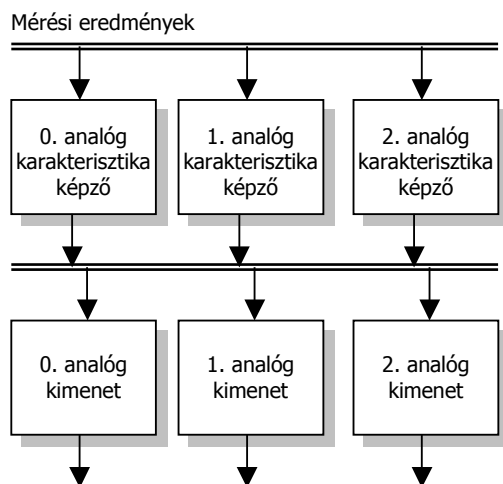


2.15. ábra: Analóg kimeneti karakterisztika

A teljesítmény mérésre pl. beállítható, hogy 0W esetén 4mA, névleges teljesítmény esetén 20mA legyen a kimenő áram. Ha nincs alsó telítési szint beállítva és aktuálisan a hálózatba visszatáplálás történik, azaz $P < 0$, akkor 4mA-nél kisebb áramot szolgáltat az áramgenerátor. Ha ez problémát okoz, akkor $S_{LO}=4mA$ beállítás esetén $P < 0$ esetén sem folyik 4mA-nél kisebb áram.

2.3.15 Analóg kimenetek

A készülék teljes kiépítésben három analóg kimenettel rendelkezik (2.16 ábra). A három kimenet mindegyikéhez külön-külön hozzárendelhető valamelyik karakterisztika képző. Ha nincs hozzárendelve karakterisztika képző valamelyik kimenethez, akkor annak a kimenő árama az RS485 vonalon keresztül vezérelhető.



2.16. ábra: Analóg kimenetek

2.3.16 RS485 vonal, ModBus vezérlő

A kommunikáció részletes leírása a 3. és 4. fejezetben olvasható.

2.4 Műszaki adatok

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

Paraméter	Min.	Tip.	Max.	Feltételek/megjegyzések
Tápellátás				
▪ Tápfeszültség [V]	18		28	DC
▪ Áramfelvétel [A]			150	$U_{TAP}=24\text{V}$, Folyamatos RS485 kommunikáció esetén, $I_{KI}=0\text{mA}$ mindegyik analóg kimeneten
Feszültség bemenet				
▪ Feszültség	0		$1,2 \cdot U_N$	További információ: 2.1.1 pont
▪ Túlterhelhetőség			$4 \cdot U_N$	1 sec
▪ Terhelőáram [mA]		4		$U_{BE}=U_N$
▪ Bemenő jelalak	Periodikus			
▪ Bemenő frekvencia [Hz]	45		65	
Áram bemenet				
▪ Áram	0		$1,2 \cdot I_N$	További információ: 2.1.1 pont
▪ Túlterhelhetőség			$10 \cdot I_N$ $1,5 \cdot I_N$	1 sec, 1A/5A bemenet esetén 25A és 50A bemenet esetén
▪ Teljesítmény felvétel [VA]			0,1	
▪ Bemenő jelalak	Periodikus			
▪ Bemenő frekvencia [Hz]	45		65	
Mérési hiba (névleges értékre vonatkoztatva)				
▪ Feszültség [%]			0.5	
▪ Áram [%]			0.5 1	1A/5A bemenet esetén 25A és 50A bemenet esetén
▪ Teljesítmények [%]			1 2	1A/5A árambemenet esetén, 25A és 50A árambemenet esetén fázishiba nélkül
▪ Fázishiba (fok)			0.5	Áram- és feszültségjel 50Hz komponense között
Leválasztás				
▪ Bemenetek és a többi részegység között [V]		2500		

Paraméter	Min.	Tip.	Max.	Feltételek/megjegyzések
Analóg kimenetek				
▪ Kimenő áram [mA]	0		24	
▪ Terhelő ellenállás [Ω]			500	
Digitális bemenetek				
▪ Bemenő ellenállás [Ω]		2700		
▪ Logikai 0 szint [V]	0		3	
▪ Logikai 1 szint [V]	8		24	
▪ Megengedhető feszültség tartomány [V]	-5		50	
Open collector kimenetek				
▪ Megengedhető feszültség tartomány [V]	-5		70	
▪ Kimenő áram [mA]	4	8		$U=5V$ esetén
Egyéb jellemzők				
▪ Méret [mm]	71x95x59			
▪ Védettség	IP20			
▪ Működési hőmérséklet [$^{\circ}C$]	0		50	

3 Kommunikációs vonal

3.1 Soros vonal

A készülék RS485 aszinkron soros kommunikációs vonallal rendelkezik. A következő kommunikációs paramétereket használja:

- ◆ 9600 baud
- ◆ 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...250 tartományban lehet.

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
 - Nem létező Holding Regiszterre történik hivatkozás
- ◆ 0x10 parancs esetén csak az írható/olvasható regiszterek íródnak felül, de nincs hibátávirat, ha csak olvasható regiszterre érkezik írás parancs.
- ◆ Vételi buffer mérete 41 bájt
 - Ennél hosszabb táviratok utolsó bájtjait eldobja a készülék, így CRC hiba keletkezik, és nem válaszol.
 - A 0x10 paranccsal emiatt egy táviratban maximum 16 regiszter tartalma írható felül.
- ◆ Adási buffer mérete 69 bájt
 - A készüléktől egyszerre csak 32 regiszter tartalmát lehet kiolvasni a 0x03 paranccsal, ha olyan táviratot kap, mely ennél több regiszter tartalmát kéri, a készülék nem válaszol.
- ◆ Az RS485 vonalon történt bármilyen forgalom után 25ms várakozási időt be kell iktatni a készülék megszólítása előtt.

3.2.2 Táviratok szerkezete

A táviratok keretezése a következő:

- ◆ 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)	MSB(CRC)	LSB(CRC)

Válasz:

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

- ◆ 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 ($=2 \cdot N$)

7... $2 \cdot N + 6$	$2 \cdot N + 7$	$2 \cdot N + 8$
A regiszterek új tartalma (MSB;LSB sorrendben)	MSB(CRC)	LSB(CRC)

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)	MSB(CRC)	LSB(CRC)

3.2.3 CRC számítása (Turbo Pascal példa kód)

```

unit CRC;

INTERFACE

procedure CRC16(p : pointer; len : word; var Hi : byte; var Lo : byte);

IMPLEMENTATION

type
  TByteArray = Array[0..63999] of byte;

const
  CRChi : array[0..255] of byte =
    (
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40,$00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,
      $00,$C1,$81,$40,$01,$C0,$80,$41,$01,$C0,$80,$41,$00,$C1,$81,$40
    );

  CRClo : array[0..255] of byte =
    (
      $00,$C0,$C1,$01,$C3,$03,$02,$C2,$C6,$06,$07,$C7,$05,$C5,$C4,$04,
      $CC,$0C,$0D,$CD,$0F,$CF,$CE,$0E,$0A,$CA,$CB,$0B,$C9,$09,$08,$C8,
      $D8,$18,$19,$D9,$1B,$DB,$DA,$1A,$1E,$DE,$DF,$1F,$DD,$1D,$1C,$DC,
      $14,$D4,$D5,$15,$D7,$17,$16,$D6,$D2,$12,$13,$D3,$11,$D1,$D0,$10,
      $F0,$30,$31,$F1,$33,$F3,$F2,$32,$36,$F6,$F7,$37,$F5,$35,$34,$F4,
      $3C,$FC,$FD,$3D,$FF,$3F,$3E,$FE,$FA,$3A,$3B,$FB,$39,$F9,$F8,$38,
      $28,$E8,$E9,$29,$EB,$2B,$2A,$EA,$EE,$2E,$2F,$EF,$2D,$ED,$EC,$2C,
      $E4,$24,$25,$E5,$27,$E7,$E6,$26,$22,$E2,$E3,$23,$E1,$21,$20,$E0,
      $A0,$60,$61,$A1,$63,$A3,$A2,$62,$66,$A6,$A7,$67,$A5,$65,$64,$A4,
      $6C,$AC,$AD,$6D,$AF,$6F,$6E,$AE,$AA,$6A,$6B,$AB,$69,$A9,$A8,$68,
      $78,$B8,$B9,$79,$BB,$7B,$7A,$BA,$BE,$7E,$7F,$BF,$7D,$BD,$BC,$7C,
      $B4,$74,$75,$B5,$77,$B7,$B6,$76,$72,$B2,$B3,$73,$B1,$71,$70,$B0,
      $50,$90,$91,$51,$93,$53,$52,$92,$96,$56,$57,$97,$55,$95,$94,$54,
      $9C,$5C,$5D,$9D,$5F,$9F,$9E,$5E,$5A,$9A,$9B,$5B,$99,$59,$58,$98,
      $88,$48,$49,$89,$4B,$8B,$8A,$4A,$4E,$8E,$8F,$4F,$8D,$4D,$4C,$8C,
      $44,$84,$85,$45,$87,$47,$46,$86,$82,$42,$43,$83,$41,$81,$80,$40
    );

procedure CRC16(p : pointer; len : word; var Hi : byte; var Lo : byte);
var
  Index : word;
  i : word;
begin
  Hi:=$FF;
  Lo:=$FF;
  for i:=0 to Len-1 do
    begin
      Index:=Hi xor TByteArray(p^)[i];
      Hi:=Lo xor CRChi[Index];
      Lo:=CRClo[Index];
    end;
end;

END.

```


4 ModBus, holding regiszterek kiosztása

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 az egyes egységek működéséről.

A táblázatok első oszlopában a cím 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 szót (*Least Significant Word*).

4.1 Elektronikus adattábla

Cím/típus	Név	Leírás	
0x0000 (R)	Hardver típus	<ul style="list-style-type: none"> 15..8 bit: készülék típus: 	<ul style="list-style-type: none"> 0x07: TMTG 1F
		<ul style="list-style-type: none"> 7..4 bit: feszültség bemenet típusa: 	<ul style="list-style-type: none"> 0x3: 100V/√3 0x4: 100V 0x5: 200V/√3 0x6: 400V/√3
		<ul style="list-style-type: none"> 3-0 bit: áram bemenet típusa: 	<ul style="list-style-type: none"> 0xA: 1A/5A 0xB: 25A 0xC: 50A
0x0001 (R)	Hardver verzió	<ul style="list-style-type: none"> MS bájt: Fő verzió (BCD) LS bájt: Mellék verzió (BCD) 	
0x0002 (R)	Hardver kiépítettség	Bitek kiosztása: <ul style="list-style-type: none"> 15..12 bit: 12-13 sorkapocs pár 11..8 bit: 14-15 sorkapocs pár 7..4 bit: 19-20 sorkapocs pár 3..0 bit: 21-22 sorkapocs pár 	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> 0x0: 0. Analóg kimenet 0x1: 1. Analóg kimenet 0x2: 2. Analóg kimenet 0x4: 0. Digitális kimenet 0x5: 1. Digitális kimenet 0x6: 2. Digitális kimenet 0x8: 0. Digitális bemenet 0x9: 1. Digitális bemenet 0xA: 2. Digitális bemenet
0x0003 (R)	Szoftver verzió	<ul style="list-style-type: none"> MS bájt: Fő verzió (BCD) LS bájt: Mellék verzió (BCD) 	
0x0004 (R)	Szoftver built-szám	Ez a szám a különböző fordítási paraméterekkel rendelkező, de azonos szoftver változatokat különbözteti meg (jelenleg nem használt)	
0x0005- 0x000F (R)	Gyári szám	22 bájt, 0-terminal sztring. A regiszterek LS bájtja tartalmazza a kisebb sorszámú karaktert	

4.2 Mért eredmények

4.2.1 Áram, feszültség és teljesítmény szorzó faktor

Cím/típus	Név	Leírás
0x0010 (R)	Áramérték faktor I_F	32 bites IEEE float értékek Lásd a szövegben
0x0011 (R)		
0x0012 (R)	Feszültségérték faktor U_F	
0x0013 (R)		
0x0014 (R)	Teljesítményérték faktor S_F	
0x0015 (R)		

A készülék analóg bemenetei a típustól függetlenül úgy alakítják át a bemenő jelet, hogy a névleges bemenő jelszint esetén $1V_{RMS}$ kerüljön az AD átalakítóra. A készülékszoftver a mérési eredmények számítását 16 bites integer aritmetikával végzi. Az összes mérési eredmény úgy van normálva, hogy az $1V_{RMS}$ esetén a mérések végeredménye 20 000 legyen. A következő pontokban ismertetett, mérési eredményeket tartalmazó regiszterekből ez a normált eredmény olvasható ki. Valódi fizikai mennyiségekkel kifejezett mérési eredmények számításához ezeket a szorzó faktorokat kell felhasználni. A szorzó faktorokat a készülékszoftver az adattábla (4.1 alfejezet) és paramétertábla (4.9.8 pont) adataiból számítja a következő összefüggések szerint:

$$I_F = \frac{I_{NOM} \cdot A_{II}}{20\,000} \quad U_F = \frac{U_{NOM} \cdot A_{UU}}{20\,000} \quad S_F = \frac{(U_{NOM} \cdot A_{UU}) \cdot (I_{NOM} \cdot A_{II})}{20\,000}$$

4.1. kifejezés

ahol I_{NOM} és U_{NOM} a készülék bemenetek névleges értékei. 1A/5A árambemenet típus esetén I_{NOM} még függ az aktuális beállítástól is. A_{II} és A_{UU} a készülékhez csatlakoztatott áram- és feszültségváltók áttételei.

4.2.2 Alap mérési mennyiségek

Cím/típus	Név	Leírás
0x0016 (R)	Áram RMS M_I	Előjeles 16 bites integer értékek Magyarázatot lásd a szövegben
0x0017 (R)	Feszültség RMS M_U	
0x0018 (R)	Hatásos teljesítmény M_P	
0x0019 (R)	Meddő teljesítmény M_Q	
0x001A (R)	Látszólagos teljesítmény M_S	
0x001B (R)	Teljesítmény tényező M_{PF}	

Amint a 4.2.1 pontban olvasható, a készülék ezekben a regiszterekben normált előjeles integer formában szolgáltatja a mérési eredményeket. Valódi fizikai mennyiségekben kifejezett értékeket a 4.2.1 pontban ismertetett a szorzó faktorok használatával lehet számítani a következő összefüggések szerint:

$$I[A] = M_I \cdot I_F \quad P[W] = M_P \cdot S_F \quad PF[W/VA] = \frac{M_{PF}}{20\,000}$$

$$U[V] = M_U \cdot U_F \quad Q[VAR] = M_Q \cdot S_F \quad S[VA] = M_S \cdot S_F$$

4.2. kifejezés

FIGYELEM! Amennyiben az áram- és feszültségjel nem tiszta szinuszos, hanem torzított, a jól ismert $S^2 = P^2 + Q^2$ összefüggés nem igaz! Tehát a mért értékekre sem teljesül minden esetben. Ez nem a készülék hibája miatt fordul elő, hanem a bemenő jelek torzítására utal.

4.2.3 Időszakos energiaértékek

Cím/típus	Név	Leírás
0x001C (R)	Fogyasztott hatásos energia M_{EP+}	Előjeles 16 bites integer értékek A szinkronjel nullázza ezeket a regisztereket. Ha nincs szinkronjel 19 999 érték után túlsordulnak, értékük nullára fordul. A túlsordulást a mérés állapotregiszter (4.2.6. pont) megfelelő bitje jelzi. Fizikai mennyiségre való átszámítást lásd a szövegben.
0x001D (R)	Visszatáplált hatásos energia M_{EP-}	
0x001E (R)	Induktív meddő energia M_{EQ+}	
0x001F (R)	Kapacitív meddő energia M_{EQ-}	

A fogyasztási adatok fizikai mennyiségre számítása a következő (S_F : lásd 4.2.1 pontban):

$$E_{P+} [\text{Wh}] = M_{EP+} \cdot S_F$$

$$E_{P-} [\text{Wh}] = M_{EP-} \cdot S_F$$

$$E_{Q+} [\text{VARh}] = M_{EQ+} \cdot S_F$$

$$E_{Q-} [\text{VARh}] = M_{EQ-} \cdot S_F$$

4.3. kifejezés

4.2.4 Összesített energiaértékek

Cím/típus	Név	Leírás
0x0020 (R)	Fogyasztott hatásos energia	32 bites előjeles értékek. Fizikai mennyiségre való átszámítást lásd a 4.2.3 pontban. Értékük 999 999 999 után túlsordul nullára.
0x0021 (R)	ΣM_{EP+}	
0x0022 (R)	Induktív meddő energia ΣM_{EP-}	
0x0023 (R)		
0x0024 (R)	Fogyasztott hatásos energia	
0x0025 (R)	ΣM_{EQ+}	
0x0026 (R)	Induktív meddő energia ΣM_{EQ-}	
0x0027 (R)		

4.2.5 Impulzusszámlálók értékei

Cím/típus	Név	Leírás
0x0028 (R)	0. impulzusszámláló	Előjeles 16 bites integer értékek. A szinkronjel nullázza ezeket az regisztereket. Ha nincs szinkronjel, 19 999 érték után túlsordulnak, értékük nullára fordul. A túlsordulást a mérés állapotregiszter (4.2.6. pont) megfelelő bitje jelzi.
0x0029 (R)	1. impulzusszámláló	
0x002A (R)	2. impulzusszámláló	

4.2.6 Mérés állapotjelzők

Cím/típus	Név	Leírás
0x002D (R)	Mérés állapotjelző bitek	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0. bit: A készülék indítása óta még nem érkezett szinkronjel ▪ 1. bit: Bemenet túlvezérlés. Valamelyik bemenetre a névleges érték 1,2-szeresénél nagyobb jel került ▪ 2. bit: Bemeneti kalibrációs szorzók meg lettek változtatva. ▪ 3...6 bit: Az időszakos energiamérők túlcsoordulását jelző bitek, M_{EP+}, M_{EP-}, M_{EQ+}, M_{EQ-} sorban egymás után. ▪ 7...9 bit: Az impulzusszámlálók túlcsoordulását jelző bitek, 0., 1., 2. sorban egymás után. ▪ 10. bit: 0. maximumór működés történt. ▪ 11. bit: 0. maximumór túllépés történt. ▪ 12. bit: 1. maximumór működés történt. ▪ 13. bit: 1. maximumór túllépés történt. ▪ 14. bit: 2. maximumór működés történt. ▪ 15. bit: 2. maximumór túllépés történt.

4.2.7 Milliszekundum számláló

Cím/típus	Név	Leírás
0x002E (R)	A bekapcsolás vagy utolsó szinkronjel óta eltelt idő ms-ban kifejezve	32 bites előjel nélküli integer
0x002F (R)		Számláló, melynek értéke minden ms-ban lép. A szinkronjel nullázza. Ha nincs szinkronjel $2^{32}-1$ érték után túlcsoordul. Segítségével számítható a két kiolvasás között eltelt idő, így az energia értékekből a két kiolvasás között átlag teljesítmény, vagy az impulzus/sec arány számítható.

4.3 Digitális bemeneti mintavételező értékek

Cím/típus	Név	Leírás
0x0030 (R)	0. bemeneti mintavételező	A bemeneti mintavételező a paramétertáblában megadott T_{SDIG} periódusidővel mintavételezi a prell szűrők kimeneteit. Minden mintavételezés után a regisztereket 1 bittel balra shifteli, majd a mintavételezés eredményét az LS bitekbe írja. Így a regiszterek LS bitje mindig a legutolsó mintavételezés eredményét, MS bitje a 15 periódussal korábbi mintavételezés eredményét tartalmazza
0x0031 (R)	1. bemeneti mintavételező	
0x0032 (R)	2. bemeneti mintavételező	
0x0033 (R)	Mintavételező számláló	Minden mintavételezésnél lép egyet. 65535 után túlcsoordul. Segítségével meghatározható, hogy az utolsó kiolvasás óta mennyi mintavételezés történt, azaz a regiszterek mennyivel shiftelődtek el balra.

4.4 Hiba regiszter

Cím/típus	Név	Leírás
0x0038 (R)	Hiba regiszter 0.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0. bit: Készülék adatlap olvasásakor CRC hiba történt ▪ 1. bit: Paramétertábla olvasásakor CRC hiba történt ▪ 2. bit: Paramétertábla-jelző olvasásakor CRC hiba történt ▪ 3. bit: A készülék indításakor a készülékóra nem működött. A lítium elem valószínűleg lemerült, az elemmel védett RAM-ban tárolt adatok elvesztek (Energiamérés, impulzusszámlálók, archív tár rekord adatok) ▪ 4. bit: Az elemmel védett RAM-ban tárolt összesített energia betöltése során ellenőrző-összeg hiba lépett fel. ▪ 5. bit: Az elemmel védett RAM-ban tárolt időszakos energia betöltése során ellenőrző-összeg hiba lépett fel. ▪ 6. bit: Az elemmel védett RAM-ban tárolt impulzusszámláló értékek betöltése során ellenőrző-összeg hiba lépett fel. ▪ 7. bit: Az elemmel védett RAM-ban tárolt archív tár rekord adatok betöltése során ellenőrző-összeg hiba lépett fel. ▪ 8. bit: Az archív tár egy rekordjának olvasásakor CRC hiba lépett fel. ▪ 9. bit: I2C busz hiba. Készülékóra és EEPROM nem elérhető ▪ 10. bit: WatchDog működés történt <p>A regisztert a szinkronjel törli.</p>
0x0039 (R)	Hiba regiszter 1.	Fenntartva

4.5 Kimenet vezérlő regiszterek

4.5.1 Határérték kapcsolók vezérlése

Cím/típus	Név	Leírás		
0x0040 (RW)	Határérték kapcsoló parancsregiszter	<p>Ezzel a regiszterrel azok a határérték kapcsolók vezérelhetők, melyekhez nincs hozzárendelve egyetlen mérés sem, vagy a bemenetükön lévő jel aktuálisan a hiszterézis sávjában van. Egyébként a parancsnak nincs hatása.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9..8 bit: 2. határérték kapcsoló ▪ 5..4 bit: 1. határérték kapcsoló ▪ 1..0 bit: 0. határérték kapcsoló </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 00: Nincs változás ▪ 01: Bekapcsolás ▪ 10: Kikapcsolás ▪ 11: Átkapcsolás </td> </tr> </table>	<p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9..8 bit: 2. határérték kapcsoló ▪ 5..4 bit: 1. határérték kapcsoló ▪ 1..0 bit: 0. határérték kapcsoló 	<p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 00: Nincs változás ▪ 01: Bekapcsolás ▪ 10: Kikapcsolás ▪ 11: Átkapcsolás
<p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 9..8 bit: 2. határérték kapcsoló ▪ 5..4 bit: 1. határérték kapcsoló ▪ 1..0 bit: 0. határérték kapcsoló 	<p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 00: Nincs változás ▪ 01: Bekapcsolás ▪ 10: Kikapcsolás ▪ 11: Átkapcsolás 			

4.5.2 Impulzusformálók vezérlése

Cím/típus	Név	Leírás		
0x0041 (RW)	Impulzus formáló parancsregiszter	<p>Ezzel a regiszterrel az impulzus formálók kimenetére impulzus kényszeríthető. A paramétertáblában meghatározott szélességű impulzus generálódik, ha a parancsot a relaxációs idő letelte után adjuk ki.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 bit: 2. impulzus formáló ▪ 4 bit: 1. impulzus formáló ▪ 0 bit: 0. impulzus formáló </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Nincs változás ▪ 1: Impulzus generálás </td> </tr> </table>	<p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 bit: 2. impulzus formáló ▪ 4 bit: 1. impulzus formáló ▪ 0 bit: 0. impulzus formáló 	<p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Nincs változás ▪ 1: Impulzus generálás
<p>Bitek kiosztása:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 bit: 2. impulzus formáló ▪ 4 bit: 1. impulzus formáló ▪ 0 bit: 0. impulzus formáló 	<p>Parancsok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0: Nincs változás ▪ 1: Impulzus generálás 			

4.5.3 Analóg kimenetek vezérlése

Cím/típus	Név	Leírás
0x0042 (RW)	0. analóg kimenet, V_0	Előjeles 16 bites értékek. Ezekkel a regiszterekkel az analóg kimeneteken megjelenő áram vezérelhető, amennyiben az adott kimenet egyik analóg karakterisztika képzőhöz sincs hozzárendelve. Egyébként ezekből a regiszterekből az aktuális kimenő áram olvasható vissza. A kimenő áram értékét lásd a szövegben.
0x0043 (RW)	1. analóg kimenet, V_1	
0x0044 (RW)	2. analóg kimenet, V_2	

A kimenő áram értéke (N a kimenet indexe 0..2):

$$I_{KT}[\text{mA}] = V_N \cdot \frac{20 \text{ mA}}{20\,000}$$

4.4. kifejezés

4.6 Kommunikáció vezérelt logikai impulzus generátor vezérlése

Cím/típus	Név	Leírás
0x0045 (RW)	Kommunikáció vezérelt logikai impulzus generátor	Lehetséges parancsok: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0001: Impulzusjel generálás

4.7 Készülék újraindítása

Cím/típus	Név	Leírás
0x0046 (RW)	Készülék újraindítása parancsregiszter	Lehetséges parancsok: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0001: Készülék RESET

4.8 Belső óra

Cím/típus	Név	Leírás
0x0050 (R)	Óra állapot regiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0. bit: Inicializálás ▪ 1. bit: Óra IC elérhető a készülékben ▪ 2. bit: Idő adat elérhető ▪ 3. bit: Egész percre szinkronozás folyamatban Lásd a szövegben.
0x0051 (RW)	Óra parancs regiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0000: Dátum és idő regiszterek folyamatos frissítése ▪ 0x0001: Regiszter frissítés leállítása. ▪ 0x0002: Óra beállítás Lásd a szövegben.
0x0052 (RW)	Év	Év BCD
0x0053 (RW)	Hónap/nap	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSB: Hónap BCD ▪ LSB: Nap BCD
0x0054 (RW)	Óra/perc	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSB: Óra BCD ▪ LSB: Perc BCD
0x0055 (RW)	Másodperc, század másodperc	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSB: Másodperc BCD ▪ LSB: századmásodperc BCD (jelenlegi verzióban mindig nulla)
0x0056 (RW)	Hét napja, időszámítás	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0...2 bit: Hét napja: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x1: Hétfő ▪ ... ▪ 0x7: Vasárnap
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8. bit: időszámítás: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Téli időszámítás ▪ 0x1: Nyári időszámítás

A készülék bekapcsolása után az *Óra állapot* regiszter *Inicializálás* bitjének értéke 1. Ilyenkor a készülékóra nem elérhető. Ha a készülékben hibás az óra IC, akkor néhány 100ms próbálkozás után a készülék törli az Inicializálás bitet. A hiba regiszter (4.4 alfejezet) *I2C busz hiba* bitje 1 lesz.

Ha az óra IC jól működik, az inicializálás után először az *Óra IC elérhető* bit vált 1-re, majd az idő első kiolvasása után az *Idő adat elérhető* bit is 1 lesz. Az óra regiszterei ezután tartalmazznak valós értéket, a parancs regiszter ettől a pillanattól fogad parancskódokat.

A *dátum/idő* regisztereket egy táviratban kell kiolvasni! Más esetben előfordulhat, hogy két kiolvasás között pl. óra váltás történik: Ha a 19:59:59-kor a másodperc végén történik az óra és perc adatot tartalmazó regiszter kiolvasása, majd bekövetkezik a másodperc váltás és 20:00:00-kor történik a másodpercet tartalmazó regiszter olvasása, akkor a két kiolvasás a helytelen 19:59:00 eredményt adja.

A belső óra átállításához először a *parancsregiszterbe 0x0001* parancskódot kell írni. Amíg a *parancsregiszter* értéke **0x0001**, a készülék nem frissíti a *dátum/idő* regisztereket, így azok tartalma felülírható. A belső óra ettől függetlenül is működik.

A *dátum/idő* regiszterek módosítása után (A *Hét napja* regiszter értéket nem kell beállítani, azt a készülék számolja) a *parancsregiszterbe 0x0002* írásával történik a belső óra tényleges átállítása. Mikor az óra átállítás kész, a *parancsregiszter* értéke ismét **0x0000** lesz.

A szinkronjel generátor beállítható úgy, hogy a szinkronjel a készülékórát automatikusan a legközelebbi egész percre állítsa. (Amennyiben nem maga a belső óra a szinkronjel forrása). A szinkronjel generátor ezt csak akkor tudja elvégezni, ha az *óra állapot* regiszter értéke **0x0000**. Ha a szinkronjel megjelenése alatt állítjuk az órát, ez a szinkronizálás elmarad. Emiatt a belső órát olyan időpontban célszerű állítani, mikor nem várható szinkronjel.

A készülékóra a paramétertáblában található beállításától (4.9.14 pont) függően követi a téli/nyári időszámítás változásait. A gyakorlatban ez úgy történik, hogy az óra IC mindig a téli időt mutatja. Ha azonban az időszámítás váltás követése engedélyezve van, és a belső óra szerint nyári időszámítás időszak van, akkor a szoftver a kiolvasott időhöz egy órát hozzáad. Így mind a *dátum/idő* regiszterekből a nyári időszámítás szerinti idő olvasható ki, mind az archív tárbba kerülő rekordok időbélyegei a nyári időt fogják tartalmazni.

Az óra átállításánál a *Hét napja/időszámítás* regiszter 8. bitjével jelezni kell, hogy a beállított idő téli vagy nyári időszámítás szerint értendő-e. Ha a bit értéke 0, akkor a dátumtól függetlenül téli időnek tekinti a készülék a beírt időt, és módosítás nélkül kerül az óra IC-be. Ha a bit értéke 1, akkor dátumtól függetlenül nyári időnek tekinti és egy órával kevesebb kerül az óra IC-be. (Erre azért van szükség, mert a beállított időből nem lehet egyértelműen eldönteni, hogy az téli vagy nyári idő-e. Ugyanis október utolsó vasárnapján, mikor az órát vissza kell állítani, 2:00:00..2:59:59 kétszer fordul elő, mivel a nyári idő szerinti 2:59:59 után téli idő szerinti 2:00:00 következik.)

4.9 Készülék működési paraméterek

4.9.1 Paramétertábla parancsregiszterek

Cím/típus	Név	Leírás
0x0060 (RW)	Paramétertábla, parancsregiszter	Értéke 0x0000 , 0xFFFF ha a paramétertábla parancs fogadására kész. A következő parancskódokat fogadja el: Ha a 0x0061 regiszterbe írt jelszó jó, a készülék végrehajtja a parancsot, a parancsvégrehajtás után a regiszter értéke 0x0000 lesz. Ha a jelszó rossz, a parancsot nem hajtja végre, a regiszter értéke 0xFFFF lesz. <ul style="list-style-type: none"> 0x0001: paraméterek mentése a EEPROM memóriába 0x0002: Jelszó módosítása
0x0061 (RW)	Jelszó	A készülék bekapcsolása, és a parancsok végrehajtása után 0x0000 olvasható ki. A 0x0001 és 0x0002 parancsok végrehajtásához a parancs kiadása előtt, vagy azzal egy táviratban be kell írni az aktuális jelszót. A gyártásból kikerülő készülékek esetén a jelszó 0x0000 . <i>A következő mondat nem szerepelhet a felhasználói leírásban:</i> A 0x0320 parancs kiadása után a jelszó 0x0000 lesz
0x0062 (RW)	Új jelszó	A készülék bekapcsolása, és a parancsok végrehajtása után 0x0000 olvasható ki. A 0x0002 parancs kiadása előtt, vagy azzal egy táviratban be kell írni az új jelszót.

A kommunikációs beállítások aktualizálásához újra kell indítani a készüléket. A készülék a tápfeszültség ki/be kapcsolásával vagy a 0x0046 regiszterben írt RESET parancssal indítható újra

4.9.2 Kommunikációs beállítások

Cím/típus	Név	Leírás
0x0063 (RW)	ModBus cím	1...250 A gyártásból kikerülő készülék címe: 16

4.9.3 Prellszűrők paraméterei

Cím/típus	Név	Leírás
0x0064 (RW)	Prellszűrők beállításai	<ul style="list-style-type: none"> 11 bit: 2. prellszűrő invertált 7 bit: 1. prellszűrő invertált 3 bit: 0. prellszűrő invertált 10...8 bit: 2. prellszűrő hossz 6...4 bit: 1. prellszűrő hossz 2...0 bit: 0. prellszűrő hossz 0x0: nem invertált 0x1: invertált 0x0: $N_{PR}=1$ (Nincs prell szűrés) 0x1: $N_{PR}=2$ 0x2: $N_{PR}=3$... 0x7: $N_{PR}=8$

4.9.4 Impulzusszűrők paraméterei

Cím/típus	Név	Leírás
0x0065 (RW)	0. Impulzusszűrő beállítások	<ul style="list-style-type: none"> 9...8 bit: Bemeneti forrás: <ul style="list-style-type: none"> 0x0: 0. prellszűrő 0x1: 1. prellszűrő 0x2: 2. prellszűrő 7...4 bit: Maximális hossz (T_{MAX}) 3...0 bit: Minimális hossz (T_{MIN}) Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> $CLogicTime$ (lásd: 4.11. alfejezet)
0x0066 (RW)	1. Impulzusszűrő beállítások	Mint 0. impulzusszűrőnél
0x0067 (RW)	2. Impulzusszűrő beállítások	Mint 0. impulzusszűrőnél

4.9.5 Impulzusszámláló paraméterei

Cím/típus	Név	Leírás
0x0068 (RW)	Impulzusszámláló beállítások	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...8 bit: 2. Impulzus számláló forrás ▪ 7...4 bit: 1. Impulzus számláló forrás ▪ 3...0 bit: 0. Impulzus számláló forrás

4.9.6 Szinkronjel generátor paraméterei

Cím/típus	Név	Leírás
0x0069 (RW)	Szinkronjel generátor beállítások	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15. bit: Belső óra beállítása a legközelebbi egész percre szinkronjel esetén ▪ 3...0 bit: 0. Impulzus forrás
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Nincs óra beállítás ▪ 0x1: Óra beállítása Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>CImpulseSrc</i> (lásd: 4.11. alfejezet)

4.9.7 Bemeneti mintavételező paraméterei

Cím/típus	Név	Leírás
0x006A (RW)	Mintavételező periódusidő	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>CLogicTime</i> (lásd: 4.11. alfejezet)

4.9.8 Mérő modul paraméterek

Cím/típus	Név	Leírás
0x006B (RW)	Energia impulzus érték E_I	32 bites integer érték Lásd szövegben
0x006C (RW)		
0x006D (RW)	Áramváltó áttétel A_{II}	32 bites IEEE float értékek
0x006E (RW)		
0x006F (RW)		
0x0070 (RW)	Feszültségváltó áttétel A_{UU}	
0x0071 (RW)		
0x0071 (RW)	Árambemenet, kiválasztott névleges áram	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0000: 1A ▪ 0x0001: 5A

Egy impulzus energia tartalma (S_F a 4.2.1 pontban ismertetett teljesítmény érték faktor):

$$E[Ws] = E_I \cdot \frac{3 \cdot S_F}{3200}$$

$$E[Wh] = E_I \cdot \frac{3600 \cdot 3 \cdot S_F}{3200}$$

4.5. kifejezés

4.9.9 Határérték kapcsolók paramétere

Cím/típus	Név	Leírás	
0x0072 (RW)	Határérték kapcsoló bemenetek és működési mód	Kimenet invertálás:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Nem invertált ▪ 0x1: Invertált
		Forrásjel kiválasztása:	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...8 bit: 2. határérték kapcsoló ▪ 7...4 bit: 1. határérték kapcsoló ▪ 3...0 bit: 0. határérték kapcsoló
0x0073 (RW)	0. Határérték kapcsoló, határérték L_0	Előjeles 16 bites értékek Lásd a szövegben.	
0x0074 (RW)	1. Határérték kapcsoló, határérték L_1		
0x0075 (RW)	2. Határérték kapcsoló, határérték L_2		
0x0076 (RW)	0. Határérték kapcsoló, hiszterézis H_0		
0x0077 (RW)	1. Határérték kapcsoló, hiszterézis H_1		
0x0078 (RW)	2. Határérték kapcsoló, hiszterézis H_2		

Amennyiben a határérték kapcsolók bemenete impulzus számláló, a határérték értelmezése egyértelmű. Az N határérték kapcsoló akkor kapcsol be, amikor a számláló értéke meghaladja a L_N+H_N értéket, és akkor kapcsol ki, mikor a következő szinkron impulzus törli a számlálót.

A többi mérési eredmény esetén a határérték kapcsolók bemenete a készülék által szolgáltatott normált integer érték (lásd 4.2 alfejezetben). A határérték kapcsoló ehhez a normált értékhez hasonlítja az L_N+H_N és L_N-H_N értékeket. Így a kiválasztott fizikai mennyiségtől függően a 4.2 alfejezetben ismertetett módon kell számítani a valódi fizikai mennyiségekkel kifejezett határ- és hiszterézis értékeket.

4.9.10 Impulzusformálók beállításai

Cím/típus	Név	Leírás	
0x0079 (RW)	0. Impulzus formáló	▪ 12. bit: impulzus polaritása	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: HI ▪ 0x1: LO
		▪ 11...8 bit: Impulzus forrás	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $CImpulseSrc$ (lásd 4.11. alfejezet)
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7...4 bit: Impulzus szélesség ▪ 3...0 bit: Relaxációs idő 	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ $CLogicTime$ (lásd: 4.11. alfejezet)
0x007A (RW)	1. Impulzus formáló	Mint a 0. impulzusformálónál	
0x007B (RW)	2. Impulzus formáló	Mint a 0. impulzusformálónál	

4.9.11 Digitális kimenetek beállításai

Cím/típus	Név	Leírás	
0x007C (RW)	Kimenetek beállításai	Kimenet invertálás:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 14 bit: 2. kimenet ▪ 13 bit: 1. kimenet ▪ 12 bit: 0. kimenet
		Forrásjel kiválasztása:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...8 bit: 2. kimenet ▪ 7...4 bit: 1. kimenet ▪ 3..0 bit: 0. kimenet
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Nem invertált ▪ 0x1: Invertált
			Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>CDigiSrc</i> (lásd 4.11. alfejezet)

4.9.12 Analóg karakterisztika képzők beállításai

Cím/típus	Név	Leírás	
0x007D (RW)	Analóg karakterisztika képzők jelforrása	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...8. bit: 2. analóg karakterisztika képző jelforrása ▪ 7...4. bit: 1. analóg karakterisztika képző jelforrása ▪ 3...0. bit: 0. analóg karakterisztika képző jelforrása 	Lehetséges értékek: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>CMeasSrc</i> (lásd: 4.11. alfejezet)
0x007E (RW)	0. kar. offset B_0	Előjeles 16 bites értékek Lásd a szövegben.	
0x007F (RW)	0. kar. meredekség A_0		
0x0080 (RW)	0. kar. alsó áram limit S_{LO}		
0x0081 (RW)	0. kar. felső áram limit S_{HI}		
0x0082 (RW)	1. kar. offset B_1		
0x0083 (RW)	1. kar. meredekség A_1		
0x0084 (RW)	1. kar. alsó áram limit S_{LO}		
0x0085 (RW)	1. kar. felső áram limit S_{HI}		
0x0086 (RW)	2. kar. offset B_2		
0x0087 (RW)	2. kar. meredekség A_2		
0x0088 (RW)	2. kar. alsó áram limit S_{LO}		
0x0089 (RW)	2. kar. felső áram limit S_{HI}		

Amint az a 4.5.3 pontban olvasható, az analóg kimenő egységek V_N integer értékkel vezérelhetőek (N az analóg kimenet indexe 0..2). A kimenő áram értéke az ott ismertetett 4.4 kifejezés szerint határozható meg.

Ugyancsak a 4.5.3 pontban olvasható, hogy az analóg kimeneteket vagy közvetlenül a kimenet vezérlő regiszterekbe írt V_N értékekkel, vagy valamely analóg karakterisztika képző kimenetével lehet vezérelni.

Az analóg karakterisztika képzők a 4.2 alfejezetben ismertetett normált integer mérési (M) eredményekből számítják a V_N értékeket a következő összefüggés alapján:

$$V_{NLIN} = M \cdot \frac{A_N}{8192} + B_N$$

$$V_N = \begin{cases} S_{NLO} & \text{ha } V_{NLIN} < S_{NLO} \\ S_{NHI} & \text{ha } V_{NLIN} > S_{NHI} \\ V_{NLIN} & \text{egyébként} \end{cases}$$

4.6. kifejezés

Számítási példa:

Legyenek a készülék bemenetei $I_{NOM}=5A$ és $U_{NOM}=230,94V$, áramváltó áttétele 200:5, feszültségváltó nincs, azaz $A_H=40$, $A_{UU}=1$.

Kívánt beállítás: teljesítménnyel arányos jelet szeretnénk, 0kW esetén 4mA, 40kW esetén 20mA. A kimenő áramot 4mA-nél, és 20mA-nél korlátozni szeretnénk.

- ♦ S_{NLO} beállítása:

A 4.4 alapján 4mA esetén $V_N=20\ 000 \cdot 4mA/20mA=4\ 000$ így $S_{NLO}=4\ 000$.

- ♦ S_{NHI} beállítása:

A 4.4 alapján 20mA esetén $V_N=20\ 000 \cdot 20mA/20mA=20\ 000$ így $S_{NHI}=20\ 000$.

- ♦ B_N beállítása

A kívánt áram 0kW esetén 4mA. Az előbbi számítás szerint 4mA áramhoz $V_N=4\ 000$ tartozik. A 0kW mért értékhez $M=0$ tartozik. Ha $M=0$ akkor 4.6 szerint $V_{LIN}=0 \cdot A_N/8192+B_N$, azaz $V_{LIN}=B_N$. Ebből következően $B_N=4\ 000$

- ♦ A_N beállítása

A kívánt áram 40kW esetén 20mA. Először ki kell számolni, hogy 40kW esetén mennyi a normált M értéke. 4.1 Szerint: $S_F=(5A \cdot 40) \cdot (230,94V \cdot 1)/20000=2.3094$. Így M 4.2 alapján számítható: $M=40\ 000/S_F=17\ 321$.

Korábbi számítás szerint 20mA esetén $V_N=20\ 000$ és $B_N=4\ 000$. Így 4.6 átrendezve $A_N=(V_N-B_N) \cdot 8192/M=(20\ 000-4\ 000) \cdot 8192/17\ 321=7567$.

4.9.13 Analóg kimenetek beállítása

Cím/típus	Név	Leírás
0x008A (RW)	Analóg kimenetekhez hozzárendelt karakterisztika képzők	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...8. bit: 2. kimenethez rendelt karakterisztika képző ▪ 7...4. bit: 1. kimenethez rendelt karakterisztika képző ▪ 3...0. bit: 0. kimenethez rendelt karakterisztika képző

4.9.14 Belső óra működés beállításai

Cím/típus	Név	Leírás
0x008B (RW)	Téli-nyári idő, automatikus váltás engedélyezése	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Tiltva ▪ 0x1: Engedélyezve

4.9.15 Maximumőrök beállításai

Cím/típus	Név	Leírás
0x008C (RW)	Maximumőr, üzemmód	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 12. bit: Maximumőrök kaszkádosítása ▪ 11...8. bit: 2. Maximumőr jelforrás ▪ 7..4. bit: 1. Maximumőr jelforrás ▪ 3...0. bit: 0. Maximumőr jelforrás
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Nincs kaszkád, 3db önálló maximumőr ▪ 0x1: Kaszkád működés, 1db 3 fokozatú maximumőr ▪ 0x00: Fogyasztott időszakos hatásos energia ▪ 0x01: Visszatáplált időszakos hatásos energia ▪ 0x02: Induktív időszakos meddő energia ▪ 0x03: Kapacitív időszakos meddő energia ▪ 0x04: 0. impulzusszámláló ▪ 0x05: 1. impulzusszámláló ▪ 0x06: 2. impulzusszámláló ▪ 0x07: A három impulzusszámláló összege
0x008D (RW)	0. Maximumőr, holtidő [s]	
0x008E (RW)	0. Maximumőr, becslési periódus hossza [s]	
0x008F (RW)	0. Maximumőr, határérték	32 bites integer érték
0x0090 (RW)		
0x0091 (RW)	1. Maximumőr, holtidő [s]	
0x0092 (RW)	1. Maximumőr, becslési periódus hossza [s]	
0x0093 (RW)	1. Maximumőr, határérték	32 bites integer érték
0x0094 (RW)		
0x0095 (RW)	2. Maximumőr, holtidő [s]	
0x0096 (RW)	2. Maximumőr, becslési periódus hossza [s]	
0x0097 (RW)	2. Maximumőr, határérték	32 bites integer érték
0x0098 (RW)		

Kaszkád működésnél a 0. maximumőr számára megadott adatok szerint működnek a maximumőrök. Ilyenkor csak a holtidők állíthatók be egyedileg (lásd:2.3.12 pontban).

4.9.16 *Bemeneti kalibrációs adatok*

Cím/típus	Név	Leírás
0x0099 (R)	Áram bemenet kalibrációs szorzó 1A/5A típus esetén, ha a beállított árammérés 1A, 25A és 50A típus esetén C_{11A}	Előjel nélküli 16 bites értékek
0x009A (R)	Áram bemenet kalibrációs szorzó 1A/5A típus esetén, ha a beállított árammérés 5A C_{51A}	
0x009B (R)	C_U Feszültség bemenet kalibrációs szorzó	
0x009C (R)	25A és 25A bemenetek bemenet típusok kalibrációs táblája, jelfüggő kompenzációs tábla	
0x009D (R)		
0x009E (R)		
0x009F (R)		
0x00A0 (R)		
0x00A1 (R)	25A és 25A bemenetek bemenet típusok kalibrációs táblája, hőmérsékletfüggő kompenzációs tábla	
0x00A2 (R)		
0x00A3 (R)		
0x00A4 (R)		
0x00A5 (R)		

4.9.17 *Analóg kimeneti kalibrációs adatok*

Cím/típus	Név	Leírás
0x00A6 (R)	0. analóg kimenet szorzó A_{0C}	
0x00A7 (R)	0. analóg kimenet ofszet B_{0C}	
0x00A8 (R)	1. analóg kimenet szorzó A_{1C}	
0x00A9 (R)	1. analóg kimenet ofszet B_{1C}	
0x00AA (R)	2. analóg kimenet szorzó A_{2C}	
0x00AB (R)	2. analóg kimenet ofszet B_{2C}	

4.10 Archív tár regiszterek

4.10.1 Archív tár információ és parancsregiszterek

Cím/típus	Név	Leírás	
0x00C0 (R)	Archív tár állapotregiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15. bit: EEPROM nem elérhető 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x1: I2C busz hiba, archív tár nem elérhető ▪ 0x0: Nincs hiba, archív tár elérhető
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 14...13 bit: Archív tár állapot 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Archív tár kész ▪ 0x1: Archív tár inicializálás ▪ 0x2: Rekord EEPROM-ba írása ▪ 0x3: Energia és impulzus számlálók nullázása
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11...0 bit: Az utoljára mentett rekord címe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0xFFF: Még nem történt mentés, tár üres ▪ 0-1439: Az utoljára mentett rekord címe
0x00C1 (R)	Mentett rekordok száma	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0-1440 	
0x00C2 (RW)	Rekord buffer parancsregiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0xFFFF: A parancsregiszter parancs fogadására kész. ▪ 0x8000: A tár törlése ▪ 0-1439: A kért rekord címe 	
0x00C3 (R)	Rekord buffer állapotregiszter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0xFFFF: A rekord buffer nem tartalmaz érvényes adatot 	
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15. bit: CRC hiba történt a rekord kiolvasásakor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0x0: Nincs CRC hiba ▪ 0x1: CRC hiba, ha a rekord bufferben érvényes adat található
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 14...0 bit: A rekord bufferben található rekord címe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0-1439

További információ a 4.10.2 pontban található.

4.10.2 *Archív tár, rekord buffer*

Cím/típus	Név	Leírás	
0x00D0 (R)	Időbélyeg 32 bit integer LO:HI	▪ 0xFFFF FFFF ha a rekord buffer érvénytelen adatot tartalmaz	
0x00D1 (R)		▪ 31...26 bit: Év	
		▪ 25...22 bit: Hónap	
		▪ 21...17 bit: Nap	
		▪ 16...12 bit: Óra	
		▪ 11...6 bit: Perc	
		▪ 5...0 bit: Másodperc	
0x00D2 (R)	Átlag áram	Előjeles 16 bites értékek. Átszámítás fizikai mennyiségekre: lásd 4.2 alfejezetben	
0x00D3 (R)	Átlag feszültség		
0x00D4 (R)	Átlag hatásos teljesítmény		
0x00D5 (R)	Átlag meddő teljesítmény		
0x00D6 (R)	Átlag látszólagos teljesítmény		
0x00D7 (R)	Átlag teljesítmény tényező		
0x00D8 (R)	Fogyasztott hatásos energia		
0x00D9 (R)	Visszatáplált hatásos energia		
0x00DA (R)	Induktív meddő energia		
0x00DB (R)	Kapacitív meddő energia		
0x00DC (R)	0. impulzusszámláló		Előjeles 16 bites értékek.
0x00DD (R)	1. impulzusszámláló		
0x00DE (R)	2. impulzusszámláló		
0x00DF (R)	Mérés állapotjelző bitek	Mérés állapotjelző bitek a rekord mentésének időpontjában. Bitek jelentését lásd: 4.2.6 pontban	

A készülék szinkronjel érkezése esetén készít egy adatrekordot, mely a mért mennyiségek átlagát és a számlálók aktuális tartalmát tartalmazza egy időbélyeggel együtt. Ezt a rekordot az archív tárba menti. Az archív tárban 1440 rekord fér el. Az első rekord címe (sorszám, indexe) 0, az utolsó rekord sorszámja 1439. A rekordok időbeni sorrendben kerülnek mentésre egymás után. A 1439. rekord után a 0. rekord írása következik, így mindig a legrégebbi rekord íródik felül. A 0x00C0 címen található *Archív tár állapotregiszter* alsó 12 bitje tartalmazza az utoljára felülírt rekord sorszámát. Ha értéke 0xFFFF, akkor az archív tár üres, még nem történt mentés. A 0x00C1 *Mentett rekordok száma* regiszter az összesen elmentett rekordok számát tartalmazza. Ha az archív tár üres, értéke 0x0000. Minden mentés után eggyel növekszik, míg eléri a 1440-et. Ezután már nem változik az értéke. Ez azt jelenti, hogy a tár legalább egyszer körbefordult, mind az 1440 rekord érvényes adatot tartalmaz.

A rekordok kiolvasása az archív tárból a *rekord bufferen* keresztül történik. A 0x00C3 *Rekord buffer állapotregiszter* annak a rekordnak a címét tartalmazza, mely aktuálisan kiolvasható a 0x00D0...0x00DF címtartományban található *rekord bufferből*. A regiszter értéke minden indítás után 0xFFFF, ami azt jelenti, hogy az adatregiszterek nem tartalmaznak érvényes adatot. A *rekord buffer* első két adatregisztere az aktuálisan kiolvasható rekordhoz tartozó időbélyeget tartalmazza. Ha a *rekord buffer* nem tartalmaz érvényes adatot, azt az időbélyeg-regiszterek is jelzik 0xFFFF FFFF értékkel.

A 0x00C2 címen található a *Rekord buffer parancsregiszter*. Ha ebbe a regiszterbe 0x8000 értéket írunk, akkor a készülék törli a tárat. Ha egy tetszőleges rekord címét írjuk, akkor az adott rekord tartalmát a EEPROM memóriából a *Rekord buffer* regiszterekbe másolja a készülék. Mikor a EEPROM memória olvasása befejeződik (néhány ms), az állapotregiszter is felveszi a kért rekord sorszámát. A tár olvasását tehát a következőképpen kell szervezni:

- ◆ A kért rekord címének beírása a 0x00C2 parancsregiszterbe
- ◆ Várakozás, amíg a 0x00C3 állapotregiszter is a kért rekord sorszámát tartalmazza
- ◆ Rekord kiolvasása a 0x00D0-0x00DF *rekord bufferből*

Csak a 0x00C1 rekordszámlálónál kisebb sorszámú rekordok elérhetőek. Ha tehát adott pillanatig 10 rekordot mentett a készülék, akkor 0-9 sorszámú rekordok olvashatóak ki. Ha nem létező (érvénytelen) rekordra hivatkozunk, akkor mind a parancsregiszter, mind az állapotregiszter értéke 0xFFFF lesz, EEPROM olvasás nem történik.

Amikor az EEPROM memóriában az a rekord íródik felül, melynek adatát az írás pillanatában a *rekord buffer* regiszterek tartalmazzák, az állapotregiszter értéke ismét 0xFFFF-re vált az időbélyeg regiszterek értéke 0xFFFF FFFF-re, jelezve, hogy az archív adatregiszterben tárolt adatok többé nem érvényesek.

FIGYELEM! A tár legrégebbi rekordjának olvasásakor a következő probléma merülhet fel:

- ◆ Parancsregiszterbe írjuk a legrégebbi rekord sorszámát.
- ◆ A parancsregiszter írása közben jön egy szinkronjel. Az archív adatok mentése nagyobb prioritású, mint a parancsregiszter tartalmának kiértékelése, ezért a számlálók aktuális értéke az EEPROM memóriába kerül, a legrégebbi rekord felülíródik.
- ◆ Az EEPROM memória írása után a készülék kiértékeli a parancsregiszter tartalmát, a kért rekordot az archív adatregiszterekbe másolja. De ez a rekord most már nem a legrégebbi, hanem a legújabb mentést tartalmazza, annak ellenére, hogy a korábbi szándékunk szerint a legrégebbi rekordot akartuk olvasni.

A fenti probléma elkerülése érdekében, az archív tár olvasásakor vagy nem olvassuk ki a legrégebbi rekordot, vagy olyan időpontban végezzük az olvasást, mikor nem várható szinkron impulzusa, vagy kiolvasás után az időbélyeg segítségével azonosítjuk a kiolvasott rekordot.

4.10.3 Archív tár, legutoljára mentett rekord buffer

Cím/típus	Név	Leírás
0x00E0 (R)	Időbélyeg 32 bit integer	Ugyanaz mint rekord buffer (4.10.2 pont)
0x00E1 (R)	LO:HI	
0x00E2 (R)	Átlag áram	
0x00E3 (R)	Átlag feszültség	
0x00E4 (R)	Átlag hatásos teljesítmény	
0x00E5 (R)	Átlag meddő teljesítmény	
0x00E6 (R)	Átlag látszólagos teljesítmény	
0x00E7 (R)	Átlag teljesítmény tényező	
0x00E8 (R)	Fogyasztott hatásos energia	
0x00E9 (R)	Visszatáplált hatásos energia	
0x00EA (R)	Induktív meddő energia	
0x00EB (R)	Kapacitív meddő energia	
0x00EC (R)	0. impulzusszámláló	
0x00ED (R)	1. impulzusszámláló	
0x00EE (R)	2. impulzusszámláló	
0x00EF (R)	Mérés állapotjelző bitek	

Ezek a regiszterek az archív tárba utoljára mentett rekord adatait tartalmazzák. A készülék indítása után, mikor rekord mentés még nem történt, az időbélyeg regiszterek tartalma 0xFFFF FFFF.

4.11 Általánosan használt konstansok

4.11.1 *CLogicTime*

Érték	Jelentés
0x0	Nincs
0x1	$T=1\text{ms}$
0x2	$T=2\text{ms}$
0x3	$T=5\text{ms}$
0x4	$T=10\text{ms}$
0x5	$T=20\text{ms}$
0x6	$T=50\text{ms}$
0x7	$T=100\text{ms}$
0x8	$T=200\text{ms}$
0x9	$T=500\text{ms}$
0xA	$T=1\text{s}$
0xB	$T=2\text{s}$
0xC	$T=5\text{s}$
0xD	$T=10\text{s}$
0xE	$T=30\text{s}$
0xF	$T=1\text{min}$

4.11.2 *CImpulseSrc*

Érték	Jelentés
0x0	Nincs
0x1	0. Impulzus szűrő kimenő jele
0x2	1. Impulzus szűrő kimenő jele
0x3	2. Impulzus szűrő kimenő jele
0x4	Szinkronjel
0x5	Mérő modul E_{P+} impulzus
0x6	Mérő modul E_{P-} impulzus
0x7	Mérő modul E_{Q+} impulzus
0x8	Mérő modul E_{Q-} impulzus
0x9	Logikai impulzus generátor
0xA	Regisztrátum mentés kész
0xB	Belső óra perces impulzus
0xC	Belső óra negyedórás impulzus
0xD	Belső óra órás impulzus

4.11.3 *CMeasSrc*

Érték	Jelentés
0x0	Nincs
0x1	Áram
0x2	Feszültség
0x3	Hatásos teljesítmény
0x4	Meddő teljesítmény
0x5	Látszólagos teljesítmény
0x6	Teljesítmény tényező
0x7	Időszakos fogyasztott hatásos energia
0x8	Időszakos visszatáplált hatásos energia
0x9	Időszakos induktív meddő energia
0xA	Időszakos kapacitív meddő energia
0xB	0. Impulzusszámláló
0xC	1. Impulzusszámláló
0xD	2. Impulzusszámláló

4.11.4 CDigiSrc

Érték	Jelentés
0x0	Nincs
0x1	0. Határérték kapcsoló
0x2	1. Határérték kapcsoló
0x3	2. Határérték kapcsoló
0x4	0. Impulzus formáló
0x5	1. Impulzus formáló
0x6	2. Impulzus formáló
0x7	0. Maximumór kapcsolójel
0x8	0. Maximumór túllépés
0x9	1. Maximumór kapcsolójel
0xA	1. Maximumór túllépés
0xB	2. Maximumór kapcsolójel
0xC	2. Maximumór túllépés

5 Dokumentum változások

Verzió	Dátum	Módosítások
A	2006. december 4.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eredeti
B	2007. március 30.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Óra leírásánál (4.8 alfejezet) a szövegben a parancsregiszter alapértékéhez több helyen 0x0001 volt írva a helyes 0x0000 helyett ▪ Az archív tár rekord buffer leírásánál (4.10.2 pont) az időbélyeg szerkezete hibás volt ▪ A CRC számítás példa kódjában (3.2.3 pont) a függvény ciklusában volt egy felesleges sor: <code>i:=i+1</code> ▪ A analóg karakterisztika paramétereinek beállításánál (4.9.12 pont) a számítási példában A_w kifejezésében 8192 helyett 8196 volt így a végeredmény is pontatlan volt
C	2008 április 2.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teljes átdolgozás WinWord-ből OpenOffice dokumentummá
D	2009 június 3.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sajtóhiba javítás: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4.2.1 pontban a teljesítmény- és feszültség szorzó faktor fel volt cserélve
E	2009-08-25	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sajtóhiba javítás <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4.2.4 pontban az energiaértékek indexei (E_{xx}) össze voltak keverve
		<ul style="list-style-type: none"> ▪