

Návod pro LABORATORNÍ PŘÍPRAVEK RS-485

Obsah

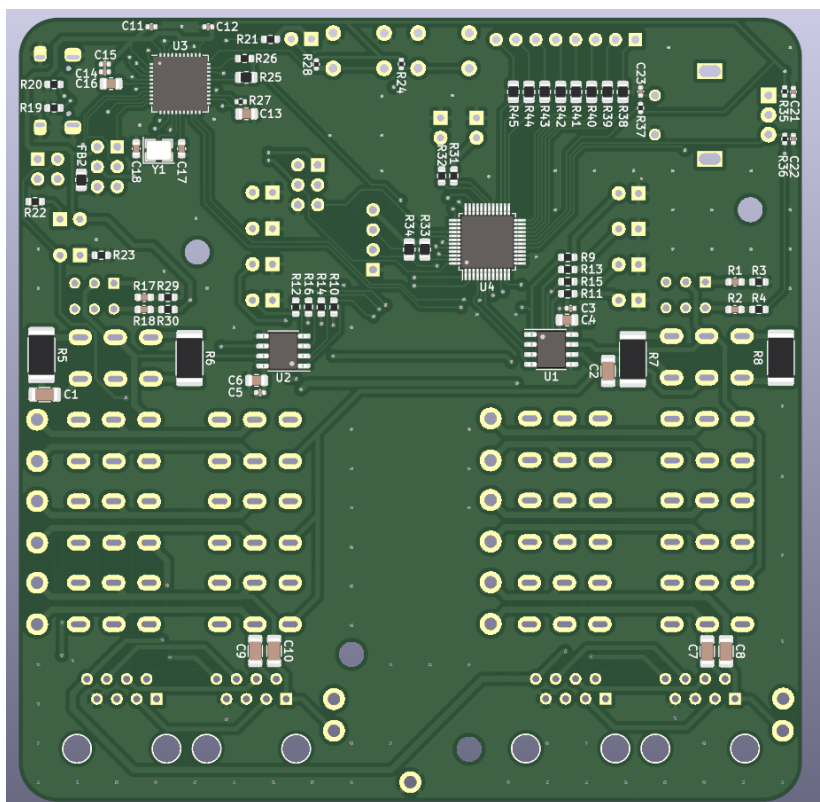
SEZNAM OBRÁZKŮ	3
SEZNAM TABULEK.....	4
1. ÚČEL PŘÍPRAVKU	6
2. BLOKOVÉ SCHÉMA PŘÍPRAVKU	7
2.1 PROGRAMÁTOR	7
2.2 PROCESOR	10
2.3 RS-485	11
2.3.1 Drivery	11
2.3.2 Konektory	13
2.3.3 Impedanční přizpůsobení - Terminace	14
3. POPIS JEDNOTLIVÝCH TERMINACÍ (IMPEDANČNÍCH PŘIZPŮSOBENÍ)	15
3.1 ŽÁDNÁ TERMINACE	17
3.2 TERMINACE POMOCÍ REZISTORU	18
3.3 TERMINACE POMOCÍ REZISTORU A KONDENZÁTORU	18
3.4 TERMINACE FAIL-SAFE-BIAS	18
4. NÁVODY	19
4.1 MĚŘENÍ NAPĚŤOVÝCH ÚROVNÍ JEDNOTLIVÝCH STAVŮ	19
4.2 FAIL-SAFE-BIAS	20
4.2.1 Idle bus bez fail-safe-bias	20
4.2.2 Idle bus s fail-safe-bias	20
4.2.3 Idle bus bez fail-safe-bias s připojeným druhým driverem	21
4.2.4 Idle bus s fail-safe-bias s připojeným druhým driverem	21
4.3 SLEDOVÁNÍ PRŮBĚHU SIGNÁLU ZE DVOU RŮZNÝCH DRIVERŮ	22
4.4 POROVNÁNÍ PRŮBĚHŮ RYCHLÉHO PŘENOSU PRO RŮZNÉ VARIANTY TERMINACE	23

SEZNAM OBRÁZKŮ

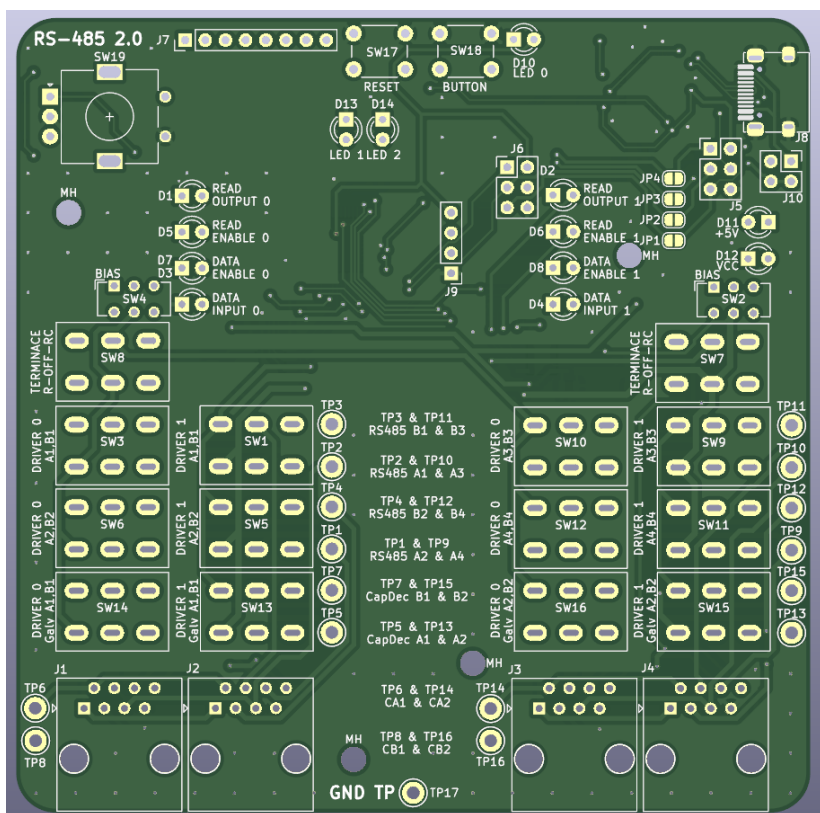
Obrázek 1 Deska - spodní strana	5
Obrázek 2 Deska - vrchní strana.....	5
Obrázek 3 Blokové schéma přípravku	7
Obrázek 4 Popis konektorů pro programování	8
Obrázek 5 Volba zdroje napájení.....	9
Obrázek 6 Atmega 32U4 – programátor.....	10
Obrázek 7 ATmega 4809 AFR.....	11
Obrázek 8 Pomalý driver (U1) Shanghai Belling BL3085B.....	12
Obrázek 9 Rychlý driver (U2) Texas Instruments SN75HVD08.....	13
Obrázek 10 Dvě dvojice RJ-45	13
Obrázek 11 Přepínače pro volbu terminace (R)	15
Obrázek 12 Přepínače pro volbu terminace (L)	16
Obrázek 13 Komponenty terminace	17
Obrázek 14 Komponenty terminace	17
Obrázek 15 Napěťové úrovně.....	19

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Popis vodičů RJ-45	14
------------------------------------	----



Obrázek 1 Deska - spodní strana



Obrázek 2 Deska - vrchní strana

1. ÚČEL PŘÍPRAVKU

Laboratorní přípravek slouží pro ukázkou možností komunikačních sběrnic postavených na fyzické vrstvě RS-485. Sběrnice na bázi RS-485 jsou velmi oblíbené v průmyslu, neboť díky diferenciálnímu vysílání a diferenciálnímu vyhodnocování signálu jsou odolné vůči rušení.

Přípravek obsahuje dva rozdílné RS-485 budiče (drivery), které je možné pomocí přepínačů zapojit tak, aby bylo možné demonstrovat různé varianty impedančního zakončení (terminace) sběrnice.

Impedanční přizpůsobení je na přípravku možno konfigurovat tak, aby přípravek realizoval následující varianty zakončení:

- Žádná terminace (bez impedančního zakončení)
- Terminace pomocí rezistoru
- Terminace pomocí rezistoru a kondenzátoru (RC článek)
- Terminace pomocí tří rezistorů realizujících tzv. fail-safe-bias

Podrobněji se terminací-impedančním přizpůsobením zabývá kapitola **Popis jednotlivých terminací**.

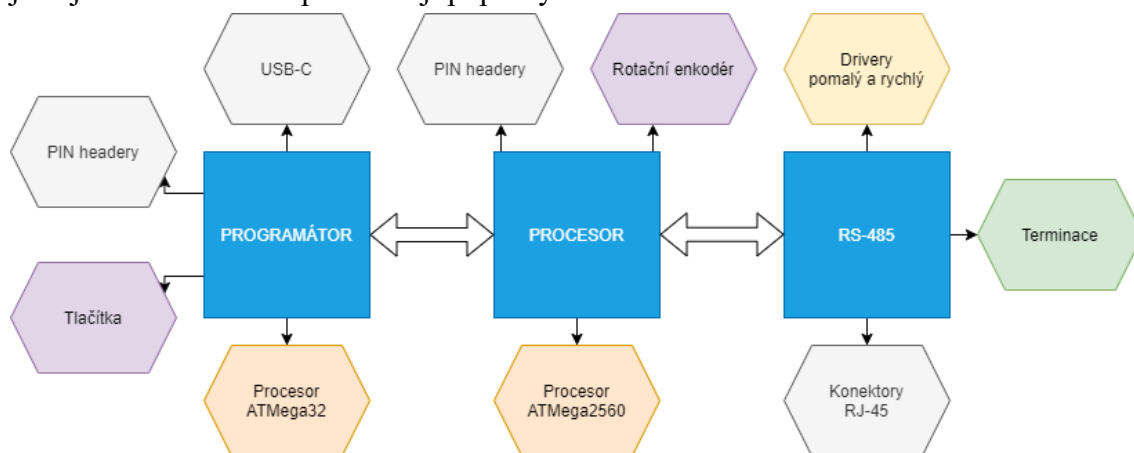
Součástí přípravku je také programátor, takže k využití přípravku postačuje počítač s vývojovým prostředím a USB kabel na jeho připojení.

2. BLOKOVÉ SCHÉMA PŘÍPRAVKU

Na obrázku Obrázek 3 je zobrazeno blokové schéma přípravku. Přípravek byl při návrhu rozdělen na 3 základní části:

- PROGRAMÁTOR
- PROCESOR
- RS-485

Toto dělení se hodí i pro další orientaci při práci s přípravkem. V následující kapitole jsou jednotlivé oblasti podrobněji popsány.

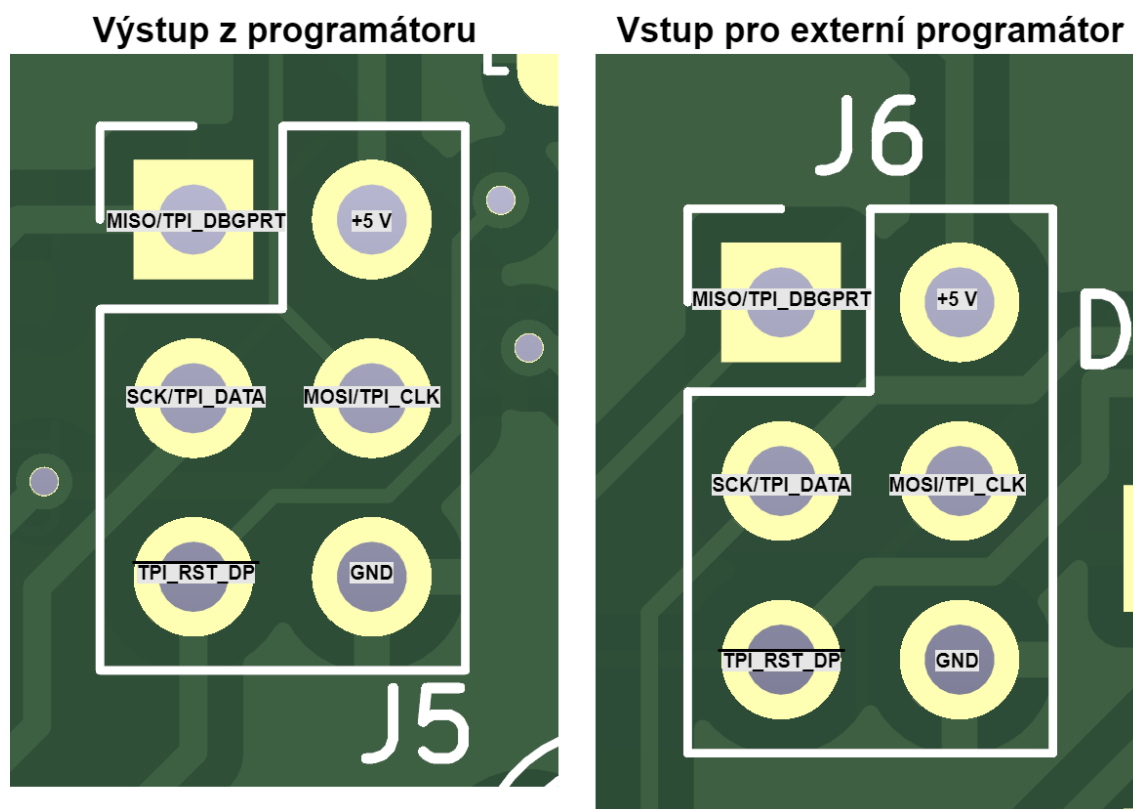


Obrázek 3 Blokové schéma přípravku

2.1 Programátor

Jedná se o část přípravku, která slouží ke komunikaci s počítačem, napájení, ovládání programátoru a programování hlavního procesoru.

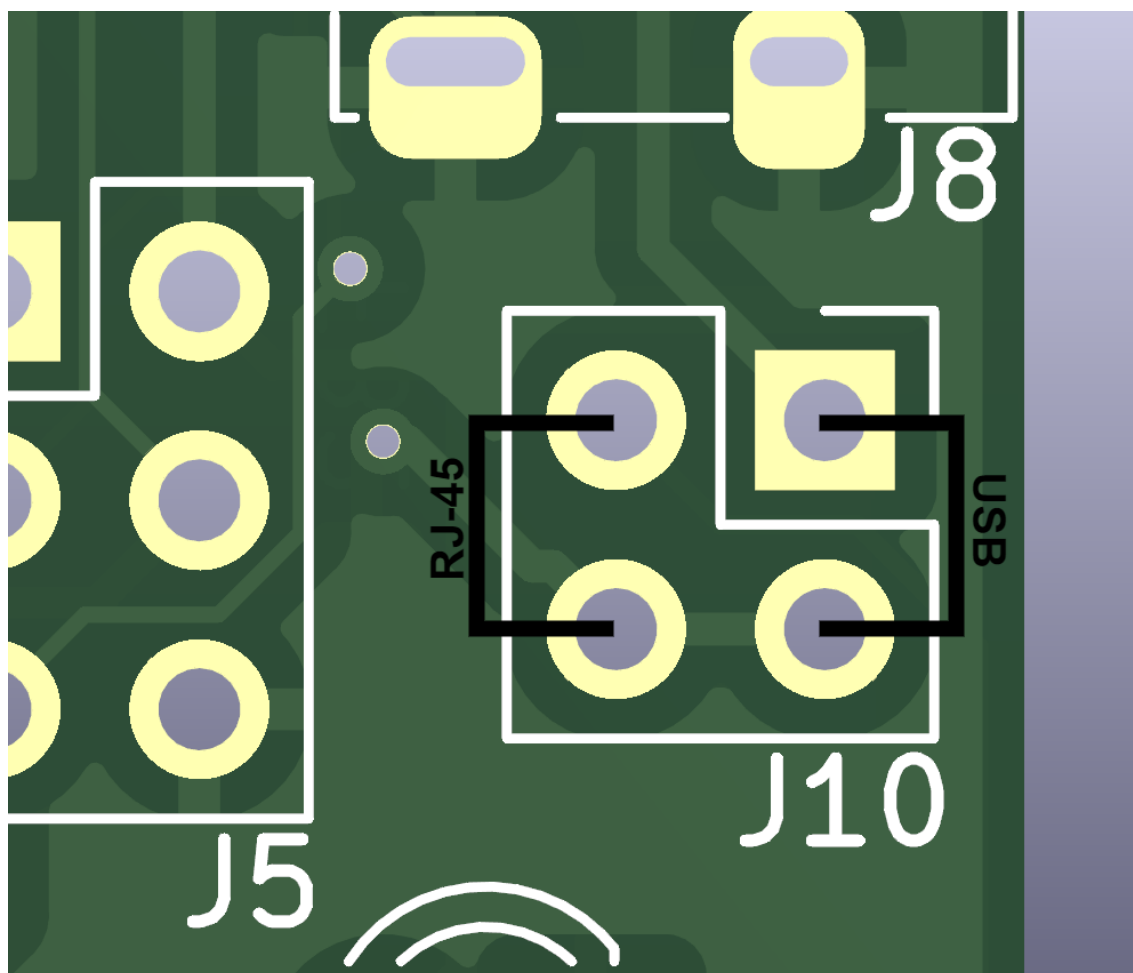
Programátorem je zde ATMEGA 32-U4. Jsou zde přítomny také konektory, které slouží pro připojení externího programátoru v případě poruchy integrovaného programátoru. Dále je zde také obráceně možnost vyvést signály z integrovaného programátoru druhou skupinou konektorů z přípravku na jiné zařízení. Z těchto důvodů jsou zde seškrábatelné můstky, které umožňují přerušení spojení programátoru se zbytkem přípravku.



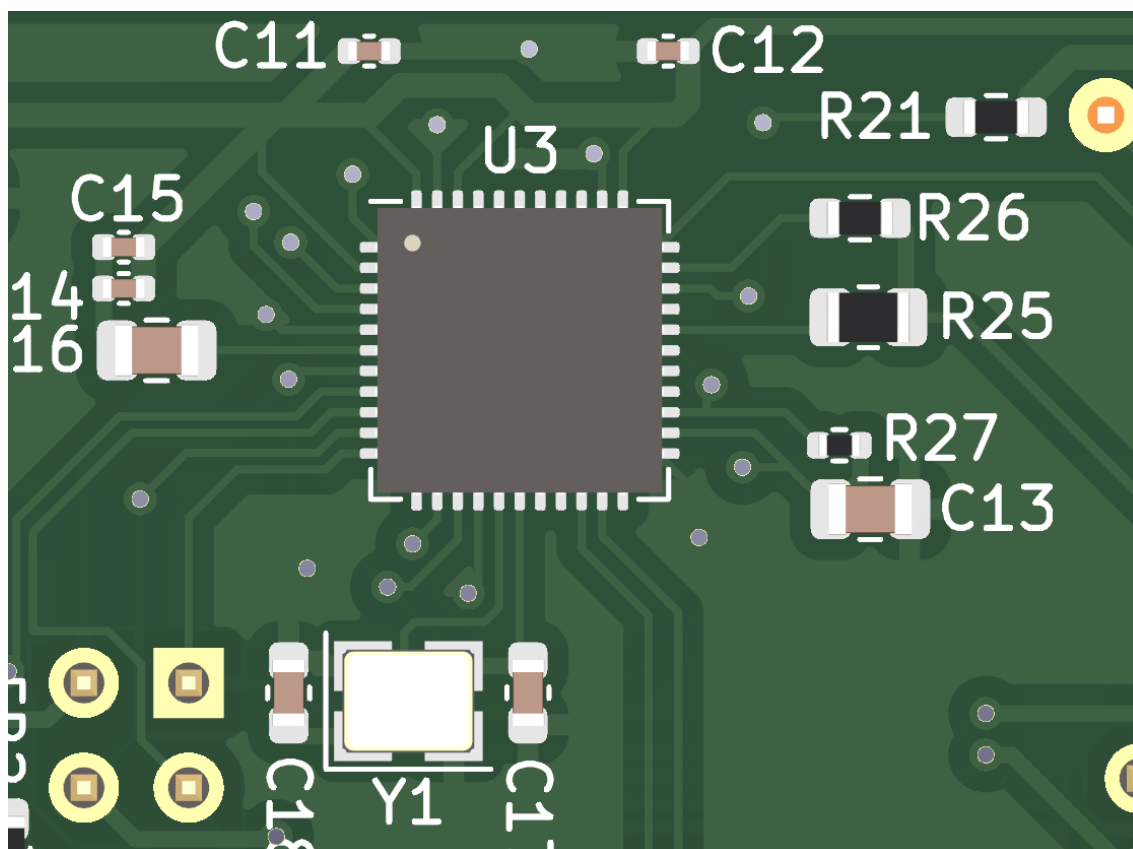
Obrázek 4 Popis konektorů pro programování

Přítomno je také jedno programovatelné tlačítko a jedno restartovací tlačítko.

Přípravek je možné napájet z připojeného USB-C nebo je zde možnost přepnout i na napájení z konektorů RJ-45. Přepínání se provádí pomocí jumperu – viz Obrázek 5



Obrázek 5 Volba zdroje napájení



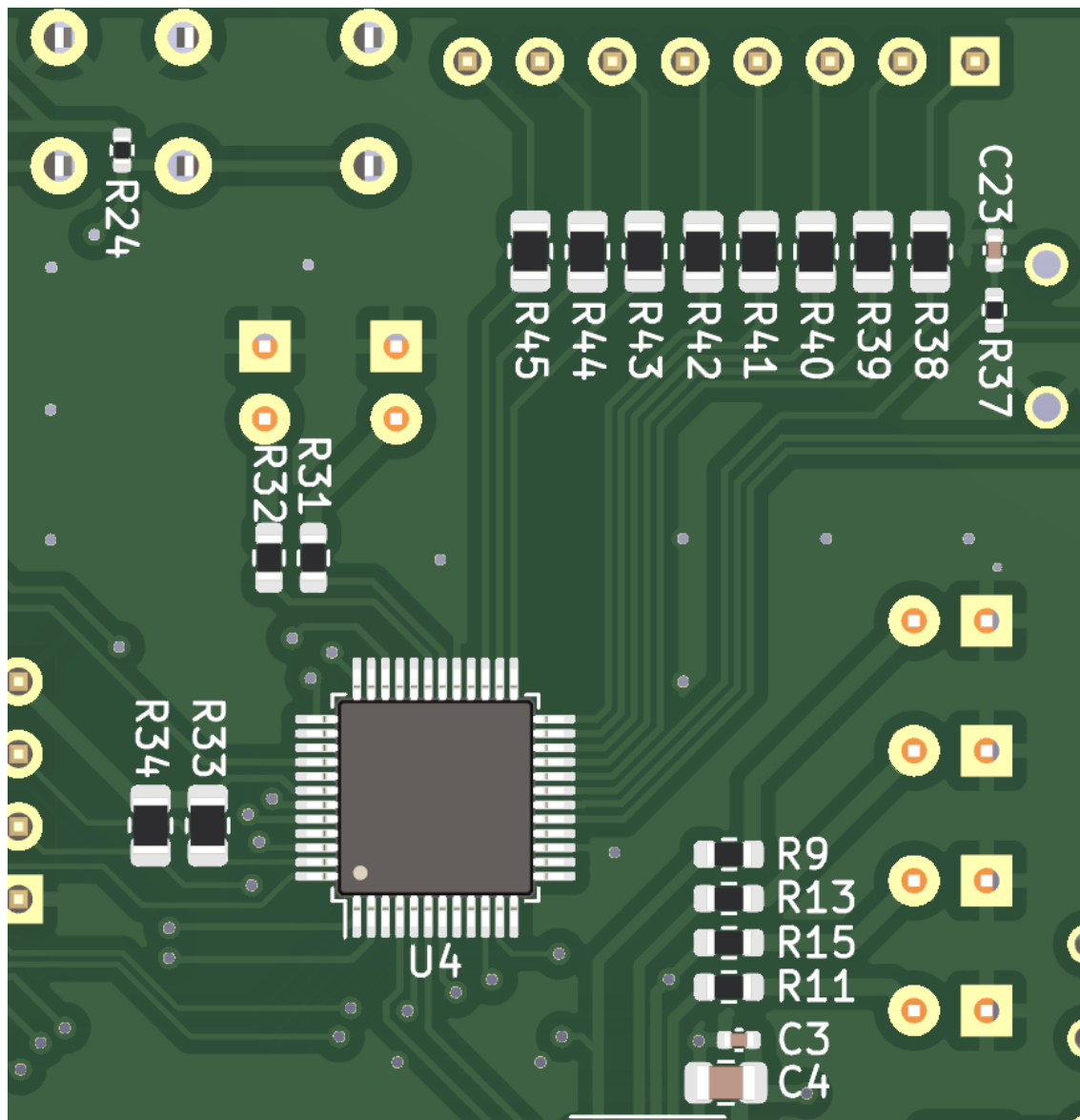
Obrázek 6 Atmega 32U4 – programátor

2.2 Procesor

Jako hlavní procesor je zde použit mikrokontroler ATMEGA 4809 AFR. Jedná se o mikrokontroler s dostatečným množstvím vstup/výstup vývodů a dostatečným výkonem pro účely řízení driverů a generování signálů implementujících komunikaci po rozhraní RS-485.

Jak je již popsáno v předchozí kapitole, procesor je možné programovat pomocí integrovaného programátoru nebo je také možnost připojit externí programátor pomocí PIN headeru přítomného na desce. Pro použití externího programátoru je však potřebné přerušit spojení s integrovaným programátorem, aby se zamezilo zkratu mezi externím a interním programátorem.

Hlavním úkolem mikrokontroleru je řízení dvou RS-485 driverů. Dále je z mikrokontroleru vyvedený celý jeden port na samostatný PIN-header, rovněž je zde realizováno připojení rotačního enkodéru pro případné další použití.



Obrázek 7 ATmega 4809 AFR

2.3 RS-485

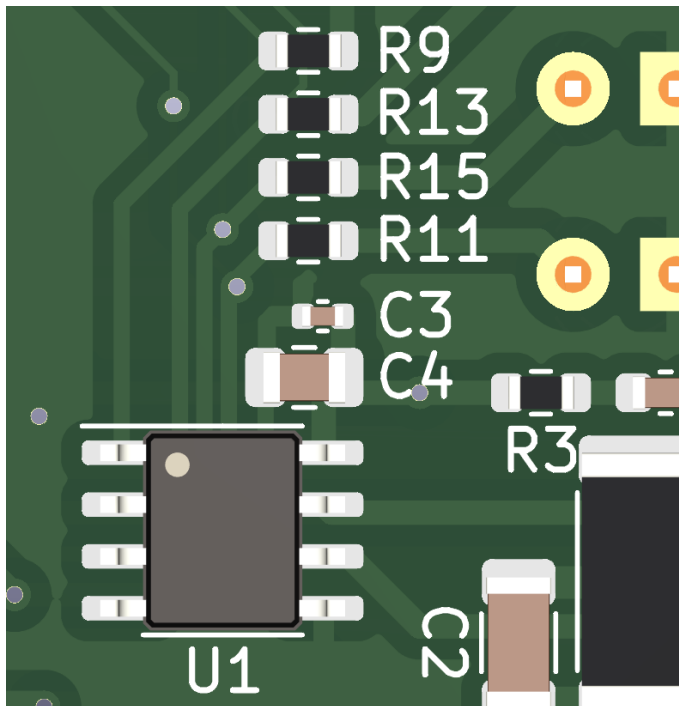
Tato část přípravku realizuje rozhraní RS-485.

2.3.1 Drivery

Jsou zde přítomny dva drivery.

1. Prvním je driver od firmy Shanghai Belling BL3085B. Jedná se o levný a pomalý driver. Jeho základní parametry jsou:

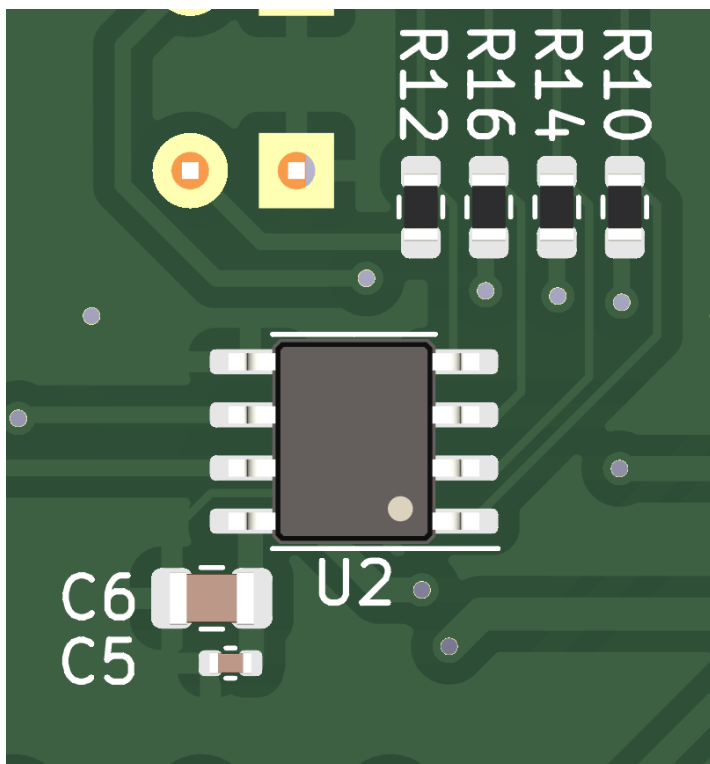
Maximální rychlost = 250 kb/s
Napájecí napětí = mezi 4,5 až 5,5 V



Obrázek 8 Pomalý driver (U1) Shanghai Belling BL3085B

2. Druhý driver je Texas Instruments SN75HVD08. Jedná se o dražší a rychlejší driver. Jeho základní parametry jsou:

Maximální rychlost = až 10 Mb/s
Napájecí napětí = 3,0 až 5,5 V



Obrázek 9 Rychlý driver (U2) Texas Instruments SN75HVD08

Jak je vidět ze specifikací, tak zásadním rozdílem je rychlost komunikace. Oba dva drivery musely splňovat tyto požadavky:

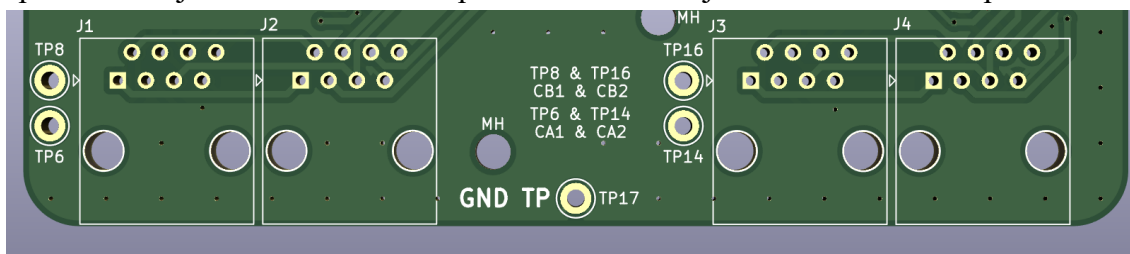
Napájecí napětí: = 5,0 V

Drivery pro RS-485

Samostatné řízení signálů DE (DriverEnable) a RE (ReadEnable)

2.3.2 Konektory

Přípravek je osazen 4 konektory RJ-45. Jedná se o dva páry a protože konektor RJ-45 obsahuje 8 vodičů, tak bylo možné na každý konektor umístit 3 nezávislé dvojice vodičů společně s jedním vodičem pro GND a jedním vodičem pro VCC.



Obrázek 10 Dvě dvojice RJ-45

Tabulka 1 Popis vodičů RJ-45

J1 & J2

PIN	Signál	Poznámka
1	RS485_CB1	Galvanicky oddělený pár 1B
2	RS485_CA1	Galvanicky oddělený pár 1A
3	RS485_B2	Pár 2 - B
4	RS485_B1	Pár 1 - B
5	RS485_A1	Pár 1 - A
6	RS485_A2	Pár 2 - A
7	GND	GND
8	VCC	VCC

J3 & J4

PIN	Signál	Poznámka
1	RS485_CB2	Galvanicky oddělený pár 2B
2	RS485_CA2	Galvanicky oddělený pár 2A
3	RS485_B4	Pár 4 - B
4	RS485_B3	Pár 3 - B
5	RS485_A3	Pár 3 - A
6	RS485_A4	Pár 4 - A
7	GND	GND
8	VCC	VCC

2.3.3 Impedanční přizpůsobení - Terminace

Pomocí jednotlivých přepínačů je na přípravku možné nasimulovat následující typy terminací linky:

- žádná terminace
- terminace pomocí rezistoru
- terminace pomocí rezistoru a kondenzátoru
- terminace fail-safe-bias

Jednotlivé varianty terminace včetně jejich popisu jsou více popsány v kapitole **Popis jednotlivých terminací**.

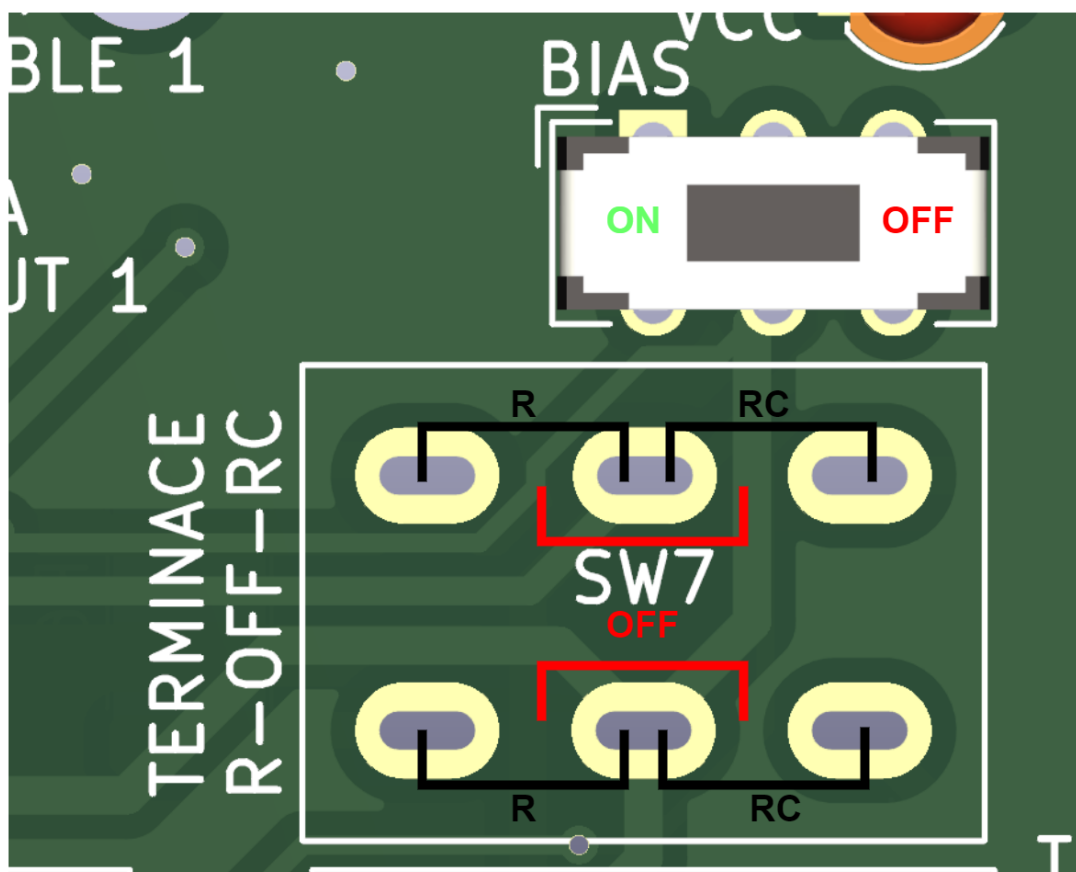
3. POPIS JEDNOTLIVÝCH TERMINACÍ (IMPEDANČNÍCH PŘIZPŮSOBENÍ)

Terminace je při použití RS-485 velice důležitá. Při použití správné terminace nedochází k odrazům signálu od konce vedení a tím nevzniká nežádoucí rušení v podobě odražených signálů. Místo termínu terminace je někdy také používán výraz *impedanční přizpůsobení*.

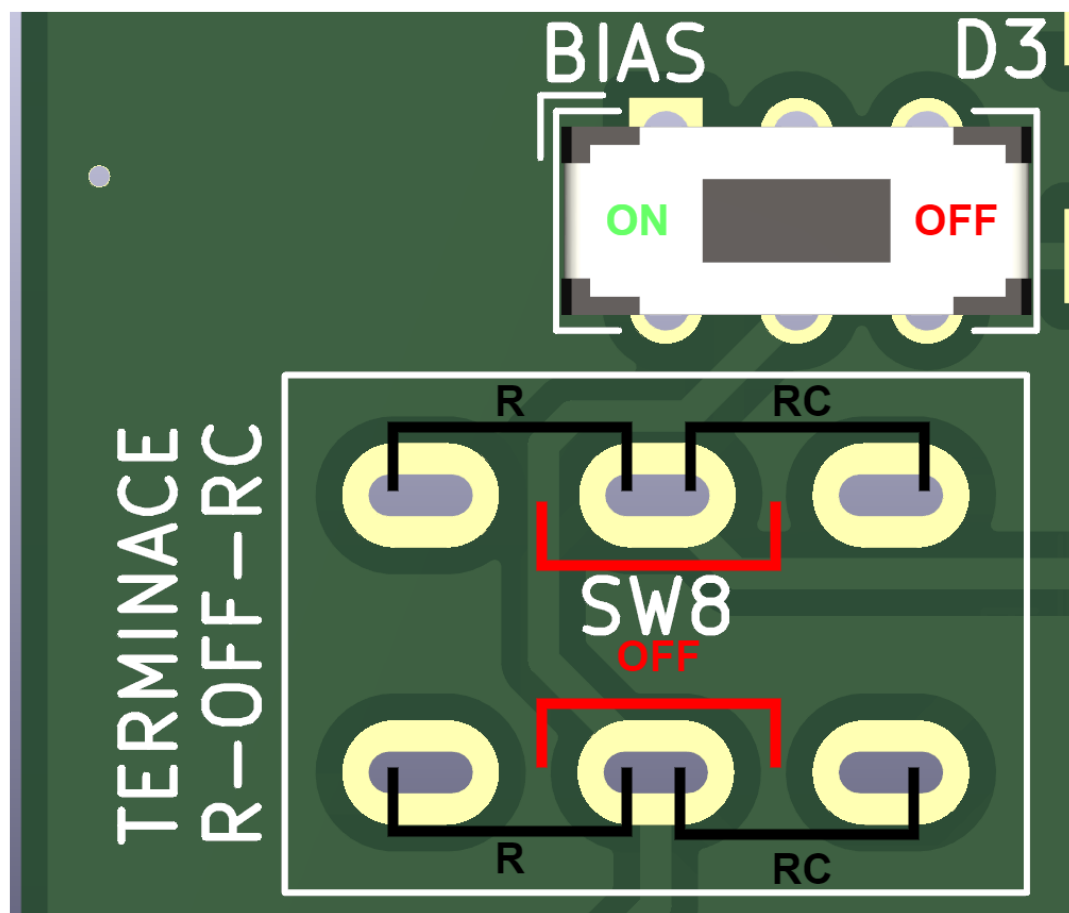
Standard nedefinuje způsob terminace, nicméně se běžně vyskytují již zmíněné varianty. Následující podkapitoly čtenáře seznámí se základními vlastnostmi různých variant a zároveň popíší jak je jich možné na tomto přípravku dosáhnout.

Přípravek obsahuje následující přepínače ovlivňující terminaci:

- 3 polohový přepínač (volba terminace) R-OFF-FSB
- 2 polohový přepínač (zapnutí/vypnutí pull-up/down rezistorů)



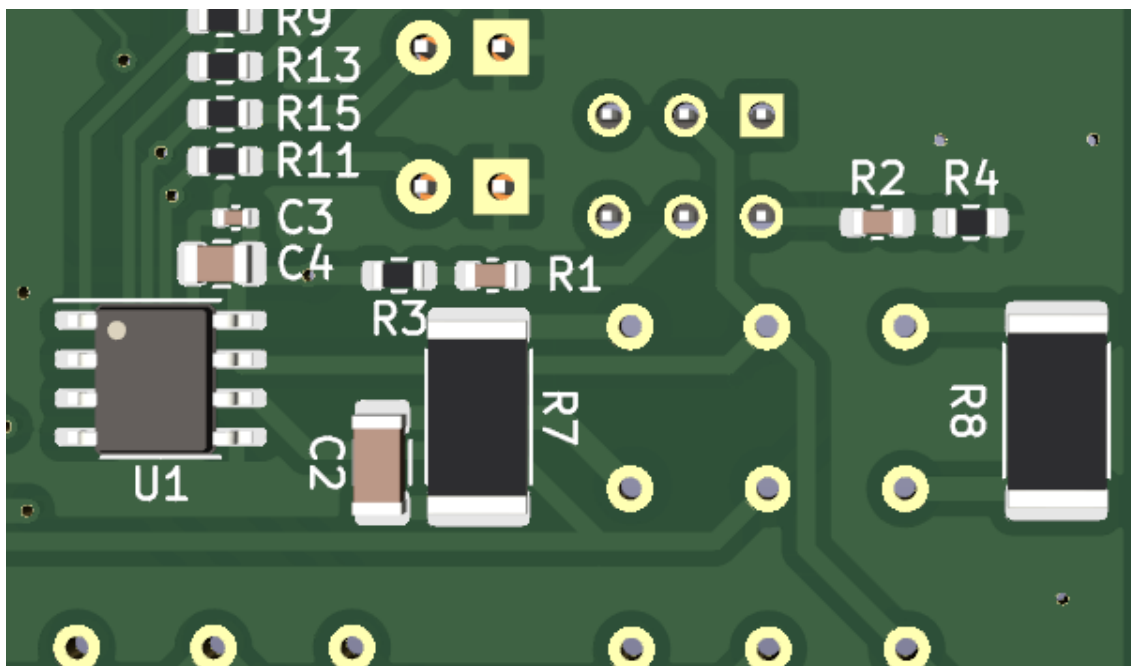
Obrázek 11 Přepínače pro volbu terminace (R)



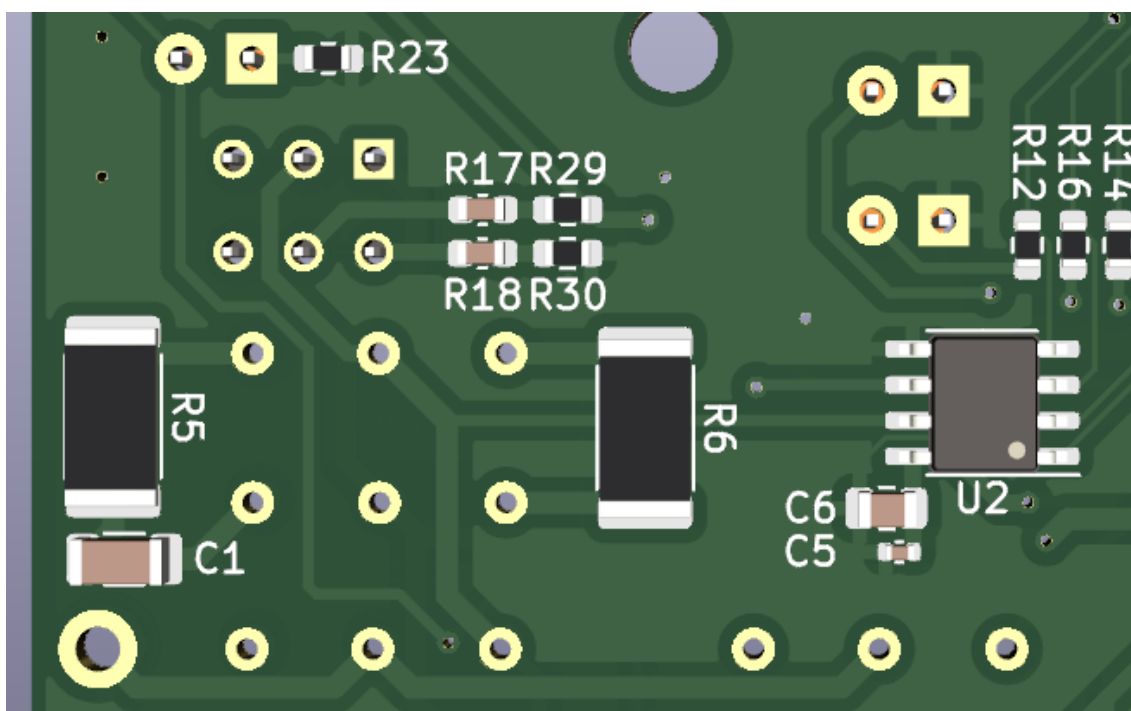
Obrázek 12 Přepínače pro volbu terminace (L)

<i>R</i>	<i>terminace pomocí rezistoru</i>
<i>OFF</i>	<i>žádná terminace</i>
<i>RC</i>	<i>terminace pomocí rezistoru a kondenzátoru</i>

Přípravek obsahuje dva na sobě nezávislé drivery a také dvě na sobě nezávislé ovládání terminace.



Obrázek 13 Komponenty terminace



Obrázek 14 Komponenty terminace

3.1 Žádná terminace

Při některých základních aplikací je možné terminaci vynechat. Jedná se zpravidla o velmi krátká vedení s nízkými požadavky na rychlost.

Na přípravku je možné terminaci vynechat následující konfigurací přepínačů:

Přepínač BIAS	= OFF (vpravo)
Přepínač terminace	= OFF (uprostřed)

3.2 Terminace pomocí rezistoru

Terminace pomocí rezistoru je nejčastěji používaná. Výhodou je zachování rychlosti sběrnice (rezistor neovlivňuje dynamické vlastnosti obvodu). Jedná se také o spolehlivou variantu terminace.

Nevýhodou této varianty je výkonová ztráta na terminačním rezistoru.

Na přípravku je možné terminaci vynechat následující konfigurací přepínačů:

Přepínač BIAS	= OFF (vpravo)
Přepínač terminace	= R (vlevo)

3.3 Terminace pomocí rezistoru a kondenzátoru

Použití RC terminace je vhodné především v případě, kdy jsou pro aplikace klíčové výkonové ztráty (respektive aby byly co nejnižší).

Díky sériovému zapojení rezistoru a kondenzátoru, dojde k eliminaci stejnosměrné složky a tím se také minimalizují ztráty na rezistoru. Stále se jedná o jednoduché řešení a tak je stále ekonomicky výhodné.

Nevýhodou tohoto zapojení je přítomnost kondenzátoru, který se chová jako low-pass filtr a tím znemožňuje použití této terminace pro vysokorychlostní aplikace.

Na přípravku je možné terminaci vynechat následující konfigurací přepínačů:

Přepínač BIAS	= OFF (vpravo)
Přepínač terminace	= RC (vpravo)

3.4 Terminace fail-safe-bias

Fail-safe-bias je nejkomplexnější běžně používaným druhem terminace pro RS-485. Na rozdíl od ostatních zmíněných variant terminace řeší tzv. nedefinované stavy sběrnice.

Nedefinovaný stav sběrnice nastane v momentě, kdy žádný člen připojený na sběrnici nevysílá a tudíž se sběrnice dostane mimo definované stavy, které by mohly vyústit ve špatně přečtené hodnoty.

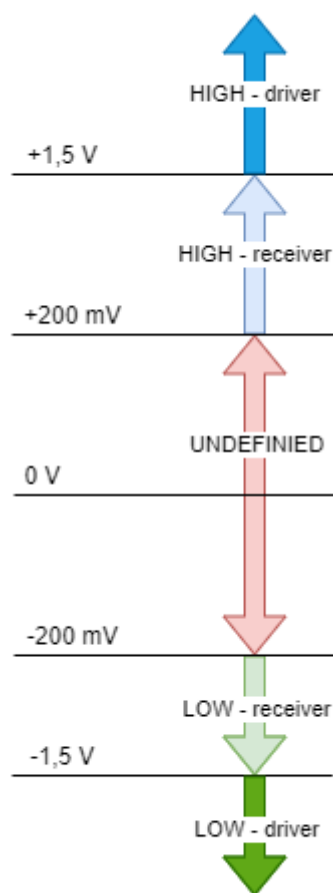
Díky kombinaci pull-up a pull-down rezistorů se zajistí, že v případě kdy by měl nastat nedefinovaný stav, tak zůstane sběrnice v definovaném stavu.

4. NÁVODY

Tato kapitola přináší možné demonstrační úlohy na seznámení se s možnostmi, vlastnostmi a variantami RS-485.

4.1 Měření napětových úrovní jednotlivých stavů

Úloha slouží k rychlému seznámení se s napětovými úrovněmi sběrnice.



Obrázek 15 Napětové úrovně

1. Budete měřit osciloskopem nebo voltmetrem napětí mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
3. Zapněte napájení přípravku
4. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** na **0**
5. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** na **0**
6. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
7. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** na **1**

8. Nastavte výstup **driver1** jako souvislý signál **HIGH** (využijte **DATA_INPUT_1**)
9. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
10. Nastavte výstup **driver1** jako souvislý signál **LOW** (využijte **DATA_INPUT_1**)
11. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
12. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte a porovnejte s vlastnostmi sběrnice RS-485

4.2 Fail-safe-bias

Úloha slouží k seznámení se s fail-safe-bias.

4.2.1 Idle bus bez fail-safe-bias

1. Budete měřit osciloskopem nebo voltmetrem napětí mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
3. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **OFF**
4. Zapněte napájení přípravku
5. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **0**
6. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
7. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
8. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte a porovnejte s vlastnostmi sběrnice RS-485

4.2.2 Idle bus s fail-safe-bias

1. Budete měřit osciloskopem nebo voltmetrem napětí mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
3. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **ON**
4. Zapněte napájení přípravku
5. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **0**
6. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
7. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
8. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte a porovnejte s vlastnostmi sběrnice RS-485

4.2.3 Idle bus bez fail-safe-bias s připojeným druhým driverem

1. Budete měřit osciloskopem nebo voltmetrem napětí mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Propojte kabelem konektory **J1** a **J3**
3. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
4. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **OFF**
5. Zvolte na přepínači terminace pro **driver0** stav **R**
6. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver0** stav **OFF**
7. Zapněte napájení přípravku
8. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **0**
9. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
10. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver0** jako **0**
11. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver0** jako **0**
12. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
13. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte a porovnejte s vlastnostmi sběrnice RS-485

4.2.4 Idle bus s fail-safe-bias s připojeným druhým driverem

1. Budete měřit osciloskopem nebo voltmetrem napětí mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Propojte kabelem konektory **J1** a **J3**
3. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
4. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **ON**
5. Zvolte na přepínači terminace pro **driver0** stav **R**
6. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver0** stav **ON**
7. Zapněte napájení přípravku
8. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **0**
9. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
10. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver0** jako **0**
11. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver0** jako **0**
12. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
13. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte a porovnejte s vlastnostmi sběrnice RS-485

- Porovnejte a diskutujte výsledky z 4.2.x. Dosahuje implementovaná varianta provedení fail-safe-bias uspokojivých výsledků? Jakým způsobem by bylo možné ji zlepšit?
- Nahlédněte to datasheetů použitých driverů a zjistěte, zda je při jejich použití nutné použít externí BIAS rezistory.

4.3 Sledování průběhu signálu ze dvou různých driverů

1. Budete osciloskopem průběhy napětí (signálu) mezi test-pointy TP2 a TP3
2. Propojte kabelem konektory **J1** a **J3**
3. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
4. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **OFF**
5. Zvolte na přepínači terminace pro **driver0** stav **R**
6. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver0** stav **OFF**
7. Zapněte napájení přípravku
8. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **1**
9. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
10. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver0** jako **0**
11. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver0** jako **1**
12. Posílejte (z **drive1**) a přijímejte (pomocí **drive0**) obdélníkový signál
13. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
14. Ověřte, že jste stejnou zprávu odeslali a přijali
15. Proveďte stejný úkon obráceným směrem (posílat z **driver0** přijímat na **driver1**)
16. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte

4.4 Porovnání průběhů rychlého přenosu pro různé varianty terminace

1. Budete měřit osciloskopem průběhy napětí (signálu) mezi test-pointy **TP2** a **TP3**
2. Propojte kabelem konektory **J1** a **J3**
3. Zvolte na přepínači terminace pro **driver1** stav **R**
4. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver1** stav **OFF**
5. Zvolte na přepínači terminace pro **driver0** stav **R**
6. Zvolte na přepínači **BIAS** pro **driver0** stav **OFF**
7. Zapněte napájení přípravku
8. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver1** jako **1**
9. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver1** jako **0**
10. Nastavte stav bit pro ovládání **DE** pro **driver0** jako **0**
11. Nastavte stav bit pro ovládání **RE** pro **driver0** jako **1**
12. Posílejte (z **drive1**) a přijímejte (pomocí **drive0**) obdélníkový signál
13. Změřte a zaznamenejte napětí mezi měřenými testpointy
14. Ověřte, že jste stejnou zprávu odeslali a přijali
15. Proveďte stejný úkon pro volby terminace jako **OFF**, **RC** a **R**
v kombinaci se zapnutými **BIAS** rezistory.
16. Naměřená a zaznamenaná data vyhodnoťte