

**ТИРИСТОРНИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
СЕРИЯ 4XXX RS ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА  
ДВИГАТЕЛИ ЗА ПОСТОЯНЕН ТОК С  
НЕЗАВИСИМО ВЪЗБУЖДАНЕ**

**СЕРИЙНА КОМУНИКАЦИЯ RS485**

**ПРОТОКОЛ ELL\_RS485\_N1**



## СЪДЪРЖАНИЕ

<b>1. СЕРИЙНА КОМУНИКАЦИЯ RS 485</b>	<b>4</b>
1.1 Общи положения	4
1.2 Параметри на серийния интерфейс RS485	6
<b>2. ПРОТОКОЛ ELL_RS485_N1</b>	<b>8</b>
2.1 Общи положения	8
2.2 Предаване на данни от главното устройство към преобразувателите	8
2.3 Предаване на данни от преобразувателите към главното устройство	10

## 1. СЕРИЙНА КОМУНИКАЦИЯ RS 485

### 1.1 Общи положения

Във всеки сериен интерфейс RS485 има само едно **главно** устройство. Подчинените устройства не могат да заемат шината по своя инициатива.

**Главното** устройство инициира комуникацията с подчинените устройства с **команден байт**, предава **данните** към тях (ако има такива), формира и предава **контролната сума** на данните. **Главното** устройство изчаква **ACK** или **NAK** от подчинените устройства или данните от тях. Всички данни се съпровождат с **контролна сума**. **Контролната сума** винаги се формира от **главното** устройство.

Преобразувателите се явяват за протокола **подчинени** устройства, а **главното** устройство е контролер или **CNC**, който изпраща и приема данни към и от преобразувателите, посредством дадения протокол.

Настройката на серийната комуникация **RS485** е с използване на 1 стартов бит, 8 бита данни, 1 стоп бит, без бит за четност.

### КОМАНДЕН БАЙТ

Командният байт е със старша част **0x0..** и младша част, различна от нула. С този байт на подчинените устройства се указва, че също трябва да приемат участие в протокола, ако командния байт се отнася за тях. Т.е. подчинените устройства следят отначало да намерят в комуникацията техния команден байт и след това да вземат участие в протокола до края на един пълен техен протоколен цикъл или до получаването на друг команден байт.

### Резервирани командни байтове:

**0x04** – команден байт за изпращане на данни от **главното** устройство към преобразувателя;

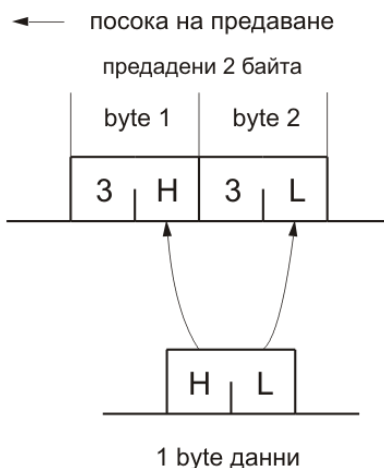
**0x05** – команден байт за изпращане на данни от преобразувателя към **главното** устройство;

**0x06** – команден байт за задаване на тайминг в ms.

### ДАНИИ

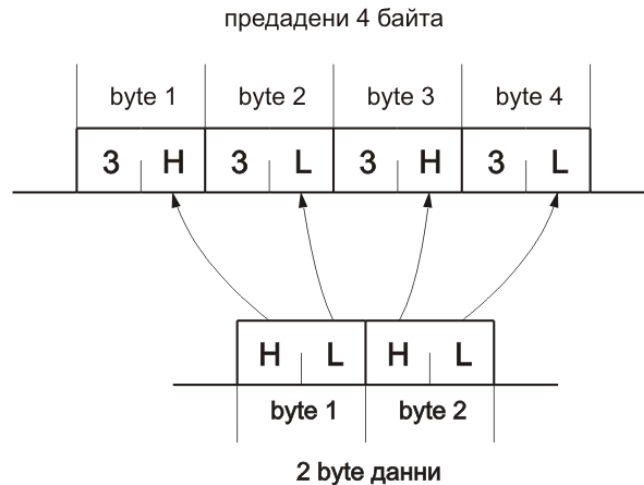
Предаваните байтове, съдържащи данни, са със старша част **0x3..** и младша част 4 бита данни. Предаването на един байт данни става с изпращането по линията на два байта, както е показано на **фигура 1**. С първия байт се предава старшата част на байта данни.

Предаването на двубайтови числа данни се извършва с предаване по линията на 4 байта, както е показано на **фигура 2**. След предаване на данните **главното** устройство задължително изпраща **контролна сума** от два байта. Броят на байтовете данни не е фиксиран и техния край се определя от получаването на **контролната сума**.



**Фигура 1** Предаване на еднобайтово число данни

← посока на предаване



**Фигура 2** Предаване на двубайтово число данни

### КОНТРОЛНА СУМА /CRC/

Контролната сума е от един байт и се получава от простата сума на всички байтове данни. Тя се предава с два байта със старша част **0x4..** и младша част от двата й полубайта. Първо се изпраща старшият полубайт. При изпращане на контролната сума има два случая:

- контролна сума при предаване на данни от **главното** устройство към подчинените устройства. В този случай след изпращане на контролната сума **главното** устройство очаква да получи за всеки изпратен байт **АСК** или **NAK** от даденото подчинено устройство, за което са адресирани данните;
- контролна сума при предаване на данни от подчинените устройства към **главното** устройство. В този случай данните се получават последователно от различни подчинени устройства и след края на предаване на данните **главното** устройство изчислява и предава контролната сума. **Главното** устройство очаква само ще отговори ли някое от подчинените устройства с **NAK**.

### АСК

**АСК** е със старша част **0x5..** и младша част **0, 1** или **2**. Приема се за потвърждаване, че цикъл на протокола е завършил успешно. Има следните случаи на **АСК**:

- **подчиненото** устройство отговаря с **0x50**, ако изпратената от **главното** устройство контролна сума отговаря с изчислената от него;
- **подчиненото** устройство отговаря с **0x51**, ако е било ресетвано (изключено) с **TIMEOUT**;
- **подчиненото** устройство отговаря с **0x52**, ако е било ресетвано (изключено) с отпадане на захранващото напрежение.

### NAK

**NAK** има вида **0x00**, когато се очаква от едно или няколко устройства едновременно, или се различава от **АСК** по някой от младшите битове, когато се очаква само от едно устройство. **NAK** указва, че текущият цикъл на протокола е неуспешен.

**Подчинените устройства** изпращат по един **АСК** или **NAK** за всеки байт данни, последователно по ред на номерата им. Ако едно подчинено устройство има например 2 байта данни, то трябва да изпрати два **АСК** или **NAK**.

**Подчинените устройства** следят за всички други устройства дали са изпратили **АСК**, и ако всички са отговорили, след последния **АСК** синхронно въвеждат информацията за изпълнение. Ако даже само едно устройство е отговорило с **NAK** или не е отговорило,

командите не се изпълняват и текущия цикъл на протокола се счита за недействителен. **Подчинените устройства** определят колко **АСК** или **НАК** трябва да очакват по броя байтове данни ( $N = \text{броят байтове} / 2$ ).

**ПРЕКЪСВАНЕ В КОМУНИКАЦИЯТА / TIMEOUT /:** в случай на прекъсване на комуникацията за определено време, подчиненото устройство трябва да се ресетва (изключи). Времето на интервала стандартно е настроено на 100 ms за бод рейд 9600 или на 10 ms за бод рейд 115200. **Timeout** може да се настройва от **главното** устройство със следната последователност:

**master** - 0x06, 0x3(ms H), 0x3(ms L), 0x4(CRC H), 0x4(CRC L)

**slave** -

след което **главното** устройство изчаква дали няма да получи от кое да е устройство **НАК**.

### ЗАБЕЛЕЖКИ:

1. Подчиненото устройство не трябва да се интересува от байтове 0xFF или от байтове с грешен стартов бит (т.е не трябва да ги взема под внимание);
2. Всяко подчинено устройство трябва да следи заема ли шината непосредствено след **главното** устройство. Ако е първо след **главното** устройство, то трябва да изчака времето за един байт на протокола RS485 и само след това може да заеме шината и да предава;
3. Всяко подчинено устройство трябва да работи съгласно Забележка 2, но на него може да му се разреши с параметър **P14.07** да не изчаква. В този случай **главното** устройство трябва да има възможност непосредствено след изпращане на шифт регистъра на RS485 да промени посоката на комуникация.

## 1.2 Параметри на серийния интерфейс RS485

Параметрите от група **P14**, с които се настройва работата на преобразувателите от серията 4XXX по протокол ELL\_RS485\_N1 са указани в **таблица 1**. Пълната версия на таблицата с всички параметра на група **P14** може да се види в Техническото описание на преобразувателите 4XXX, версия на документа **UGbSPD88\_306 RS**, **таблица 10**.

№	Наименование параметра	Текст	Граници	По под-разбиране
<b>Група 14 – параметри на серийния интерфейс RS485</b>				
P14.01	Тип на комуникацията	Type communic	0 ÷ 4	0
P14.02	Скорост на комуникацията	Baud rate	0 ÷ 5	0
P14.03	Начален адрес на даденото подчинено устройство на входа на главното устройство	Addr INputs slv	0 ÷ 64	0
P14.04	Начален адрес за даденото подчинено устройство на изхода на главното устройство	Addr OUTputs slv	0 ÷ 64	0
P14.05	Брой байтове данни на даденото подчинено устройство на входа на главното устройство	Num INputs slv	0 ÷ 32	5
P14.06	Брой байтове данни за даденото подчинено устройство на изхода на главното устройство	Num OUTputs slv	0 ÷ 32	3
P14.07	Изчакване на главното устройство	Wait Master	0, 1	1
P14.08	Източник на времето на прекъсване в комуникацията на подчиненото устройство – защита CSF	Src timeout slv	0, 1	0
P14.09	Максимално време на прекъсване в комуникацията на подчиненото устройство – защита CSF	Timeout slave	5 ÷ 1000	

№	Наименование параметра	Текст	Граници	По под-разбиране
P14.14	Максимално регистрирано време на прекъсване в комуникацията	Max timeout slv	-	-

**Таблица 1** Параметри на преобразувателя за настройка на протокола

- параметър P14.01 – тип на комуникацията на преобразувателя:
  - **P14.01 = 0** – без комуникация;
  - **P14.01 = 1** – RS485 slave. Преобразувателят работи в режим на **slave** устройство.
- параметър P14.02 – скорост на комуникацията в bps. Приема следните стойности:
  - **P14.02 = 0** – 115 200 bps;
  - **P14.02 = 1** – 57 600 bps;
  - **P14.02 = 2** – 38 400 bps;
  - **P14.02 = 3** – 19 200 bps;
  - **P14.02 = 4** – 14 400 bps;
  - **P14.02 = 5** – 9 600 bps.
- параметър P14.03 – начален адрес на байтовете данни на изхода на подчиненото устройство. Определя адреса на байтовете данни на подчиненото устройство в общата последователност на байтовете постъпващи на входа на главното устройство;
- параметър P14.04 – начален адрес на байтовете данни за даденото подчинено устройство. Определя адреса на байтовете за даденото подчинено устройство в общата последователност байтове на изхода на главното устройство;
- параметър P14.05 – брой байтове данни от подчиненото устройство на входа на главното устройство;
- параметър P14.06 – брой байтове данни за подчиненото устройство на изхода на главното устройство;
- параметър P14.07 – изчакване след завършване на предаването на главното устройство. Параметър **P14.07** приема две стойности:
  - **P14.07 = 0** – подчиненото устройство не изчаква времето на един байт след завършване на предаването на главното устройство;
  - **P14.07 = 1** – подчиненото устройство изчаква времето на един байт след завършване на предаването на главното устройство.
- параметър P14.08 – източник на максималното време на прекъсване в комуникацията на подчиненото устройство. При превишаване на това време сработва защита **CSF**. Параметър **P14.08** приема две стойности:
  - **P14.08 = 0** – максималното време на прекъсване в комуникацията се определя от стойността на параметър **P14.09**;
  - **P14.08 = 1** – максималното време на прекъсване се предава по серийната комуникация.
- параметър P14.09 – максимално време на прекъсване / timeout / в комуникацията на подчиненото устройство. При превишаване на това време сработва защита **CSF**;
- параметър P14.14 – максимално регистрирано време на прекъсване в комуникацията на подчиненото устройство.

## 2. ПРОТОКОЛ ELL\_RS485\_N1

### 2.1 Общи положения

По нататък ще бъде разгледан стандартен протокол ELL\_RS485\_N1 по сериен интерфейс RS485 за тиристорни преобразователи от серията 4XXX.

Основните моменти при реализиране на този протокол са:

- **главното** устройство в този протокол е външен контролер;
- **главното** устройство предава към всички преобразователи;
- тиристорните преобразователи 4XXX в този протокол са подчинени устройства;
- всички преобразователи участват в предаването на данни към **главното** устройство.
- **главното** устройство изпраща 1 byte команди: **ON, RESET, ORCM, SF, SR, TLL**;
- **главното** устройство изпраща 2 byte задание за скорост;
- преобразувателят изпраща към **главното** устройство 1 byte статус: **TL, ZS, SA, RD, INPOS**;
- преобразувателят изпраща към **главното** устройство 2 byte текуща скорост на двигателя;
- преобразувателят изпраща към **главното** устройство 2 byte текуща стойност на тока на котвата;

С този протокол могат да се решат широк кръг задачи, свързани с управлението на преобразователи 4XXX по серийна комуникация RS485.

За решаване на някои по специфични задачи този протокол може да бъде модифициран по изискване на потребителите.

### 2.2 Предаване на данни от главното устройство към преобразувателите

По нататък ще бъде разгледано предаването на данни от **главното** устройството към преобразувателите 4XXX по протокол ELL\_RS485\_N1.

**Главното** устройството иницира комуникация с преобразувателите с **команден байт 0x04**, след което **главното** устройство изпраща  $2 * N$  байта данни. Броя байтове данни  $N \geq 1$  и  $N \leq 65$ . По този начин в един канал RS485 могат да бъдат включени до 65 байта данни. За всяко устройство се задава номер от 0 до 64, след което започва неговата последователност байтове.

От **главното** устройство към всеки преобразувател се предават един byte команди и два byte данни и параметър **P14.06** = 3. Предназначението на всеки байт е разгледано по долу.

С параметър **P14.04** се настройват адресите на байтовете за съответния преобразувател в протокола при предаване на данни от **главното** устройство към преобразувателя, свързан по сериен интерфейс **RS485**.

**Забележка:** не се допуска прекъсване в последователността на адресите. Например ако адреса на **byte 0** на втория преобразувател се зададе с номер **P14.04** = 4 или по-голям, протоколът няма да функционира.

От **главното** устройство към всеки преобразувател се предават следните данни:

#### ➤ команди към преобразувателя

Командите към преобразувателя се изпращат с **byte 0** от поредицата байтове към него. Адресът на **byte 0** в последователността байтове изпращани към преобразувателя се определя с параметър **P14.04**.

Съответствието между битовете на командния байт и комуникационните цифрови входове е указано в **таблица 2**.

С параметрите от **група 15** на преобразувателя могат да се програмират функцията и активното логическо ниво на всеки комуникационен цифров вход. В **таблица 2** е указано съответствието между битовете на **byte 0** и номерата на комуникационните цифрови входове, а също и програмираните функции по подразбиране.



Номерата на функциите на комуникационните цифрови входове са указани в **таблица 3** на Техническото описание на преобразувателите 4XXX, версия на документа UGьSPD88\_306 RS.

Номер на комуникационния вход	bit	Номер на функцията	Функция по подразбиране	Логическо ниво на входа
IN1	bit 0	P15.01 = 1	ON	P15.02 = 0
IN2	bit 1	P15.03 = 2	RESET	P15.04 = 0
IN3	bit 2	P15.05 = 3	ORCM	P15.06 = 0
IN4	bit 3	P15.07 = 9	SF (FORWARD)	P15.08 = 0
IN5	bit 4	P15.09 = 10	SR (REVERSE)	P15.10 = 0
IN6	bit 5	P15.11 = 11	TLL	P15.12 = 0
IN7	bit 6	P15.13 = 13	Nmax1	P15.14 = 0
IN8	bit 7	P15.15 = 14	Nmax2	P15.16 = 0

**Таблица 2** Съответствие между комуникационните цифрови входове и програмираните функции по подразбиране

➤ **задание за скорост [VELOCITY REFERENCE]**

Заданието за скорост е 14 битово цяло число без знак и се предава с **byte 1** и **byte 2**.

Младшата част на заданието за скорост се предава със **byte 1**. Адресът на **byte 1** в последователността байтове, изпращани към преобразувателя се определя с параметър **P14.04+1**.

Старшата част на заданието за скорост се предава със **byte 2**. Адресът на **byte 2** в последователността байтове, изпращани към преобразувателя се определя с параметър **P14.04+2**.

**VELOCITY REFERENCE**

X	X	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
byte 2								byte 1							

**Фигура 3** Представяне на заданието за скорост в BIN формат

Границите на изменение на заданието за скорост в различни формати на представяне са указани в **таблица 3**.

Максималната стойност на предаденото задание за скорост отговаря на 100% задание за скорост на двигателя.

Граници	BIN формат	HEX формат	DEC формат
MIN	0000 0000 0000 0000	0x0000	0
MAX	0011 1000 0000 0000	0x3800	14336

**Таблица 3** Граници на изменение на заданието за скорост и формати на представянето им

**Внимание: преобразувателят получава задание за скорост от главното устройство по комуникация само при стойност на параметър P02.14 = 4.**

### Пример 1

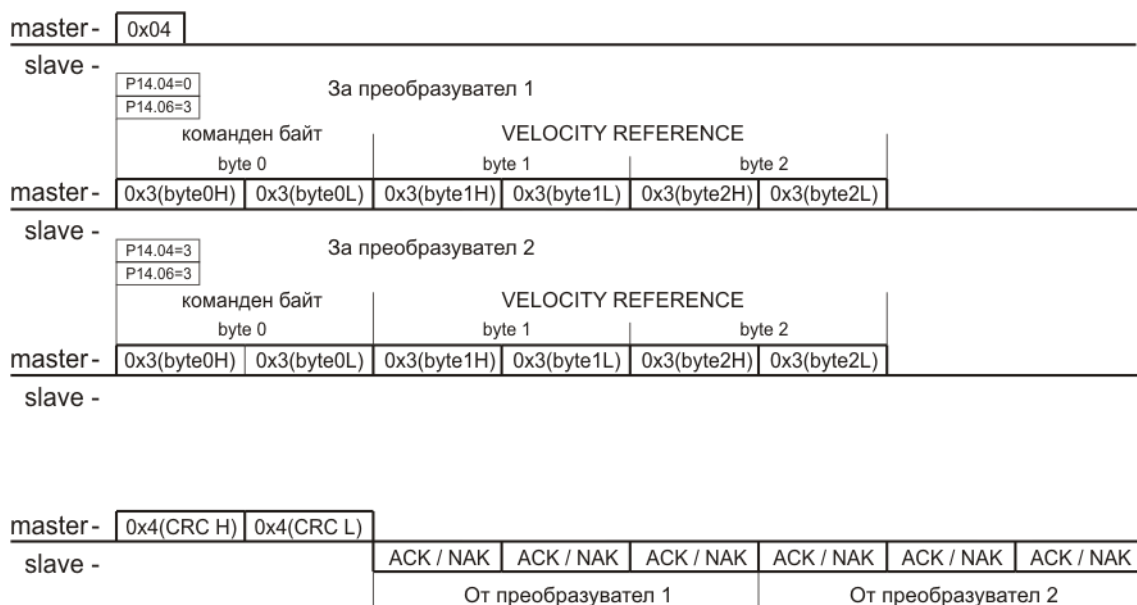
Примерът се отнася за управление на два преобразувателя 4XXX по протокол ELL\_RS485\_N1 от главно устройство.

За преобразувател 1 параметър **P14.04** = 0, а за преобразувател 2 параметър **P14.04** = 3 /таблица 1/.

**Главното** устройство изпраща команден байт **0x04**, 6 байта данни (разделени в полубайтах т.е. 12 байтов со старшей частью 0x3X) и контролна сума 1 байт (разделен в 2 полубайта със старша част 0x4X).

Преобразувателите отговарят със своите **АСК/НАК** за всеки байт данни т.е. 6 байта **АСК/НАК**.

Първите три байта **byte 0 ÷ byte 2** се отнасят за преобразувател 1, следващите три байта **byte 0 ÷ byte 2** за преобразувател 2.



**Фигура 4** Предаване на данни от главното устройство към преобразувателите

### 2.3 Предаване на данни от преобразувателите към главното устройство

По долу ще бъде разгледано предаването на данни от преобразувателите към **главното** устройство по протокол ELL\_RS485\_N1.

**Главното** устройство предизвиква комуникацията с подчинените устройства с **команден байт 0x05**. Подчинените устройства читат синхронно своите данни (статус) в междинни буфери, след което всяко подчинено устройство изпраща два байта за всеки байт свои данни. Общия брой байтове данни на един RS канал постъпващи на входа на **главното** устройство е  $2 * N$ . Броя байтове данни  $N \geq 1$  и  $N \leq 65$ . По този способ в един канал на **RS485** могат да се предадат до 65 байта. За всяко устройство се задава номер от 0 до 64, от който започва последователността на неговите байтове.

**Подчинените устройства** следят и изчисляват контролната сума на всички байтове данни и изпращат **NAK** ако тя не съвпада с контролната сума, изпратена от **главното** устройство. Ако контролната сума е вярна, не изпращат нищо. Подчинените устройства определят кога по линията се предават данни или контролни суми по старшите полубайтове.

**NAK** има стойност **0x00**. По този способ, даже ако няколко подчинени устройства го изпратят едновременно, е възможно **главното** устройство да получи грешка в стоп битовете или **break** по линията, което за него също се явява **NAK**.

В дадения протокол от всеки преобразувател към **главното** устройство се предават 5 байта данни.

От преобразователя, след получаване на команден байт **0x05**, към **главното** устройство се изпращат 5 байта данни и параметър **P14.05 = 5**. Предназначението на всеки байт е разгледано по-долу.

С параметър **P14.03** се настройват адресите на байтовете на съответния преобразувател в протокола при предаване на данни от преобразователя към **главното** устройство.

**Забележка:** не се допуска прекъсване в последователността на номерата, например ако адреса на **byte 0** на втория преобразувател се зададе с номер **P14.03 = 6** или по-голям, протоколът няма да функционира.

От преобразователя към **главното** устройство се предават следните байтове:

➤ **статус на преобразователя**

Статусът на преобразователя се предава с **byte 0**.

Адресът на **byte 0** в последователността байтове изпращани към **главното** устройство се определя с параметър **P14.03**.

Съответствието между битовете на статусния байт и комуникационните цифрови изходи е указано в **таблица 4**.

С параметрите от група 16 на преобразователя могат да се програмират функцията и активното логическо ниво на всеки комуникационен цифров изход. В **таблица 4** е указано съответствието между битовете на **byte 0** и номерата на комуникационните цифрови изходи, а също и програмираните функции по подразбиране.

Номерата на функциите на комуникационните цифрови изходи са указани в **таблица 4** на техническото описание UGbSPD88\_306 RS на преобразувателите 4XXX.

Номер на комуникационния изход	bit	Номер на функцията	Функция по подразбиране	Активно логическо ниво на изхода
OUT 1	bit 0	P16.01 = 1	TL	P16.02 = 0
OUT 2	bit 1	P16.03 = 11	ZS	P16.04 = 0
OUT 3	bit 2	P16.05 = 12	SA	P16.06 = 0
OUT 4	bit 3	P16.07 = 4	RD	P16.08 = 0
OUT 5	bit 4	P16.09 = 6	INPOS	P16.10 = 0
OUT 6	bit 5	P16.11 = 0	DISABLED	P16.12 = 0
OUT 7	bit 6	P16.13 = 0	DISABLED	P16.14 = 0
OUT 8	bit 7	P16.15 = 0	DISABLED	P16.16 = 0

**Таблица 4** Съответствие между комуникационните цифрови изходи и програмираните функции по подразбиране

➤ **текуща стойност на скоростта на двигателя [ VELOCITY FEEDBACK ]**

Текущата стойност на скоростта на двигателя се предава с два байта и е 14 битово цяло число и знак.

С **byte 1** се предава младшата част на текущата стойност на скоростта. Адресът на **byte 1** в пакета данни е **P14.03+1**.

С **byte 2** се предава старшата част на текущата стойност на скоростта и знака. Адресът на **byte 2** в пакета данни е **P14.03+2**.

В **таблица 5** е показано представянето на границите на текущата скорост на двигателя в HEX и BIN формат. Границите съответстват на максималната скорост на двигателя.

Граници	HEX формат	BIN формат	DEC формат
NEGATIVE MAX	0xC800	1100 1000 0000 0000	- 14336
POSITIVE MAX	0x3800	0011 1000 0000 0000	+ 14336

**Таблица 5** Граници и представяне на текущата скорост на двигателя в HEX и BIN формат

➤ **текуща стойност на тока на котвата [ CURR ARM ACTUAL ]**

Текущата стойност на тока на котвата е 14 битово цяло число без знак и се предава с **byte 3** и **byte 4**. Тази стойност съответства на стойността на параметър **P01.04** на преобразувателя и в DEC формат е с един разряд след десетичната запетая.

С **byte 3** се предава младшата част на текущата стойност на тока на котвата. Адресът на **byte 3** в пакета данни е **P14.03+3**.

С **byte 4** се предава старшата част на текущата стойност на тока на котвата. Адресът на **byte 2** в пакета данни е **P14.03+4**.

**Пример 2**

Пример 2 се отнася за управление на два преобразувателя по протокол ELL\_RS485\_N1 от **главно** устройство.

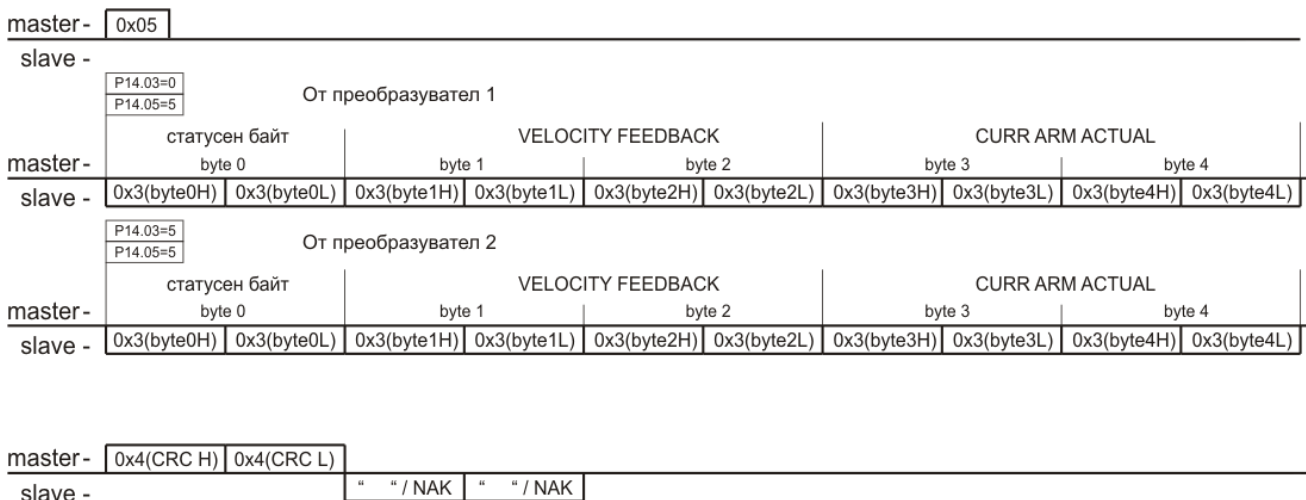
Настройката на преобразувателите за предаване на данни по серийната комуникация RS485 към главното устройство е следната:

- преобразувател 1: **P14.03** = 0 и **P14.05** = 5;
- преобразувател 2: **P14.03** = 5 и **P14.05** = 5.

**Главното** устройство изпраща команден байт **0x05**. Първият преобразувател изпраща 5 байта данни, разделени в полубайтове т.е. 10 байта със старша част **0x3...** След това вторият преобразувател изпраща своите 5 байта данни. **Главното** устройство изпраща изчислената контролна сума 1 байт, разделен в 2 полубайта със старша част **0x4...** След това преобразувателите проверяват контролната сума с изчислената от тях и при несъвпадане изпращат **NAK (0x00)**. Ако контролната сума съответства, не изпращат нищо.

Преобразувателите определят кога по линията се изпращат данни или контролна сума по старшия полубайт.

На **фигура 5** е показано изпращането на данни от преобразувателите към **главното** устройство. Първите 5 байта **byte 0 ÷ byte 4** се отнасят за преобразувател 1, следващите 5 байта **byte 0 ÷ byte 4** за преобразувател 2.



**Фигура 5** Изпращане на данни от преобразувателите към **главното** устройство