

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

**ТИРИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТИПА ELL11XXX SP
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА
ПРИВОДА ПОДАЧИ**



ELL, Болгария
ell@ell-bg.com
<http://www.ell-bg.com>

САПСАН, Россия
fryazino@globus.msk.ru
<http://www.sapsan-co.ru>

Содержание

1. Общие сведения	2
2. Условия эксплуатации, хранение и транспорт	3
3. Технические характеристики	4
4. Конструкция и монтажно-габаритные размеры	5
5. Интерфейс и индикации состояния преобразователя	9
5.1 Параллельный интерфейс X1	9
5.1.1 Цифровые входы	9
5.1.2 Цифровые выходы	10
5.1.3 Дифференциальный аналоговый вход	11
5.1.4 Аналоговый вход для тахогенератора	11
5.1.5 Другие	12
5.2 Интерфейсы X3 и X4 для энкодера	13
5.3 Интерфейс X5 для синхронизации и оперативного питания	13
5.3.1 Оперативное питание блока управления преобразователя	13
5.3.2 Синхронизация преобразователя	14
5.3.3 Вход для внешнего температурного датчика ТОН	14
5.4 Серийный интерфейс X6	16
5.5 Силовой интерфейс X7	16
5.5.1 Питание силовой части преобразователя	16
5.5.2 Питание якоря	16
5.5.3 Питание силового контактора	17
5.6 Индикации для состояния преобразователя	19
6. Настройка преобразователя	22
6.1 Работа с портативным терминалом/компьютером	22
6.2 Функциональная схема преобразователя	23
6.3 Параметры преобразователя	23
6.4 Описание параметров	27
6.4.1 Группа 01 – параметры для наблюдения переменных	27
6.4.2 Группа 02 – параметры преобразователя	28
6.4.3 Группа 03 – параметры защит	29
6.4.4 Группа 04 – параметры двигателя	32
6.4.5 Группа 05 –параметры регулятора скорости	33
6.4.6 Группа 06 –параметры регулятора тока	34
6.4.7 Группа 07 –параметры терминала	34
6.4.8 Группа 08 –история ошибок	34
6.5 Ошибки в аварийном режиме	35
7. Монтаж и подключение преобразователя	36
7.1 Общие технические требования к монтажу	36
7.2 Соединение преобразователя	37
8. Запуск преобразователя	46
8.1 Проверка напряжений питания и синхронизации	46
8.2 Первоначальная настройка преобразователя	47
8.2.1 Выбор максимальной скорости двигателя	47
8.2.2 Предварительная настройка обратной связи по скорости	47
8.2.3 Настройка номинального тока преобразователя	48
8.2.4 Настройка параметров двигателя	48
8.3 Запуск преобразователя в пропорциональном режиме	48
8.4 Настройка защиты от размыкания обратной связи по скорости	49
8.5 Проверка работы преобразователя в интегральном режиме	51
9. Возможные неисправности и методы их устранения	55
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1	56
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2	57
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3	58

1. Общие сведения

Преобразователи серии 11XXX являются новым поколением интеллектуальных тиристорных преобразователей, разработанных на базе новых современных технологий (DSP/CPLD) и обеспечивают четырехквadrантное управление скорости двигателя. Настройка всех режимов работы преобразователя осуществляется при помощи системы параметров.

По своему назначению тиристорные преобразователи серии 11XXX универсальные и могут встраиваться в каждый станок с более высокими требованиями к электроприводу, одновременно с этим имеют встроенные функции и интерфейс, специфические для управления осями подачи в металлорежущих станках с ЧПУ и промышленных роботах.

2. Условия эксплуатации, хранение и транспорт

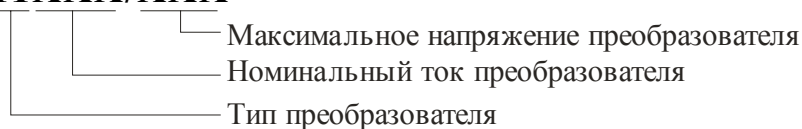
- температура окружающей среды – от 5° до 50°С;
- максимальная относительная влажность воздуха при температуре 30°С – не более 80%;
- высота над уровнем моря – не более 1000 м;
- взрывобезопасная среда без наличия агрессивных газов и пара в концентрации, разрушающей металлы и изоляцию, и не должна быть насыщена токопроводящей пылью;
- в закрытых помещениях, без наличия прямого воздействия солнечной радиации;
- допустимые вибрации частотой от 1 до 35 Hz и ускорение не более 4,9 m/s².

3. Технические характеристики

Серия тиристорных преобразователей 11XXX упорядочена в соответствии с номинальным током и максимальным напряжением на выходе преобразователя.

Технические характеристики преобразователей приведены в **таблице 1**.

ELL11XXX/XXX



Структура условного обозначения.

Преобразователь, тип:		11010/130	11010/250	11030/130	11030/250	11080/250
Номинальный ток якоря	A	12	12	31	31	80
Максимальный ток якоря	A	60	60	155	155	400
Напряжение силового питания ¹	V	3x120	3x220	3x120	3x220	3x220
Частота напряжения питания	Hz	45 ÷ 65				
Максимальное напряжение якоря	V	130	250	130	250	250
Динамическое торможение		встроенное				внешнее
Динамическое токоограничение тока якоря		Программируемое				
Диапазон регулирования скорости		1:10 000				
Датчик обратной связи по скорости		Тахогенератор или энкодер				
Максимальное напряжение тахогенератора	V	± 120				
Аналоговый вход		± 10V, 10ком				
Цифровые входы		10 входов, ±24V, 10mA				
Цифровые выходы		2 выхода релейного типа, 100V _{AC} / 0.3A, 24V _{DC} / 0.3A				
Серийные интерфейсы ²		RS 232C до 9600 bps RS 422 или RS 485 до 115 200 bps				
Режим работы		Продолжительный S1				
Степень защиты		IP20				
Габариты ВхШхГ	мм	350x131x176,5				405x156x176,5

Таблица 1 Технические характеристики преобразователей

Замечания:

¹ – напряжение, питающее силовой выпрямитель преобразователя;

² – серийные интерфейсы **RS422** и **RS485** являются опцией, которой монтируется по заказу клиента.

4. Конструкция и монтажно-габаритные размеры

Компоненты преобразователей серии 11XXX расположены в металлическом корпусе, в нижней и верхней части его задней стены расположены крепежные отверстия. На одной стороне корпуса прикреплен радиатор на котором монтированы силовые элементы. Процессорная плата с интерфейсными клеммами и индикацией монтирована перпендикулярно лицевой панели. Монтажно-габаритные размеры и расположение интерфейсных разъемов и силовых клемм показаны на рисунке 1 и рисунке 2.

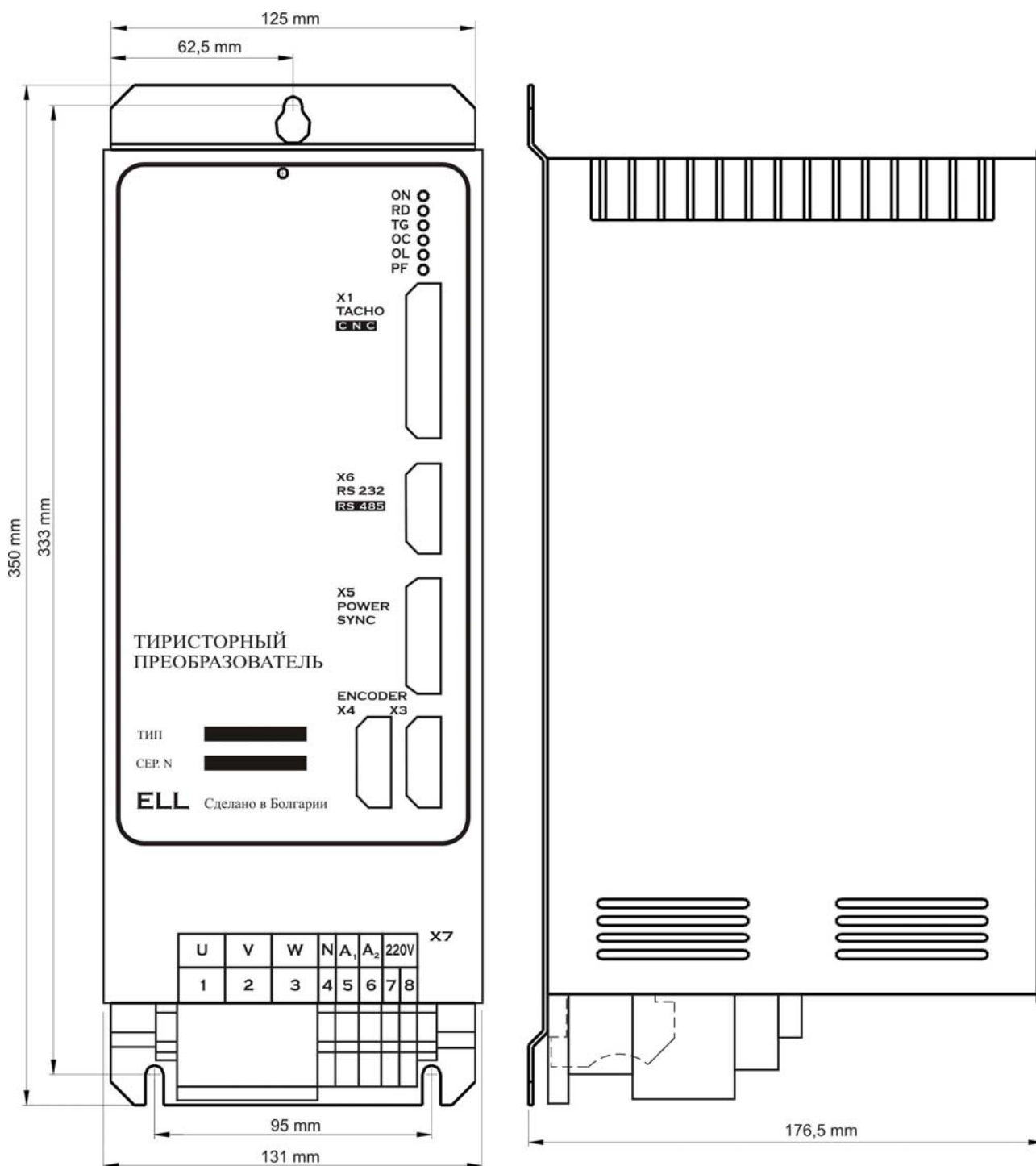


Рисунок 1 Присоединительные и габаритные размеры преобразователей типов 11010 и 11030

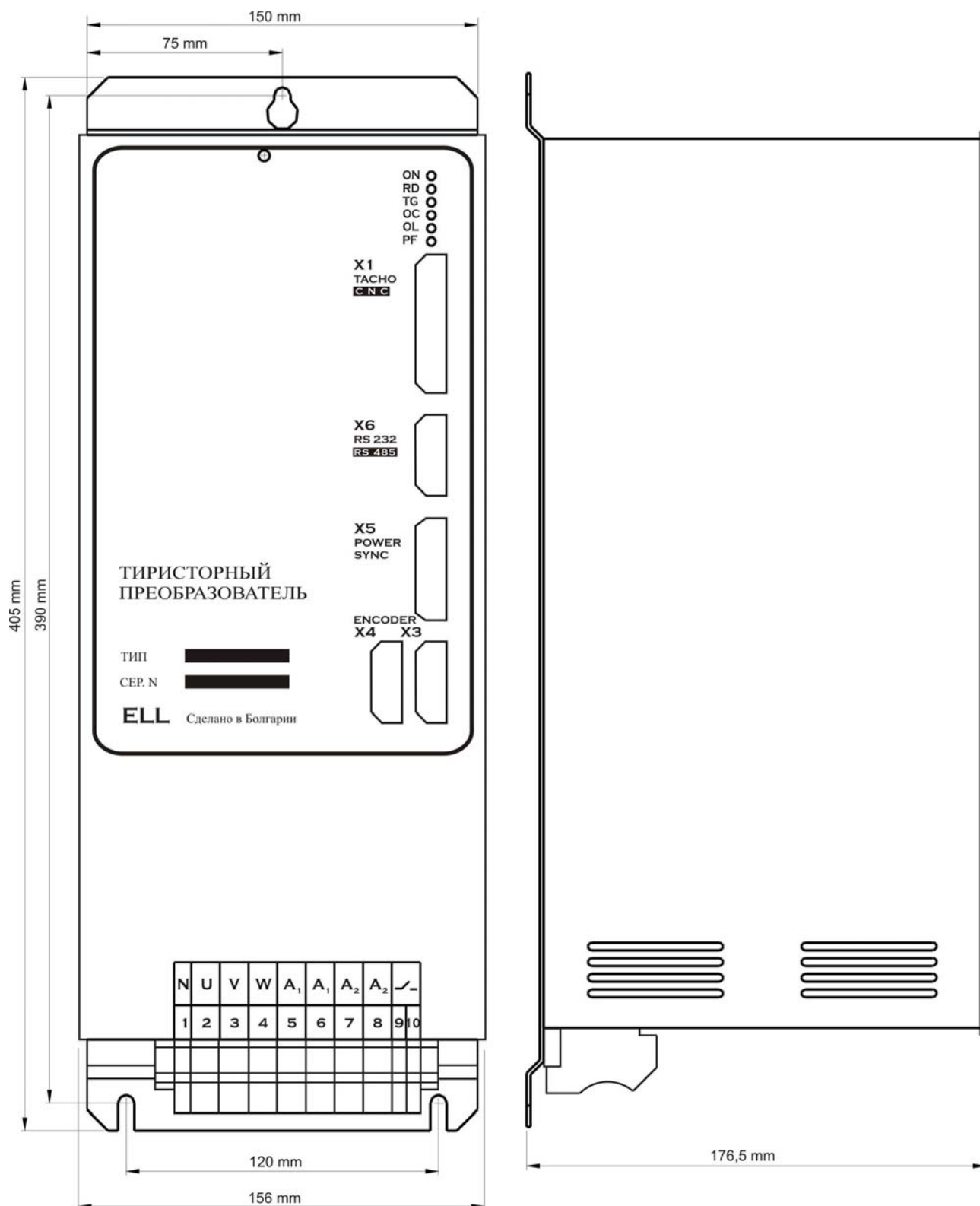
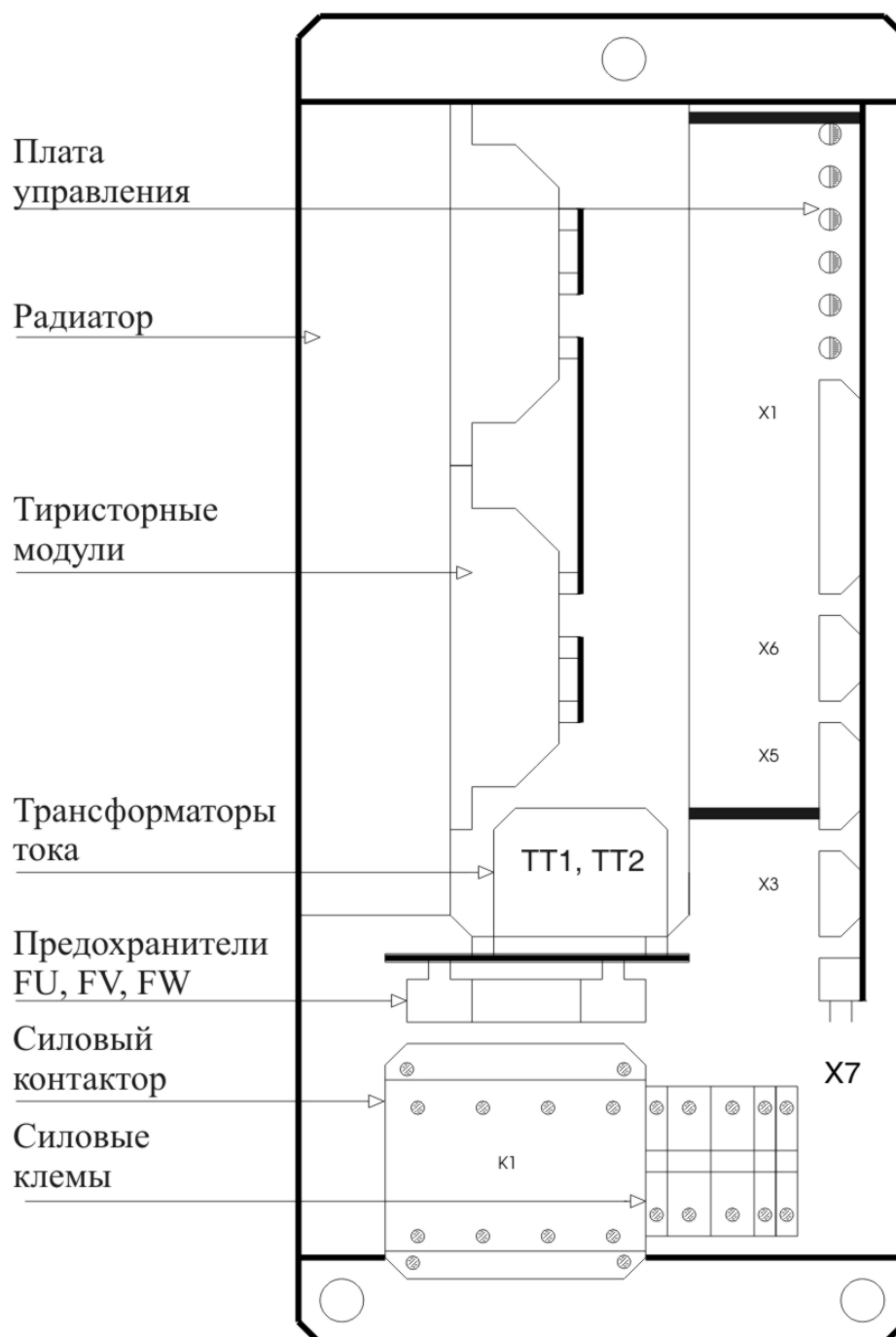


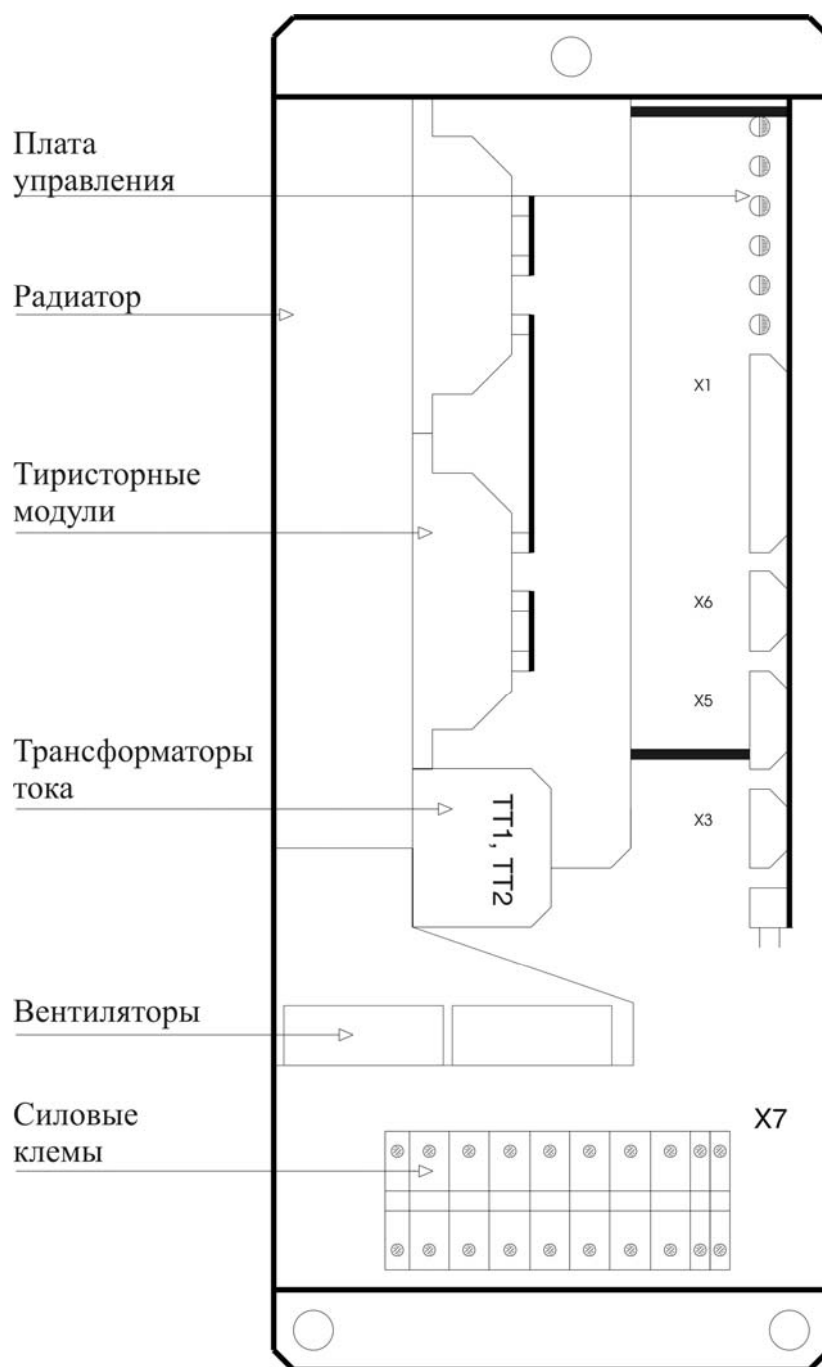
Рисунок 2 Присоединительные и габаритные размеры преобразователя типа 11080

На **рисунке 3** показана конструкция преобразователей типов 11010 и 11030 с расположением отдельных элементов.



Рисунка 3 Расположение элементов преобразователей типов 11010 и 11030

На **рисунке 4** показана конструкция преобразователя типа 11080 с расположением отдельных элементов.



Рисунка 4 Расположение элементов преобразователя типа 11080

5. Интерфейс и индикации состояния преобразователя

5.1 Параллельный интерфейс X1

Параллельный интерфейс **X1** составлен из:

- 2 цифрового входа: **PRDY** и **ENBL**, гальванически изолированные, для напряжения $\pm 24 V_{AC}$, с входным током до 10 mA. Низкий уровень входного сигнала от 0 до 7 V и высокий уровень от 13 до 30 V. Используются для управления работы преобразователя;
- 2 цифрового выхода: **VRDY** и **OVL**, релейного типа, с максимальной нагрузкой 0.3 A при 100 V_{AC} и 0.3 A при 24 V_{DC} . Указывают внешнему управляющему устройству о моментном состоянии преобразователя;
- дифференциального аналогового входа **Uref**. Используется для задания скорости вращения двигателя аналоговым двуполярным сигналом;
- аналогового входа **Ubr** для тахогенератора;
- внутренних напряжений преобразователя +12 V (X1.10) и -12 V (X1.23).
- Параллельный интерфейс **X3** выведен на 25 выводном разъеме в нижней правой части лицевой панели.

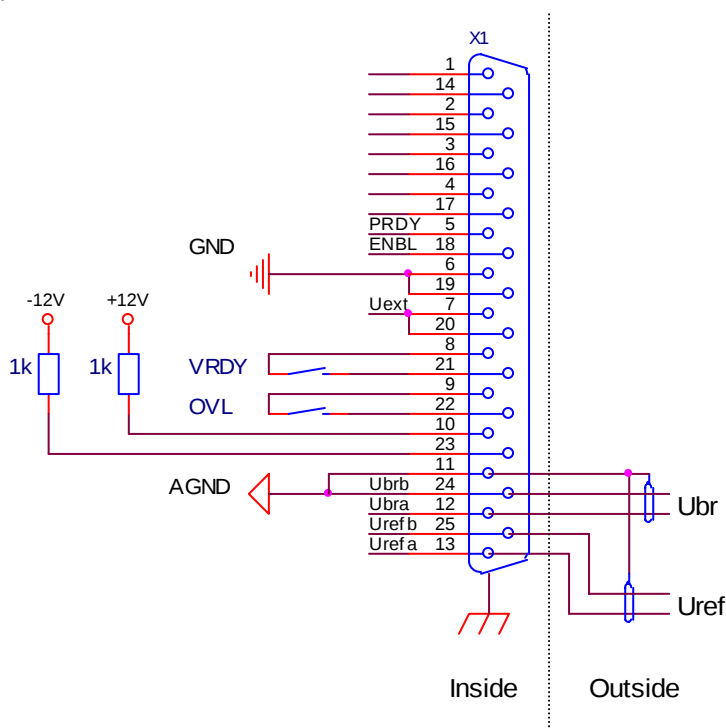


Рисунок 5 Соответствие между сигналами и выводами разъема параллельного интерфейса X1

№	Сигнал	№	Сигнал	№	Сигнал	№	Сигнал	№	Сигнал
1		6	GND	11	AGND	16		21	VRDY1
2		7	+24 Vext	12	Ubra	17		22	OVL1
3		8	VRDY2	13	Urefa	18	ENBL	23	-12 Vint
4		9	OVL2	14		19	GND	24	Ubrb
5	PRDY	10	+12 Vint	15		20	+24 Vext	25	Urefb

Таблица 2 Соответствие между сигналами и выводами параллельного интерфейса X1

5.1.1 Цифровые входы

• **PRDY** (X1.5) – после получения команды **PRDY** включается встроенный силовой контактор K1. Для преобразователя типа 11080 контактор **K1** внешний, а после получения команды **PRDY** замыкается релейный контакт X7.9 – X7.10. Совершается проверка для наличия и соответствия силовых и синхронизирующих напряжений. Если проверка прошла успешно, преобразователь входит в состояние готовности, включается светодиодная индикация **RD** и замыкается контакт релейного выхода **VRDY**. Если во время проверки обнаружена ошибка, преобразователь входит в состояние

5.1.3 Дифференциальный аналоговый вход

Дифференциальный аналоговый вход **Uref** (X1.13, X1.25) используется для задания скорости вращения двигателя аналоговым управляющим сигналом.

Диапазон изменения входного напряжения $\pm 10 \text{ V}$, а входное сопротивление – 10 Ком.

5.1.4 Аналоговый вход для тахогенератора

Аналоговый вход для тахогенератора **Ubr** (X1.12, X1.24) используется в случае, когда датчик обратной связи тахогенератор. Для работы с тахогенератором, вводится значение параметра **P02.08** = 0.

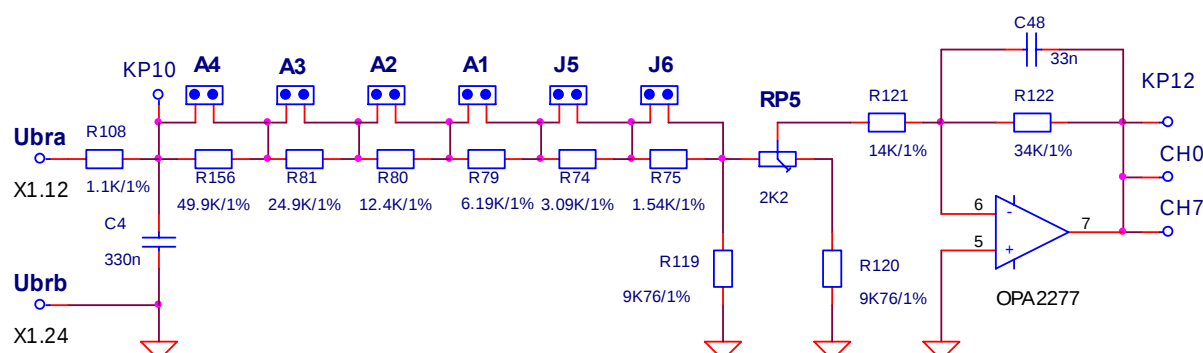
Принципиальная схема аналогового входа для тахогенератора **Ubr** показана на **рисунке 7**. Изменение диапазона максимального напряжения на входе **Ubr** осуществляется при помощи мостов **A1, A2, A3, A4, J5** и **J6**. В **таблице 3** приведено положение мостов для разных диапазонов на входе обратной связи. Точная настройка обратной связи по скорости, в диапазоне $\pm 10\%$, осуществляется триммером **RP5**.

№	J6	J5	A1	A2	A3	A4	Ubr RP5 В середине
1	1	1	1	1	1	1	5,7
2	0	1	1	1	1	1	7,4
3	1	0	1	1	1	1	9,0
4	0	0	1	1	1	1	10,7
5	1	1	0	1	1	1	12,4
6	0	1	0	1	1	1	14,0
7	1	0	0	1	1	1	15,8
8	0	0	0	1	1	1	17,4
9	1	1	1	0	1	1	19,2
10	0	1	1	0	1	1	20,8
11	1	0	1	0	1	1	22,5
12	0	0	1	0	1	1	24,2
13	1	1	0	0	1	1	25,9
14	0	1	0	0	1	1	27,6
15	1	0	0	0	1	1	29,2
16	0	0	0	0	1	1	30,9
17	1	1	1	1	0	1	32,6
18	0	1	1	1	0	1	34,1
19	1	0	1	1	0	1	35,9
20	0	0	1	1	0	1	37,5
21	1	1	0	1	0	1	39,2
22	0	1	0	1	0	1	40,9
23	1	0	0	1	0	1	42,6
24	0	0	0	1	0	1	44,2
25	1	1	1	0	0	1	46,0
26	0	1	1	0	0	1	47,6
27	1	0	1	0	0	1	49,3
28	0	0	1	0	0	1	51,0
29	1	1	0	0	0	1	52,7
30	0	1	0	0	0	1	54,3
31	1	0	0	0	0	1	56,0
32	0	0	0	0	0	1	57,7
33	1	1	1	1	1	0	59,5
34	0	1	1	1	1	0	61,1
35	1	0	1	1	1	0	62,8
36	0	0	1	1	1	0	64,5
37	1	1	0	1	1	0	66,3
38	0	1	0	1	1	0	68,0

№	J6	J5	A1	A2	A3	A4	Ubr RP5 В середине
39	1	0	0	1	1	0	69,8
40	0	0	0	1	1	0	71,3
41	1	1	1	0	1	0	73,0
42	0	1	1	0	1	0	74,7
43	1	0	1	0	1	0	76,4
44	0	0	1	0	1	0	78,0
45	1	1	0	0	1	0	79,8
46	0	1	0	0	1	0	81,4
47	1	0	0	0	1	0	82,1
48	0	0	0	0	1	0	84,7
49	1	1	1	1	0	0	86,5
50	0	1	1	1	0	0	88,1
51	1	0	1	1	0	0	89,8
52	0	0	1	1	0	0	91,4
53	1	1	0	1	0	0	93,2
54	0	1	0	1	0	0	94,8
55	1	0	0	1	0	0	96,5
56	0	0	0	1	0	0	98,2
57	1	1	1	0	0	0	99,9
58	0	1	1	0	0	0	101,5
59	1	0	1	0	0	0	103,2
60	0	0	1	0	0	0	105,0
61	1	1	0	0	0	0	106,6
62	0	1	0	0	0	0	108,2
63	1	0	0	0	0	0	109,9
64	0	0	0	0	0	0	111,6

Таблица 3 Напряжение тахогенератора при максимальной скорости вращения и максимальном задании

Примечание: поля со значением 1 указывают наличие моста.



Рисунка 7 Принципиальная схема аналогового входа для тахогенератора Ubr

5.1.5 Другие

- **AGND** (X1.11, 24) – аналоговая масса. По отношению аналоговой массы определяются все аналоговые сигналы, включая и сигнал обратной связи по скорости при использовании тахогенератора;

- **+12V** (X1.10) и **-12V** (X1.23) – внутренние оперативные напряжения преобразователя. Применяются для формирования двуполярного аналогового задания для скорости внешним потенциометром, как это показано на **рисунке 21**. При сопротивлении потенциометра 10 К, диапазон изменения задания для скорости ± 10 В.

5.2 Интерфейсы X3 и X4 для энкодера

Интерфейс для энкодера **X3** выведен на 9-ти выводном разъеме в нижней правой части лицевой панели. Принципиальная схема входной части канала энкодера показана на **рисунке 8**, а соответствие сигналов с выводами разъема приведено в **таблице 4**. Для работы с энкодером как датчиком обратной связи по скорости, вводится значение параметра **P02.08 = 1**.

Интерфейс **X4** является расширением интерфейса **X3** для доступа другого устройства к сигналам энкодера.

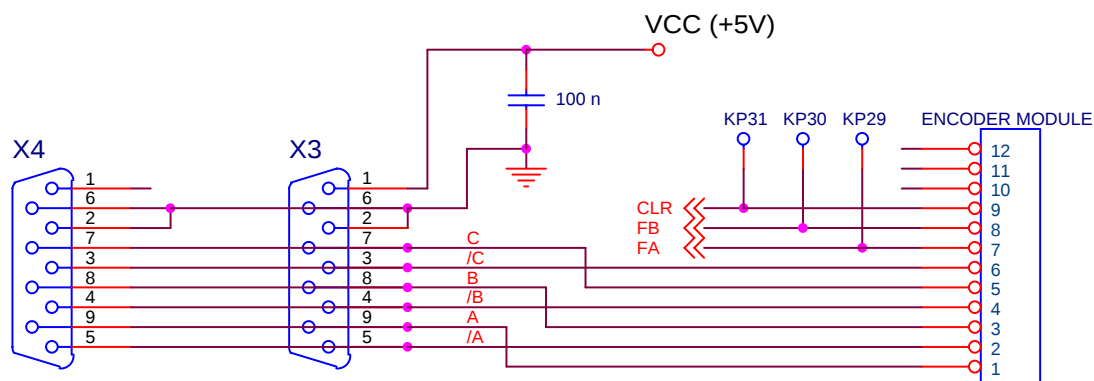


Рисунок 8 Принципиальная схема и расположение выводов интерфейса X3 для энкодера и его расширение X4

№	Сигнал	№	Сигнал	№	Сигнал
1	Vcc = +5V	4	/B	7	C
2	GND	5	/A	8	B
3	/C	6	GND	9	A

Таблица 4 Соответствие сигналов и выводов интерфейса X3

5.3 Интерфейс X5 для синхронизации и оперативного питания

Интерфейс **X5** для оперативного питания и синхронизации составлен из:

- входы **UPL1**, **UPL2** и **UPL3** для оперативного питания блока управления преобразователя;
- входы **USL1**, **USL2** и **USL3** для синхронизации преобразователя;
- вход **ТОН** для температурного датчика силового трансформатора.

Интерфейс **X5** для оперативного питания и синхронизации преобразователя выведен на 15-ти выводном разъеме. Соответствие между сигналами интерфейса **X5** и выводами разъема указано в **таблице 5**.

5.3.1 Оперативное питание блока управления преобразователя

Оперативное питание блока управления подключается к входам **UPL1**(X5.8), **UPL2**(X5.7) и **UPL3**(X5.6) интерфейса X5. Принципиальная электрическая схема выпрямителей для питания блока управления показана на **рисунке 9**.

Для оперативного питания преобразователя рекомендуется использовать линейное напряжение 3 x 32В +10/-15% /фазное напряжение 3x18В +10/-15%/.

Для оперативного питания можно использовать:

- дополнительную трехфазную обмотку силового трансформатора. Возможно использовать противофазные обмотки с выведенным общим выводом и с фазным напряжением 2x18 В, как это показано на **рисунке 15**. В этом случае обмотка для оперативного питания нельзя использовать для синхронизации преобразователя;
- трехфазную обмотку дополнительного трехфазного трансформатора малой мощности;
- трехфазную обмотку, составленную из вторичных обмоток маломощных монофазных трансформаторов.

В указанных случаях нет требования для сфазирования напряжения обмотки для оперативного питания с напряжением силовой вторичной обмотки, а только надо обеспечить необходимые для нормальной работы линейные оперативные напряжения. Напряжения для синхронизации

преобразователя обеспечиваются отдельной обмоткой силового трансформатора при положении мостов $J1 = J2 = J3 = 1$.

Если оперативное питание блока управления используется для синхронизации, необходимо соблюдать требования, указанных в п.5.3.2.

5.3.2 Синхронизация преобразователя

Синхронизация преобразователя можно осуществить с напряжениями отдельной обмотки для синхронизации или с напряжениями обмотки оперативного питания блока управления преобразователя. Для нормальной работы преобразователя, напряжения для синхронизации должны быть синфазными напряжениям силовой вторичной обмоткой. Тип подключения обмотки для синхронизации определяется из условия для синфазности и от типа подключения первичной и вторичной силовых обмоток трансформатора. Возможные варианты выполнения обмотки для синхронизации в зависимости от выполнения силовых обмоток указаны в **Приложении 3**.

Для синхронизации преобразователя рекомендуется использовать линейное напряжение $3 \times (26 \div 95)V + 10/-15\%$ /фазное напряжение $3 \times (15 \div 55)V + 10/-15\%$.

Источник синхронизации можно переключить мостами **J1**, **J2** и **J3**. Их расположение на процессорной плате показано на **рисунке 19**.

Принципиальная схема цепей для формирования синхронизирующих сигналов показана на **рисунке 9**. Триммеры **RP1**, **RP2** и **RP3** предназначены для дополнительной настройки сфазирования синхронизирующих импульсов в случае необходимости.

При положении мостов $J1 = J2 = J3 = 1$, синхронизация преобразователя осуществляется с напряжениями отдельной трехфазной обмотки для синхронизации, подключенными к **USL1(X5.3)**, **USL2(X5.2)** и **USL3(X5.1)** интерфейса **X5**.

При положении мостов $J1 = J2 = J3 = 2$, синхронизация осуществляется с напряжениями трехфазной обмотки для оперативного питания, подключенными к **UPL1(X5.8)**, **UPL2(X5.7)** и **UPL3(X5.6)** интерфейса **X5**.

Обмотка для синхронизации, или обмотка для оперативного питания, если используется для синхронизации, можно выполнить как:

- отдельная трехфазная обмотка силового трансформатора. Вариант с отдельными обмотками для синхронизации и оперативного питания показан на **рисунке 15**. На **рисунке 16** показан вариант с общей обмоткой силового трансформатора для синхронизации и оперативного питания. На **рисунке 18** показан вариант с общей обмоткой для синхронизации и оперативного питания при использовании силового автотрансформатора;

- трехфазная обмотка дополнительного трехфазного трансформатора. Этот вариант применяется в случаях, когда трансформатор питания наличный, но на нем нельзя обмотать дополнительную обмотку для синхронизации. Вариант показан на **рисунке 17**;

- трехфазная обмотка, составленная из вторичных обмоток маломощных монофазных трансформаторов. Этот вариант используется в случаях, когда трансформатор питания наличный, но на нем нельзя обмотать дополнительную обмотку для синхронизации. Варианты с применением маломощных монофазных трансформаторов показаны на **рисунке 19** и **рисунке 20**. Для сфазирования обмотки синхронизации и силовой вторичной обмотки применяются варианты подключения обмоток, указаны в **Приложении 3**.

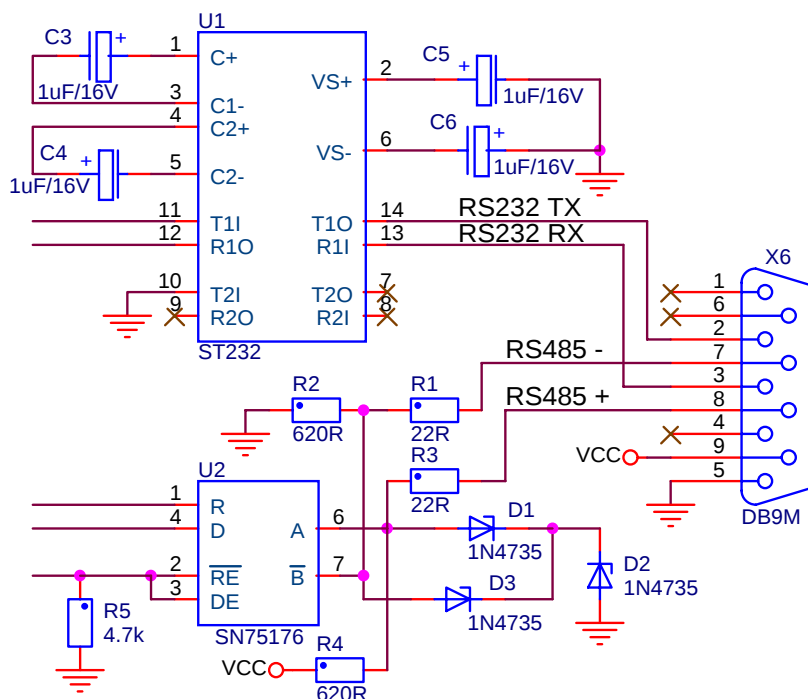
5.3.3 Вход для внешнего температурного датчика ТОН

Вход **ТОН(X5.11, X5.12)** предназначен для подключения внешнего контактного температурного датчика для защиты силового трансформатора от перегрева. При удаленном мосте **J4** контактный температурный датчик связан последовательно выходом **OVL**. Расположение моста **J4** показано на **рисунке 22**. Контакт температурного датчика нормально замкнутый.

5.4 Серийный интерфейс X6

Физическая реализация серийного интерфейса стандартный **RS232C** со скоростью коммуникации 9600 bps. Серийный интерфейс **X6** выведен на 9-ти выводном штифтовом разъеме. Соответствие сигналов с выводами разъема показано на **рисунке 10**. Серийный интерфейс **RS232C** предназначен для обслуживания специализированного терминала для настройки параметров. Для питания терминала, на X6.9 выведено системное напряжение **Vcc = + 5V**.

Как опция, устанавливается и второй интерфейс **RS485** или **RS422**.



Рисунке 10 Принципиальная схема и расположение выводов серийного интерфейса X6

5.5 Силовой интерфейс X7

Силовой интерфейс, выведен на колодке клемм **X7**, связывает преобразователь к силовому трансформатору, якорю двигателя и внешним защитным и коммутационным аппаратам. Силовой интерфейс составлен из:

- питания **U**, **V** и **W** силовой части преобразователя;
- питания **A1** и **A2** якоря двигателя;
- питания оперативной цепи встроенного контактора **K1** для динамического торможения преобразователей 11010 и 11030;
- релейный выход для управления внешним контактором **K1** для динамического торможения преобразователя 11080.

На **рисунке 11** показаны принципиальная схема силовой части и силовой интерфейс **X7** преобразователей 11010 и 11030, а на **рисунке 12** – преобразователя 11080.

5.5.1 Питание силовой части преобразователя

Силовое напряжение питания со вторичной обмотки трансформатора связано к клеммам **U**(7.1), **V**(X7.2) и **W**(X7.3) силового интерфейса **X7**. Масса подключена к клемму **N**(X7.4).

5.5.2 Питание якоря

Для преобразователей типов 11010 и 11030, якорь двигателя подключается к клеммам **A1**(X7.5) и **A2**(X7.6) силового интерфейса **X7**. Схемы подключения двигателя показаны на **рисунке 15**, **рисунке 16**, **рисунке 18**, **рисунке 19** и **рисунке 20**.

Для преобразователей типа 11080 клеммы **A1**(X7.5, X7.6) и **A2**(X7.7, X7.8) спаренные и подключение каждой клеммы якоря к силовому интерфейсу с двумя проводами. Схема подключения двигателя показана на **рисунке 17**.

5.5.3 Питание силового контактора

Для преобразователей типов 11010 и 11030 контактор **K1** для коммутирования силового напряжения питания и цепь для динамического торможения двигателя встроены. К клеммам **X7.7** и **X7.8** силового интерфейса **X7** подключается оперативное напряжение питания контактора **K1**.

Для преобразователя типа 11080, контактор **K1** для коммутирования силового напряжения питания и цепь для динамического торможения внешние. Релейный выход **X7.9** и **X7.10** коммутирует оперативное напряжение питания контактора **K1**. Схема подключения контактора **K1** и цепи для динамического торможения двигателя показанны на **рисунке 17**.

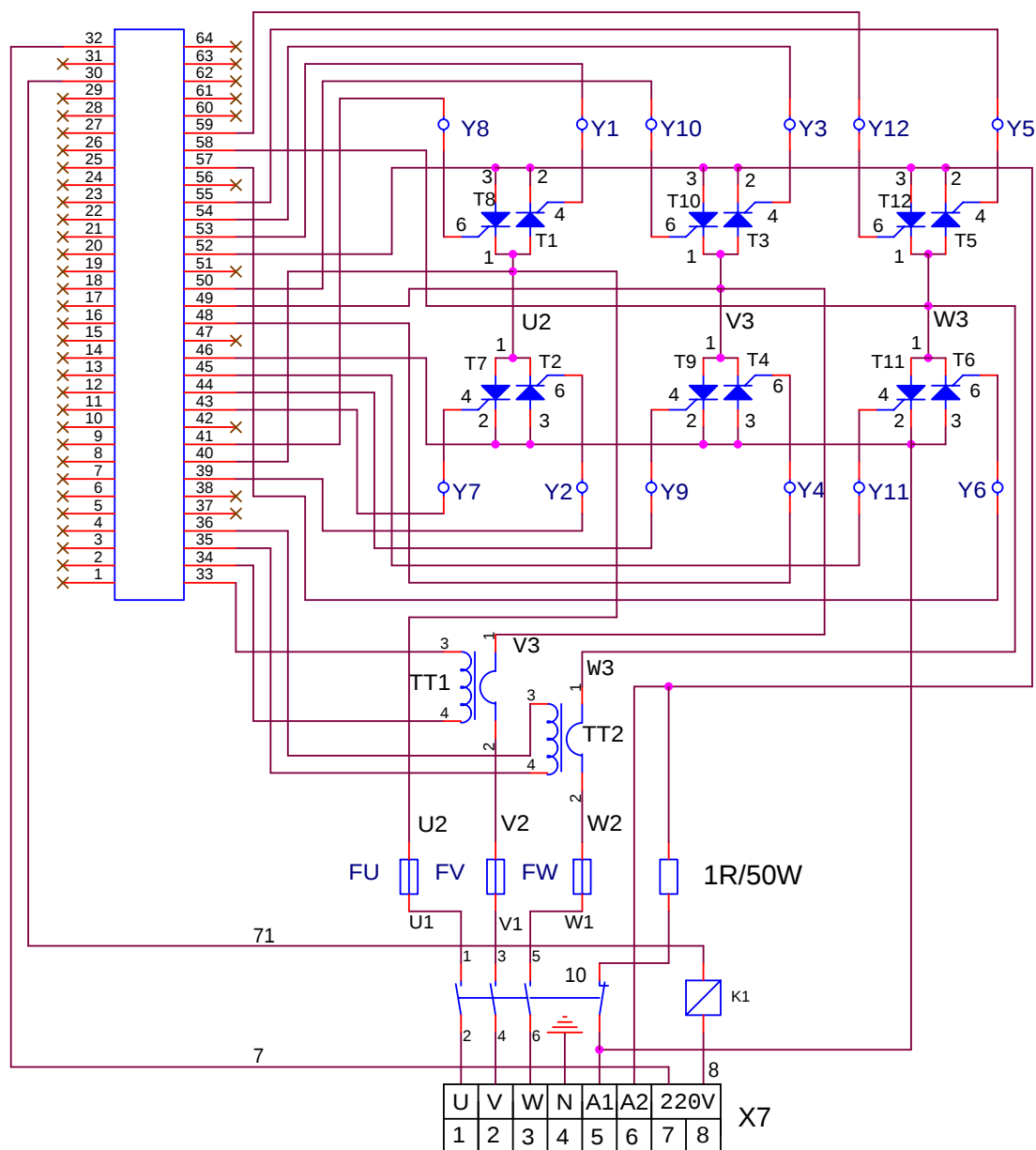
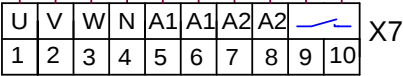


Рисунок 11 Электрическая схема силового блока преобразователей типов 11010 и 11030



Рисунка 12 Электрическая схема силового блока преобразователя типа 11080

5.6 Индикации для состояния преобразователя

В верхней части лицевой панели расположены 6 светодиодных индикаций, которых показывают мгновенное состояние преобразователя. Зажигание каждой из них показывает нормальную работу или аварийный режим.

Светодиодные индикации о состоянии преобразователя указаны ниже:

- **в нормальном режиме работы**

RD – готовность преобразователя для работы;

ON – работа преобразователя разрешена;

- **в аварийном режиме работы**

PF светит постоянно – защита **SPF**. Прерывание или плохая связь какой-нибудь из фаз синхронизирующих напряжений, ошибка в сфазировании синхронизирующих и силовых напряжений;

PF мигающая с периодом 1 сек. – защита **HPF**. Прерывание в питании преобразователя.

PF мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **FRF**. Частота сети питания вне допустимых пределах или отсутствие синхронизации;

OL светит постоянно – защита **OLF**. Срабатывание защиты **I²t** от перегрузка двигателя;

OL мигающая с периодом 1 сек. – защита **OHF**. Срабатывание защиты от перегрева силового блока преобразователя;

OL мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **SOS**. Срабатывание защиты от превышения допустимой скорости вращения;

OC светит постоянно – защита **SOC**. Ток в силовом выпрямителе превысил заданное предельное значение **Idrv_{LIM}**;

OC мигающая с периодом 1 сек. – защита **НОС**. Ток в силовом выпрямителе превысил заданное максимальное предельное значение **Idrv_{MLIM}** или возникло короткое замыкание в силовом выпрямителе преобразователя;

TG светит постоянно – защита **TGF**. Размыкание обратной связи по скорости в случае работы с тахогенератором. Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв в цепи тахогенератора;

TG мигающая с периодом 1 сек. – защита **ENF**. Размыкание обратной связи по скорости в случае работы с энкодером. Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв в цепи энкодера;

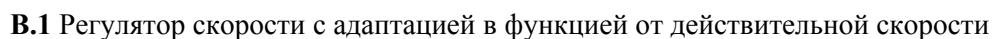
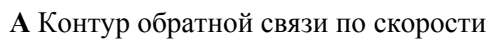
TG мигающая с периодом 0.3 сек. – защита **PSB**. Положительная обратная связь по скорости;

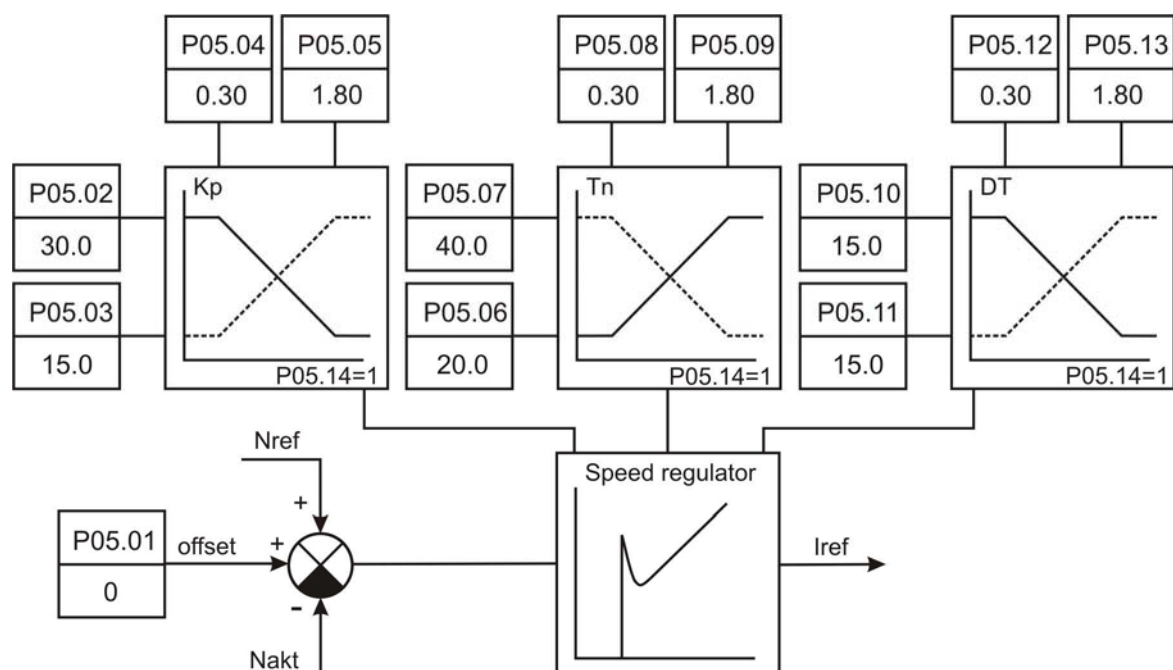
TG, OC, OL, PF светят постоянно – защита **ADC**. Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе;

TG, OC, OL, PF мигающие с периодом 0.3 сек. – защита **EEF**. Ошибка в работе энергонезависимой памяти.

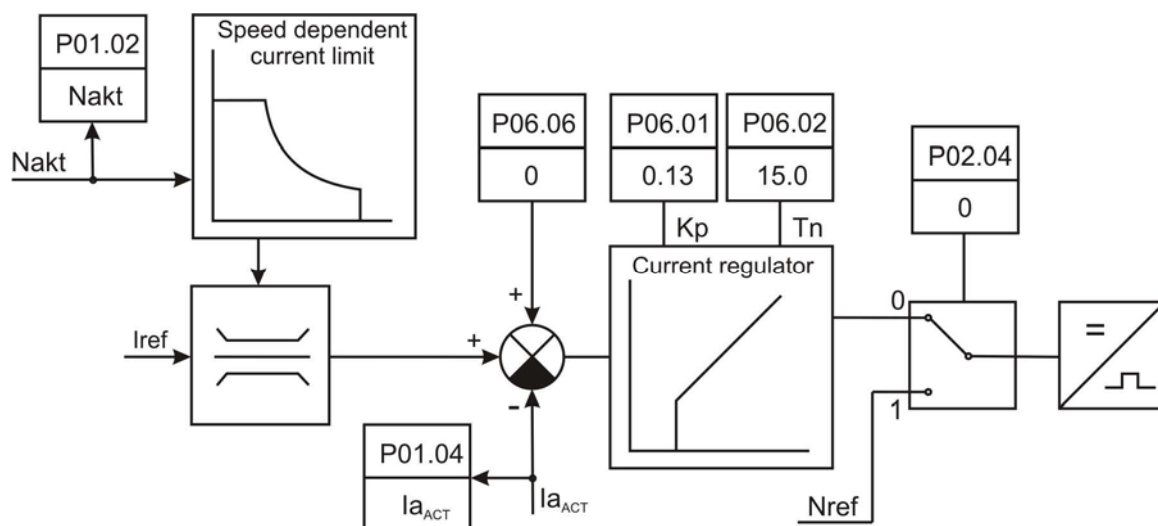
Замечания:

1. Подробное описание защит рассмотрено в п. 6.3.3 и 6.4;
2. Светодиодные индикации в случае срабатывания аппаратных защит работают в мигающем режиме с периодом 1 сек.





В.2 Регулятор скорости с адаптацией в функции от ошибки скорости



С Регулятор тока

Рисунка 13 Функциональная схема преобразователя

6. Настройка преобразователя

Настройка преобразователя осуществляется по серийному интерфейсу **X6** специализированным терминалом или персональным компьютером.

ВНИМАНИЕ!

Включение и выключение специализированного терминала или персонального компьютера к серийному интерфейсу **X6** разрешено только при выключенном питании преобразователя.

Если индикация терминала не светит после включения питания, это означает, что существует повреждение в управлении преобразователя. Выключить напряжение питания и уведомить фирму, обеспечивающую сервис.

6.1 Работа с портативным терминалом/компьютером

С помощью терминала, в энергонезависимой памяти преобразователя вводятся параметры определяющие работу отдельных функциональных блоков, параметры для основных характеристик двигателя и параметры задающие пределы, в которых срабатывают защиты. Во время работы преобразователя, на индикацией терминала могут быть показаны значения всех величин, характеризующие работу двигателя и преобразователя и, вместе со светодиодной индикацией, расположенной в верхней части лицевой панели, дают полную картину их состояния.

При подключении напряжения питания, если нет ошибки, на индикации терминала показывается **P00 Monitoring**, указывающее выбранную группу параметров. Выбор группы параметров или данного параметра, как и изменение значения параметров, осуществляется при помощи клавишей, находящихся под индикацией с надписями:

ESC UP DOWN ENTER или обозначения **ESC** ↑ ↓ ↵

С клавишами **UP** и **DOWN** увеличивается или уменьшается номер параметра или группы параметров. С однократным нажатием клавиша **ENTER** входит в выбранной группы параметров и с клавишами **UP** и **DOWN** увеличивается или уменьшается номер параметра. С повторным нажатием клавиша **ENTER** входит в режим „редактирования параметра” и на индикации показывается значение выбранного параметра. Изменение значения выбранного параметра осуществляется тем же способом, как и его номер. Значение выбранного параметра записывается в память после нажатия клавиши **ENTER**.

Возвращение в режим „выбора номера параметра” осуществляется нажатием клавиши **ESC**, а с повторным нажатием клавиша **ESC** входит в режим выбора группы параметров. В случае, когда изменилось значение данного параметра, но не нажата клавиша **ENTER**, а **ESC**, изменение не записывается. При изменении значения выбранного параметра, задержка клавишей **UP** или **DOWN** на время, в котором изменяются более двадцати дискретов данного десятичного разряда, начинается изменение следующего по старшинству. Освобождение клавиши отменяет этот режим.

Поддерживается работа также и с терминальными программами для персонального компьютера (напр. TERM95.exe пакета NORTON COMMANDER или стандартная терминальная программа MS WINDOWS – HIPERTERMINAL). Серийный интерфейс (COM1 или COM2 персонального компьютера) настраивается на 9600bps, 8 битов для данных, N – без проверки для четности/нечетности, 1 бит для стопа, терминальная эмуляция – ANSI. Используются 4 клавиши, чьей функции идентичны с функциями клавиш портативного терминала:

“o” - ESCAPE, “u” - UP, “d” - DOWN, “e” - ENTER

При выборе данного параметра в первой строке появляется, кроме его номер, и текст, указанный в третьей колонке **таблица 6**, а его значение в второй строке. Выбор параметра и изменение его значения выполняется по указанному выше способу.

При работе с терминальной программой для персонального компьютера надо обязательно работать с **строчными** буквами (выключен Caps Lock). В случая работы заглавными буквами, включается протокол для ручного терминала (числа в hex-формате и стринг не выходят). Обратный переход к работе с персональным компьютером осуществляется путем нажатия любой из вышеуказанных **строчных** букв.

Замечания:

1. Если, после нажатия клавиша **ENTER**, новое значение параметра не воспринимается, следует проверить доступен ли параметр в этом режиме;
2. Если параметр не продолжает менять свое значение, следует проверить, связан ли он с другим параметром или достигнут предел его изменение;
3. В случае взаимосвязанных параметров, следует изменять сначала те, от которых зависят остальные.

6.2 Функциональная схема преобразователя

На **рисунке 13** показана функциональная схема преобразователя с положением воздействия отдельных параметров. К каждому параметру указано и его значение по умолчанию.

6.3 Параметры преобразователя

Параметры условно разделены в восемь групп:

Группа 1 – параметры для наблюдения

Показывают значения управляющих сигналов и сигналов от и к двигателю. В этой группе включены параметры для тока якоря, скорости вращения, напряжения якоря, состояния цифровых входов и выходов и накопленных ошибок защит. Значения этих параметров не вводятся, а только наблюдаются;

Группа 2 – параметры преобразователя

Определяют режимы работы преобразователя, выбор обратных связей, вид задания для скорости, направление вращения, выбор энкодера и все основные технические характеристики для данного выполнения силового блока;

Группа 3 – параметры защит

Параметры защит задают пределы контролируемых сигналов, вне которых защиты срабатывают;

Группа 4 – параметры двигателя

С параметрами этой группы вводятся основные характеристики двигателя. В этой группе входят параметры для номинального и максимального тока якоря, номинального напряжения якоря и динамического токоограничения тока якоря;

Группа 5 – параметры регулятора скорости

С параметрами этой группы определяются коэффициенты усиления, постоянные времени регулятора скорости и параметры адаптации регулятора скорости.

Группа 6 – параметры регулятора тока якоря

С параметрами этой группы определяются коэффициент усиления, постоянна времени регулятора тока.

Группа 7 – параметры терминала

С параметрами этой группы определяются рабочий язык терминала и время опреснения индикации.

В **таблице 6** приведен перечень всех параметров, их обозначений и пределов их изменений.

Кроме параметров, на индикации терминала появляется и информация о возникнувших ошибках во время работы преобразователя. Появление сообщения **Error N XX** означает ошибку, чей номер дан в последних двух разрядах. Сообщение о ошибке показывается при ее регистрации, независимо от того, в каком режиме находится преобразователь и без необходимости дополнительного вмешательства со стороны потребителя. Регистрируемые сообщения о ошибках сохраняются в группе параметров **P08** в последовательности их возникновения. После нажатия клавиши **ESC**, восстанавливается состояние, предшествующее появления ошибки. В **таблице 10** и **таблице 11** указаны подробные данные о сообщении для аварийных режимов и причины их возникновения.

№	Наименование параметра	Текст	Пределы	Измерение
Группа 1 – параметры для наблюдения				
P01.01	Текущее значение задания для скорости	Speed reference	-100.0 ÷ 100.0	% N _{MAX}
P01.02	Текущее значение действительной скорости	Speed actual	-110.0 ÷ 110.0	% N _{MAX}
P01.03	Текущее значение задания для тока якоря	Curr arm ref	-600.0 ÷ 600.0 % P02.05	A
P01.04	Текущее значение действительного тока якоря	Curr arm act	-600.0 ÷ 600.0 % P02.05	A
P01.05	Текущее значение напряжения якоря	Arm voltage act	-250.0 ÷ 250.0	V
P01.06	Состояние цифровых входов	Status digit inp	-	bin
P01.07	Состояние цифровых выходов	Status digit out	-	bin
P01.08	Тест обратной связи по скорости	Test tachofluct	-	% U _{br}
P01.09	Текущее значение частоты сети питания	Line frequency	42.00 ÷ 68.00	Hz
P01.10	Текущее максимальное рассогласование синхронизации	Max synchro dev	-800 ÷ 800	μs
P01.11	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации	Max synchr break	0 ÷ 50	-
P01.12	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз	Max power break	0 ÷ 50	-
P01.13	Состояние силовых тиристоров	Status thyr	-	bin
Группа 2 – параметры преобразователя				
P02.01	Версия программы преобразователя	Software version	-	-
P02.02	Пароль для доступа	User password	11	-
P02.03	Восстанавливание значений по умолчанию	Default load	0, 1	-
P02.04	Режим работы преобразователя	Bypass PIDs	0, 1, 2	-
P02.05	Номинальный ток преобразователя I _{drv} ном	Curr arm nominal	5.0 ÷ 100.0	A
P02.06	Выбор источника задания для скорости	User source ref	0, 1	-
P02.07	Задание для скорости при P02.06 = 1	Source of ref	-100.00 ÷ 100.00	% N _{MAX}
P02.08	Тип обратной связи по скорости	User feedback	0, 1	-
P02.09	Смена знака задания для скорости	Sign vel ref	0, 1	-
P02.10	Разрешающая способность энкодера	Encoder puls num	500 ÷ 2500	имп. / об.
P02.11	Смена знака обратной связи по скорости	Sign vel fdbck	0, 1	-
P02.12	Скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя	Encoder sp max	500 ÷ 6000	min ⁻¹
Группа 3 – параметры защит				
P03.01	Допустимое число прерываний в синхронизации - защита SPF	Thr synchr break	5 ÷ 50	-
P03.02	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации - защита SPF	Max synchr break	0 ÷ 50	-
P03.03	Максимальное допустимое рассогласование синхронизации - защита SPF	Thr synchro dev	100 ÷ 800	μs
P03.04	Текущее максимальное рассогласование синхронизации	Max synchro dev	-800 ÷ 800	μs
P03.05	Допустимое число прерываний напряжений силовых фаз – защита HPF	Thr power break	5 ÷ 50	-
P03.06	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз - защиты HPF	Max power break	0 ÷ 50	-
P03.07	Режим работы защиты HPF	Enable HPF	0, 1	-
P03.08	Время срабатывания защиты OLF(I ² t) от перегрузки двигателя	Threshold OLF	0.10 ÷ 5.00	s
P03.09	Режим работы защиты OHF	Enable OHF	0, 1	-
P03.10	Предельно допустимая скорость N _{lim} - защита SOS	Threshold SOS	100.0 ÷ 110.0	% N _{MAX}

№	Наименование параметра	Текст	Пределы	Измерение
P03.11	Предельный ток I_{drv_LIM} преобразователя - защита SOC	Threshold SOC	100.0 ÷ 600.0	% I_{a_NOM}
P03.12	Напряжение якоря для срабатывания защиты TGF	Thresh Ua TGF	40.0 ÷ 80.0	% U_{amax}
Группа 4 – параметры двигателя				
P04.01	Максимальное напряжение якоря U_{a_MAX}	Ua max motor	10 ÷ 250	V
P04.02	Максимальная скорость N_{m1} в т.1	Speed of p.1	25.0 ÷ P04.04	% N_{MAX}
P04.03	Максимальное значение тока якоря I_{a_MAX} в т.1	Ia max of p.1	P04.05 ÷ 500.0	% I_{a_NOM}
P04.04	Максимальная скорость N_{m2} в т.2	Speed of p.2	P04.02 ÷ P04.06	% N_{MAX}
P04.05	Максимальное значение тока якоря I_{a_m2} в т.2	Ia max of p. 2	P04.07 ÷ P04.03	% I_{a_NOM}
P04.06	Максимальная скорость N_{m3} в т.3	Speed of p. 3	P04.04 ÷ P04.08	% N_{MAX}
P04.07	Максимальное значение тока якоря I_{a_m3} в т.3	Ia max of p. 3	P04.09 ÷ P04.05	% I_{a_NOM}
P04.08	Максимальная скорость N_{m4} в т.4	Speed of p. 4	P04.06 ÷ P04.10	% N_{MAX}
P04.09	Максимальное значение тока якоря I_{a_m4} в т.4	Ia max of p. 4	P04.11 ÷ P04.07	% I_{a_NOM}
P04.10	Максимальная скорость N_{m5} в т.5	Speed of p. 5	P04.08 ÷ P04.12	% N_{MAX}
P04.11	Максимальное значение тока якоря I_{a_m5} в т.5	Ia max of p. 5	P04.13 ÷ P04.09	% I_{a_NOM}
P04.12	Максимальная скорость двигателя N_{MAX} в т.6	Speed of p.6	P04.10 ÷ 100.0	% N_{MAX}
P04.13	Максимальное значение тока якоря I_{a_m6} в т.6	Ia max of p.6	100.0 ÷ P04.11	% I_{a_NOM}
Группа 5 – параметры регулятора скорости				
P05.01	Смещение скорости	Speed offset	-1024 ÷ 1024	дискрети
P05.02	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp1	Pgain sp reg Kp1	0.1 ÷ 100.0	-
P05.03	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp2	Pgain sp reg Kp2	0.1 ÷ 100.0	-
P05.04	Порог работы коэффициента усиления Kp1	Threshold Kp1	0.00 ÷ P05.05	%
P05.05	Порог работы коэффициента усиления Kp2	Threshold Kp2	P05.04 ÷ 100.00	%
P05.06	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn1	Icomp sp reg Tn1	1.0 ÷ 1000.0	ms
P05.07	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn2	Icomp sp reg Tn2	1.0 ÷ 1000.0	ms
P05.08	Порог работы интегральной постоянной времени Tn1	Threshold Tn1	0.00 ÷ P05.09	%
P05.09	Порог работы интегральной постоянной времени Tn2	Threshold Tn2	P05.08 ÷ 100.00	%
P05.10	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt1	Dcomp sp reg Dt1	0.1 ÷ 100.0	
P05.11	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt2	Dcomp sp reg Dt2	0.1 ÷ 100.0	
P05.12	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt1	Threshold Dt1	0.00 ÷ P05.13	%
P05.13	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt2	Threshold Dt2	P05.12 ÷ 100.00	%
P05.14	Выбор переменной для адаптации	Select variable	0, 1	-
Группа 6 – параметры регулятора тока якоря				
P06.01	Коэффициент усиления регулятора тока якоря	P gain curr reg	0.01 ÷ 2.00	-
P06.02	Постоянная времени регулятора тока якоря	I comp curr reg	10.0 ÷ 1000.0	ms
P06.03	Настройка амплитуды тока фазы L1	Curr peak L1	-64 ÷ 64	дискрети
P06.04	Настройка амплитуды тока фазы L2	Curr peak L2	-64 ÷ 64	дискрети
P06.05	Настройка амплитуды тока фазы L3	Curr peak L3	-64 ÷ 64	дискрети
P06.06	Смещение тока	Offset curr	-50 ÷ 50 % P02.05	A
Группа 07 – параметры терминала				
P07.01	Настройка языка терминала	Language	0, 1, 2	-
P07.02	Время опреснения индикации	Refresh rate	1 ÷ 1000	ms

№	Наименование параметра	Текст	Пределы	Измерение
Группа 08 – история ошибок				
P08.01	Ошибка 1	Error 1	-	-
P08.02	Ошибка 2	Error 2	-	-
P08.03	Ошибка 3	Error 3	-	-
P08.04	Ошибка 4	Error 4	-	-
P08.05	Ошибка 5	Error 5	-	-
P08.06	Ошибка 6	Error 6	-	-
P08.07	Ошибка 7	Error 7	-	-
P08.08	Ошибка 8	Error 8	-	-
P08.09	Ошибка 9	Error 9	-	-
P08.10	Ошибка 10	Error 10	-	-
P08.11	Нулирование ошибок	Reset errors	0, 1	-

Таблица 6 Перечень параметров

Замечания:

1. Параметры в темных полях могут быть измененными только после введения пароли и выключенной команды **ENBL**. Параметры в белых полях могут быть измененными во всех режимах только после введения пароли;
2. Значения параметров можно рассматривать без введения пароли;
3. Для удобства, параметры показывающие накопленные ошибки защит группы **P03** входят и в группе **P01** параметров для наблюдения.

6.4 Описание параметров

6.4.1 Группа 01 – параметры для наблюдения переменных

Параметры от **P01.01** до **P01.13** позволяют измерять значения переменных, характеризующих работу двигателя и преобразователя. Эти параметры доступны во всех режимах.

- параметр **P01.01** – текущее значение задания для скорости. Определяется в процентах от максимальной скорости N_{MAX} ;
- параметр **P01.02** – текущее значение действительной скорости. Определяется в процентах от максимальной скорости N_{MAX} ;
- параметр **P01.03** – текущее значение задания для тока якоря. Измеряется в амперах без знака;
- параметр **P01.04** – текущее значение действительного тока якоря. Измеряется в амперах без знака;
- параметр **P01.05** – текущее значение напряжения якоря. Определяется в вольтах со знаком;
- параметр **P01.06** – состояние цифровых входов. Состояние цифровых входов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированными цифровыми входами и соответствующим разрядом показано в **таблице 7**;

Вход	LCD
PRDY	0000000010000000
ENBL	0000000001000000

Таблица 7 Соответствие между состоянием цифровых входов и разрядами индикации

- параметр **P01.07** – состояние цифровых выходов. Состояние цифровых выходов показывается в бинарном коде. Соответствие между активированными цифровыми выходами и соответствующим разрядом показано в **таблице 8**;

Исход	LCD
VRDY	0000000100000000
OVL	0000010000000000

Таблица 8 Соответствие между состоянием цифровых выходов и разрядами индикации

- параметр **P01.08** – текущее значение пульсаций напряжения обратной связи по скорости. Пульсации определены в процентах отношением максимального значения напряжения тахогенератора к среднему значению U_{br} для интервала времени 1 сек. Для исправного тахогенератора, в установившемся режиме, значение параметра **P01.08** должно быть не больше 2 %;
- параметр **P01.09** – текущее значение частоты сети питания в герцах;
- параметр **P01.10(P03.04)** – максимальное зарегистрированное время отклонения между ожидаемым и зарегистрированным импульсом синхронизации во время работы преобразователя. С клавишей **UP** показание терминала нулируется и начинается новое регистрирование отклонения. Значение параметра **P01.10** не записывается в энергонезависимой памяти;
- параметр **P01.11(P03.02)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее восстановления. Слежение за прерываниями в синхронизации начинается с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** показание параметра **P01.11** нулируется и начинается новое регистрирование прерываний. Значение параметра **P01.11** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в синхронизации больше значением параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**;
- параметр **P01.12(P03.06)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в сети питания до ее восстановления. Слежение за прерываниями в сети питания начинается с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** показание нулируется и начинается новое регистрирование прерываний. Значение параметра **P01.12** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в сети питания больше значением параметра **P03.05**, срабатывает защита **HPF**;
- параметр **P01.13** – рабочее состояние силовых тиристоров. При выборе этого параметра, на дисплее терминала показаны две группы чисел, каждой из шесть разрядов нулей. Место

каждого разряда соответствует номеру тиристоров из групп от T1 до T12 с слева направо. Если все тиристоры работают, все разряды каждой группы должны показывать ноль. Проверка проводится для обеих сторон вращения. Если в данном разряде показано число **1**, то соответствующий тиристор не работает и следует установить причину.

6.4.2 Группа 02 – параметры преобразователя

- параметр **P02.01** – версия программы преобразователя;
- параметр **P02.02** – пароль, разрешающий изменение значения параметров. Действие пароли до выключения питания. При записи значения **11** в параметре **P02.02**, преобразователь принимает пароль и показывает на индикации терминала значение **1** – сообщение для принятой пароли;
- параметр **P02.03** – при записи значения **1** в параметре **P02.03**, восстанавливаются значения по подразумеванию всех параметров. Параметр **P02.03** доступен для изменения при выбранной пароли и выключенной команде **ENBL**;
- параметр **P02.04** – режим работы преобразователя. Перемена значения параметра **P02.04** не записывается в энергонезависимой памяти. Параметр **P02.04** принимает две значения:
 - **P02.04 = 0** – интегральный режим. Это нормальный рабочий режим преобразователя. В интегральном режиме работы включены регуляторы тока и скорости. После включения напряжения питания преобразователя, всегда устанавливается значение параметра **P02.04 = 0**;
 - **P02.04 = 1** – пропорциональный режим. В пропорциональном режиме регуляторы тока и скорости выключены и преобразователь работает как обычный выпрямитель. Пропорциональный режим используется для первоначального запуска и настройки привода. Задание для угла отпирания тиристоров внутренне ограничено до безопасного значения. Источник задания для угла отпирания тиристоров определяется параметром **P02.06**;
- параметр **P02.05** – масштабирование номинального тока преобразователя **Idrv_{NOM}**. С параметром **P02.05** масштабируется контур якорного тока, что позволяет измерять все переменные тока якоря в амперах. Значение параметра **P02.05** должно соответствовать номинальному току преобразователя, выбранным с нагрузочным резистором датчика якорного тока. Установленное значение параметра **P02.05** не изменяется при восстановлении значений по подразумеванию с параметром **P02.03**. Соответствие между эквивалентным значением нагрузочных резисторов и номинальным током преобразователя рассмотрено в **Приложении 1**.
Замечание – перемена значения параметра **P02.05** без изменения нагрузочных резисторов, не изменяет тока якоря.
- параметр **P02.06** – выбор источника задания для скорости. Принимает две значения:
 - **P02.06 = 0** – задание для скорости из аналогового входа **U_{REF}** в диапазоне $\pm 10V$;
 - **P02.06 = 1** – цифровое задание для скорости со знаком. Задание определяется значением параметра **P02.07**;
- параметр **P02.07** – внутреннее цифровое задание для скорости в пропорциональном режиме при значении параметра **P02.06 = 1**. Определяется в процентах от максимальной скорости со знаком. Значение параметра **P02.07** не записывается в энергонезависимой памяти и при включении преобразователя всегда **P02.07 = 0**;
- параметр **P02.08** – выбор типа датчика обратной связи по скорости. Параметр **P02.08** принимает две значения:
 - **P02.08 = 0** – обратная связь по скорости реализуется тахогенератором;
 - **P02.08 = 1** – обратная связь по скорости реализуется энкодером;
- параметр **P02.09** – смена знака задания для скорости. Принимает две значения:
 - **P02.09 = 0** – знак задания сохраняется;
 - **P02.09 = 1** – знак задания инвертируется.
- параметр **P02.10** – разрешающая способность энкодера. Определяется числом импульсов энкодера для одного оборота;
- параметр **P02.11** – смена знака обратной связи по скорости:
 - **P02.11 = 0** – знак сохраняется;
 - **P02.11 = 1** – знак инвертируется.
- параметр **P02.12** – скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя и значении параметра **P02.08 = 1**. Максимальная входная частота импульсов для каждой фазы энкодера 220 кГц. Для энкодера с 1024 имп./об., максимальная скорость вращения 12890 об./мин. Для энкодера с 2500 имп./об., максимальная скорость вращения 5280 об./мин.

Замечание – следует учитывать и максимальную выходную частоту энкодера. Например, для энкодера с максимальной частотой 100 кГц и 2500 имп./об., максимальная скорость вращения 2400мин⁻¹.

6.4.3 Группа 03 – параметры защит

В преобразователях для основных контролируемых переменных встроены программируемые и аппаратные защиты. Все защиты с обозначением **S** относятся к программируемым, а защиты с обозначением **H** к аппаратным.

Для программируемых защит порог срабатывания можно настраивать, учитывая характеристики двигателя и привода. Порог срабатывания аппаратных защит менять нельзя, они настроены фабрично и защищают обычно преобразователь.

После срабатывания какой-нибудь из защит, преобразователь выключает силовой выпрямитель и включает соответствующую светодиодную индикацию.

Преобразователь готов к работе после устранения причины для срабатывания защиты и повторного включения команды **PRDY** или сети питания.

- **программируемая защита SPF / Soft Phase Fault /**

Программируемая защита SPF от нарушения в синхронизации преобразователя.

- **параметр P03.01** – допустимое число зарегистрированных прерываний в синхронизации до срабатывания защиты **SPF**. Если число зарегистрированных прерываний в синхронизации превысит значение параметра **P03.01**, защита **SPF** срабатывает и преобразователь останавливает работу. Силовой контактор K1 выключается (для преобразователей типа 11080 размыкается релейный контакт X7.9 и X7.10) и включается светодиодная индикация **PF** в режиме постоянного свечения. Готовность преобразователя после срабатывания защиты **SPF** восстанавливается повторной командой **PRDY**;
- **параметр P03.02(P01.11)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в синхронизации до ее восстановления. Слежение за прерываниями в синхронизации начинается с момента включения преобразователя. С клавишей **UP** терминала показание параметра **P03.02** нулируется и начинается новое регистрирование прерываний. Значение параметра **P03.02** не записывается в энергонезависимой памяти. Если, число зарегистрированных прерываний в синхронизации больше значением параметра **P03.01**, срабатывает защита **SPF**. Параметр **P03.02** позволяет следить за качества сети питания;
- **параметр P03.03** – допустимое время рассогласования синхронизации. Время рассогласования синхронизации определяет длительность интервала времени, в котором ожидается импульс синхронизации. Для импульса синхронизации вне этого интервала регистрируется ошибка /прерывание синхронизации/. Число ошибок суммируется в счетчике защиты **SPF**;
- **параметр P03.04(P01.10)** – максимальное зарегистрированное время отклонения между ожидаемым и зарегистрированным импульсом синхронизации во время работы преобразователя. Для зарегистрированного время с знаком минус, импульс синхронизации опередил, а для знака плюс опоздал от момента его ожидания. С клавишей терминала **UP** или с выключением питания преобразователя показание нулируется и начинается новое регистрирование отклонения. Значение параметра **P03.04** не записывается в энергонезависимой памяти. Параметры **P03.04** позволяет наблюдать за качества сети питания;

- **аппаратная защита HPF / Hard Phase Fault /**

Аппаратная защита **HPF** от нарушения в питании преобразователя.

- **параметр P03.05** – допустимое число зарегистрированных последовательных прерываний в сети питания до срабатывания защиты **HPF**. Защита **HPF** регистрирует пропадание напряжений одной или больше фаз сети питания. Прерывания в сети питания регистрируются аппаратно и поступают в счетчик защиты **HPF**. Если число зарегистрированных прерываний превысит значение параметра **P03.12**, защита **HPF** срабатывает и включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 1 сек.;

Замечание – при одновременном отсутствии фазы синхронизации и силового питания срабатывает защита **SPF** и светодиодная индикация **PF** светит постоянно, поскольку программируемые защиты с приоритетом.

- параметр **P03.06 (P01.12)** – максимальное число зарегистрированных последовательных прерываний в сети питания до ее восстановления. Слежение за прерываниями в сети питания начинается с момента включения преобразователя. С клавишей терминала **UP** или с выключением питания преобразователя показание нулируется и начинается новое регистрирование прерываний. Значение параметра **P03.06** не записывается в энергонезависимой памяти. Если число зарегистрированных прерываний в сети питания больше значением параметра **P03.05**, срабатывает защита **HPF**. Параметр **P03.06** позволяет наблюдать за качеством сети питания;
- параметр **P03.07** – режим работы аппаратной защиты **HPF**. Принимает две значения:
 - **P03.07 = 0** – в этом режиме защита **HPF** выключена, и возникнувшие прерывания в силовом питании не регистрируются параметром **P03.06**. При возникновении прерываний в силовом питании, преобразователь не выключается;
 - **P03.07 = 1** – в этом режиме защита **HPF** включена. Прерывания в силовом питании регистрируются в параметре **P03.06** и если их число больше значения параметра **P03.05**, защита **HPF** срабатывает. Преобразователь выключается и светодиодная индикация **PF** мигает с периодом 1 сек.;

- **аппаратная защита FRF / FRequency Fault /**

Аппаратная защита **FRF** от частоты сети питания вне допустимых пределов.

Защита **FRF** срабатывает при частоте вне диапазона $42 \div 68$ Гц или при отсутствии синхронизации. При отпадании одного из внутренних напряжений ± 12 В блока управления синхронизация тоже не работает. При срабатывании защиты **FRF** включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 0.3 сек.;

Замечания:

1. При одновременном отсутствии фазы синхронизации и силового питания срабатывает защита **SPF** и светодиодная индикация **PF** светит постоянно, поскольку программируемые защиты с приоритетом;

2. При отсутствии синхронизации или если частота сети питания вне допустимого рабочего диапазона, защита **FRF** срабатывает и включается светодиодная индикация **PF**, мигающая с периодом 0.3 сек.

- **программируемая защита OLF / Over Load Fault /**

Программируемая защита **OLF** (I^2t) от продолжительной перегрузки двигателя

- параметр **P03.08** – время срабатывания защиты **OLF** (I^2t) от продолжительной перегрузки двигателя. Защита **OLF** (I^2t) отсчитывает перегрузку для значений тока якоря, выше номинального тока двигателя **I_{ном}**. При срабатывании защиты **OLF** (I^2t), преобразователь останавливает свою работу, выключается силовой контактор **K1** (для преобразователей 11080 размыкается релейный выход X7.9 и X7.10) и светодиодная индикация **OL** светит постоянно. После срабатывания защиты **OLF** (I^2t), преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**. Рекомендуются значения для параметра **P03.08** от 0.2 до 0.4 s;

- **аппаратная защита OHF / Over Head Fault /**

Аппаратная защита **OHF** от перегрева силового блока преобразователя.

- параметр **P03.09** – разрешение действия защиты **OHF** от перегрева силового блока преобразователя. Принимает две значения:
 - **P03.09 = 0** – действие защиты **OHF** выключено;
 - **P03.09 = 1** – действие защиты **OHF** разрешено. При срабатывании температурного датчика силового блока, защита **OHF** включается и светодиодная индикация **OL** мигает с периодом 1 сек.;

- **программируемая защита SOS / Soft Over Speed /**

Программируемая защита **SOS** от превышения допустимой скорости вращения.

- параметр **P03.10** – предельно допустимая скорость вращения N_{LIM} . При скорости вращения выше N_{LIM} защита **SOS** срабатывает и светодиодная индикация **OL** мигает с периодом 0.3 сек. После срабатывания защиты **SOS**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**.

- **программируемая защита SOC / Soft Over Current /**

Программируемая защита **SOC** от мгновенного превышения предельного тока силового выпрямителя.

- параметр **P03.11** – предельный мгновенный ток I_{drvLIM} в силовом выпрямителе преобразователя, определенный в процентах от номинального тока двигателя $I_{a_{ном}}$. Если ток силового выпрямителя превысит I_{drvLIM} , срабатывает программируемая защита от перегрузки по току **SOC**, преобразователь останавливает свою работу, выключается силовой контактор **K1** (для преобразователя 11080 размыкается релейный выход X7.9 и X7.10) и светодиодная индикация **OC** светит постоянно. После срабатывания защиты **SOC**, преобразователь восстанавливает свою готовность для работы повторной командой **PRDY**.

- **аппаратная защита HOC / Hard Over Current /**

Аппаратная защита **HOC** от превышения максимального допустимого тока силового выпрямителя.

Аппаратная защита **HOC** от перегрузки по току обеспечивает защиту преобразователя при токе в силовом выпрямителе, больше максимального допустимого тока преобразователя $I_{drvMLIM}$. Максимальный допустимый ток преобразователя $I_{drvMLIM}$ определяется предельным током силовых приборов преобразователя. Аппаратная защита **HOC** настраивается фабрично. При срабатывании защиты **HOC** включается светодиодная индикация **OC** в режиме мигания с периодом 1сек.;

- **программируемая защита STG / Soft TachoGenerator fault /**

Программируемая защита **STG** от размыкания обратной связи по скорости при работе с тахогенератором.

- параметр **P03.12** – допустимое напряжения якоря для срабатывания защиты **STG** от размыкания обратной связи по скорости. В алгоритме защиты **STG** заложено сравнение между напряжением тахогенератора и напряжением якоря. Если напряжение тахогенератора ниже 5 % от напряжения при максимальной скорости N_{MAX} , а напряжение якоря выше значения параметра **P03.12** за время, больше чем 20 ms, то защита **STG** срабатывает и светодиодная индикация **TG** светит постоянно.

Замечание – защита **STG** работает только в интегральном режиме.

- **аппаратная защита ENF / ENcoder Fault /**

Аппаратная защита **ENF** от размыкания обратной связи по скорости при работе с энкодером.

При неправильном подключении или обрыв цепей энкодера срабатывает защита **ENF** и светодиодная индикация **TG** мигает с периодом 1 сек. Защита **ENF** активна только в случае применения энкодера, при значении параметра **P02.11** = 1.

Защита **ENF** работает только в интегральном режиме.

- **аппаратная защита PSB / Positive Speed Back /**

Аппаратная защита **PSB** от положительной обратной связей по скорости.

При положительной обратной связи по скорости из-за неправильного подключения тахогенератора или энкодера защита **PSB** срабатывает и светодиодная индикация **TG** включается в режиме мигания с периодом 0.3 сек.

Защита **PSB** работает только в интегральном режиме.

- **аппаратная защита ADC / Analog Digital Converter fault /**

Аппаратная защита **ADC** от нарушения работы аналогово-цифровом преобразователе. При срабатывании защиты **ADC** включаются светодиодные индикации **TG**, **OC**, **OL** и **PF** в режиме постоянного свечения.

- **аппаратная защита EEF / EEprom Fault /**

Аппаратная защита EEF от повреждения энергонезависимой памяти.

При нарушении работы энергонезависимой памяти срабатывает защита EEF. Аппаратная защита EEF срабатывает и при первоначальном запуске преобразователя с новой программой. При срабатывании защиты EEF включаются светодиодные индикации TG, OC, OL и PF в мигающем режиме с периодом 1 сек. Для устранения проблемы следует зарядить параметры по умолчанию. Если защита EEF снова срабатывает, следует заменить энергонезависимую память в сервисе.

6.4.4 Группа 04 – параметры двигателя

- параметр P04.01 – максимальное напряжение якоря U_{aMAX} в вольтах;
- параметр P04.02 – предельная скорость N_{m1} работы с максимальным током I_{aMAX} , определенным параметром P4.03 (т. 1, таблица 9). Определяется в процентах по отношению к максимальной скоростью N_{MAX} ;
- параметр P04.03 – максимальное значение тока якоря I_{aMAX} для скорости N_{L1} определенной параметром P4.02 (т. 1, таблица 9). Определяется в процентах по отношению к номинальному току якоря I_{aNOM} ;
- параметры P04.04 - P04.13 – точки кривой динамического токоограничения. Параметры P04.02...P04.13 доступны только при выбранной пароли и выключенной команде ENBL.

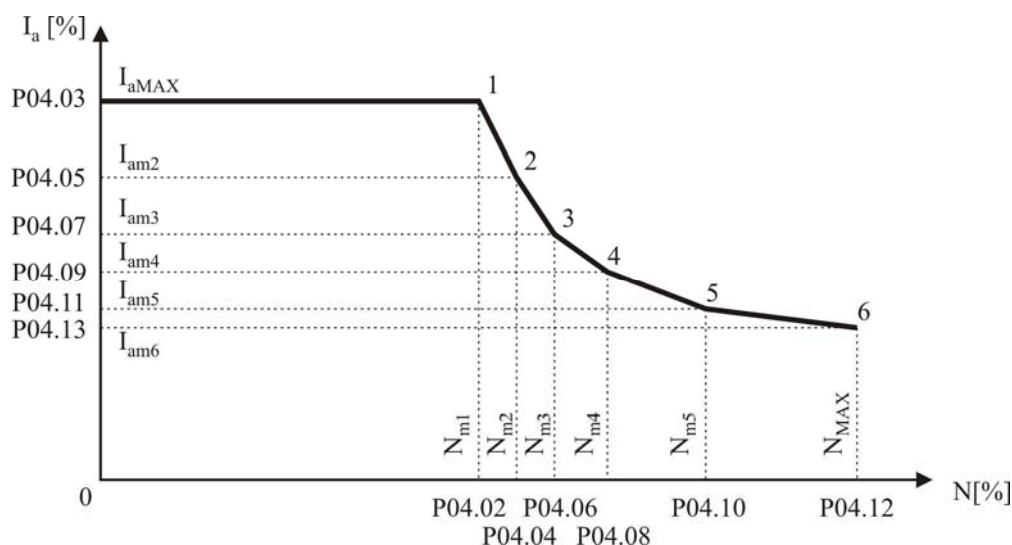
При введении параметров, определяющих кривую динамического токоограничения, необходимо соблюдать следующие правила:

- точки кривой динамического токоограничения расположены в диапазоне скорости вращения от 25% N_{MAX} до 100% N_{MAX} и в диапазоне тока якоря от 50% I_{aNOM} до 500% I_{aNOM} .
- точка 1 кривой динамического токоограничения указывает предельную скорость вращения N_{m1} при I_{aMAX} и определяется параметрами P04.02 и P04.03.
- каждая следующая точка должна быть при скорости, не менее предыдущей и при токе, ниже тока предыдущей.

Примерное определение параметров кривой динамического токоограничения показано в таблице 9 и на рисунке 14.

Точка	1	2	3	4	5	6
Параметр	P04.03	P04.05	P04.07	P04.09	P04.11	P04.13
I_{aNOM} %	500	400	325	275	225	200
Параметр	P04.02	P04.04	P04.06	P04.08	P04.10	P04.12
N_{MAX} %	50	55	60	67	80	100

Таблица 9 Примерное табличное определение параметров кривой динамического токоограничения



Рисунка 14 Графическое изображение параметров кривой динамического токоограничения

6.4.5 Группа 05 –параметры регулятора скорости

- параметр **P05.01** – смещение скорости в дискретах;
- параметр **P05.02** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp1**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.04**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.04** до значения параметра **P05.05**, коэффициент усиления регулятора скорости изменяется по линейному закону до значения **Kp2**. При настройке коэффициентов усиления соотношение между параметрами **P05.04** и **P05.05** определяется выбранной переменной для адаптации. В случае адаптации по действительной скорости, коэффициент усиления **Kp1** должен быть равен или больше коэффициента усиления **Kp2**. В случае адаптации по текущей ошибке скорости коэффициент усиления **Kp1** должен быть меньше или равен коэффициенту усиления **Kp2**;
- параметр **P05.03** – коэффициент усиления регулятора скорости **Kp2**. Диапазон действия коэффициента усиления **Kp2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.05**;
- параметр **P05.04** – порог переменной для работы коэффициента усиления **Kp1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.04**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Kp1**. Для значений выше значения параметра **P05.04** и меньше значения параметра **P05.05** коэффициент усиления регулятора меняется по линейному закону от **Kp1** до **Kp2**;
- параметр **P05.05** – порог переменной для работы коэффициента усиления **Kp2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.05**, регулятор скорости работает с коэффициентом усиления **Kp2**;
- параметр **P05.06** – интегральная постоянная времени регулятора скорости **Tn1**. Диапазон действия интегральной постоянной времени **Tn1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.08**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.08** до значения параметра **P05.09**, интегральная постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону до значения **Tn2**. При настройке интегральных постоянных времени, соотношение между параметрами **P05.08** и **P05.09** определяется выбранной переменной для адаптации. В случае адаптации по действительной скорости интегральная постоянная времени **Tn1** должна быть меньше или равна постоянной времени **Tn2**. В случае адаптации по текущей ошибке скорости постоянная времени **Tn1** должна быть равна или больше интегральной постоянной времени **Tn2**;
- параметр **P05.07** – интегральная постоянная времени регулятора скорости **Tn2**. Диапазон действия интегральной постоянной времени **Tn2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.09**;
- параметр **P05.08** – порог переменной для работы интегральной постоянной времени **Tn1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.08**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn1**. Для значений выше значения параметра **P05.08** и меньше значения параметра **P05.09** интегральная постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Tn1** до **Tn2**;
- параметр **P05.09** – порог переменной для работы интегральной постоянной времени **Tn2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.09**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Tn2**;
- параметр **P05.10** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt1**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt1** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.12**. При изменении переменной для адаптации от значения параметра **P05.12** до значения параметра **P05.13**, дифференциальная постоянная времени регулятора скорости изменяется по линейному закону от **Dt1** до значения **Dt2**. При настройке дифференциальных постоянных времени, соотношение между параметрами **P05.12** и **P05.13** определяется выбранной переменной для адаптации. В случае адаптации по действительной скорости дифференциальная постоянная времени **Dt1** должна быть меньше или равна постоянной времени **Dt2**. В случае адаптации по текущей ошибке скорости дифференциальная постоянная времени **Dt1** должна быть равна или больше дифференциальной постоянной времени **Dt2**;
- параметр **P05.11** – дифференциальная постоянная времени регулятора скорости **Dt2**. Диапазон действия дифференциальной постоянной времени **Dt2** определяется порогом, заданным значением параметра **P05.13**;

- параметр **P05.12** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt1**. До значения выбранной переменной для адаптации, определяемого параметром **P05.12**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt1**. Для значений выше значения параметра **P05.12** и меньше значения параметра **P05.13** дифференциальная постоянная времени регулятора меняется по линейному закону от **Dt1** до **Dt2**;
- параметр **P05.13** – порог переменной для работы дифференциальной постоянной времени **Dt2**. Для значения выбранной переменной для адаптации, выше значения параметра **P05.13**, регулятор скорости работает с постоянной времени **Dt2**;
- параметр **P05.14** – выбор переменной для адаптации. По умолчанию значение параметра **P05.14 = 0**. Принимает две значения:
 - **P05.14 = 0** – адаптация по действительной скорости двигателя;
 - **P05.14 = 1** – адаптация по текущей ошибке скорости двигателя.

Замечания:

1. Значения по умолчанию параметров от **P05.02** до **P05.13** разные для разных переменных для адаптации, выбранных параметром **P05.14**;

2. При выборе действительной скорости двигателя для переменной для адаптации, параметры по умолчанию позволяют регулятора скорости при низких скоростях работать с более высокой динамикой (высокий коэффициент усиления и короткое время для реакции), требующую для более точного позиционирования. Для высоких скоростей регулятор скорости работает с более низкой динамикой (низкий коэффициент усиления и более длинное время реакции) с целью устойчивой работой на высоких скоростях;

3. При выборе текущей ошибки скорости двигателя для переменной для адаптации, параметры по умолчанию позволяют регулятора скорости при низких нагрузках (холостой ход) работать с низкой динамикой (низкий коэффициент усиления и более длинное время реакции) с целью устойчивой работы на холостом ходу. При высоких нагрузках регулятор скорости работает с более высокой динамикой (высокий коэффициент усиления и короткое время реакции).

6.4.6 Группа 06 –параметры регулятора тока

- параметр **P06.01** – коэффициент усиления регулятора тока якоря;
- параметр **P06.02** – интегральная постоянная времени регулятора тока якоря;
- параметр **P06.03** – настройка амплитуды тока фазы **L1**;
- параметр **P06.04** – настройка амплитуды тока фазы **L2**;
- параметр **P06.05** – настройка амплитуды тока фазы **L3**;
- параметр **P06.06** – смещение тока якоря. Определяет начальный ток якоря при нулевой скорости вращения. Можно использовать для некомпенсированной статичной нагрузки вертикальных осей. Для включенной вертикальной оси в режиме покоя (ось стоит в позиции) измеряется значение заданного тока якоря параметром **P01.03**. Задается смещение тока якоря со знаком и значением, соответствующее заданному току якоря. Перемещается вертикальную ось в другую позицию и проверяется значение заданного тока, которое должно быть близко к нулю.

6.4.7 Группа 07 –параметры терминала

- параметр **P07.01** – настройка языка терминала. Значение параметра **P07.01** не восстанавливается по умолчанию. Принимает три значения:
 - **P07.01 = 0** – английский язык;
 - **P07.01 = 1** – болгарский язык;
 - **P07.01 = 2** – русский язык.
- параметр **P07.02** – время опреснения индикации терминала.

6.4.8 Группа 08 –история ошибок

- параметры **P08.01- P08.10** – параметры в которых сохраняются сообщения о ошибках в порядке их появлении. Если в данном параметре нет сообщения о ошибке, в нем записано **EMPTY**. Сообщения о ошибках записаны с текстом, соответствующим **таблице 10**. Последнее записаное сообщение о ошибке сохраняется в параметре с самым большим номером. После заполнения всех параметров, самые старые ошибки автоматически стираются;
- параметр **P08.11** – стирание всех сообщений о ошибках.

6.5 Ошибки в аварийном режиме

Сообщение **Error N XX** на дисплее терминала указывает возникновение ошибки, чей номер показан в последних двух разрядах. Сообщение о ошибке получается при ее регистрировании, независимо от того, в каком режиме находится преобразователь. При нажатии клавиши **ESC**, восстанавливается состояние терминала, предшествующее появлению ошибки. Перечень сообщений возможных ошибок указан в **таблице 10**, а в **таблице 11** указано состояние светодиодных индикаций при возникновении аварийного режима.

№ ошибки	Текст	Описание ошибок
Error N 01	Soft Phase Fault	Обрыв или несфазированные силовые и синхронизирующие напряжения. Плохое зануление преобразователя.
Error N 02	Hard Phase Fault	Прерывание силового питания или напряжения отдельной фазы.
Error N 03	FRrequency Fault	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсутствие синхронизации.
Error N 04	OverLoad Fault	Перегрузка двигателя.
Error N 05	OverHeat Fault	Перегрев силового блока преобразователя при P03.09 = 1 .
Error N 06	Soft OverSpeed	Превышение предельной скорости N_{LIM} заданной P03.10 .
Error N 07	Soft OverCurrent	Превышение заданного параметром P03.11 предельного тока I_{drv_LIM} силового блока преобразователя.
Error N 08	Hard OverCurrent	Превышение максимального предельного тока I_{drv_MLIM} силового блока преобразователя.
Error N 10	Soft TG fault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора. Неправильно выбранный параметр P03.12 .
Error N 11	ENcoder Fault	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера.
Error N 12	Pos SpeedBack	Положительная обратная связь по скорости.
Error N 19	ADC fault	Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе.
Error N 20	EEprom Fault	Ошибка в работе энергонезависимой памяти.

Таблица 10 Перечень сообщений о ошибках на терминале

Замечание – буквы шрифтом **бод** отвечают обозначениям защит, указанных в **п.6.3.3**.

Соответствие между сообщениями о ошибках и состоянием преобразователя показано в **таблице 11**.

Индикация	Защита	Описание аварийного режима
Постоянно светящиеся светодиоды		
PF	SPF	Обрыв или несфазированные силовые и синхронизирующие напряжения. Плохое зануление преобразователя.
OL	OLF	Перегрузка двигателя.
OC	SOC	Превышение заданного параметром P03.11 предельного тока I_{drv_LIM} силового блока преобразователя.
TG	STG	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора. Неправильно выбранный параметр P03.12 .
TG, OC, OL, PF	ADC	Повреждение в аналогово-цифровом преобразователе.
Мигающие светодиоды с периодом 1 секунд		
PF	HPF	Прерывание силового питания или напряжения отдельной фазы.
OL	OHF	Перегрев силового блока преобразователя при P03.09 = 1 .
OC	HOC	Превышение на максимально допустимый ток I_{drv_MLIM} на силовом блоке на преобразователя.
TG	ENF	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера.
TG, OC, OL, PF	EEF	Ошибка в работе энергонезависимой памяти.
Мигающие светодиоды с периодом 0.3 секунд		
PF	FRF	Частота сети питания вне допустимого диапазона или отсутствие синхронизации.
OL	SOS	Превышение предельной скорости N_{LIM} заданной P03.10 .
TG	PSB	Положительная обратная связь по скорости.

Таблица 11 Состояние светодиодной индикации преобразователя при возникновении аварийного режима

7. Монтаж и подключение преобразователя

7.1 Общие технические требования к монтажу

Преобразователи серии 11XXX, как и принадлежащие к комплекту электропривода коммутационные и защитные элементы, монтируются в шкафу. При монтаже необходимо соблюдать следующие правила:

- преобразователь монтируется в вертикальном положении. Его крепление должно осуществляться только при помощи предвиденных для этой цели отверстий, находящихся в нижней и верхней части корпуса;
- над и под преобразователем необходимо предвидеть свободное пространство не менее 100 мм, которое должно обеспечить вертикальную циркуляцию воздуха через радиатор силовых элементов;
- электрические связи выполнять в соответствии со схемами в п.7.2;
- минимальные сечения соединительных проводов должны соответствовать указанным в **таблице 12**;
- использовать провода с наиболее короткой длиной;
- сигнальные провода нельзя монтировать близко до силовых;
- соединение аналоговых сигналов осуществлять при помощи экранированного кабеля, а его экран соединять только в одном конце. Нельзя использовать экрана как токоведущего провода;
- соблюдать тип и рекомендуемые значения защитных элементов, указанные в **таблице 12**;

	11010	11030	11080
TC1	4.0 mm ²	6.0 mm ²	2x10.0 mm ²
TC2	2.5 mm ²	6.0 mm ²	10.0 mm ²
TC3	2.5 mm ²	6.0 mm ²	10.0 mm ²
TC4	0.5mm ²		
TC5	Экран + 2 x 0.35mm ²		
TC6	Экран + (3 x 3 + 2) x 0.35 mm ²		
TC7	1 mm ²		
QF1 – автом. выключатели Shneider Electric ¹	C60ND ²	C60ND ²	C60ND ²
Предохранители F2, F3 и F4	1,6A		
Предохранители FU, FV и FW	20A	32A	80A /внешний монтаж/

Таблица 12 Минимальные значения соединительных проводов. Типы и значения защитных элементов

Замечания:

¹ – допустимо использовать аппараты других производителей с те же самыми характеристиками;

² – клас по току автоматических выключателей определяется числом двигателей, связанных к трансформатору питания;

³ – если два или больше преобразователей питаются и синхронизируются от одной оперативной обмотки рекомендуется сечение провода от звездного центра обмотки к аналоговую массу AGND (X5.14,15) быть не менее 0.5 мм².

7.2 Соединение преобразователя

Соединение преобразователя зависит от его типа, от типа трансформатора, от выбранного способа синхронизации и оперативного питания управления, от выбранного датчика для обратной связи по скорости, вид ЧПУ и др.

На **рисунке 15** показана примерная схема соединения преобразователей типов 11010 и 11030 при использовании наличного в электрическом шкафу трансформатора. Используемый в этом примере трансформатор тип М64.704.001.

На вторичных силовых обмотках трансформатора выведены номинальные линейные напряжения **U1V1W1** - 3x120V, **U2V2W2** - 3x90V и **U3V3W3** - 3x60V. Выбор обмотки, к которой соединяется преобразователь, определяется максимальным напряжением якоря.

Для питания управления преобразователя используется вторичная двухфазная обмотка со средним выводом и номинальным фазным напряжением 2x18 V_{АС}.

Синхронизация преобразователя от отдельной вторичной обмотки трансформатора. Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=1**. Номинальное фазовое напряжение на обмотке синхронизации имеет значение 3x55V_{АС} по отношению к звездному центру **N4**.

Для питания силового контактора **K1** используется оперативное напряжение 220V_{АС}.

Обратная связь по скорости реализована с встроенным в двигателе энкодером.

На **рисунке 16** показана электрическая схема соединения преобразователей типов 11010 и 11030 с общей вторичной обмоткой трансформатора для оперативного питания и синхронизации управления преобразователя. Номинальное линейное напряжение обмотки **x1y1z1** имеет значение 3x32 V_{АС}.

Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=2**.

Номинальное линейное напряжение силовой вторичной обмотки **XYZ** имеет значение до 3x220 V_{АС} и определяется максимальным напряжением якоря. В **Приложении 1** приведена методика для расчета силового трансформатора.

Для питания цифровых входов используется внутреннее оперативное напряжение **24VDC**, а системные выходы ЧПУ типа **N**.

Обратная связь по скорости реализована с встроенным в двигателе энкодер, который подключается к интерфейсу **X3** и питается от него. Для слежения позиции системой используется интерфейс **X4**, который является расширением интерфейса **X3**.

На **рисунке 17** показана примерная схема соединения преобразователей типа 11080 с общей вторичной обмоткой трансформатора для питания и синхронизации управления преобразователя. Номинальное линейное напряжение на обмотке **x1y1z1** имеет значение 3x32 V_{АС}.

Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=2**.

Силовой контактор **K1**, резистор для динамического торможения **Rdyn** и силовые предохранители **FU**, **FV** и **FW** внешние.

Якорь двигателя присоединяется к спаренным силовым клеммам преобразователя **A1**(X7.5,X7.6) и **A2**(X7.7, X7.8).

Для питания цифровых входов используется внешнее оперативное напряжение, а системные выходы типа **P**.

Энкодер присоединяется к ЧПУ и питается от него. Сигнал для обратной связи по скорости вырабатывается ЧПУ.

На **рисунке 18** показана примерная схема подключения преобразователей типа 11XXX к автотрансформатору. Для оперативного питания и синхронизации преобразователя используется общая обмотка **x1y1z1n**, которая подключена в схеме звезды и имеет номинальное линейное напряжение 3x32 V_{АС}.

Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=2**.

Для питания цифровых входов используется внутреннее оперативное напряжение, а системные выходы типа **N**.

Обратная связь по скорости реализована с встроенным в двигателе энкодер, который подключается к интерфейсу **X3** и питается от него. Для слежения позиции системой используется интерфейс **X4**, который является расширением интерфейса **X3**.

На **рисунке 19** показана электрическая схема соединения преобразователей типов 11XXX в которой для оперативного питания и синхронизации управления преобразователя используется общая вторичная обмотка, составленная из вторичных обмоток трех маломощных монофазных трансформаторов **TF2**, **TF3** и **TF4**. Вторичные обмотки этих трансформаторов, согласно условию для синфазности, подключены в звезду, а первичные в треугольник.

Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=2**.

Для питания цифровых входов используется внешнее напряжение, а системы выходы типа **N**.

Обратная связь по скорости реализована с встроенным в двигатель энкодер, который подключается к интерфейсу **X3**. Энкодер питается из ЧПУ.

На **рисунке 20** показана электрическая схема соединения сервоприводов двухосной системой с ЧПУ и преобразователей типов 11XXX.

Использован силовой трансформатор **TF1** с общей вторичной обмоткой **XYZ** для питания обеих преобразователей.

Для оперативного питания и синхронизации управления преобразователя используется общая вторичная обмотка, составленная из вторичных обмоток трех маломощных монофазных трансформаторов **TF2**, **TF3** и **TF4**. Первичные и вторичные обмотки этих трансформаторов, согласно условию для синфазности, подключены в звезду.

Мосты, определяющие источник синхронизации, поставлены в положение **J1=J2=J3=2**.

Энкодер каждой оси подключен к ЧПУ и питается от него. Сигнал для обратной связи по скорости аналоговый и вырабатывается ЧПУ.

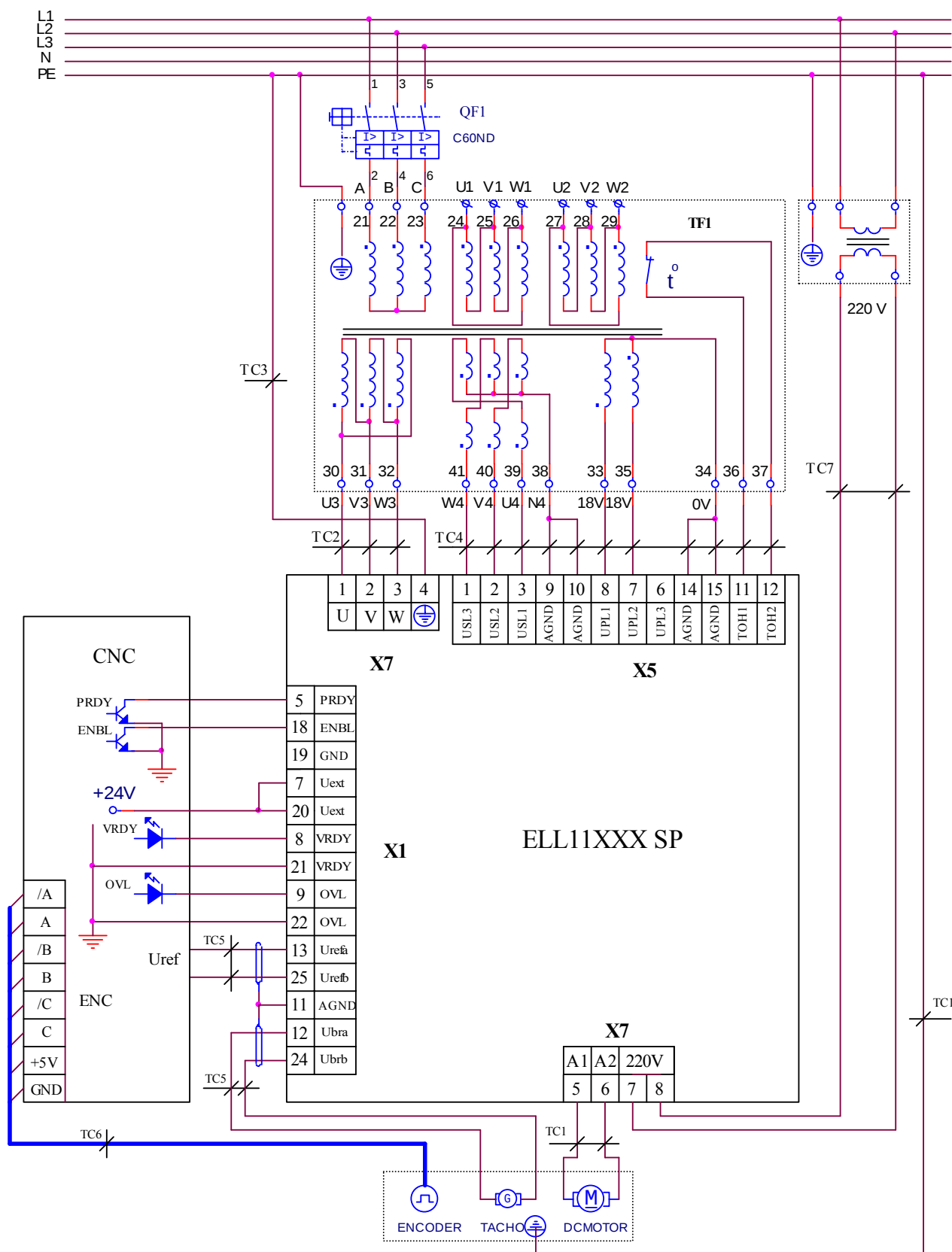
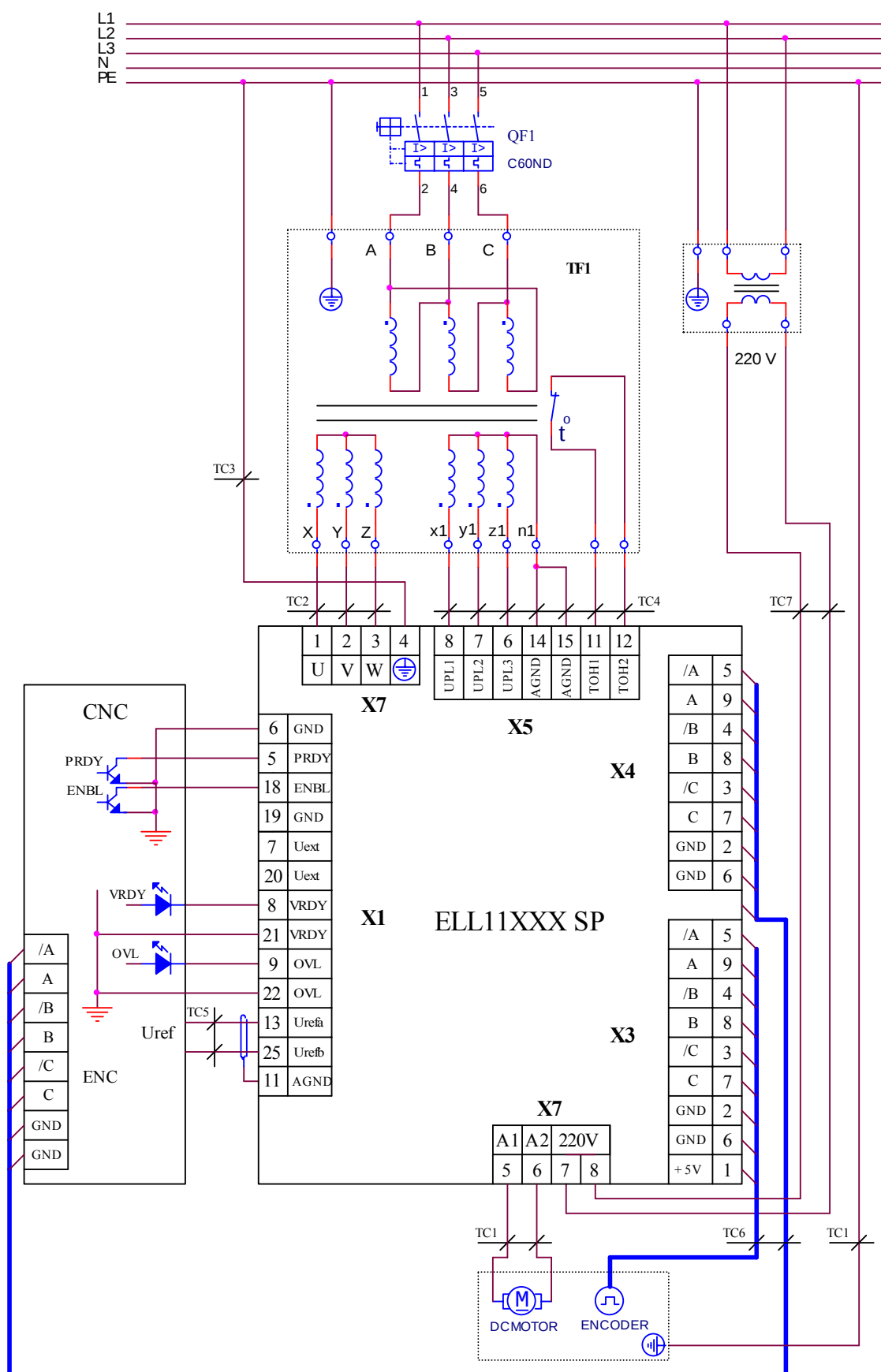


Рисунок 15 Соединение преобразователей 11XXX к двигателю и к трансформатору питания (примерно M64.704.001) с отдельными обмотками для питания и синхронизации управления



Рисунка 16 Соединение преобразователей 11XXX к двигателю и к трансформатору питания с общей трехфазной обмоткой для питания и синхронизации управления

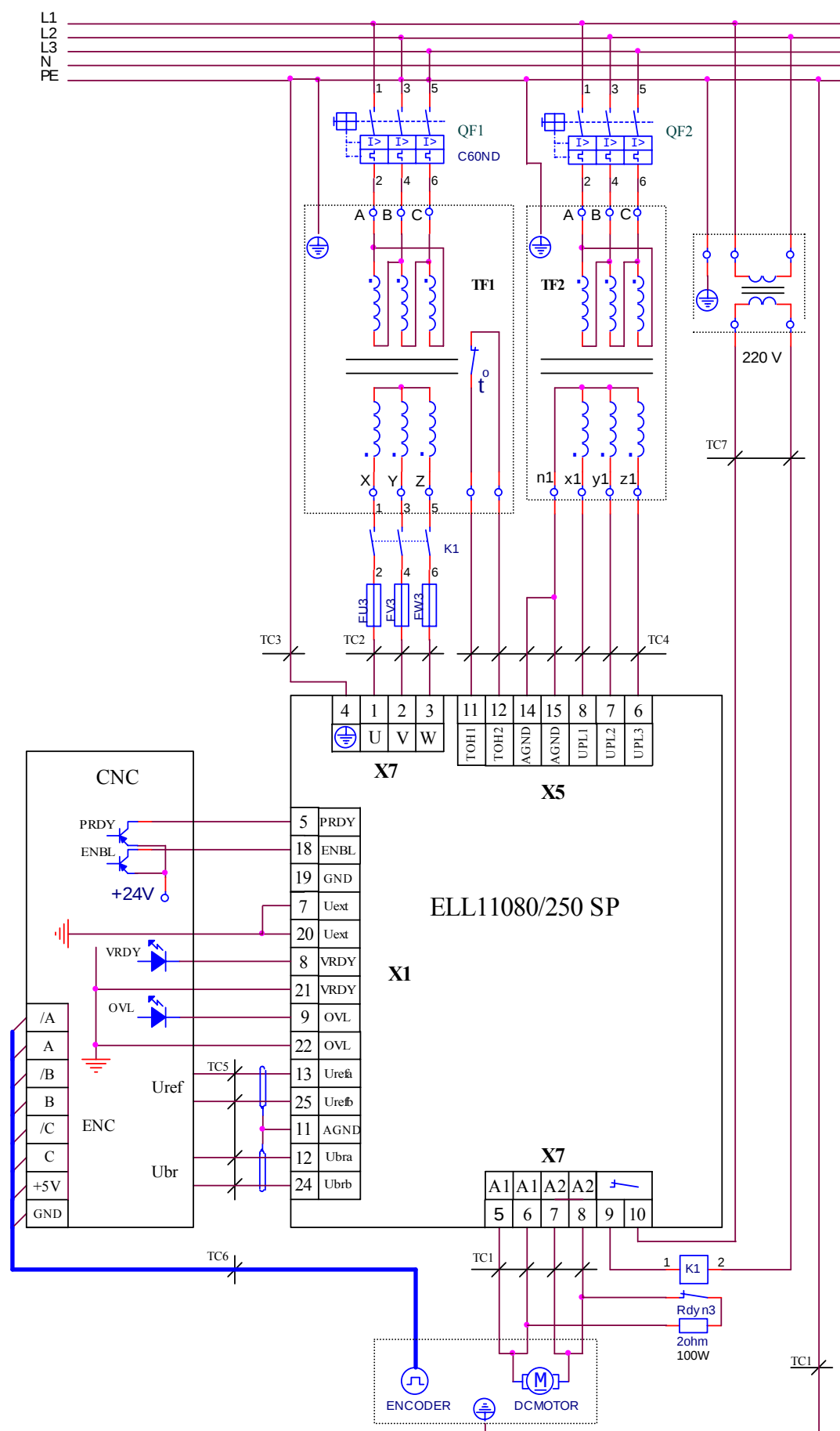


Рисунок 17 Соединение преобразователя 11080 к двигателю и к дополнительному трехфазному трансформатору питания с общей обмоткой для питания и синхронизации управления

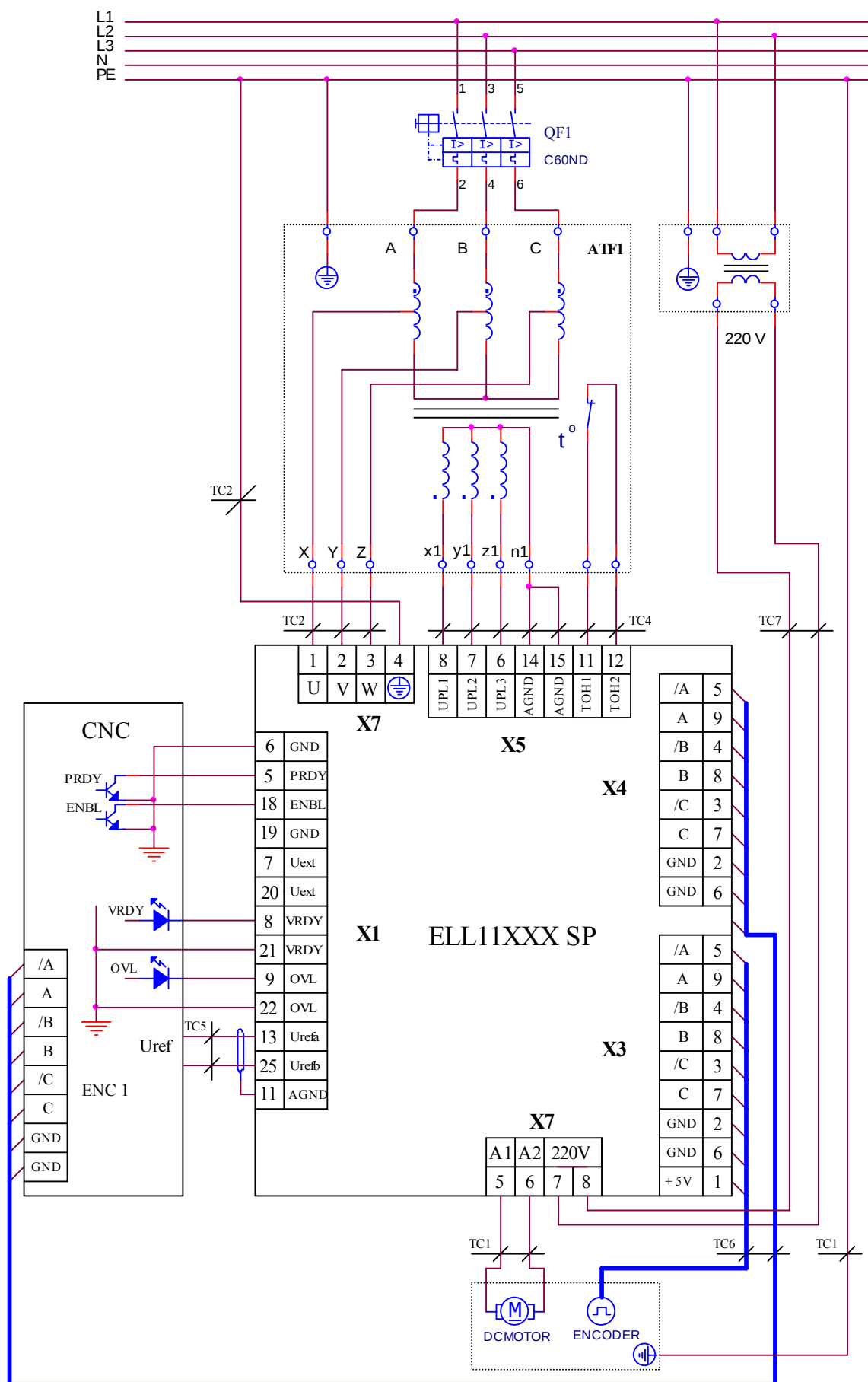


Рисунок 18 Соединение преобразователей 11XXX к двигателю и к автотрансформатору питания с общей трехфазовой обмоткой для питания и синхронизации управления

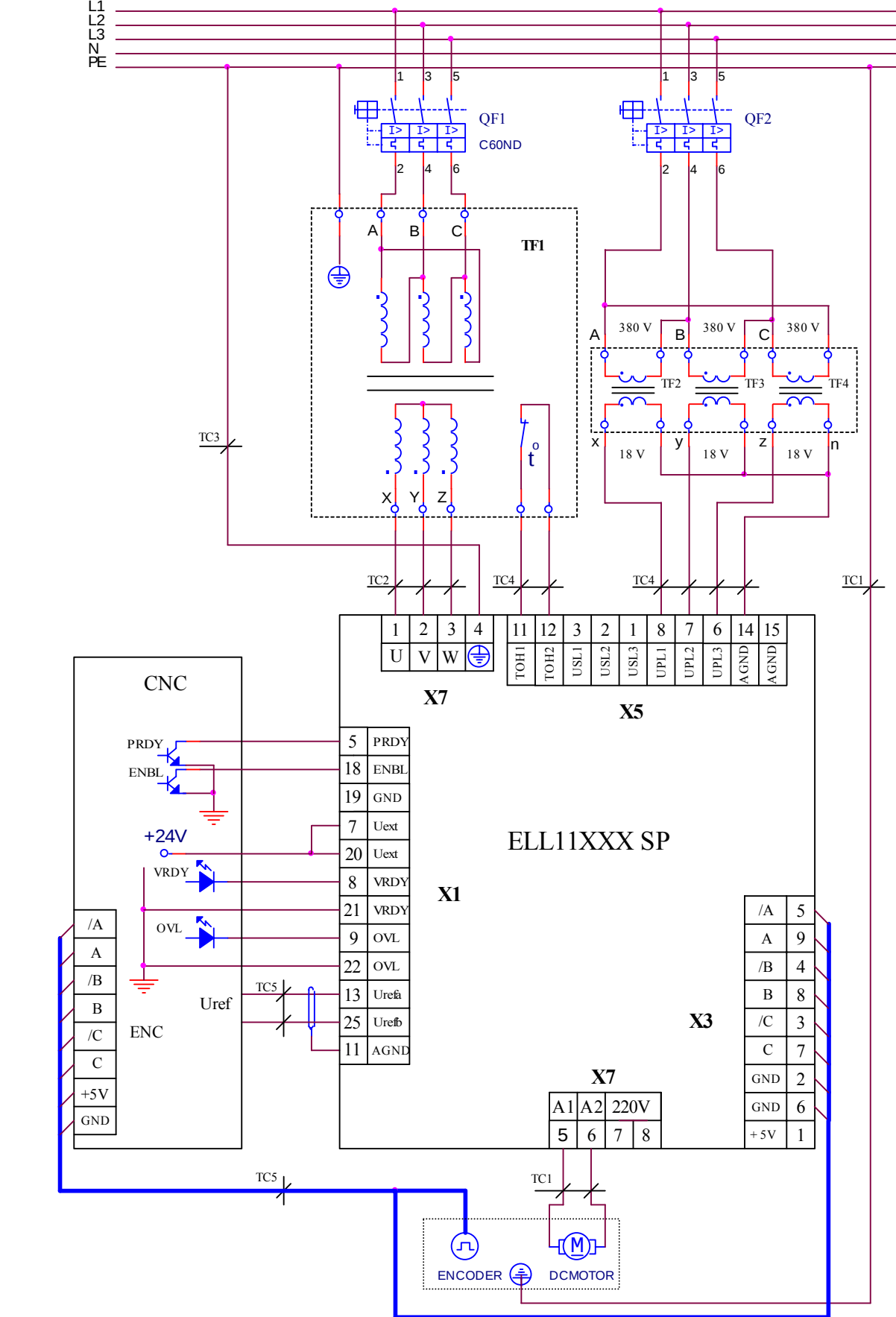


Рисунок 19 Соединение преобразователей 11XXX к трансформатору питания и к отдельной группой монофазных трансформаторов для питания и синхронизации управления

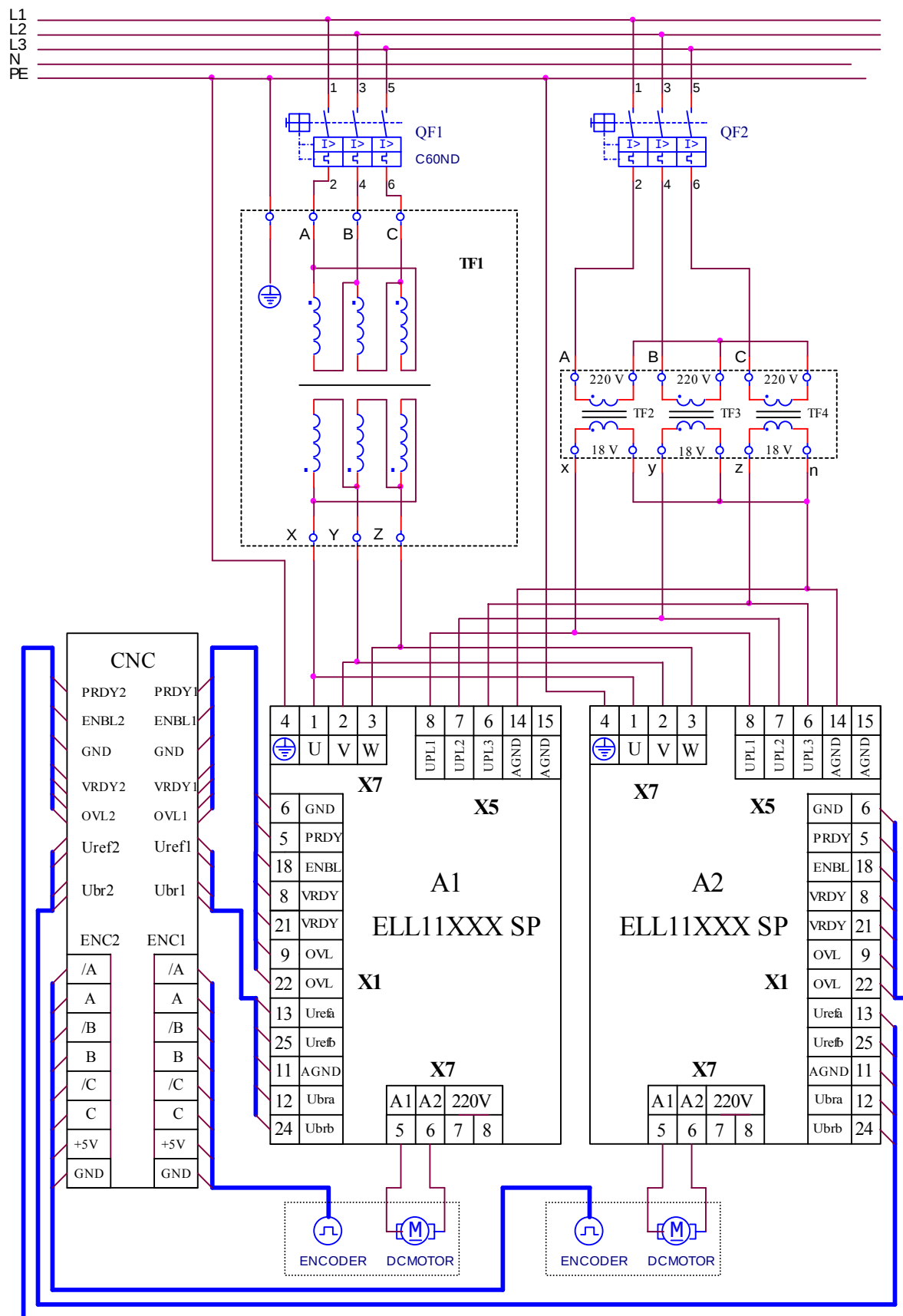


Рисунок 20 Соединение двухосной системы с ЧПУ и преобразователями 11XXX к трансформатору питания с общей вторичной обмоткой и к отдельной группе монофазных трансформаторов для питания и синхронизации управления



8. Запуск преобразователя

Для запуска преобразователя необходимы следующие приборы:

- вольтметр с диапазоном до 500 V_{AC/DC}, погрешность 1.5;
- цифровой тахометр;
- осциллограф;
- тумблер для включения команды **PRDY**;
- тумблер для включения команды **ENBL**;
- тумблер для переключения **SF/SR**;
- тумблер для переключения **RUN/STOP**;
- потенциометр 10 К;
- терминал для настройки параметров.

Запуск преобразователя осуществляется в следующем порядке:

8.1 Проверка напряжений питания и синхронизации

К преобразователю подключаются напряжение силового питания **U(X7.1)**, **V(X7.2)** и **W(X7.3)** и напряжение оперативного питания **UPL1(X5.8)**, **UPL2(X5.7)** и **UPL3(X5.6)** в соответствии со схемами, показанными на **рисунке 15**, **рисунке 16**, **рисунке 17**, **рисунке 18**, **рисунке 19** и **рисунке 20**. Во время этой проверки двигатель не соединяется.

К серийному интерфейсу **X6** подключается терминал для настройки параметров.

Открывается лицевая панель, с целью получить доступ до платы управления.

Выбирается источник напряжения для синхронизации преобразователя:

если синхронизация из отдельной обмотки трансформатора питания, мосты **J1**, **J2** и **J3** ставятся в положение **1**. В этом случае преобразователь синхронизируется по напряжениям **USL1(X5.3)**, **USL2(X5.2)** и **USL3(X5.1)** интерфейса **X5**;

если для синхронизации используется напряжение для оперативного питания, мосты **J1**, **J2** и **J3** ставятся в положение **2**. В этом случае преобразователь синхронизируется по напряжениям **UPL1(X5.8)**, **UPL2(X5.7)** и **UPL3(X5.6)** интерфейса **X5**.

Подключается силовое напряжение питания к **U(X7.1)**, **V(X7.2)**, **W(X7.3)** и оперативное напряжение к **UPL1(X5.8)**, **UPL2(X5.7)** и **UPL3(X5.6)**. Если используется отдельную обмотку для синхронизации преобразователя, подключается напряжение для синхронизации к **USL1(X5.3)**, **USL2(X5.2)**, **USL3(X5.1)** интерфейса **X5**.

Преобразователь включается в сеть. Включается светодиодная индикация **PF**, которая сначала мигает 2 сек. В этом интервале времени определяется наличия синхронизации и частота сети питания.

При отсутствии напряжений для синхронизации, срабатывает защита **FRF** и светодиодная индикация **PF** работает в режиме мигания с периодом 0.3 сек.

Выключается питание преобразователя и проводятся следующие проверки для:

- положения мостов **J1**, **J2** и **J3**, показанных на **рисунке 9**;
- прерывании фаз напряжений для синхронизации;
- состояния предохранителей **F2**, **F3** и **F4**, находящихся на управляющей плате, показанной на **рисунке 22**.

Если проверка прошла успешно, светодиодная индикация **PF** выключается и включается светодиодная индикация **RD** в мигающем режиме.

При подаче команды **PRDY** включается встроенный силовой контактор **K1** (для преобразователя типа 11080 замыкается релейный контакт X7.9 - X7.10, а контактор **K1** внешний). Преобразователь делает проверку для наличия и соответствия силовых и синхронизирующих напряжений. Если соединение преобразователя правильное и напряжения всех фаз наличные, контактор **K1** (или релейный контакт X7.9 – X7.10) остается включенным и включается светодиодная индикация **RD** в режиме постоянного свечения. Активируется релейный выход **VRDY**.

При ошибке в сфазировании напряжений для синхронизации и питания или отсутствии напряжения какой-нибудь фазы, защита **HPF** срабатывает и силовой контактор **K1** (или релейный контакт X7.9 – X7.10 для 11080) выключается. Светодиодная индикация **RD** выключается, а светодиодная индикация **PF** включается в режиме мигания с периодом 1 сек.

Выключается питание преобразователя и проводятся следующие проверки для:

- прерывании или ошибки в сфазировании напряжений для синхронизации и питания;
- состояния предохранителей **F2**, **F3** и **F4**;
- состояния предохранителей **FU**, **FV** и **FW**.

Преобразователь включается в сеть и снова проводится проверка для наличия и соответствия напряжений для питания и синхронизации.

После окончания этой проверки, питание преобразователя выключается.

Замечания:

1. Напряжения обмотки для синхронизации должны быть синфазными с напряжениями силовой вторичной обмотки трансформатора питания. Для этой цели необходимо соблюдать требования к обмотке для синхронизации, указанные в **п.5.3.2** и **Приложении 3**;

2. Если эти требования не соблюдаются, между напряжениями этих обмоток существуют фазовые разницы, которые в определенных случаях могут быть 30° и защита **HPF** их не регистрирует. Защита **HPF** регистрирует только фазовые разницы 120°, т.е. размененные фазы;

3. Окончательная проверка для синфазности между напряжениями обмотки для синхронизации и силовой вторичной обмоткой проводится в пропорциональном режиме, как это указано в **п.8.3**.

8.2 Первоначальная настройка преобразователя

8.2.1 Выбор максимальной скорости двигателя

При максимальной скорости привода в составе данной машины, более низкой максимальной скорости двигателя, следует настроить максимальную скорость двигателя так, чтобы соответствовала той машины. Не допускается с целью достижения высоких скоростей движения машины, настраивать максимальную скорость привода, более высокой от максимальной скорости, указанной в табличке двигателя.

Для ЧПУ фирмы FANUC и другие аналогичные, задание для максимальной скорости перемещения ± 7 В. В преобразователях 11XXX с целью универсальности принято задание для максимальной скорости ± 10 В. Следовательно, для работы преобразователей 11XXX с ЧПУ данного типа, необходимо настроить привод на такой скорости, так что при задании ± 7 В достигнут требуемую для машины максимальную скорость перемещения.

Пример: если при задании 7В следует достигнуть максимальную скорость вращения 500 мин^{-1} , то привод следует настроить на максимальной скорости равна $500 \cdot 10/7 = 714 \text{ мин}^{-1}$.

8.2.2 Предварительная настройка обратной связи по скорости

• обратная связь по скорости с тахогенератором

Преобразователь настроен фабрично для работы с тахогенератором и параметр **P02.08** = 0.

Напряжение тахогенератора при максимальной скорости вращения определяется формулой:

$$U_{brMAX} = (N_{MAX} / 1000) * U_{br1000}$$

где:

N_{MAX} – максимальная скорость вращения двигателя;

U_{br1000} – напряжение тахогенератора при 1000 мин^{-1} .

С так определенным максимальным напряжением тахогенератора выбирается диапазон в **таблице 3** и мосты **J5**, **J6**, **A1**, **A2**, **A3** и **A4** ставятся в положение, соответствующее указанной комбинации.

• обратная связь по скорости с энкодером

Преобразователь включается в сеть и на индикации терминала появляется сообщение **P01 Monitoring**. Вводится пароль.

Для работы с энкодером вводится значение параметра **P02.08** = 1.

В зависимости от разрешающей способности энкодера в параметре **P02.10** вводится число импульсов для одного оборота.

Определяется скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя N_{MAX} . Возможны два случая:

- для энкодера, монтированного директно к двигателю, т.е. с коэффициентом передачи **1**, в параметре **P02.12** вводится значение максимальной скорости N_{MAX} ;
- для энкодера, монтированного к двигателю с редукцией и с коэффициентом передачи различным от **1**, в параметре **P02.12** вводится значение скорости энкодера, отвечающего максимальной скорости двигателя N_{MAX} .

Для проверки правильности значения параметра **P02.12** задаются 50% от быстрого хода машины и с параметром **P01.02** отсчитывается действительную скорость двигателя. Если заданная и действительная скорость отличаются, с коррекцией параметра **P02.12** эти две скорости выравниваются.

8.2.3 Настройка номинального тока преобразователя

При выборе преобразователя для данного типа двигателя, следует иметь ввиду, что номинальный ток $I_{drv_ном}$ преобразователя должен быть равен или больше номинального тока двигателя $I_{a_ном}$.

В случае, когда необходимо использовать двигатель с номинальным током якоря, значительно меньше номинального тока преобразователя (меньше на 25%), необходимо настроить номинальный ток преобразователя. С этим рабочие характеристики, указанные в **таблице 1** сохраняются.

Номинальный ток преобразователя настраивается нагрузочными резисторами датчика тока **R26** и **R27**. Настройка номинального тока преобразователя рассмотрена в **Приложении 1**.

Замечание – не допускается настройка номинального тока данного типа преобразователя на значении, выше указанным в **Таблице 1**.

8.2.4 Настройка параметров двигателя

Вводятся значения параметров, которых определяют рабочие и предельные характеристики двигателя:

- параметр **P04.01** – максимальное напряжение якоря U_{a_max} ;
- параметр **P04.02** – максимальная скорость двигателя N_{m1} , до которой разрешена работа с максимальным током якоря I_{a_max} ;
- параметр **P04.03** – максимальный ток якоря I_{a_max} ;
- параметры **P04.04 ÷ P04.13** – точки 2 – 6 кривой динамического тоограhничения.

Выключается питание преобразователя.

8.3 Запуск преобразователя в пропорциональном режиме

Первоначальный запуск преобразователя необходимо сделать в пропорциональном режиме. В этом режиме регуляторы скорости и тока якоря выключены и не оказывают влияния работу преобразователя. Двигатель может работать на низкой скорости, без включенного датчика скорости или с несфазированным датчиком скорости (тахогенератор или энкодер). Защита от размыкания обратной связи по скорости в этом режиме тоже выключена.

В пропорциональном режиме совершаются следующие проверки:

- окончательная проверка для синфазности между напряжениями обмотки синхронизации и силовой вторичной обмотки;
- проверка состояния тахогенератора;
- настройка и сфазирование обратной связи по скорости;
- проверка работы силового выпрямителя;
- проверка работы тиристоров.

Присоединяется якорь двигателя к преобразователю и преобразователь включается в сеть.

Вводится пароль. Для разрешения работы преобразователя в пропорциональном режиме вводится значение параметра **P02.04** = 1. Перемены значения параметра **P02.04** не записываются в энергонезависимой памяти и после каждого включения преобразователя в сеть, значение параметра **P02.04** = 0, т.е. преобразователь работает в интегральном режиме.

Выбирается источник задания для угла отпирания тиристоров с параметром **P02.06**:

- **P02.06** = 0 – задание для угла отпирания тиристоров аналоговое и определяется значением и знаком аналогового задания U_{ref} ;
- **P02.06** = 1 – задание для угла отпирания тиристоров цифровое и определяется значением параметра **P02.07** в процентах от максимальной скорости N_{max} со знаком для направления вращения.

В пропорциональном режиме задание для скорости внутренне ограничено до безопасных значениях скорости двигателя, поскольку в этом режиме обратной связи по скорости не действует.

При подаче команды **PRDY** включается светодиодная индикация **RD**.

После подачи команды **ENBL** включается светодиодная индикация **ON**.

Задается угол для отпирания тиристоров и двигатель начинает вращаться.

Если при нулевом задании для скорости двигатель вращается с сравнительно высокой скоростью, то синхронизирующие напряжения опережают силовые напряжения.

Если двигатель начинает вращаться при большом задании для скорости, то синхронизирующие напряжения отстают от силовых напряжений.

В этих случаях следует проверить схему подключения обмотки для синхронизации и ее соответствие требованиям указанным в п.5.3.2 и **Приложении 3**.

С параметром **P01.08** можно наблюдать пульсации напряжения тахогенератора. Для исправного тахогенератора, в установленном режиме, значение параметра **P01.08** не должно превышать 2%. При значениях, больше 2%, необходимо сделать профилактику или ремонт тахогенератора.

Для проверки сфазирования обратной связи по скорости сравниваются значения параметров **P01.02** и **P01.05**. При правильном соединении, значения обоих параметров должны быть с одинаковыми знаками. Если эти параметры с разными по знаку значениями, возможны следующие два случая:

- направление вращения двигателя отвечает приложенному заданию. Меняется соединение датчика обратной связи по скорости;
- направление вращения двигателя не отвечает приложенному заданию. Меняется соединение якоря двигателя.

Предвидена возможность, не меняя соединения датчика скорости, сменить знак обратной связи по скорости с помощью параметра **P02.11**. Если после сфазирования обратной связи по скорости окажется, что направление вращения не соответствует заданному, то его можно сменить параметром **P02.09**.

Для проверки работы силового выпрямителя, осциллографом наблюдается форма тока якоря в контрольной точке **KP20**. Измерение проводится по отношению к массе, выведенной в контрольную точку **KP8**. Проверка проводится при низкой скорости вращения – например при 5% от максимальной скорости N_{max} . Изменяется направление вращения двигателя и снова наблюдается ток якоря. Импульсы тока якоря должны быть с периодом 3.3 ms и с разницей амплитуды, не больше 20%. При установленной разнице между каждым **первым** и **четвертым** импульсом, они выравниваются с помощью триммера **RP4**. При установленной разнице импульсов одной фазы по отношению к другой (различные соседние), они выравниваются с помощью параметров **P06.03**, **P06.04** и **P06.05**. Если их невозможно выровнять, значения параметров **P06.03**, **P06.04** и **P06.05** ставятся в ноль и разницы выравниваются триммерами **RP1**, **RP2** и **RP3**.

При отсутствии импульсов данной фазы, выбирается параметр **P01.13** и определяется неработающий тиристор. После определения неработающего тиристора, выключается преобразователь и проверяются тиристор и его цепи управления.

8.4 Настройка защиты от размыкания обратной связи по скорости

Защита **TGF** от размыкания обратной связи по скорости работает на принципе сравнения напряжения якоря и действительной скорости. Для нормального действия защиты **TGF** необходимо корректно ввести максимальное напряжение якоря U_{amax} в параметре **P04.01**. Если привод настроен на максимальной скорости, ниже той двигателя, то в параметре **P04.01** следует вводить соответствующее этой скорости максимальное напряжение якоря.

При записе в параметре **P04.01** значение, на много выше действительного, защита **TGF** будет срабатывать при высоких скоростях, т.е. двигатель раскручивается. В этом случае возможно срабатывание защиты **SOS** до защиты **TGF**.

При записе в параметре **P04.01** значение, на много ниже действительного, возможно срабатывание защиты **TGF** без причин в рабочих условиях.

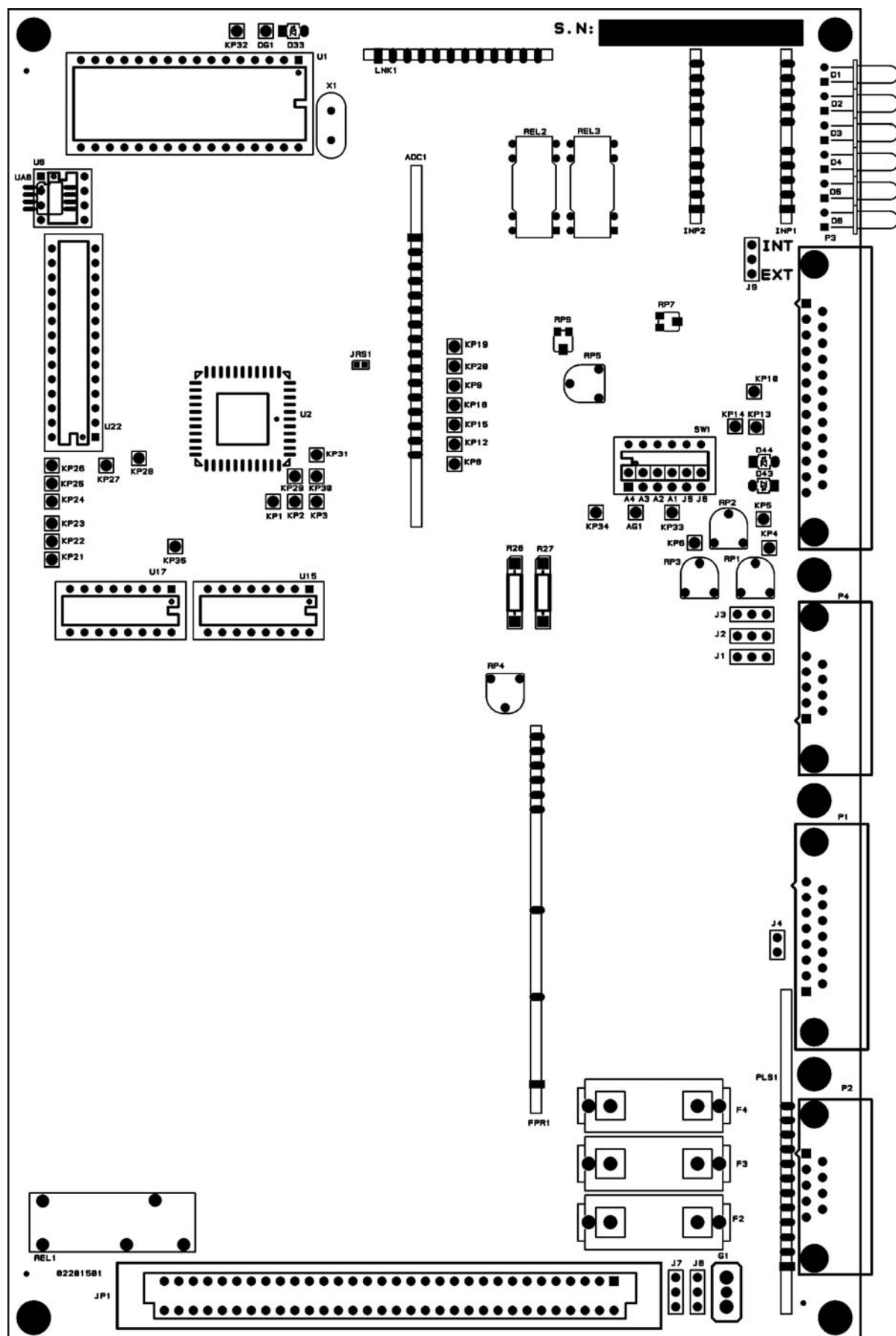


Рисунок 22 Расположение элементов на плате управления

8.5 Проверка работы преобразователя в интегральном режиме

После окончания вышеуказанных проверок выключается команда **ENBL**.

Вводится значение параметра **P02.04 = 0** для перехода в интегральный режим работы преобразователя.

При подаче команды **ENBL** двигатель начинает вращаться со скоростью, определенной аналоговым заданием **Uref**.

Для точной калибровки обратной связи по скорости прикладывается задание для скорости 50% от максимальной скорости N_{MAX} и с помощью триммера **RP5** устанавливается заданную скорость, измеряя ее тахометром.

После окончания регулировок и при наличии управляющего устройства более высокого уровня (ЧПУ), к преобразователю присоединяется управляющий интерфейс. Привод проверяется во всех режимах работы станка. Если все требования выполняются, станок готов для работы. Выключается напряжение питания и преобразователь закрывается.

При неудовлетворительной работе следует настроить регуляторы тока и скорости.

Необходимо обеспечить работа двигателя на холостом ходу, включая и демонтажом со станка.

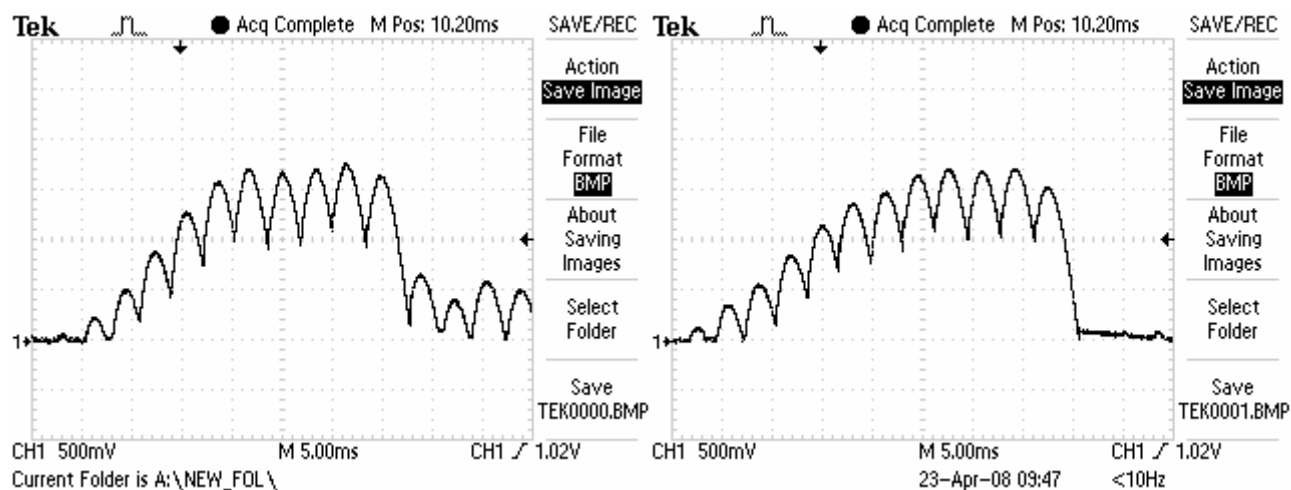
Для качества настройки можно судить по переходным процессам в кривых тока и скорости двигателя.

• настройка регулятора тока

Включается команда **ENBL**.

Прикладывается скачкообразное задание от нулевого значения до 40 % от максимальной скорости N_{MAX} . Осциллографом наблюдается форму тока якоря в контрольной точке **KP20**. Ток якоря должен достигать свое максимальное значение до четвертого импульса без видимого перерегулирования, а амплитуды четвертого и пятого импульсов должны не надвигать установившееся максимальное значение. После этого прикладывается нулевая скорость и наблюдается форму тока.

Оптимальная форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя показаны на **рисунке 23**. Следует иметь в виду, что ток якоря в абсолютных единицах без знака.



Рисунка 23 Форма кривой тока якоря для разгона и для торможения двигателя при оптимальной настройке регулятора тока

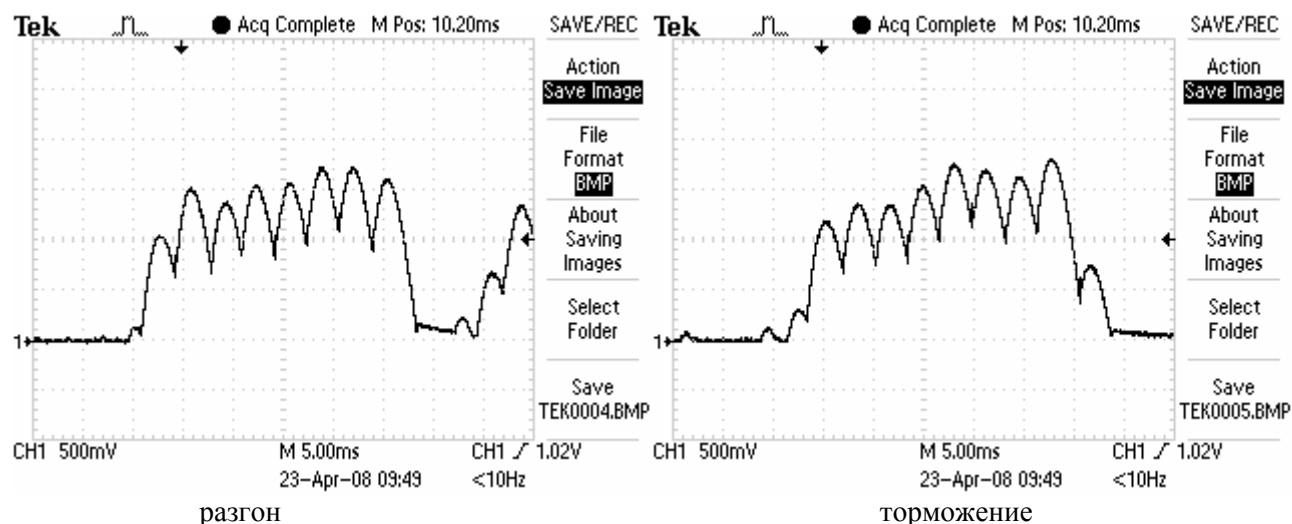
Для настройки регулятора тока пользуются параметрами **P06.01** и **P06.02**. Параметры **P06.01** и **P06.02** имеют следующее воздействие на работу регулятора тока:

- параметр **P06.01** – коэффициент усиления регулятора тока. Типичные значения параметра **P06.01** от 0.10 до 0.50, при том при больших значениях увеличивается “жесткость” привода, но одновременно с этим увеличивается и склонность к самовозбуждению. При малых значениях параметра **P06.01** увеличивается время для достижения установленного тока;

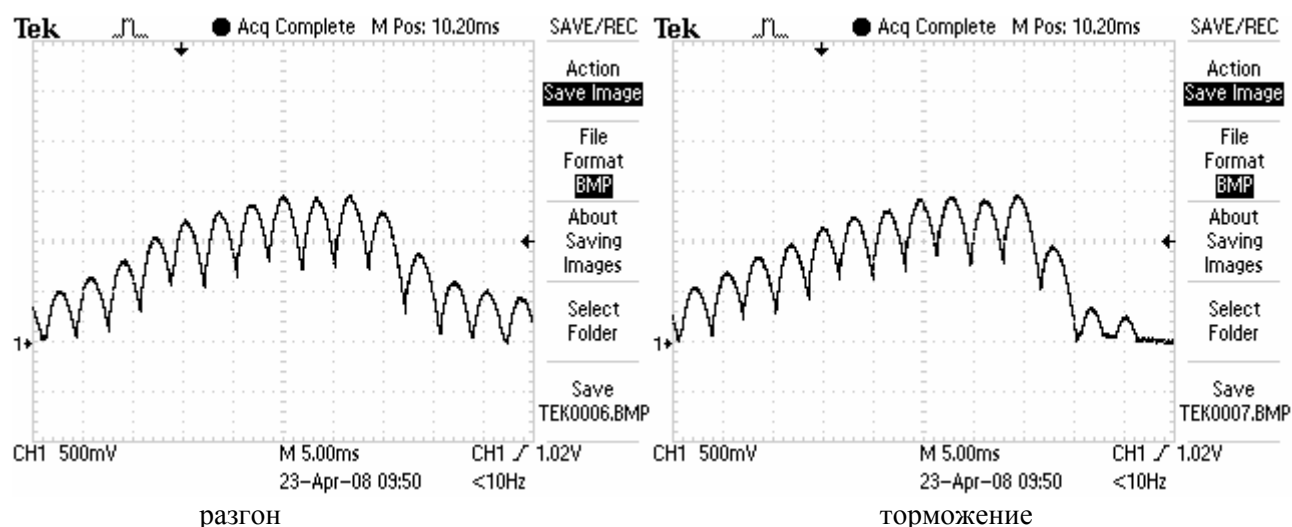
- параметр **P06.02** – постоянная времени регулятора тока. Типичные значения параметра **P06.02** от 12.0 ms до 40.0ms, притом при малых значениях **P06.02** увеличивается скорость реакции регулятора тока, но одновременно увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметра **P06.02** увеличивается время для достижения установленного тока.

При больших значениях параметра **P06.01** и малых значениях параметра **P06.02**, в начале переходного процесса наблюдается большое переугуливание тока. Кривые тока якоря с переугуливанием при разгоне и при торможении показаны на **рисунке 24**. В этом случае возможно срабатывание защиты SOC.

При малых значениях **P06.01** и больших значениях параметра **P06.02** наблюдается длительный переходный процесс для достижения установленного тока. Кривые тока якоря при разгоне и при торможении с длительным переходным процессом показаны на **рисунке 25**.



Рисунка 24 Кривые тока якоря с переугуливанием при больших значениях параметра **P06.01** и малых значениях **P06.02**



Рисунка 25 Кривые тока якоря с длительным переходным процессом при малых значениях параметра **P06.01** и больших значениях параметра **P06.02**

• настройка регулятора скорости

После настройки регулятора тока проверяется регулятор скорости.

Для этой цели прикладывается скачкообразное задание от нулевого значения до 100 % от максимальной скорости, а также и задание для реверса. Осциллографом наблюдается форму кривой скорости в контрольной точке **KP10** и тока в **KP20**. Форма кривых скорости и тока для оптимально настроенного регулятора скорости показана на **рисунке 26**. Допускается однократное перегерулирование скорости, которое должно не превышать установившееся значение больше 5%.

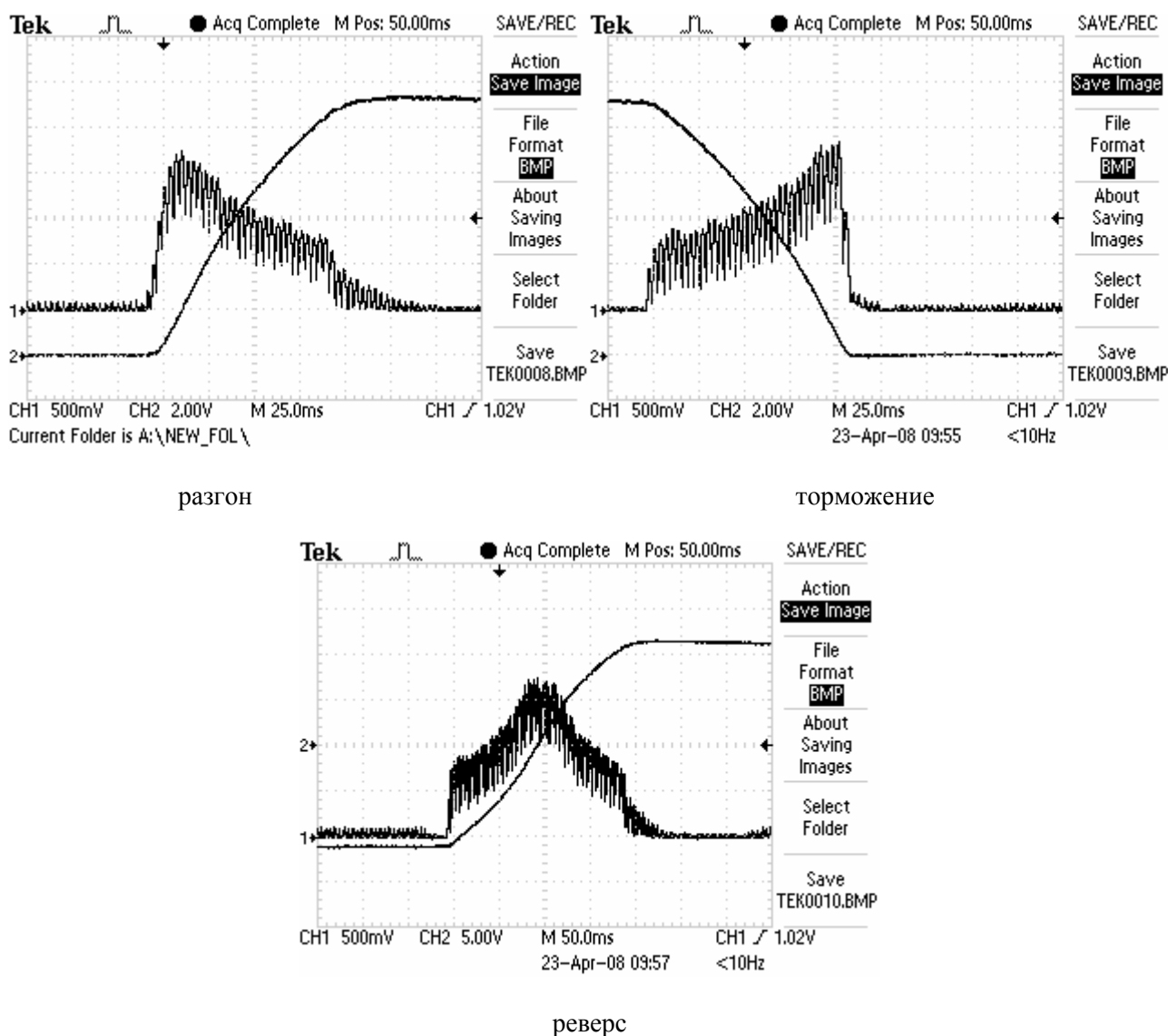


Рисунок 26 Кривые скорости и тока якоря для оптимально настроенного регулятора скорости

Для оптимально настроенного регулятора скорости, переходные процессы скорости без видимого перегерулирования. Переходный процесс скорости при реверсе имеет S – образную форму из-за динамического токоограничения в функции от скорости.

Для оптимальной работы регулятора скорости во всех режимах предусмотрена адаптивная настройка его параметров. Параметры регулятора можно настраивать в функции от действительной скорости при значении параметра **P05.14** = 0 (по умолчанию) или в функции от ошибки скорости при значении параметра **P05.14** = 1.

Параметры имеют следующее воздействие на работу преобразователя:

- параметры **P05.02** и **P05.03** – коэффициенты усиления регулятора скорости. Для больших значений параметров увеличивается ускорение двигателя и уменьшается время для установления заданной скорости. Увеличивается перегерулирование скорости двигателя, но одновременно с этим увеличивается и склонность к самовозбуждению. При малых значениях параметров увеличивается время для достижения заданной скорости;

– параметры **P05.06** и **P05.07** – интегральные постоянные времени регулятора скорости. Для малых значений параметров увеличивается скорость реакции регулятора скорости, что приводит до сильного уменьшения ошибки скорости, но одновременно с этим увеличивается и склонность к самовозбуждению. При больших значениях параметров увеличивается время для достижения заданной скорости;

– параметры **P05.10** и **P05.11** – дифференциальные постоянные времени регулятора скорости. Увеличение значения параметров приводит к уменьшению перерегулирования скорости и увеличивает скорость затухания. Для больших значениях параметров увеличивается склонность к самовозбуждению.

При запуске привода с незнакомым двигателям, директно на станке, возможно, что не только один из параметров подобран неправильно. В этом случае рекомендуется сначала настроить регулятор скорости для низких скоростей работы, оптимизируя параметры **P05.02**, **P05.06** и **P05.10** до равномерной подачи с требуемой точностью позиционирования. После этого, увеличивая скорость работы настраиваются параметры **P05.03**, **P05.07** и **P05.11** до достижения удовлетворительной работы в весь диапазон скорости для всех режимов работы.

Для настройки регулятора скорости рекомендуются следующие правила:

1. При увеличении коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**, интегральные постоянные времени **Tn1(P05.06)** и **Tn2(P05.07)** уменьшить в той же пропорции;
2. При уменьшении коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**, интегральные постоянные времени **Tn1(P05.06)** и **Tn2(P05.07)** увеличить в той же пропорции;
3. Дифференциальные постоянные времени **Dt1(P05.10)** и **Dt2(P05.11)** рекомендуется быть 50% от абсолютных значений коэффициентов усиления **Kp1(P05.02)** и **Kp2(P05.03)**.

9. Возможные неисправности и методы их устранения

Наименование, признаки, проявления	Вероятная причина	Методы проверки и устранения
1. При подаче оперативного напряжения срабатывает защита FRF (PF мигает с периодом 0.3s)	Отсутствует синхронизация	Проверить источник синхронизации и положения мостов J1, J2 и J3
2. При подаче команды PRDY срабатывает защита HPF (PF мигает с периодом 1s)	Отсутствие фазы и/или несфазированные синхронизирующие и силовые напряжения.	Проверить силовое и оперативное питания насчет наличия, сфазирования и качества соединений. Проверить зануление.
3. При подаче команды PRDY перегорают предохранители FU, FV и FW.	Пробив двух или больше тириستоров или короткое замыкание в силовом блоке.	Размыкнут соединения силового питания и якоря двигателя. Омметром проверить между клеммами U2, V2 и W2 по отношению к клеммам A1 и A2 для определения дефектных тиристоров.
4. При включении привода и подачи команды ENBL перегорают предохранители FU, FV и FW.	Пробив тиристора или короткое замыкание в силовом блоке	Размыкание связей силового питания и якоря двигателя. Омметром проверить между клеммами U2, V2 и W2 по отношению A1, затем, по отношению A2 с целью определения дефектного тиристора.
5. При поданных команде ENBL и задании для скорости, в одном направлении вращения в переходном режиме, слышится характерное “гудение” двигателя.	Отсутствие импульсов тока якоря.	Преобразователь запускается в пропорциональном режиме при P02.04=1 и с параметром P01.13 проверяется для неработающих тиристоров. Проверить цепи управления и самого тиристора.
6. При поданных команде ENBL и задании для скорости, двигатель нагружается и скорость “качается”.	Шунт в якоре двигателя.	В пропорциональном режиме двигатель вращается как “шаговый”. Выключается команда ENBL и вручную крутится вал двигателя. Если установится застопорение в отдельных зонах, есть шунт в якоре двигателя.
7. После запуска двигателя, еще на низкой скорости, срабатывает защита STG (TG светит постоянно.)	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи тахогенератора.	Проверить соединение тахогенератора и его исправность. Проверить параметр P03.12
8. После запуска, еще на низкой скорости, срабатывает защита ENF (TG мигает с периодом 1 с.)	Неправильное подключение, короткое замыкание или обрыв цепи энкодера	Проверить соединение энкодера и его исправность
9. После запуска двигателя срабатывает защита PSB	Положительная обратная связь по скорости	Сменит знак обратной связи по скорости, вводя значение параметра P02.11 = 1
10. Во время работы срабатывает защита OLF(I2t)	Перегрузка двигателя.	Проверить режимы работы станка. В случае необходимости заменить более мощным приводом. Проверить значения параметра P03.08
11. Во время работы срабатывает защита OHF, светодиод OL мигает с периодом 1 сек (только для 11080 и при P03.09=1).	Перегрев силового блока.	Выключить и охладить преобразователь. Обеспечить лучшую вентиляцию силового блока.
12. Во время переходных процессов срабатывает защита SOC.	Ток преобразователя превысил значения I_{drvLIM}	Проверить настройку регулятора тока. Проверить значения параметров P03.11, P06.01, P06.02

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

Настройка номинального тока преобразователя

В случае, когда необходимо использовать двигатель с номинальным током якоря, значительно меньше номинального тока преобразователя (меньше на 25%), необходимо настроить номинальный ток преобразователя. С этим рабочие характеристики, указанные в **таблице 1**, сохраняются.

Номинальный ток преобразователя I_{drv_NOM} определяется резисторами **R26** и **R27**. Оба резистора соединены параллельно. Для выбранного номинального тока I_{drv_NOM} их эквивалентное сопротивление определяется зависимостью:

$$R_e = 360 / I_{drv_NOM}$$

где:

R_e – эквивалентное сопротивление в омах $[\Omega]$;

I_{drv_NOM} - номинальный ток преобразователя в амперах $[A]$.

Каждый резистор надо быть с мощностью, не меньше 250mW.

Для значений R_e , меньше 20 Ω , надо использовать два резистора.

Для значений R_e , больше 20 Ω , можно использовать один резистор.

Пример:

Для $I_{drv_NOM} = 32A$, $R_e = 360 / 32 = 11.2\Omega$. Резисторы **R26** = **R27** = 22 Ω .

Для $I_{drv_NOM} = 12A$, $R_e = 360 / 12 = 30.0\Omega$. Резистор **R26** = 30 Ω . Резистор **R27** не используется.

ВНИМАНИЕ!

При настройке номинального тока преобразователя, он должен не превышать номинального тока данного преобразователя, указанного в **таблице 1**.

В следующих таблицах указаны значения резисторов при настройке номинального тока для разных типов преобразователей.

Преобразователь тип 11010

$I_{nom}[A]$	16	15	14	13	12	11	10	9	8
$R_{\Sigma} [\Omega]$	22.5	24	25.7	27.6	30	32.7	36	40	45
$R_{26} [\Omega]$	22	24	51	51	30	33	36	82	91
$R_{27} [\Omega]$	-	-	51	62	-	-	-	82	91

Преобразователь тип 11030

$I_{nom}[A]$	32	30	28	26	24	22	20	18	16
$R_{\Sigma} [\Omega]$	11.2	12	12.8	13.8	15	16.3	18	20	22.5
$R_{26} [\Omega]$	22	24	27	27	30	33	36	39	22
$R_{27} [\Omega]$	22	24	24	27	30	33	33	39	-

Преобразователь тип 11080

$I_{nom}[A]$	80	75	70	65	60	55	50		
$R_{\Sigma} [\Omega]$	4.5	4.8	5.1	5.5	6	6.5	7.2		
$R_{26} [\Omega]$	9.1	9.1	10	11	12	13	13		
$R_{27} [\Omega]$	9.1	10	10	11	12	13	16		

Внимание: смена резисторов допускается только после выключения питания.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

МЕТОДИКА ДЛЯ РАСЧЕТА ТРАНСФОРМАТОРА ПИТАНИЯ

Исходные данные для расчета:

Номинальный ток якоря двигателя	- $I_{a\text{НОМ}}$;
Максимальное напряжение якоря двигателя	- $U_{a\text{МАХ}}$;
Линейное вторичное напряжение оперативной обмотки	- $U_{3\text{л}}$
Фазное вторичное напряжение оперативной обмотки	- $U_{3\text{ф}}$
Фазный вторичный ток оперативной обмотки	- $I_{3\text{ф}}$

Расчетные данные:

Линейное вторичное напряжение силовой обмотки	- $U_{2\text{л}}$;
Фазное вторичное напряжение силовой обмотки	- $U_{2\text{ф}}$;
Фазный вторичный ток силовой обмотки	- $I_{2\text{ф}}$
Типовая мощность трансформатора	- St ;

Данные трансформатора

Силовая вторичная обмотка 2:

$$U_{2\text{л}} = 0.85 * U_{a\text{МАХ}} [\text{V}]$$

$$U_{2\text{ф}} = 0.49 * U_{a\text{МАХ}} [\text{V}]$$

$$I_{2\text{ф}} = 0.817 * I_{a\text{НОМ}} [\text{A}]$$

Оперативная вторичная обмотка 3:

$$U_{3\text{л}} = 32 [\text{V}]$$

$$U_{3\text{ф}} = 18.4 [\text{V}]$$

$$I_{3\text{ф}} = 1 [\text{A}]$$

Типовая мощность трансформатора:

$$St = 1.26 * I_{a\text{НОМ}} * U_{a\text{МАХ}}$$

Соединение обмоток трансформатора:

первичная – треугольник;

вторичные – звезда.

Определение типовой мощности трансформатора питания для электроприводов работающих на одном режущем инструменте - допускается питание приводов быть общим, с одного трансформатора. В расчете типовая мощность трансформатора определяется по вышеуказанной методике для самого мощного двигателя и завышается на 20% для каждого следующего двигателя. Рекомендуется чтобы двигатели имели одинаковое максимальное напряжение.

ВНИМАНИЕ !

Силовые и синхронизирующие напряжения должны быть синфазным.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

Схемы подключения обмотки для синхронизации в зависимости от схемы подключения первичной и вторичной обмоток силового трансформатора

№	Силовой трехфазный трансформатор			Дополнительный трехфазный трансформатор / монофазные трансформаторы для синхронизации и оперативного питания	
	Силовые обмотки		Синхронизирующая обмотка	Первичная	Вторичная
	Первичная	Вторичная			
1	Звезда	Звезда	Звезда с выведенным звездным центром	Звезда	Звезда с выведенным звездным центром
	Автотрансформатор			Треугольник	Зиг-заг с выведенным центром
2	Звезда	Треугольник	Зиг-заг с выведенным центром	Звезда	Зиг-заг с выведенным центром
				Треугольник	Звезда с выведенным звездным центром
3	Треугольник	Треугольник	Зиг-заг с выведенным центром	Треугольник	Зиг-заг с выведенным центром
				Звезда	Звезда с изведен звезден център
4	Треугольник	Звезда	Звезда с выведенным звездным центром	Треугольник	Звезда с выведенным звездным центром
				Звезда	Зиг-заг с выведенным центром
5	Треугольник	Зиг - заг	Зиг-заг с выведенным центром	Треугольник	Зиг-заг с выведенным центром
				Звезда	Звезда с выведенным звездным центром

ПАСПОРТ

ТИРИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ПРИВОДА ПОДАЧИ

ТИП :.....

Сер. No :.....

Программа:

СД “ЕЛЛ - Данев, Божилов с-ие ”
Болгария
8801, г. Сливен, п.к. 207
ул. “Львова чешма”, No 2, ет. 3
Тел: (+359 44) 667 226
Факс: (+359 44) 667 933
e-mail: ell@ell-bg.com
<http://www.ell-bg.com>

САПСАН ООО,
141196 Россия
г. Фрязино, Московская област
Окружной проезд д.2, офис 112
Тел: +007(095) 562 90 63
Факс: +007(095) 702 95 84
e-mail: fryazino@globus.msk.ru
<http://www.sapsan-co.ru>

Гарантии изготовителя

Имя устройства:

“Тиристорные преобразователи для управления двигателей постоянного тока для привода подачи, типа”

Серийный No:

Дата выпуска:

Срок гарантии - 12 месяцев от начала эксплуатации, но не больше 18 месяцев после выпуска преобразователя производителем.

Руководитель: _____
/ /

Гарантийные обязанности

1. Изготовитель гарантирует соответствие преобразователя требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации и хранения.
2. Для преобразователей, применяемые с нарушением требований технических условий, гарантии изготовителя не распространяются.
3. Все вопросы, связанные с эксплуатацией или ремонту относить к производителю.

Комплектность преобразователя

- | | |
|------------------------|---------|
| • Преобразователь | - 1 шт. |
| • Техническое описание | - 1 шт. |
| Паспорт | - 1 шт. |
| Таблица параметров | - 1 шт. |

ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, ТИП:

СЕРИЙНЫЙ №:

1. АППАРАТНАЯ НАСТРОЙКА

Напряжение питания	
Номинальный ток якоря	
Максимальный ток якоря	
Макс. напряжение тахогенератора	
Энкодер	
Цифровые входы	
Цифровые выходы	

2. ПРОГРАММНАЯ НАСТРОЙКА - ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

№	Наименование параметра	Пределы изменения	Измерение	Значение	Новое значение
Группа 1 – параметры для наблюдения					
P01.01	Текущее значение задания для скорости	-100.0 ÷ 100.0	% N _{MAX}	-	-
P01.02	Текущее значение действительной скорости	-110.0 ÷ 110.0	% N _{MAX}	-	-
P01.03	Текущее значение задания для тока якоря	-600.0÷600.0 % P02.05	A	-	-
P01.04	Текущее значение действительного тока якоря	-600.0÷600.0 % P02.05	A	-	-
P01.05	Текущее значение напряжения якоря	-250.0 ÷ 250.0	V	-	-
P01.06	Состояние цифровых входов	-	bin	-	-
P01.07	Состояние цифровых выходов	-	bin	-	-
P01.08	Тест обратной связи по скорости	-	% U _{br}	-	-
P01.09	Текущее значение частоты сети питания	42.00 ÷ 68.00	Hz	-	-
P01.10	Текущее максимальное рассогласование синхронизации	-800 ÷ 800	µs	-	-
P01.11	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации	0 ÷ 50	-	-	-
P01.12	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз	0 ÷ 50	-	-	-
P01.13	Состояние силовых тиристоров	-	bin	-	-
Группа 2 – параметры преобразователя					
P02.01	Версия программы преобразователя	-	-	-	-
P02.02	Пароль для доступа	11	-	11	-
P02.03	Восстанавливание значений по умолчанию	0, 1	-	0	
P02.04	Режим работы преобразователя	0, 1	-	0	
P02.05	Номинальный ток преобразователя I _{drv} _{NOM}	5.0 ÷ 100.0	A		
P02.06	Выбор источника задания для скорости	0, 1	-	0	
P02.07	Задание для скорости при P02.06 = 1	-100.00÷100.00	% N _{MAX}	0.00	
P02.08	Тип обратной связи по скорости	0, 1	-	0	
P02.09	Смена знака задания для скорости	0, 1	-	0	
P02.10	Разрешающая способность энкодера	500 ÷ 2500	имп. / об.	2500	
P02.11	Смена знака обратной связи по скорости	0, 1	-	0	

№	Наименование параметра	Пределы изменения	Измерение	Значение	Новое значение
P02.12	Скорость вращения энкодера при максимальной скорости двигателя	500 ÷ 6000	min ⁻¹	2000	
Группа 3 – параметры защит					
P03.01	Допустимое число прерываний в синхронизации - защита SPF	5 ÷ 50	-	5	
P03.02	Максимальное число зарегистрированных прерываний синхронизации - защита SPF	0 ÷ 50	-	-	-
P03.03	Максимальное допустимое рассогласование синхронизации - защита SPF	100 ÷ 800	µs	400	
P03.04	Текущее максимальное рассогласование синхронизации - защита SPF	-800 ÷ 800	µs	-	-
P03.05	Допустимое число прерываний напряжений силовых фаз – защита HPF	5 ÷ 50	-	5	
P03.06	Максимальное число зарегистрированных прерываний силовых фаз - защиты HPF	0 ÷ 50	-	-	-
P03.07	Режим работы защиты HPF	0, 1	-	1	
P03.08	Время срабатывания защиты OLF (I ² t) от перегрузки двигателя	0.10 ÷ 5.00	s	0.40	
P03.09	Режим работы защиты OHF	0, 1	-	0	
P03.10	Предельно допустимая скорость N _{LIM} - защита SOS	100.0 ÷ 110.0	% N _{MAX}	105.0	
P03.11	Предельный ток I _{drvLIM} преобразователя - защита SOC	100.0 ÷ 600.0	% I _{aNOM}	570.0	
P03.12	Напряжение якоря для срабатывания защиты TGF	40.0 ÷ 80.0	% U _{amax}	50.0	
Группа 4 – параметры двигателя					
P04.01	Максимальное напряжение якоря U _{аMAX}	10 ÷ 250	V	98	
P04.02	Максимальная скорость Nm ₁ в т.1	25.0 ÷ P04.04	% N _{MAX}	25.0	
P04.03	Максимальное значение тока якоря I _{аMAX} в т.1	P04.05 ÷ 500.0	% I _{aNOM}	500.0	
P04.04	Максимальная скорость Nm ₂ в т.2	P04.02÷P04.06	% N _{MAX}	40.0	
P04.05	Максимальное значение тока якоря I _{ам2} в т.2	P04.07÷P04.03	% I _{aNOM}	400.0	
P04.06	Максимальная скорость Nm ₃ в т.3	P04.04÷P04.08	% N _{MAX}	60.0	
P04.07	Максимальное значение тока якоря I _{ам3} в т.3	P04.09÷P04.05	% I _{aNOM}	325.0	
P04.08	Максимальная скорость Nm ₄ в т.4	P04.06÷P04.10	% N _{MAX}	75.0	
P04.09	Максимальное значение тока якоря I _{ам4} в т.4	P04.11÷P04.07	% I _{aNOM}	275.0	
P04.10	Максимальная скорость Nm ₅ в т.5	P04.08÷P04.12	% N _{MAX}	90.0	
P04.11	Максимальное значение тока якоря I _{ам5} в т.5	P04.13÷P04.09	% I _{aNOM}	225.0	
P04.12	Максимальная скорость двигателя N _{MAX} в т.6	P04.10÷100.0	% N _{MAX}	100.0	
P04.13	Максимальное значение тока якоря I _{ам6} в т.6	100.0 ÷ P04.11	% I _{aNOM}	200.0	
Группа 5 – параметры регулятора скорости					
Параметр P05.14 = 0					
Переменная для адаптации – действительная скорость вращения					
P05.01	Смещение скорости	-1024 ÷ 1024	дискрети	0	
P05.02	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp1	0.1 ÷ 100.0	-	30.0	
P05.03	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp2	0.1 ÷ 100.0	-	15.0	
P05.04	Порог работы коэффициента усиления Kp1	0.00 ÷ P05.05	%	0.75	
P05.05	Порог работы коэффициента усиления Kp2	P05.04÷100.00	%	2.25	
P05.06	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn1	1.0 ÷ 1000.0	ms	20.0	

№	Наименование параметра	Пределы изменения	Измерение	Значение	Новое значение
P05.07	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn2	1.0 ÷ 1000.0	ms	40.0	
P05.08	Порог работы интегральной постоянной времени Tn1	0.00 ÷ P05.09	%	0.75	
P05.09	Порог работы интегральной постоянной времени Tn2	P05.08÷100.00	%	2.25	
P05.10	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt1	0.1 ÷ 100.0		15.0	
P05.11	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt2	0.1 ÷ 100.0		15.0	
P05.12	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt1	0.00 ÷ P05.13	%	0.75	
P05.13	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt2	P05.12÷100.00	%	2.25	
P05.14	Выбор переменной для адаптации	0, 1	-	0	0
Параметр P05.14 = 1 Переменная для адаптации – ошибка скорости					
P05.01	Смещение скорости	-1024 ÷ 1024	дискрети	0	
P05.02	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp1	0.1 ÷ 100.0	-	30.0	
P05.03	Коэффициент усиления регулятора скорости Kp2	0.1 ÷ 100.0	-	15.0	
P05.04	Порог работы коэффициента усиления Kp1	0.00 ÷ P05.05	%	0.30	
P05.05	Порог работы коэффициента усиления Kp2	P05.04÷100.00	%	1.80	
P05.06	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn1	1.0 ÷ 1000.0	ms	20.0	
P05.07	Интегральная постоянная времени регулятора скорости Tn2	1.0 ÷ 1000.0	ms	40.0	
P05.08	Порог работы интегральной постоянной времени Tn1	0.00 ÷ P05.09	%	0.30	
P05.09	Порог работы интегральной постоянной времени Tn2	P05.08÷100.00	%	1.80	
P05.10	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt1	0.1 ÷ 100.0		15.0	
P05.11	Дифференциальная постоянная времени регулятора скорости Dt2	0.1 ÷ 100.0		15.0	
P05.12	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt1	0.00 ÷ P05.13	%	0.30	
P05.13	Порог работы дифференциальной постоянной времени Dt2	P05.12÷100.00	%	1.80	
P05.14	Выбор переменной для адаптации	0, 1	-	0	1
Группа 6 – параметры регулятора тока якоря					
P06.01	Коэффициент усиления регулятора тока якоря	0.01 ÷ 10.00	-	0.13	
P06.02	Постоянная времени регулятора тока якоря	10.0 ÷ 1000.0	ms	15.0	
P06.03	Настройка амплитуды тока фазы L1	-64 ÷ 64	дискрети	0	
P06.04	Настройка амплитуды тока фазы L2	-64 ÷ 64	дискрети	0	
P06.05	Настройка амплитуды тока фазы L3	-64 ÷ 64	дискрети	0	
P06.06	Смещение тока	-50÷50 % P02.05	A	0.0	
Группа 07 – параметры терминала					
P07.01	Настройка языка терминала	0, 1, 2	-	0	
P07.02	Время опреснения индикации	1 ÷ 1000	ms	1000	

№	Наименование параметра	Пределы изменения	Измерение	Значение	Новое значение
Группа 08 – история ошибок					
P08.01	Ошибка 1	-	-	EMPTY	-
P08.02	Ошибка 2	-	-	EMPTY	-
P08.03	Ошибка 3	-	-	EMPTY	-
P08.04	Ошибка 4	-	-	EMPTY	-
P08.05	Ошибка 5	-	-	EMPTY	-
P08.06	Ошибка 6	-	-	EMPTY	-
P08.07	Ошибка 7	-	-	EMPTY	-
P08.08	Ошибка 8	-	-	EMPTY	-
P08.09	Ошибка 9	-	-	EMPTY	-
P08.10	Ошибка 10	-	-	EMPTY	-
P08.11	Нулирование ошибок	0, 1	-	0	

Замечания:

1. Значение пароля для доступа до редактирования параметров 11;
2. Параметры в темных полях могут быть измененными только после введения пароля и выключенной команды ON.

Провел испытания:	Подпис:	Дата:
--------------------------	----------------	--------------