Микроконтроллер BE-U1000

Плата расширения EXU-NET-1.1

Техническое описание

АО «БАЙКАЛ ЭЛЕКТРОНИКС», ИНН: 7707767484

АО «БАЙКАЛ ЭЛЕКТРОНИКС» оставляет за собой право вносить
любые изменения в настоящий документ без дополнительного уведомления

Содержание

Список иллюстраций 2
Список таблиц 2
1 Введение 3
2 Сокращения, термины и определения 4
3 Технические характеристики 5
3.1 Функциональные возможности 5
3.2 Подсистема питания 6
3.3 Канал интерфейса RS-485 8
3.4 Канал интерфейса Ethernet 9
3.5 Канал интерфейса CAN 11
3.6 Назначение выводов разъемов 13
3.7 Конструктивные характеристики 16
3.8 Пользовательский интерфейс 17
История изменений 18
Контактные данные 19

Список иллюстраций

Рисунок 1 – Внешний вид EXU-NET-1.1 3
Рисунок 2 – Функциональная схема EXU-NET-1.1 5
Рисунок 3 – Схема подсистемы питания 7
Рисунок 4 – Интерфейс RS-485 8
Рисунок 5 – Схема цепей управления контроллером интерфейса Ethernet 9
Рисунок 6 – Схема группы подключения контроллера интерфейса Ethernet к сети 10
Рисунок 7 – Схема тактирования и сброса контроллера интерфейса Ethernet 11
Рисунок 8 – Принципиальная электрическая схема каналов CAN 12
Рисунок 9 – Габаритные и установочные размеры 16
Рисунок 10 – Расположение элементов пользовательского интерфейса 17

Список таблиц

Таблица 1 – Сокращения, термины и определения 4
Таблица 2 – Линии питания 8
Таблица 3 – Соответствие выбранного режима работы состояниям выводов PMODE 9
Таблица 4 – Зависимость режима работы трансивера CAN от состояния входа STB 11
Таблица 5 – Обозначения назначений контактов разъемов 13
Таблица 6 – Назначение контактов разъема X2 и функций выводов МК 13
Таблица 7 – Назначение контактов разъема X3 14
Таблица 8 – Назначение контактов разъема X4 15
Таблица 9 – Назначение контактов разъема X1 15
Таблица 10 – Назначение контактов разъема X5 16
Таблица 11 – Назначение контактов разъемов X6, X7 16
Таблица 12 – Назначение контактов разъемов X8, X9 16
Таблица 13 – Элементы пользовательского интерфейса 17

1 Введение

1.1 В документе приведена общая информация и основные технические характеристики платы EXU-NET-1.1, предназначенной для расширения функциональных возможностей отладочных плат серии EVU-BA.

1.2 Общая информация о микроконтроллерах BE-U и платах серии EVU-BA приведены в документации на портале mcu.baikalelectronics.ru.

1.3 Внешний вид EXU-NET-1.1 приведен на рисунке 1.

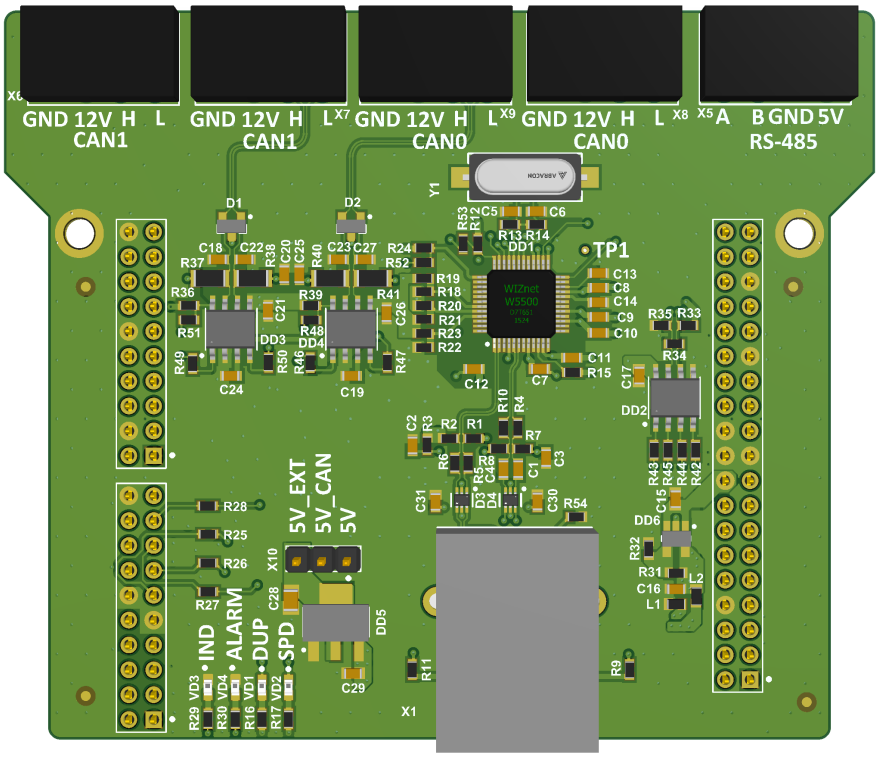


Рисунок 1 – Внешний вид EXU-NET-1.1

2 Сокращения, термины и определения

2.1 Сокращения, термины и определения, используемые в настоящем техническом описании, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сокращения, термины и определения

Сокращение	Расшифровка
CAN	Controller Area Network Высоконадежный последовательный промышленный сетевой интерфейс скоростного двустороннего обмена данными
8P8C («RJ45»)	8 Position 8 Contact («Registered Jack 45») Стандартизированный разъем для подключения сетевых устройств Ethernet
RS-485	Recommended Standard 485 Промышленный стандарт передачи данных по витой паре
SPI	Serial Peripheral Interface Синхронный последовательный интерфейс высокоскоростного двустороннего обмена данными
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol Стек протоколов передачи данных, обеспечивающий обмен информацией между устройствами в локальных и глобальных сетях
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter Асинхронный последовательный интерфейс для двустороннего обмена данными
МК	Микроконтроллер BE-U1000 управляющей платы серии EVU-BA

3 Технические характеристики

3.1 Функциональные возможности

3.1.1 Плата EXU-NET-1.1 конструктивно и электрически совместима с отладочными платами серии EVU-BA и предназначена для расширения их функциональных возможностей за счет интерфейсов Ethernet, RS-485 и CAN, которые могут применяться для связи с периферийными устройствами в следующих областях:

– промышленная автоматизация;

– транспорт и специальная техника;

– системы мониторинга и учета;

– робототехника;

– другие области, требующие подключения через указанные интерфейсы.

3.1.2 Функциональная схема EXU-NET-1.1 приведена на рисунке 2.

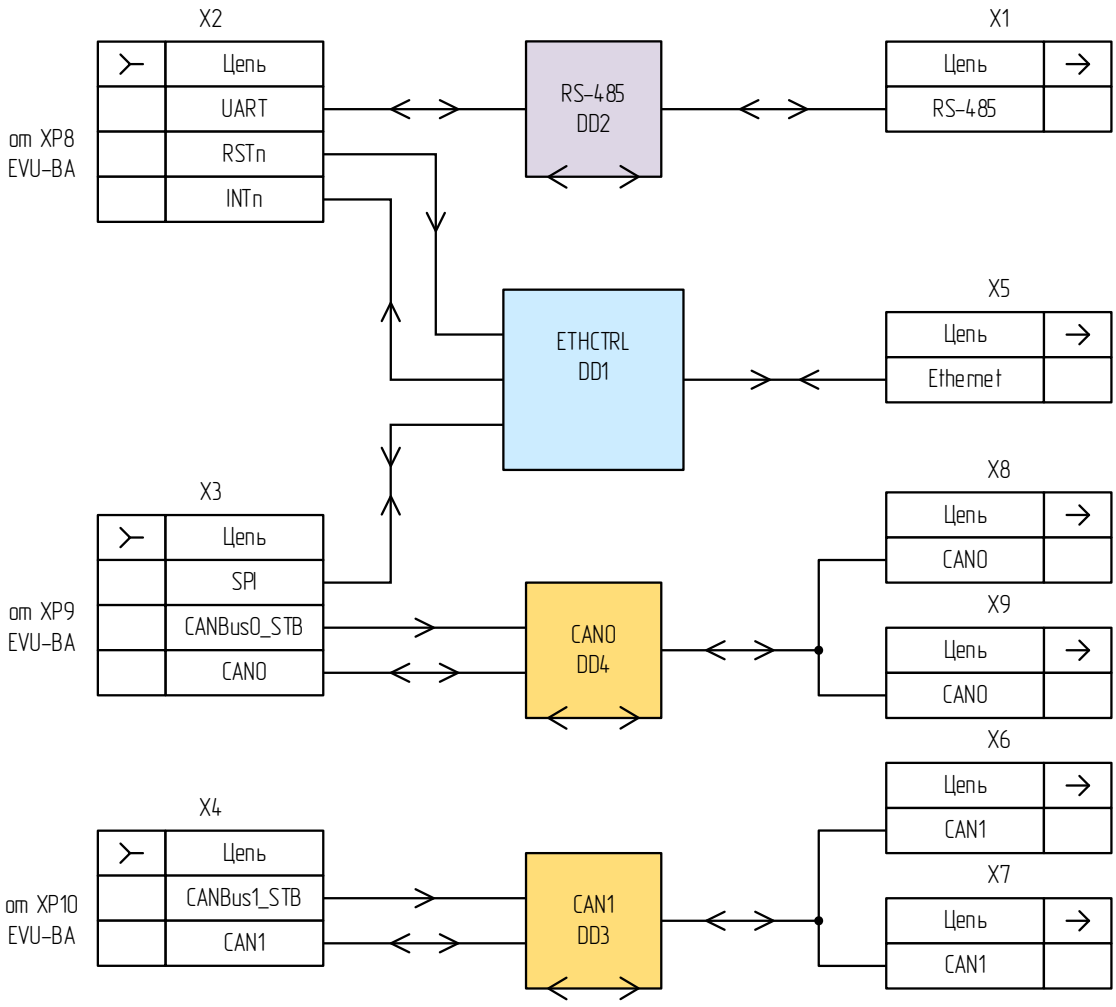


Рисунок 2 – Функциональная схема EXU-NET-1.1

3.1.3 Интерфейсы:

– RS-485;

– Ethernet;

– CAN.

3.1.4 Характеристики интерфейса RS-485:

– полудуплексный режим передачи данных;

– скорость передачи данных до 12 Мбит/с;

– защита от перенапряжений и электростатических разрядов до 15 кВ.

3.1.5 Характеристики интерфейса Ethernet:

– аппаратная реализация стека TCP/IP, физического и канального уровней;

– полу- и полнодуплексный режимы передачи данных;

– скорости передачи данных 10 и 100 Мбит/с;

– аппаратный выбор режима и скорости передачи данных;

– сигнализация сетевых событий;

– гальваническая развязка линии;

– защита от перенапряжений и электростатических разрядов.

3.1.6 Характеристики интерфейса CAN:

– два независимых канала CAN0 и CAN1;

– полудуплексный режим передачи данных;

– скорость передачи данных до 5 Мбит/с;

– 4 разъема физического подключения устройств (по 2 для каждого канала);

– режим пониженного электропотребления;

– защита от перенапряжений и электростатических разрядов до 30 кВ;

– аппаратный выбор источника питания трансиверов.

3.2 Подсистема питания

3.2.1 Питание интерфейсных устройств (сетевой контроллер DD1, трансиверы DD2, DD3, DD4) осуществляется от импульсного преобразователя DD6, понижающего напряжение, поступающее с разъема X2 от управляющей платы, с 5 В до 3,3 В.

3.2.2 Питание трансиверов CAN (DD3, DD4) может осуществляться как от управляющей платы (цепь 5V), так и по изолированной линии с разъемов подключения внешних устройств CAN (цепь 12V).

Выбор источника производится установкой перемычки на разъеме X10:

– положение 1-2 – цепь 5V;

– положение 2-3 – цепь 12V.

3.2.3 Схема подсистемы питания EXU-NET-1.1 приведена на рисунке 3.

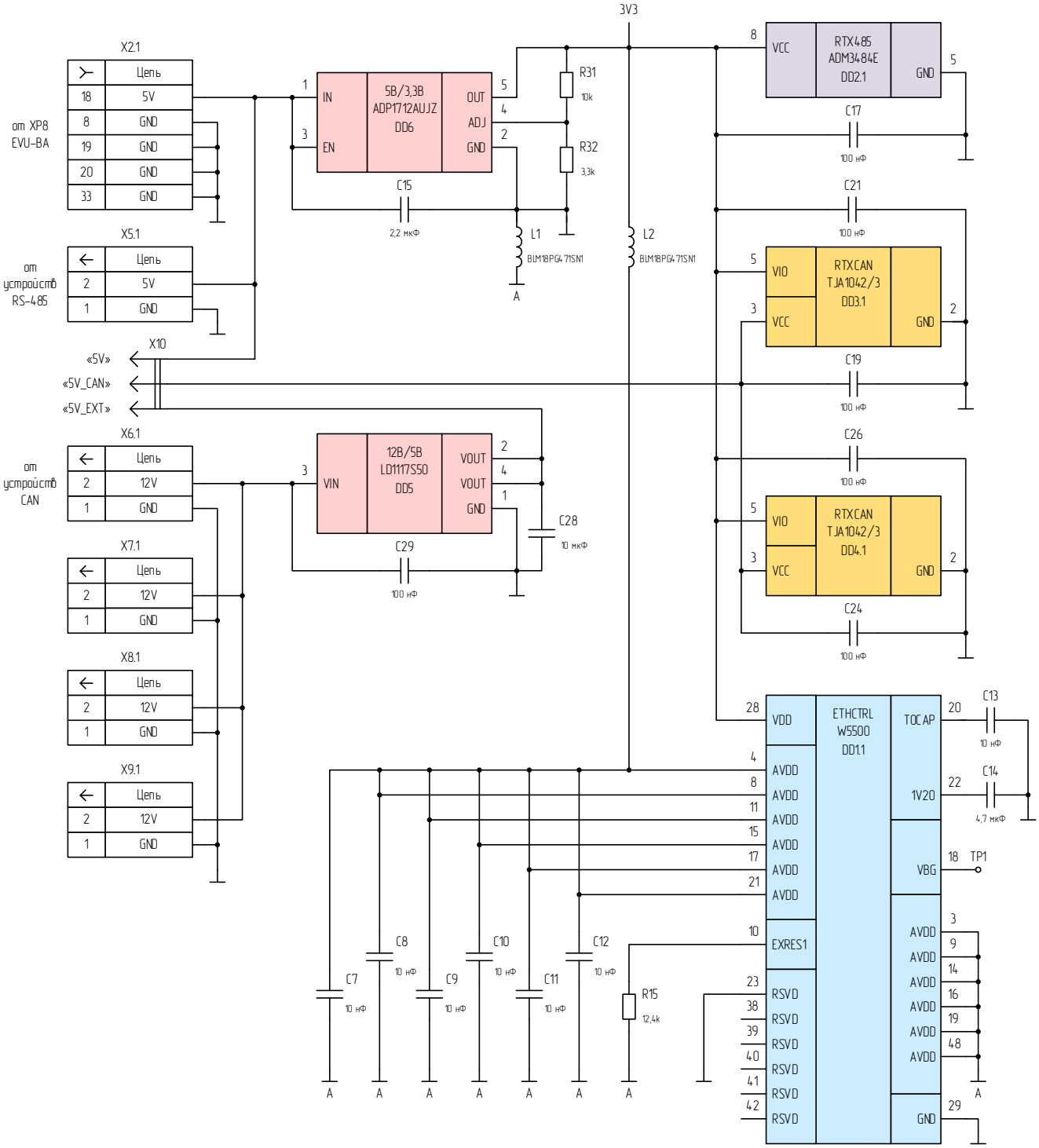


Рисунок 3 – Схема подсистемы питания

3.2.4 Перечень линий питания с указанием их источников приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Линии питания

Цепь	Напряжение	Источник
5V	5 В	Разъем X2
12V	12 В	Разъемы X6…X9
3V3	3,3 В	Стабилизатор напряжения DD6
3V3A	3,3 В (аналоговое)	Стабилизатор напряжения DD6 (через феррит L2)
5V_EXT	5 В	Стабилизатор напряжения DD5
5V_CAN	5 В	Разъем X10

3.3 Канал интерфейса RS-485

3.3.1 Связь по интерфейсу RS-485 осуществляется через трансивер DD2, обеспечивающий обмен данными между МК управляющей платы и внешними устройствами со скоростью до 12 Мбит/с в полудуплексном режиме. Трансивер выполняет двунаправленное преобразование логических сигналов UART, поступающих через разъем X2 и дифференциальных сигналов с разъема X5.

Для обеспечения гарантированного состояния на дифференциальной линии размещена цепь терминации и смещения, включающая резисторы R33, R34, R35.

Защита линии от перенапряжения и электростатических разрядов (до 15 кВ) осуществляется встроенными средствами трансивера.

Принципиальная электрическая схема канала RS-485 приведена на рисунке 4.

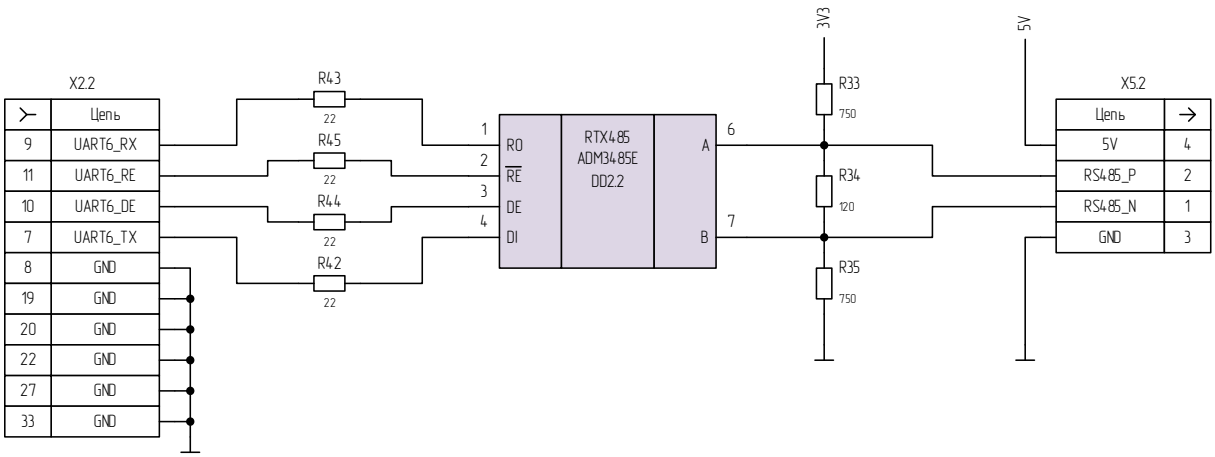


Рисунок 4 – Интерфейс RS-485

3.4 Канал интерфейса Ethernet

3.4.1 Интерфейс для подключения к сети Ethernet реализован на базе сетевого контроллера DD1 WIZnet W5500. Контроллер аппаратно реализует стек протоколов TCP/IP, физический (PHY) и канальный (MAC) уровни 10Base-T/100Base-TX.

3.4.2 Подключение контроллера к МК осуществляется по интерфейсу SPI в режиме ведомого («slave») через разъем X3.

3.4.3 Режим работы «PHY» определяется конфигурацией логических уровней на выводах PMODE[2:0]. Выбор осуществляется установкой на плате подтягивающих резисторов R18…R23. Соответствие выбранного режима работы состояниям выводов PMODE приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Соответствие выбранного режима работы состояниям выводов PMODE

Логический уровень на выводах PMODE[2:0]			**Режим работы**
2	**1**	**0**	
0	0	0	10BASE-T полудуплексный, без автосогласования
0	0	1	10BASE-T полнодуплексный, без автосогласования
0	1	0	100BASE-T полудуплексный, без автосогласования
0	1	1	100BASE-TX полнодуплексный, без автосогласования
1	0	0	100BASE-TX полудуплексный, автосогласование
1	1	1	Любой согласованный стандарт, автосогласование

По умолчанию интерфейс PHY настроен на работу в режиме «любой согласованный стандарт, автосогласование».

Схема цепей управления контроллера интерфейса Ethernet приведена на рисунке 5.

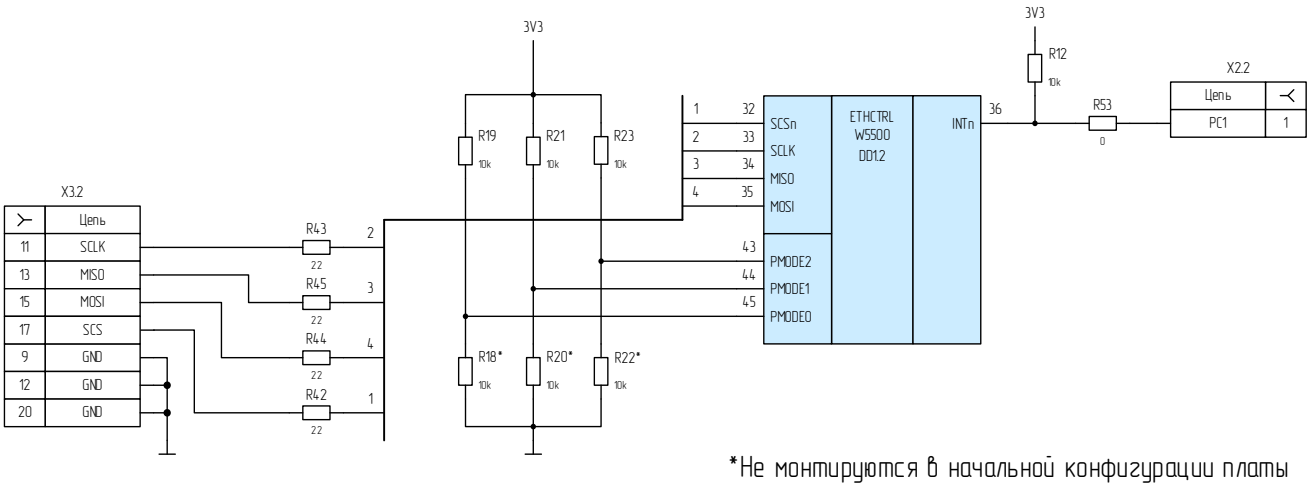


Рисунок 5 – Схема цепей управления контроллером интерфейса Ethernet

Вывод INTn используется для оповещения МК о сетевых событиях интерфейса (установка/разрыв соединения, конфликт IP-адресов и др.). Сигнал передается через разъем X2.

Сигнал INTn имеет низкий активный логический уровень. По умолчанию вывод подтянут к 3,3 В резистором R12.

3.4.4 Физическое подключение к сети Ethernet выполняется через устройство X1 — розетка 8P8C («RJ45») со встроенным импульсным трансформатором и светодиодными индикаторами.

Поскольку выход передатчика сетевого контроллера представляет собой токовый драйвер, на линиях TD+/- установлены нагрузочные резисторы R1 и R2 номиналом с суммарным сопротивлением около 100 Ом, соответствующим импедансу первичной обмотки трансформатора разъема.

Конденсаторы C1 и C4 на линиях RD+/- обеспечивают дополнительную развязку по постоянному току от трансформатора, а цепь R7 (R8) + C3 создает правильную конечную нагрузку и защиту от синфазных помех непосредственно на входе канала приема контроллера.

Для защиты интерфейса от перенапряжений и электростатических разрядов на шине установлены диодные сборки D3 и D4.

Текущий режим работы контроллера отображается светодиодными индикаторами:

– LINKLED – соединение с внешним устройством установлено;

– ACTLED – прием / передача данных;

– DUPLED – полнодуплексный режим;

– SPDLED – скорость приема / передачи данных – 100 Мбит/с.

Индикаторы встроены в устройство X1. Индикация состояний DUPLED и SPDLED продублирована светодиодными индикаторами DUP и SPD на плате.

Схема группы подключения контроллера к сети Ethernet показана на рисунке 6.

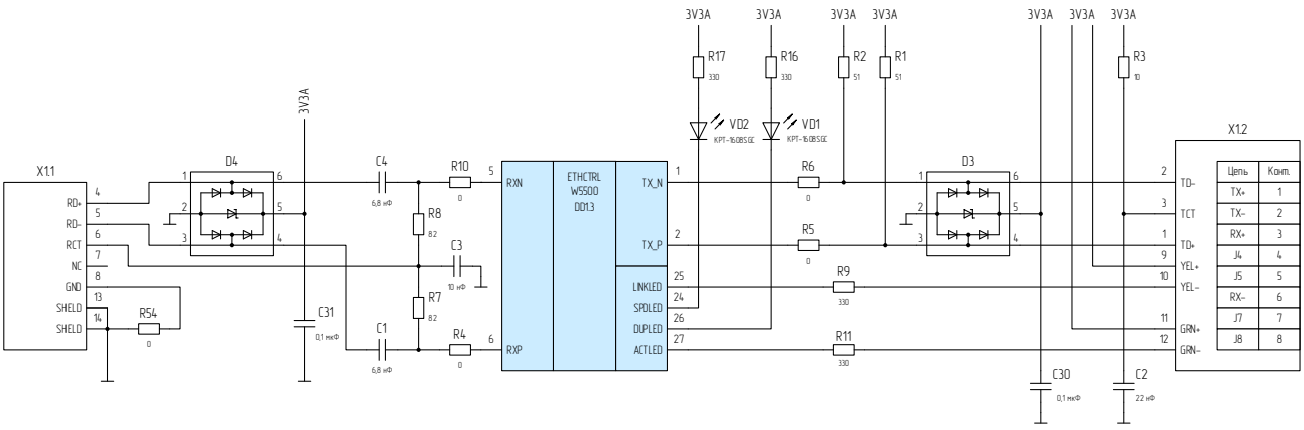


Рисунок 6 – Схема группы подключения контроллера интерфейса Ethernet к сети

3.4.5 Тактовый сигнал 25 МГц формируется внешним резонансным контуром, состоящим из кварцевого резонатора Y1 и нагрузочных конденсаторов C5, C6.

Сброс контроллера осуществляется подачей сигнала RSTn на одноименный вывод. Сигнал формируется МК управляющей платы и передается на плату через разъем X2.

Схема тактирования и сброса контроллера интерфейса показана на рисунке 7.

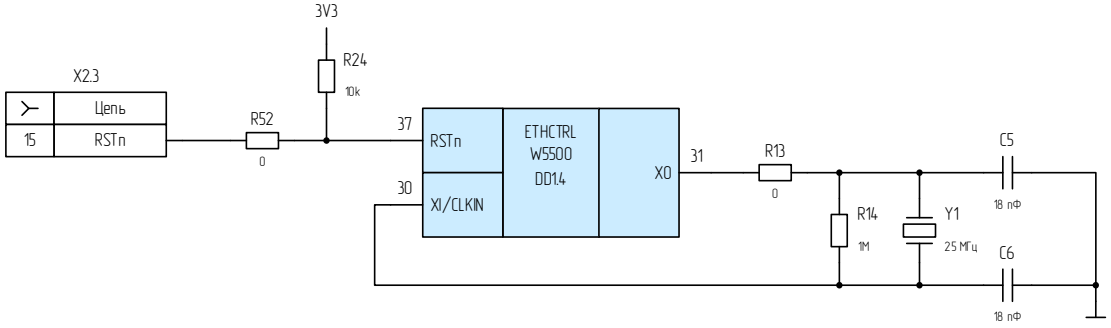


Рисунок 7 – Схема тактирования и сброса контроллера интерфейса Ethernet

Сигнал RSTn активен при низком логическом уровне. По умолчанию вывод подтянут к линии питания 3V3 резистором R24.

3.5 Канал интерфейса CAN

3.5.1 EXU-NET-1.1 содержит два независимых канала CAN0 и CAN1. Связь с внешними устройствами осуществляется через трансиверы DD3 и DD4, обеспечивающими обмен данными по протоколам CAN2.0A (до 1 Мбит/с) и CAN FD (до 5 Мбит/с) в полудуплексном режиме.

Трансиверы выполняют двунаправленное преобразование логических сигналов от МК управляющей платы, поступающих с разъемов X3 и X4, и дифференциальных сигналов от внешних устройств с разъемов X6, X7 (CAN1) и X8, X9 (CAN0).

Трансиверы имеют два режима работы, определяемые логическими уровнями на входах STB, задаваемыми сигналами CANBus0_STB и CANBus1_STB. Зависимость режима работы от состояния входа STB трансивера показана в таблице 4.

Таблица 4 – Зависимость режима работы трансивера CAN от состояния входа STB

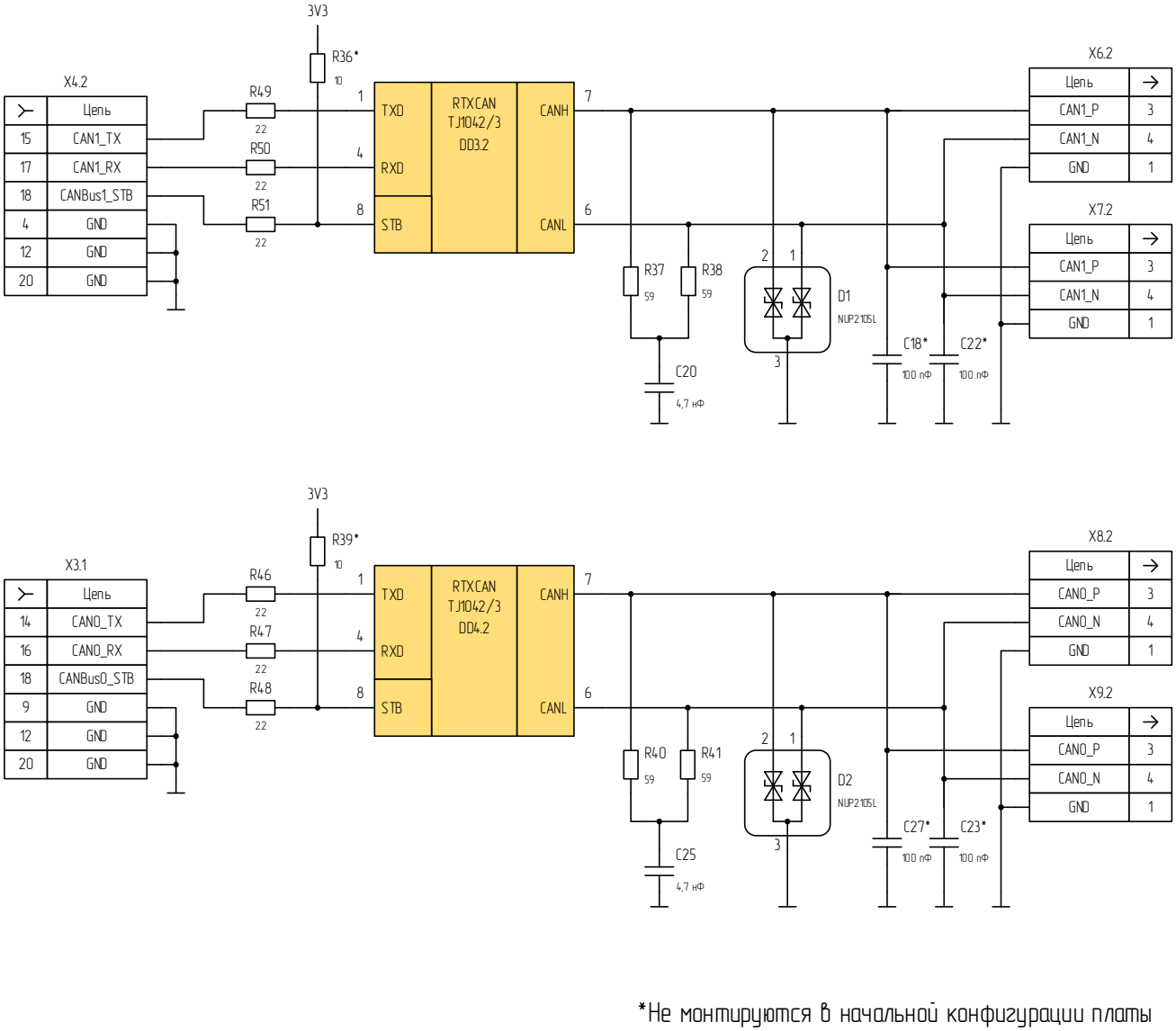
Логический уровень на входе STB	Режим работы трансивера
0	Нормальный режим (прием / передача данных)
1	Режим ожидания (пробуждение при обнаружении активности в канале)

3.5.2 Режим пониженного потребления в условиях отсутствия сигналов управления от МК задан резисторами R36 для CAN1 и R39 для CAN0.

Для согласования линий применены сплит-терминаторы (R37, R38, C20 – CAN1 и R40, R41, C25 – CAN0).

Для защиты каналов от перенапряжений и разрядов статического электричества до 30 кВ на линиях применены диодные сборки D1 и D2. Для подавления синфазных помех на линиях могут быть установлены фильтрующие конденсаторы C18 и C22 (для CAN1) и C23 и C27 (для CAN0).

Принципиальная электрическая схема каналов CAN приведена на рисунке 8.



*Не монтируются в начальной конфигурации платы

Рисунок 8 – Принципиальная электрическая схема каналов CAN

3.6 Назначение выводов разъемов

3.6.1 Назначения контактов выводов разъемов для подключения управляющих плат EVU-BA приведены в таблицах 6-8.

Обозначения назначений контактов, используемых в настоящем разделе, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Обозначения назначений контактов разъемов

Обозначение	Назначение
I	Цифровой вход
O	Цифровой выход
AI	Аналоговый вход
AO	Аналоговый выход
PWR	Ввод/вывод питания
GND	Общий вывод земли
SHIELD	Защитный вывод (экран)
NC	Не используется

3.6.2 Назначения контактов разъемов для подключения управляющих плат EVU-BA и функции выводов МК приведены в таблицах 6-12.

Таблица 6 – Назначение контактов разъема X2 и функций выводов МК

Вывод	Тип	Цепь	Назначение	Функция вывода МК
1	NC	–	–	–
2	O	INTn	GPIO	PC1
3	NC	–	–	–
4	NC	–	–	–
5	NC	–	–	–
6	NC	–	–	–
7	I	UART6_TX/PC6	UART6_TX	PC6
8	GND	GND	Общий вывод земли	–
9	O	UART6_RX/PC7	UART6_RX	PC7
10	I	UART6_DE/PC8	UART6_DE	PC8
11	I	UART6_RE/PC9	UART6_RE	PC9
12	NC	–	–	–
13	NC	–	–	–
14	NC	–	–	–
15	I	RSTn	GPIO	PC11
16	NC	–	–	–
17	NC	–	–	–
18	PWR	5V	Ввод питания 5 В	–
19	GND	GND	Общий вывод земли	–
20	GND	GND	Общий вывод земли	–

Вывод	Тип	Цепь	Назначение	Функция вывода МК
21	NC	–	–	–
22	GND	GND	Общий вывод земли	–
23	NC	–	–	–
24	NC	–	–	–
25	NC	–	–	–
26	NC	–	–	–
27	GND	GND	Общий вывод земли	–
28	NC	–	–	–
29	NC	–	–	–
30	NC	–	–	–
31	NC	–	–	–
32	NC	–	–	–
33	GND	GND	Общий вывод земли	–
34	NC	–	–	–
35	NC	–	–	–
36	NC	–	–	–
37	NC	–	–	–
38	NC	–	–	–

Таблица 7 – Назначение контактов разъема X3

Вывод	Тип	Цепь	Назначение	Функция вывода МК
1	NC	–	–	–
2	NC	–	–	–
3	NC	–	–	–
4	NC	–	–	–
5	NC	–	–	–
6	NC	–	–	–
7	NC	–	–	–
8	NC	–	–	–
9	GND	GND	Общий вывод земли	–
10	NC	–	–	–
11	I	SCLK	SPI1_SCK	PA9
12	GND	GND	Общий вывод земли	–
13	O	MISO	SPI1_MISO	PA11
14	I	CAN0_TX/PA14	CAN0_TX	PA14
15	I	MOSI	SPI1_MOSI	PA10
16	O	CAN0_RX/PA15	CAN0_RX	PA15
17	I	SCS	SPI1_CSN	PA8
18	NC	–	–	–
19	I	CANBus0_STB	GPIO	PA13
20	GND	GND	Общий вывод земли	–

Таблица 8 – Назначение контактов разъема X4

Вывод	Тип	Цепь	Назначение	Функция вывода МК
1	I	PB0	GPIO	PB0
2	I	PB1	GPIO	PB1
3	NC	–	–	–
4	GND	GND	Общий вывод земли	–
5	NC	–	–	–
6	NC	–	–	–
7	NC	–	–	–
8	NC	–	–	–
9	NC	–	–	–
10	NC	–	–	–
11	NC	–	–	–
12	GND	GND	Общий вывод земли	–
13	NC	–	–	–
14	NC	–	–	–
15	I	CAN1_TX/PB6	CAN1_TX	PB6
16	NC	–	–	–
17	O	CAN1_RX/PB7	CAN1_RX	PB7
18	I	CANBus1_STB	GPIO	PB11
19	NC	–	–	–
20	GND	GND	Общий вывод земли	–

Назначение контактов разъемов для подключения внешних устройств приведены в таблицах 9-12.

Таблица 9 – Назначение контактов разъема X1

Вывод	Тип	Цепь	Назначение
1	O	TX0_P	Передача данных внешним устройствам по Ethernet
2	O	TX0_N	
3	PWR	TCT	Средняя точка встроенного трансформатора TX
4	I	RX0_P	Прием данных от внешних устройств по Ethernet
5	I	RX0_N	
6	PWR	RCT	Средняя точка встроенного трансформатора RX
7	NC	–	–
8	GND	GND	Общий вывод заземления
9	PWR	3V3	Индикация активности процесса передачи данных
10	O	ACTLED	
11	PWR	3V3	Индикация установленного соединения Ethernet
12	O	LINKLED	
13	SHIELD	GND	Экранирование корпуса разъема
14	SHIELD	GND	

Таблица 10 – Назначение контактов разъема X5

Вывод	Тип	Цепь	Назначение
1	I/O	RS485_N	Обмен данными с внешними устройствами по RS-485
2	I/O	RS485_P	
3	PWR	GND	Шина питания канала RS-485
4	PWR	5V	

Таблица 11 – Назначение контактов разъемов X6, X7

Вывод	Тип	Цепь	Назначение
1	PWR	GND	Шина питания канала CAN1
2	PWR	12V	
3	I/O	CAN1_P	Обмен данными с внешними устройствами по CAN1
4	I/O	CAN1_H	

Таблица 12 – Назначение контактов разъемов X8, X9

Вывод	Тип	Цепь	Назначение
1	PWR	GND	Шина питания канала CAN0
2	PWR	12V	
3	I/O	CAN0_P	Обмен данными с внешними устройствами по CAN0
4	I/O	CAN0_H	

3.7 Конструктивные характеристики

3.7.1 Плата EXU-NET-1.1 конструктивно и электрически совместима с отладочными платами серии EVU-BA.

3.7.2 Габаритные и установочные размеры EXU-NET-1.1 приведены на рисунке 9.

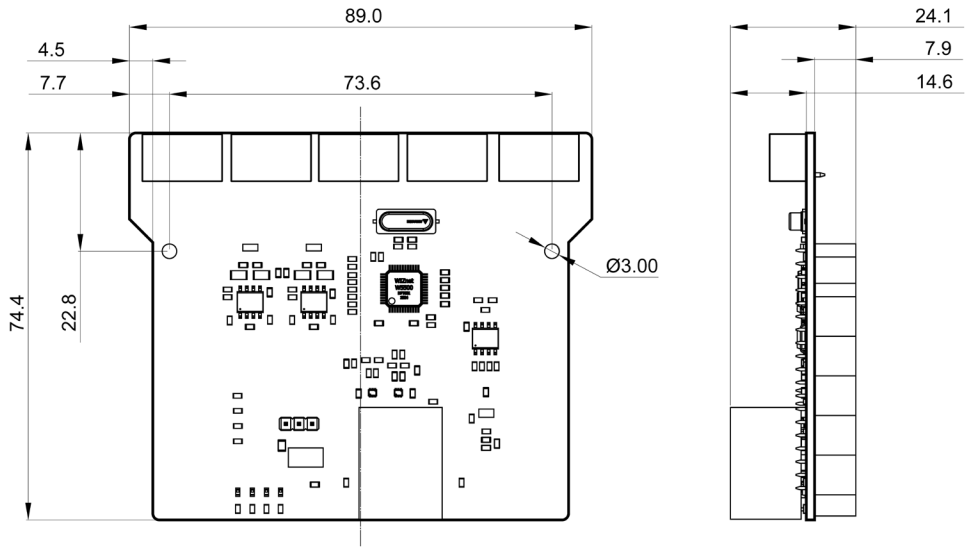


Рисунок 9 – Габаритные и установочные размеры

3.8 Пользовательский интерфейс

3.8.1 Расположение элементов пользовательского интерфейса EXU-NET-1.1 показано на рисунке 10.

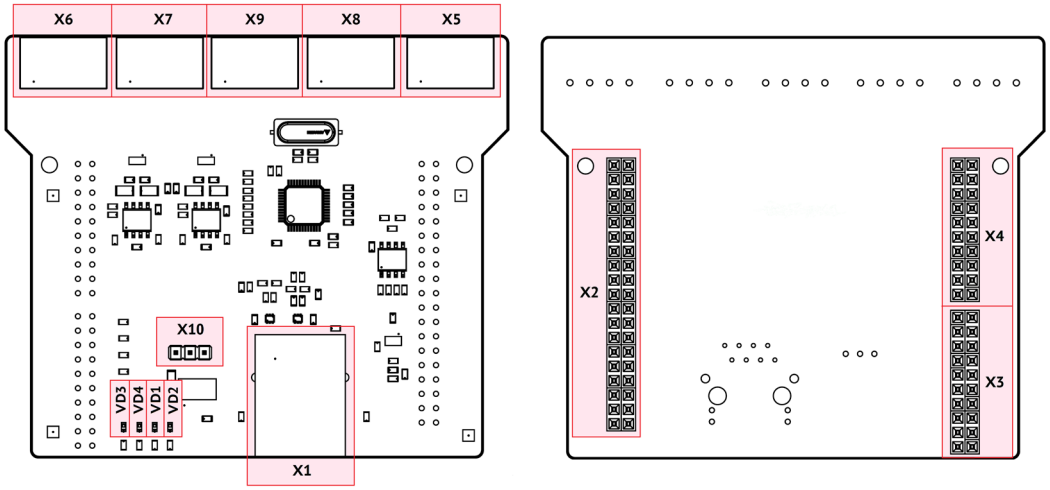


Рисунок 10 – Расположение элементов пользовательского интерфейса

3.8.2 Перечень и функциональное описание элементов приведены таблице 13.

Таблица 13 – Элементы пользовательского интерфейса

Позиционное обозначение	Описание
Разъемы	
X1	Подключение внешних устройств по Ethernet
X2, X3, X4	Подключение к управляющей плате EVU-BA
X5	Подключение внешних устройств по RS-485
X6, X7	Подключение внешних устройств по CAN1
X8, X9	Подключение внешних устройств по CAN0
X10	Выбор источника питания трансиверов CAN
Светодиодные индикаторы	
X1 (встроенные в разъем)	LINKLED – соединение с внешним устройством установлено
	ACTLED – прием / передача данных по Ethernet
	DUPLED – полнодуплексный режим Ethernet
	SPDLED – скорость приема / передачи данных по Ethernet – 100 Мбит/с
VD1	DUP – работа Ethernet в полнодуплексном режиме (дублирует DUPLED)
VD2	SPD – прием / передача данных по Ethernet 100 Мбит/с (дублирует SPDLED)
VD3	IND – управляется программно МК управляющей платы
VD4	ALARM – несоответствие в работе платы

История изменений

Версия	Дата	Описание
1.1.1	09.11.2026	Первая версия документа

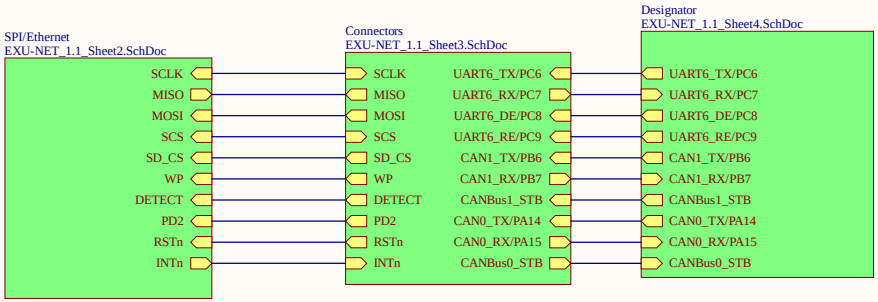
Контактные данные

Официальный сайт
www.baikalelectronics.ru

Главный офис
www.baikalelectronics.ru/contacts

Электронная почта
info@baikalelectronics.ru

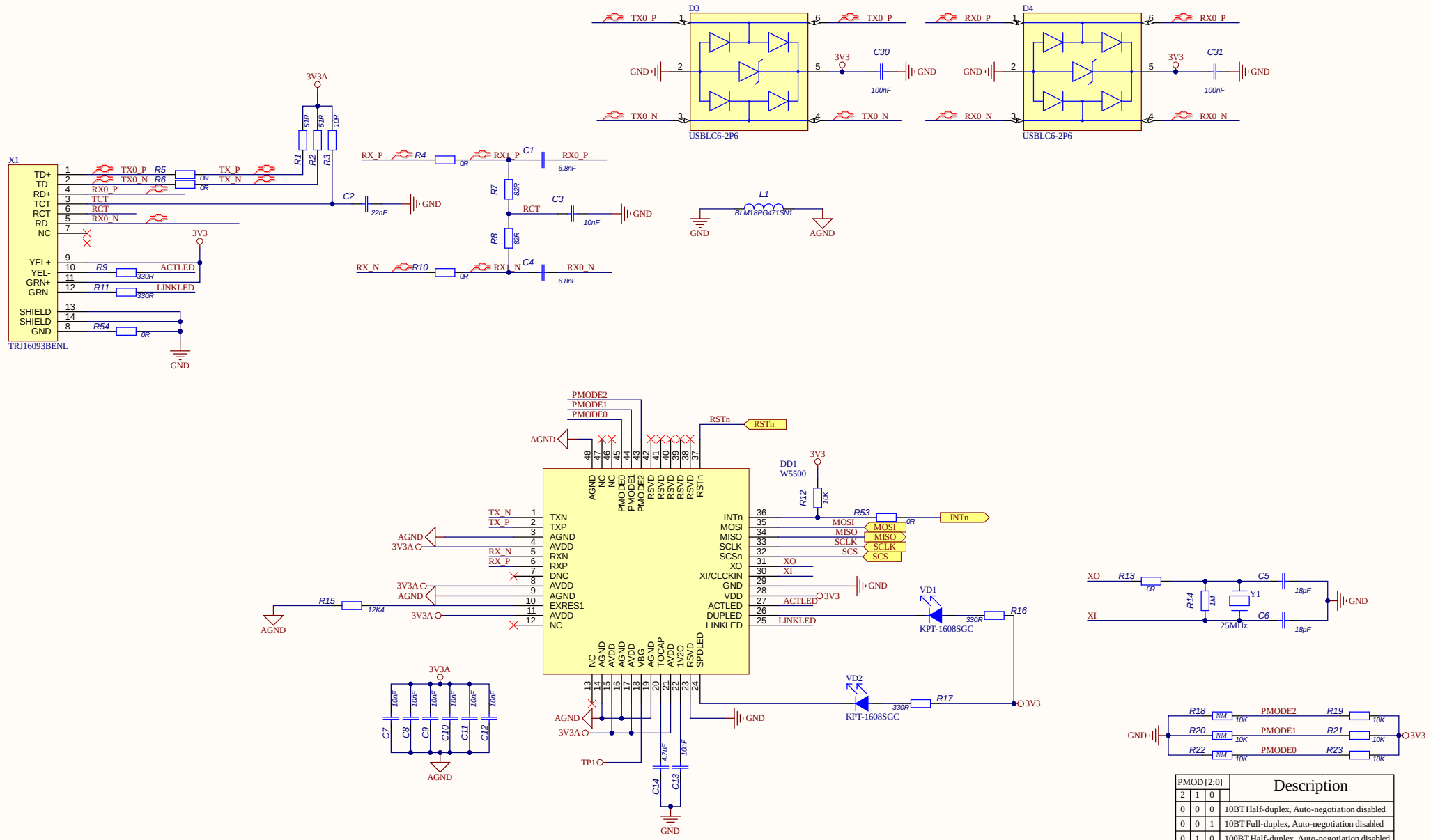
Телефон
+7 495 221-39-47

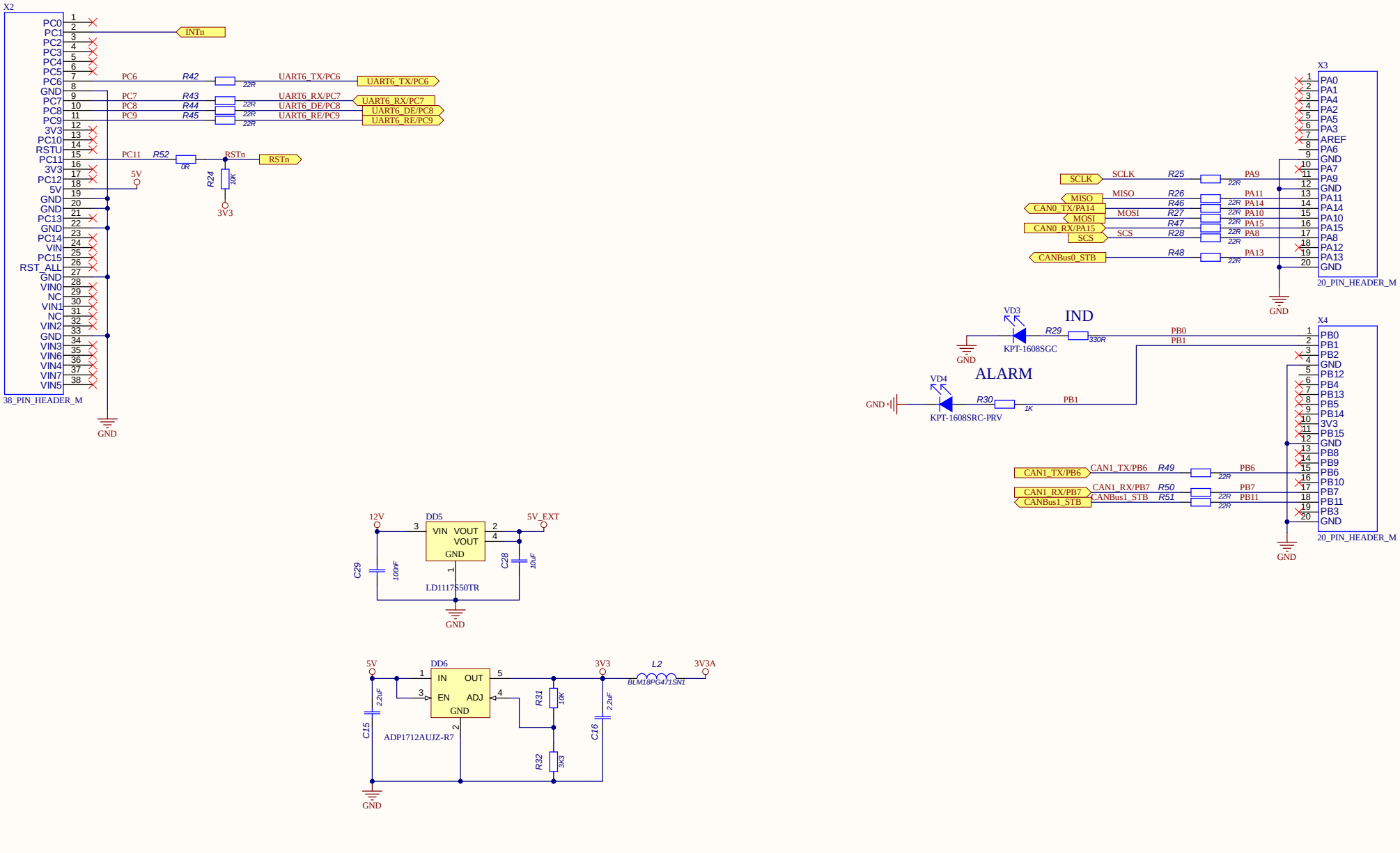


PROJECT NAME	**EXU-NET**
PROJECT Version	**1.1**
SHEET TITLE	**MAIN LIST**
PRODUCT NUMBER	**=PN**
REVISION	**44b52e23; 20:50:37**
LAST MODIFIED	**27.05.2026**

Baikal ELECTRONICS

SHEET 1 OF 5

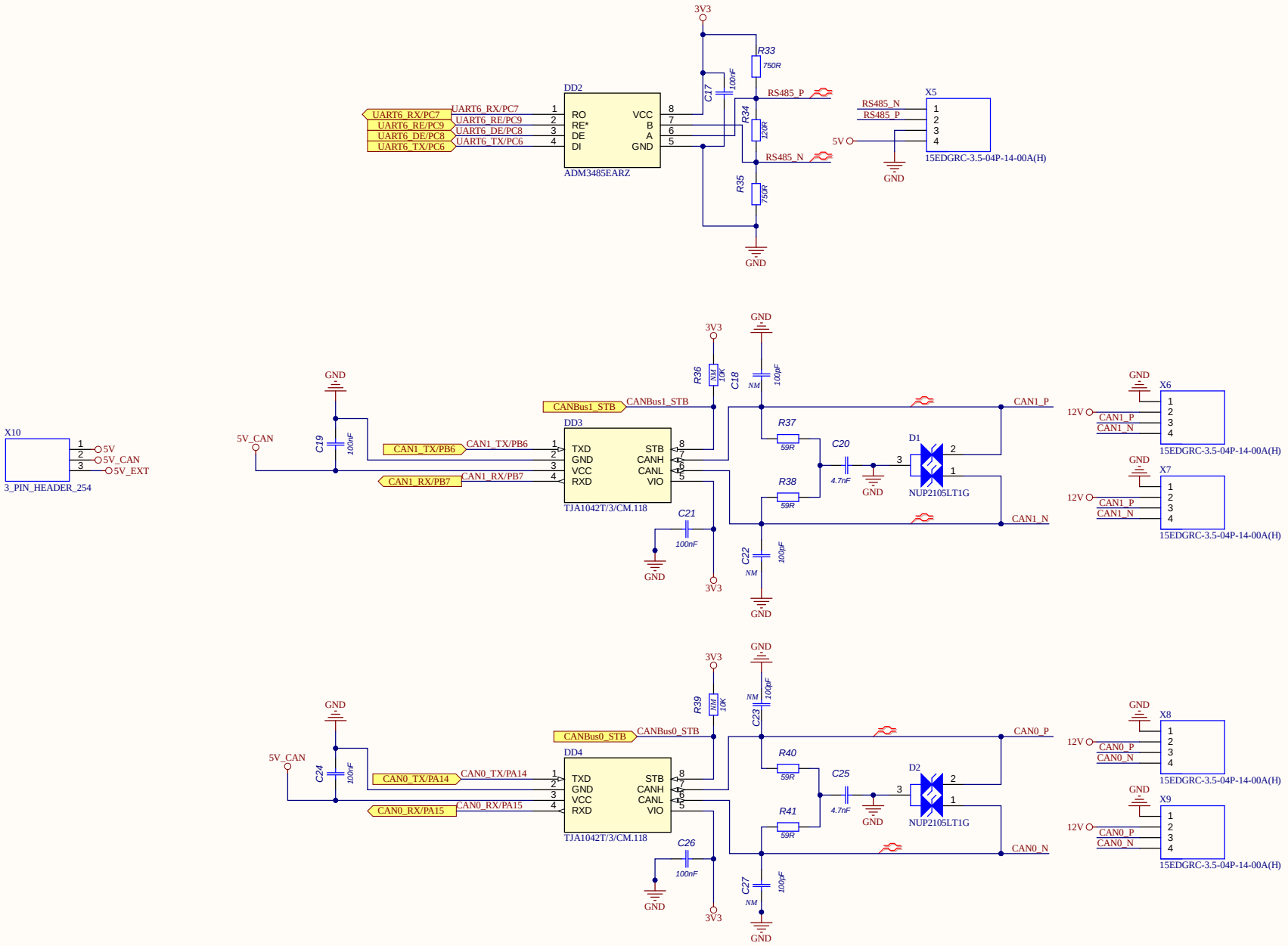

D3
USBLC6-2P6
D4
USBLC6-2P6
X1
TRJ16093BENL
3V3A
3V3
GND
AGND
C30
C31
100nF
L1
BLM18PG471SN1
DD1
W5500
PMODE2
PMODE1
PMODE0
RSTn
INTn
MOSI
MISO
SCLK
SCS
TXN
TXP
RXN
RXP
DNC
EXRES1
XI/CLCKIN
XO
ACTLED
DUPLED
LINKLED
VD1
VD2
KPT-1608SGC
Y1
25MHz
TP1
Description
PMOD [2:0]
10BT Half-duplex, Auto-negotiation disabled
10BT Full-duplex, Auto-negotiation disabled
100BT Half-duplex, Auto-negotiation disabled
100BT Full-duplex, Auto-negotiation disabled
100BT Half-duplex, Auto-negotiation enabled
Not used
Not used
All capable, Auto-negotiation enabled
PROJECT NAME
EXU-ETH
PROJECT Version
1.1
SHEET TITLE
SPI/Ethernet
PRODUCT NUMBER
=PN
REVISION
44b52e23; 20:50:38
LAST MODIFIED
27.05.2026
SHEET 2 OF 5
Baikal ELECTRONICS



PROJECT NAME	EXU-ETH
PROJECT Version	1.1
SHEET TITLE	Connectors
PRODUCT NUMBER	=PN
REVISION	44b52e23; 20:50:38
LAST MODIFIED	27.05.2026

Baikal ELECTRONICS

SHEET 3 OF 5



PROJECT NAME	EXU-ETH
PROJECT Version	1.1
SHEET TITLE	CAN & RS485
PRODUCT NUMBER	=PN
REVISION	44b52e23; 20:50:38
LAST MODIFIED	27.05.2026
SHEET	4 OF 5

Baikal ELECTRONICS