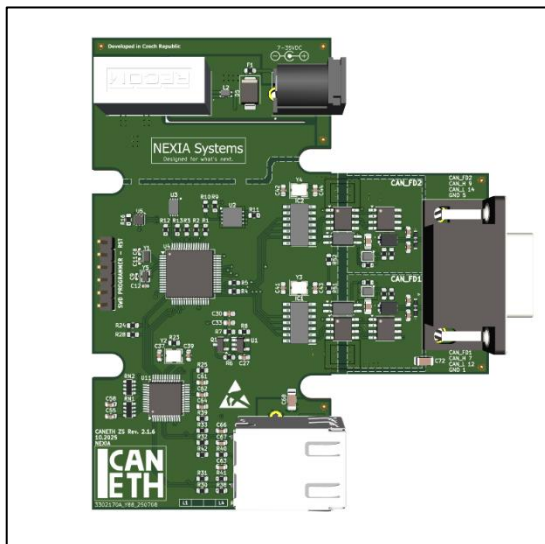


CANETH-DEVKIT – převod CAN ↔ Ethernet

Obsah



CANETH-DEVKIT – převod CAN ↔ Ethernet	1
1. Úvod	2
2. Hlavní účel a oblasti použití	3
3. Základní vlastnosti.....	3
4. Bezpečnostní doporučení.....	5
5. Rychlý start	6
6. Základní konfigurace a spuštění systému.....	6
7. Rozložení a konfigurace hardwaru	8
8. Popis konektorů a pinů	8
9. Demonstrační software/firmware, jak používat CANETH-DEVKIT	10
10. Označení produktu.....	21
11. Evropská legislativa a prohlášení o shodě	21
12. Likvidace produktu.....	22
13. DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ – PŘEČTĚTE SI POZORNĚ	23

1. Úvod

CANETH-DEVKIT je vývojová a testovací deska určená pro vývojáře, integrátory a techniky, kteří potřebují efektivně propojit zařízení komunikující po sběrnici **CAN** s **Ethernetovou sítí**.

Zařízení je vhodné pro **automatizované testování, monitoring i výukové účely**, kde je potřeba spolehlivý převod dat mezi oběma rozhraními.

CANETH druhé generace podporuje jak **2× klasický High-Speed CAN (ISO 11898-2)**, tak **2× CAN FD** s přenosovou rychlostí až **8 Mbit/s**.

Díky modulární architektuře a otevřenému návrhu lze CANETH-DEVKIT snadno integrovat do stávajících testovacích systémů, vývojových prostředí či průmyslových aplikací. Deska zároveň podporuje síťové rozhraní **Ethernet 10/100BASE-TX**, které umožňuje **lokální i vzdálený přístup, konfiguraci a sběr dat**.

Konstrukce zařízení je optimalizována pro **stabilní provoz, nízkou latenci a vysokou přenosovou spolehlivost**.

2. Hlavní účel a oblasti použití

CANETH-DEVKIT je určen pro **laboratorní, vzdělávací a vývojové účely**.

Slouží k ověřování funkcí komunikace mezi sběrnici **CAN** a **Ethernetem**, k experimentům s firmwarem a k testování prototypů zařízení ještě před jejich nasazením do provozu.

Deska **není určena pro finální integraci do koncových produktů** ani pro použití v prostředí, které vyžaduje certifikace.

2.1. Typické oblasti použití:

2.1.1. Vývoj a testování komunikačních rozhraní CAN ↔ Ethernet

2.1.2. Experimentální validace funkčnosti vlastního firmwaru

2.1.3. Vzdělávací projekty zaměřené na principy sběrníkových systémů

2.1.4. Laboratorní měření a analýza přenosů po CAN sběrnici

3. Základní vlastnosti

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	7–35 V DC
Max. odběr proudu	250 mA @ 12 V DC
Napájecí konektor	DC POWER JACK
DC/DC konvertor	Oddělený měnič s galvanickou izolací 3 kV
Galvanické oddělení	Oddělení napájení, CAN linek a MCU – 3 kV
Rozhraní CAN	2 × CAN FD (CAN rozhraní IC Stand-alone Low Power CAN FD Controller w/SPI Interface Grade1), rychlost až 8 Mbit/s
Rozložení pinů CAN1/CAN2	CAN1 – piny 7 a 12 / CAN2 – piny 9 a 14
Zemnění CAN linek	Oddělené GND pro každý CAN – piny 1 a 5
ESD ochrana CAN linek	± 27 kV
Ethernet	10/100BASE-TX (RJ-45 s integrovaným magnetickým oddělením)
ESD ochrana Ethernetu	± 17 kV
Řídicí mikrokontrolér	Mikrořadiče ARM – MCU Mainstream Arm Cortex-M4 MCU 170 MHz 512 Kbytes of Flash Math Accel, HR Timer, H
Paměť	EEPROM 256K (32K X 8) pro konfigurační data
Teplotní senzor	TMP117 (-55 °C až +150 °C, přesnost ± 0.1 °C)
Rozsah provozních teplot	-20 °C až +125 °C
Rozměry PCB	98.5 mm × 83 mm × 14 mm (výška včetně konektoru RJ-45)
Indikace stavu	Integrované LED na konektoru RJ-45
Montážní otvory	Není určeno pro mechanickou montáž – možná instalace do vlastní krabíčky

⚠ UPOZORNĚNÍ NA TEPLO:

Při provozu desky může docházet k zahřívání zdrojových obvodů.

Pokud je deska umístěna do krabíčky nebo na povrch musí být tato krabíčka či povrch s dostatečným odvodem tepla!

Dlouhodobý provoz bez chlazení může vést k poškození zařízení.

3.1. Systémové požadavky a kompatibilita

CANETH-DEVKIT je kompatibilní s operačními systémy **Windows, macOS**.

Note: macOS® is a trademark of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries and regions. Windows® is a trademark of the Microsoft group of companies

Komunikace se zařízením probíhá přes **Ethernet kabel (RJ-45)** (standardní 10/100BASE-TX) nebo alternativně přes síťové řešení založené na TCP/UDP protokolech.

Napájení se provádí prostřednictvím konektoru **6,5 × 2,0 mm barrel jack**.

Pro připojení k obvodům CAN sběrnice lze využít standardní **DSUB15 HD zásuvka**.

Programovací hřebínek **Serial Wire Debug** pro ladění a programování (GND, NRST, VCC, TCK, TMS, SWO). Rozpis pinů na programovacím hřebínku je popsán od pinu 1 do pinu 6.

3.2. Nástroje pro vývoj

3.2.1. **STMicroelectronics STM32CubeIDE** – integrované vývojové prostředí pro návrh, kompilaci a ladění firmware pro mikrokontroléry řady STM32.

3.2.2. **Programátor ST-LINK/V2** – určený pro nahrávání a ladění kódu v mikrokontrolérech STM8 a STM32 přes rozhraní SWD.

3.2.3. **Stabilizovaný laboratorní zdroj** – výstupní napětí **12 V DC**, s možností nastavení proudové pojistky **minimálně 500 mA**. Doporučuje se použití zdroje s ochranou proti přepětí a nadproudu.



Programátor ST-LINK/V2

3.3. Propojovací kabely a rozhraní

3.3.1. **Kabel DSUB-15 (samec–samice)** – slouží pro připojení a přenos signálů sběrnice **CAN / CAN FD** mezi deskou CANETH-DEVKIT a testovaným zařízením či simulátorem sběrnice.

3.3.1.1. Přenosové linky **CAN_H** a **CAN_L** jsou galvanicky oddělené a chráněné proti ESD přepětí.

3.3.1.2. Doporučuje se použít stíněný kabel s odpovídající impedancí (120 Ω) pro minimalizaci rušení.



3.3.2. **Síťový kabel RJ-45 (UTP / STP, kategorie 5e nebo vyšší)** – slouží pro **Ethernet komunikaci (10/100BASE-TX)** mezi vývojovou deskou a počítačem nebo lokální sítí.

3.3.2.1. Použití stíněného kabelu (STP) je vhodné zejména v prostředí s vyšším elektromagnetickým rušením.



4. Bezpečnostní doporučení

Tento produkt je určen **pouze pro vývojové a vzdělávací účely**. Není určen pro koncové uživatele ani pro integraci do komerčních nebo certifikovaných zařízení.

Cílová skupina je určen pro uživatele s alespoň základními znalostmi elektroniky nebo vývojem embedded softwaru, jako **jsou inženýři, technici** nebo studenti vysokých škol. **Tato deska není hračka a není vhodná pro děti!**

4.1. Při práci s vývojovou deskou CANETH-DEVKIT dodržujte následující bezpečnostní pokyny:

Tento produkt obsahuje holou desku plošných spojů.

4.2. Mechanická bezpečnost:

Připojovací piny a vývody mohou být ostré – manipulujte s deskou opatrně, abyste předešli poranění.

4.3. Ochrana proti elektrostatickému výboji (ESD):

Deska obsahuje součástky citlivé na statickou elektřinu.

Při manipulaci používejte uzemněný náramek, antistatickou podložku a vyvarujte se dotyku citlivých částí bez příslušné ochrany.

4.4. Elektrická bezpečnost:

4.4.1. Nepřipojujte ani neodpojujte vodiče nebo konektory, pokud je deska pod napětím.

4.4.2. Nedotýkejte se elektrických kontaktů, pinů ani součástek během provozu.

4.4.3. Zamezte jakémukoliv zkratu mezi napájecími a signálovými vodiči – mohlo by dojít k poškození součástek, přehřátí nebo zranění.

4.5. Provozní podmínky:

4.5.1. Provozujte pouze v suchém, čistém a dobře větraném prostředí.

4.5.2. Nevystavujte desku působení vody, vlhkosti, kondenzace, prachu ani chemikálií.

4.5.3. Nepoužívejte desku při extrémních teplotách mimo stanovený rozsah **–20 °C až +125 °C**.

4.5.4. Dbejte na **odpovídající odvod tepla**.

4.6. Napájení:

4.6.1. Používejte pouze stabilizovaný zdroj **7–35 V DC** s proudovým omezením (max. 500 mA).

4.6.2. Nikdy nepřipojujte zdroj s vyšším napětím, než je povoleno.

4.6.3. Doporučuje se zdroj s ochranou proti přepětí, přetížení a zkratu.

4.7. Další upozornění:

4.7.1. Pokud je deska mechanicky poškozena, znečištěna nebo vykazuje známky přehřívání, **nepoužívejte ji**.

4.7.2. Desku **nepřipojujte k zařízením**, která nejsou galvanicky oddělená, pokud si nejste jisti kompatibilitou napěťových úrovní.

4.7.3. Výrobce ani prodejce **nenese odpovědnost za škody způsobené nesprávným použitím nebo integrací** vývojové desky do systémů určených k sériové výrobě.

5. Rychlý start

CANETH-DEVKIT je snadno použitelná vývojová platforma určená pro vyhodnocování, testování a vzdělávací účely. Před instalací a použitím produktu si prosím přečtěte a přijměte Prohlášení **development board disclaimer CZ** nebo **EN**, které je součástí dokumentace dodané s tímto produktem.

Veškeré potřebné technické informace, pokyny k použití jsou obsaženy v uživatelské příručce.

6. Základní konfigurace a spuštění systému

Postupujte podle níže uvedených kroků pro správné připojení, základní oživení a spuštění vývojové desky **CANETH-DEVKIT**:

6.1. Připojení napájení

Před připojením napájecího konektoru změřte izolační odpor dle tabulky níže:

Komponenta	Kladný	Záporný	izolační odpor	tolerance
C20	C20:1	C20:2	1000	±200
C13	C13:1	C13:2	1000	±200
C23	C23:1	C23:2	1000	±200
C26	C26:1	C26:2	1000	±200
C35	C35:1	C35:2	1000	±200
C36	C36:1	C36:2	1000	±200
C76	C76:1	C76:2	1000	±200
C79	C79:1	C79:2	1000	±200
C82	C82:1	C82:2	1000	±200
C83	C83:1	C83:2	1000	±200
C19	C19:1	C19:2	1000	±200
C38	C38:1	C38:2	1000	±200
C55	C55:1	C55:2	1000	±200
C45	C45:1	C45:2	1000	±200
C46	C46:1	C46:2	1000	±200
C51	C51:1	C51:2	1000	±200
C52	C52:1	C52:2	1000	±200
C22	C22:1	C22:2	1000	±200
C7	C7:1	C7:2	1000	±200

Poté připojte napájecí konektor typu *barrel jack* k výstupu laboratorního zdroje s parametry **12 V DC / proudové omezení 500 mA** a změřte napájecí napětí na jednotlivých větvích.

Ujistěte se, že polarita konektoru odpovídá specifikaci desky (+V = vnitřní kontakt, GND = vnější plášť).

Po připojení zdroje ověřte pomocí multimetru výstupní napětí na testovacích bodech dle tabulky.

Komponenta	Kladný	Záporný	Napětí VIN 12V (V)	tolerance (V)
C20	C20:1	C20:2	12	±0,5
C13	C13:1	C13:2	5	±0,05
C23	C23:1	C23:2	5	±0,05
C26	C26:1	C26:2	5	±0,05
C35	C35:1	C35:2	5	±0,05
C36	C36:1	C36:2	5	±0,05
C76	C76:1	C76:2	5	±0,07
C79	C79:1	C79:2	3,3	±0,07
C82	C82:1	C82:2	3,3	±0,05
C83	C83:1	C83:2	3,3	±0,05
C19	C19:1	C19:2	3,3	±0,05
C38	C38:1	C38:2	3,3	±0,1
C55	C55:1	C55:2	3,3	±0,05
C45	C45:1	C45:2	3,3	±0,05
C46	C46:1	C46:2	3,3	±0,05
C51	C51:1	C51:2	3,3	±0,05
C52	C52:1	C52:2	3,3	±0,05
C22	C22:1	C22:2	3,3	±0,01
C7	C7:1	C7:2	3,3	±0,05

Naměřené hodnoty musí odpovídat uvedeným tolerancím, jinak desku dále nezapojte.

6.2. Kontrola izolačního oddělení

Zkontrolujte, zda nejsou propojeny galvanicky oddělené části obvodů (CAN1, CAN2, napájecí a MCU část). Oddělení je realizováno DC/DC měničem s izolací **3 kV** a opto-izolací CAN linek – **nesmí být přemostováno**.

6.3. Připojení komunikačních rozhraní

Připojte **Ethernetový kabel RJ45** k síťovému rozhraní pro komunikaci přes 10/100BASE-TX.

Připojte **kabel DSUB-15** k příslušnému konektoru – slouží pro přístup k CAN1 a CAN2 signálům.

Ujistěte se, že zemní piny (GND) jednotlivých CAN sběrnic nejsou vzájemně propojeny, pokud to testovací sestava nevyžaduje.

6.4. Programování mikrokontroleru

Připojte programátor **ST-LINK/V2** k odpovídajícím pinům SWD rozhraní.

Otevřete vývojové prostředí **STM32CubeIDE** a ověřte správnou detekci mikrokontroleru **STM32G474RE**.

6.5. Inicializace a testování komunikace

Ethernetová aktivita je indikována LED diodami na konektoru RJ45.

Ověřte dostupnost zařízení v síti pomocí příkazu „ping“.

CAN komunikaci ověřte připojením k referenčnímu uzlu a sledováním přijatých rámců v monitorovacím softwaru (např. CANalyzer, PCAN-View).

6.6. Bezpečné vypnutí

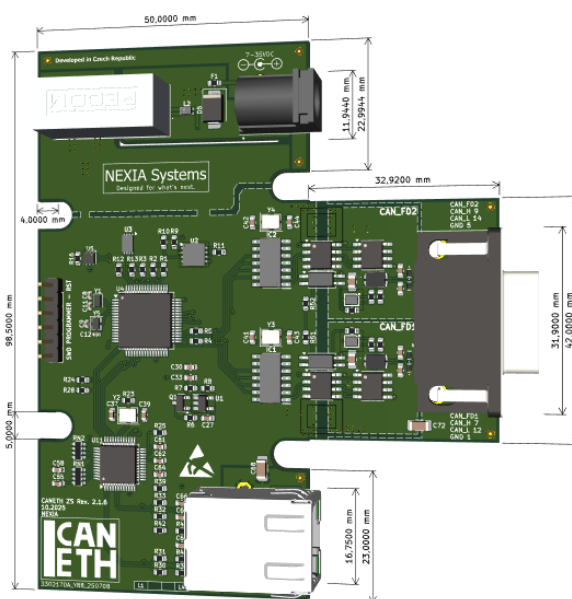
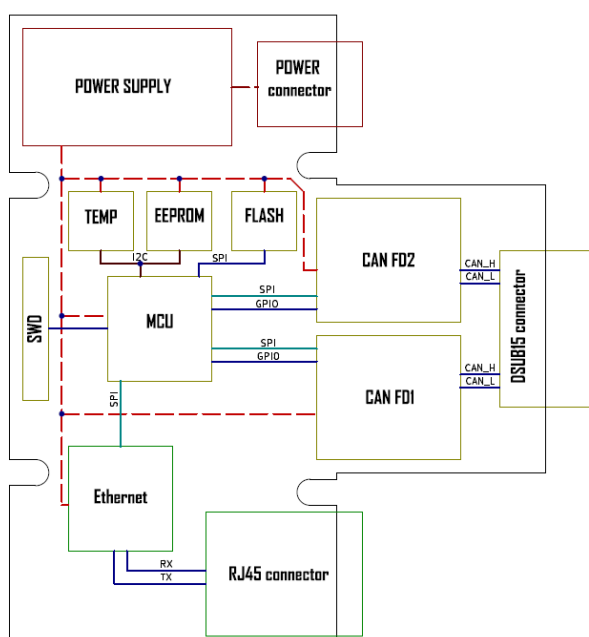
Po ukončení testování **vypněte napájení desky** odpojením napájecího konektoru.

Vyčkejte alespoň 5 sekund, aby se vybily vnitřní kapacity napájecích větví.

Teprve poté **odpojte všechny komunikační kabely** (Ethernet, CAN, ST-LINK).

Při následné manipulaci s deskou dbejte na dodržení zásad ESD ochrany.

7. Rozložení a konfigurace hardwaru



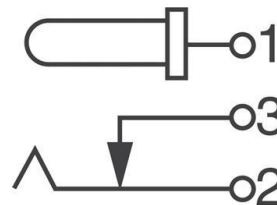
8. Popis konektorů a pinů

8.1. Napájecí konektor (DC Barrel Jack)

Napájecí konektor typu **barrel jack** (rozměry 5,5 × 2,1 mm) slouží pro připojení stejnosměrného zdroje.

- **Vnitřní kontakt (PIN 1):** +VDC
- **Vnější kontakt (PIN 2):** GND
- **Doporučené napětí:** 7 – 35 V DC
- **Maximální proudová zátěž:** 2,5 A

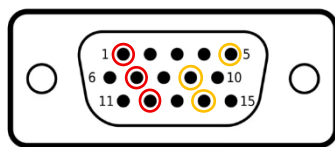
⚠ *Použití nesprávné polarity může způsobit poškození zařízení.*



8.2. Komunikační konektor DSUB15 (pro CAN rozhraní)

Konektor **DSUB15** slouží pro připojení dvou nezávislých rozhraní **CAN FD**.

Zapojení pinů:



CANFD1 CANFD2

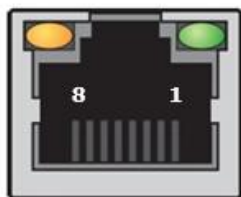
Pin	Signál	Popis
1	GND (CAN FD1)	Zemní vodič CAN FD1
5	GND (CAN FD2)	Zemní vodič CAN FD2
7	CAN FD1 H	CAN FD kanál 1 – High
12	CAN FD1 L	CAN FD kanál 1 – Low
9	CAN FD2 H	CAN FD kanál 2 – High
14	CAN FD2 L	CAN FD kanál 2 – Low

Každý z CAN kanálů je **galvanicky oddělen** od napájení i od MCU (izolace 3 kV) a chráněn **ESD ochranou až 27 kV**.

8.3. Síťový konektor RJ45 (Ethernet 10/100BASE-TX)

Konektor **RJ45** umožňuje připojení zařízení do Ethernet sítě pomocí standardního kabelu (UTP/STP, kategorie 5e nebo vyšší).

Zapojení pinů odpovídá běžnému rozložení pro **10/100BASE-TX (MDI)**:



Pin	Signál	Popis
1	TX+	Transmit Data +
2	TX-	Transmit Data -
3	RX+	Receive Data +
6	RX-	Receive Data -
4	-	Nepřipojeno
5	-	Nepřipojeno
7	-	Nepřipojeno
8	-	Nepřipojeno

Ethernetové rozhraní je **ochráněno proti ESD až 17 kV** a galvanicky odděleno pomocí integrovaného transformátoru v RJ45 konektoru.

Při připojování komunikačních a napájecích kabelů vždy postupujte dle tohoto manuálu.

Používejte pouze kvalitní stíněné kabely, zejména v případech, kdy zařízení pracuje v prostředí s vyšším elektromagnetickým rušením.

9. Demonstrační software/firmware, jak používat CANETH-DEVKIT

Tento demonstrační firmware slouží k základnímu otestování funkcí vývojové desky **CANETH-DEVKIT** a k praktickému seznámení s její komunikací po sběrnici **CAN / CAN FD** a rozhraní **Ethernet**.

Firmware obsahuje implementaci obousměrné komunikace na dvou nezávislých CAN kanálech a umožňuje sledovat přijaté i odeslané rámce v reálném čase prostřednictvím terminálu nebo připojeného Ethernet klienta.

Demonstrační aplikace je určena výhradně pro vývojové a testovací účely. Umožňuje ověřit správnou funkci hardwaru, diagnostiku stavu sběrnice, detekci chybových rámců a základní práci s protokolem CAN FD.

Uživatel může podle tohoto příkladu vyvíjet vlastní komunikační nebo testovací aplikace přizpůsobené konkrétním potřebám projektu.

9.1. Rozhraní CAN/CAN FD

Sběrnice **CAN (Controller Area Network)** je sériová vícebodová komunikační linka používaná pro výměnu dat mezi elektronickými řídicími jednotkami (ECU).

Komunikace probíhá prostřednictvím **rámců** (frames), které jsou vysílány **asynchronně** – tj. zařízení na sběrnici sdílí společný přenosový kanál a využívají **arbitráž podle priority zpráv**.

Na rozdíl od klasických sériových rozhraní (UART, SPI, I²C) je CAN **deterministický a robustní**, s implementovanou **kontrolou chyb (CRC, bit stuffing, ACK, error frames)** a **automatickým opakováním přenosu při chybě**.

9.1.1. CAN – protokol

Protokol **CAN (ISO 11898-1, 2.0A/B)** je deterministická sériová sběrnice typu **multi-master**, používaná k výměně krátkých zpráv mezi více řídicími jednotkami.

Na rozdíl od běžných sériových rozhraní (UART, SPI) pracuje CAN s **diferenčním přenosem signálu a bitovou arbitráží**, což zaručuje odolnost proti rušení a jistotu, že vždy vyhraje rámec s nejvyšší prioritou (nejnižší identifikátor).

Každý uzel na sběrnici může:

- **vysílat** datové rámce, pokud je linka volná,
- **naslouchat** všem přenášeným rámcům (broadcast model),
- **detekovat chyby** na úrovni bitů, rámců i časování.

9.1.2. Struktura rámce CAN 2.0A/B

Každý rámec se skládá z několika bitových polí:

Pole	Popis
SOF (Start of Frame)	Jeden dominantní bit – zahajuje přenos.
Identifier	11bitový (CAN 2.0A) nebo 29bitový (CAN 2.0B – extended) identifikátor rámce, určuje prioritu.
RTR (Remote Transmission Request)	Určuje, zda jde o datový rámec, nebo požadavek na data.
IDE (Identifier Extension)	Určuje, zda se používá rozšířený 29bitový identifikátor.
Control Field (DLC)	Udává délku datového pole (0–8 bajtů).
Data Field	Uživatelská data, až 8 bajtů.
CRC Field	15bitová kontrola správnosti přenosu.
ACK Field	Každý přijímač potvrzuje přijetí rámce dominantním bitem.
EOF (End of Frame)	Sedm recesivních bitů značí konec rámce.

9.1.3. Princip bitové arbitráže

Všechna zařízení na sběrnici mohou vysílat, ale pokud více uzlů začne zároveň, rozhoduje se **bit po bitu** podle identifikátoru:

- Dominantní bit (0) přebíjí recesivní (1).
- Uzel, který jako první detekuje, že jeho vysílaný bit neodpovídá stavu sběrnice, **ztrácí arbitráž** a přepíná se do režimu příjmu.

9.1.4. Chybové stavy a zotavení

CAN implementuje **automatickou detekci a signalizaci chyb**.

Každý uzel sleduje počítadla chyb:

- **TEC (Transmit Error Counter)** – počítá chyby při odesílání.
- **REC (Receive Error Counter)** – chyby při příjmu.

Na základě jejich hodnot se zařízení nachází v jednom ze tří stavů:

Stav	Popis	Reakce
Error Active	Normální režim, zařízení může vysílat.	Vysílá error frame při chybě.
Error Passive	Zvýšený počet chyb, zařízení omezuje vliv na sběrnici.	Nepoškozuje sběrnici při chybě.
Bus Off	Závažné chyby, zařízení je odpojeno od sběrnice.	Vyžaduje softwarové resetování.

-  CAN Bus OK
-  Error Passive
-  Bus Off
-  Bus No activity

Tento mechanismus odpovídá standardu ISO 11898-1 a zajišťuje **autodiagnostiku fyzické vrstvy**.

9.1.5. Chování v neaktivitě a zotavení

Kód navíc kontroluje i **čas od posledního platného rámce**.

Pokud dojde k překročení časového limitu CAN_SILENT_TIMEOUT, je detekována neaktivita:

⚠ *Bus No activity* – sběrnice je fyzicky v pořádku, ale nedochází k žádným přenosům.

Funkce CAN status poté sleduje, zda se z chybového stavu podařilo vrátit do normálního stavu, a vypíše:

✅ *CAN Bus zpět v normálním stavu*

TEC: X | REC:

9.1.6. Odesílání zpráv

Funkce pro odesílání rámců CAN implementuje odesílání podle specifikace CAN / CAN FD:

- Parsuje vstupní příkaz do formátu: 0x123 01 11 22 33 44
- Určí cílový kanál (CAN1 nebo CAN2), identifikátor (ID), datové pole (Data), a typ rámce (std/ext).
- Vypočítá správné **DLC (Data Length Code)** – buď 0–8 (CAN), nebo 0–15 (CAN FD).
- Pokud je odeslání neúspěšné, opět čte **vnitřní CTR registry** a loguje stav přenosu.

9.7.1. CAN FD – rozšíření původního protokolu

CAN FD (definován v ISO 11898-1:2015) je rozšířením klasického CANu (ISO 11898-1), které přináší:

- **větší datovou kapacitu rámce** – až **64 bajtů** místo 8,
- **vyšší přenosovou rychlost**
 - *Arbitrážní fáze* probíhá při klasické rychlosti (**250,500,1000 kbps**).
 - *Datová fáze* může probíhat až do **8 Mbit/s**.
- **efektivnější datový formát a vylepšenou detekci chyb**.

Cílem CAN FD bylo zachovat **zpětnou kompatibilitu** — tedy, aby starší uzly na sběrnici mohly CAN FD rámce bezpečně ignorovat bez narušení komunikace.

9.7.2. Implementace v CANETH-DEVKIT

CAN FD je plně **zpětně kompatibilní** s klasickým CAN — zařízení, která podporují pouze klasický CAN, sice nerozumí FD rámcům, ale provoz na stejné sběrnici je možný, pokud se FD zařízení přepne do kompatibilního režimu.

Zařízení **CANETH-DEVKIT** využívá dvojici **CAN FD řadičů MCP2518FD** (od společnosti Microchip Technology) pro zpracování obou kanálů sběrnice CAN.

Každý z těchto řadičů je připojen k samostatnému, které zajišťují fyzickou úroveň komunikace dle ISO 11898-2.

Řadiče MCP2518FD komunikují s mikrokontrolerem přes **SPI rozhraní**, které přenáší řídicí instrukce, konfigurační registry a datové rámce.

9.7.3. Struktura CAN rámce (CAN 2.0 a FD)

Pole rámce	CAN 2.0	CAN FD	Popis
Start of Frame (SOF)	✓	✓	Zahajovací bit rámce (dominantní bit)
Identifier (ID)	✓	✓	Identifikátor zprávy (11 nebo 29 bitů)
RTR	✓	✗	Odstraněno (CAN FD nepoužívá Remote Frame)
IDE	✓	✓	Určuje, zda se používá rozšířený 29bit ID
r0, r1	✓	<i>BRS, ESI</i>	Nahrazeno novými příznaky
DLC	0–8 B	0–15 → 0–64 B	Délka datové části
Data Field	max. 8 B	max. 64 B	Datová část
CRC Field	15 bit	17/21 bit	Kontrola přenosu (Cyclic Redundancy Check)
ACK Field	✓	✓	Potvrzení rámce
End of Frame (EOF)	✓	✓	Konec rámce

Zkratka	Název
BRS (Bit Rate Switch)	Umožňuje přepnout na vyšší bitovou rychlost pro datovou část rámce (typicky 2 – 8 Mbit/s).
ESI (Error State Indicator)	Signalizuje, zda uzel odesílající rámec je v chybovém (Error Passive) stavu.

9.7.4. Délkový kód DLC a jeho mapování

CAN FD rozšiřuje význam pole **DLC (Data Length Code)**.

Hodnoty 0–8 zůstávají stejné jako u klasického CAN 2.0., ale 9–15 odpovídají následujícím délkám:

DLC	Počet bajtů
0–8	0–8 bajtů
9	12 bajtů
10	16 bajtů
11	20 bajtů
12	24 bajtů
13	32 bajtů
14	48 bajtů
15	64 bajtů

9.7.5. Odesílání CAN FD rámců v kódu

Kód automaticky rozlišuje, zda daný kanál běží v režimu FD (`isFd == true`), nebo datová délka přesahuje 8 bajtů a podle toho volí správný způsob volby CAN protokolu.

To znamená:

- V **CAN FD** módu se přenese až 64 B dat.
- V **klasickém CAN** módu se data automaticky zkrátí na 8 B, aby nedošlo k porušení standardu.

9.7.6. Diagnostika a zpětná kompatibilita

Každý odeslaný nebo přijatý rámec je v terminálu logován např. takto:

SENT CH1 0x123 std 8B (FD): 11 22 33 44 55 66 77 88

RECV 0x456 01 ext 12B (FD): DE AD BE EF 00 11 22 33 44 55 66 77

Tento formát umožňuje:

- **rozeznat**, zda byl rámec FD či CAN 2.0A/B
- **ověřit** délku datového rámce (8B, 12B, ...),
- **porovnat typ identifikátoru** standart/extended (std / ext).
- **Tvarovatelnost** z/do jakého kanálu byla data odeslána/přijata (SENT CH1, RECV CH2).

9.7.7. Diagnostika a chybové stavy

I CAN FD používá počítadla chyb **TEC/REC** a stavy **Error Active / Passive / Bus Off**.

9.7.8. Maximální délky segmentů sběrnice CAN v závislosti na přenosové rychlosti

Přenosová rychlost	Maximální délka vedení	Typ protokolu CAN	počet uzlů	Maximální délka odboček
8 Mbit/s	≤ 7 metrů	CAN FD	<5 uzlů	≤ 5 centimetrů
6 Mbit/s	≤ 10 metrů	CAN FD	10 uzlů	≤ 10 centimetrů
4 Mbit/s	≤ 15 metrů	CAN FD	15 uzlů	≤ 10 centimetrů
2 Mbit/s	20 metrů	CAN FD	20 uzlů	15 centimetrů
1 Mbit/s	30 metrů	Klasický CAN	25 uzlů	10 metrů
500 kbit/s	100 metrů	Klasický CAN	30 uzlů	25 metrů
250 kbit/s	250 metrů	Klasický CAN	30 uzlů	50 metrů
125 kbit/s	500 metrů	Klasický CAN	30 uzlů	100 metrů

9.2. Ethernetová komunikace

Vývojová deska **CANETH-DEVKIT** je vybavena síťovým rozhraním, který zajišťuje hardwarovou implementaci síťového protokolu **TCP/IP**.

Rozhraní Ethernet je určeno pro komunikaci s PC nebo jiným nadřazeným systémem po síti LAN a umožňuje přenos dat mezi zařízeními prostřednictvím standardního protokolu **TCP (Transmission Control Protocol)**.

Ethernetové rozhraní pracuje v režimu **10/100 Mb/s** a je kompatibilní se standardem **IEEE 802.3**.

Komunikace probíhá prostřednictvím konektoru **RJ-45**, který obsahuje integrované indikační LED diody signalizující aktivitu a stav linky.

Pro zajištění spolehlivého spojení je nutné použít kvalitní **stíněný síťový kabel (STP)** o délce do 100 m, zakončený standardními konektory RJ-45.

Vestavěný síťový řadič pracuje na principu **socketové architektury**, která umožňuje obsluhu více nezávislých spojení současně.

Firmware desky využívá tuto architekturu k implementaci jednoduchého **TCP serveru**, který přijímá příchozí spojení z hostitelského počítače a zajišťuje obousměrný přenos dat mezi **CAN sběrnici a Ethernetem**.

To umožňuje vzdálený přístup k CAN rámcům, jejich monitorování i odesílání.

Na fyzické vrstvě je přenos realizován po **dvojitém krouceném vodiči (Twisted Pair)**, nejčastěji pomocí kabeláže **Cat5e / Cat6**.

Na linkové vrstvě se data přenášejí ve formátu **Ethernet rámce**, který obsahuje:

Pole rámce	Popis	Délka
Preamble + SFD	Synchronizace přenosu	8 bajtů
MAC adresa příjemce	Cílové zařízení	6 bajtů
MAC adresa odesílatele	Zdroj zařízení	6 bajtů
EtherType	Identifikátor protokolu (např. 0x0800 pro IPv4)	2 bajty
Data (Payload)	Přenášená informace	46–1500 bajtů
FCS	Kontrola chyb (CRC32)	4 bajty

9.2.1. Implementace v zařízení

Zařízení integruje kompletní **hardwarový TCP/IP stack**. Zajišťuje tedy implementaci všech nízkourovňových vrstev (Ethernet, IP, TCP/UDP, ARP, ICMP, DHCP atd.).

Mikrokontrolér tak pouze odesílá a přijímá datové bloky přes **SPI rozhraní**, aniž by musel provádět zpracování protokolů softwarově.

To výrazně zrychluje komunikaci a snižuje zatížení CPU.

Zařízení CANETH-DEVKIT může pracovat:

- jako **TCP server**, který čeká na příchozí spojení (např. z PC aplikace),
- nebo jako **TCP klient**, který se aktivně připojuje k nadřazenému systému.

V běžné konfiguraci funguje jako **TCP server**. Po zapnutí naváže spojení na definovaném portu, adrese.

9.2.2. Struktura přenášených dat

Každá zpráva mezi CAN a Ethernetem je přenášena jako **textový řádek (ASCII)** ukončený znakem nového řádku \n.

Tento přístup zajišťuje snadnou čitelnost a možnost testování i pomocí běžného TCP terminálu (např. PuTTY, netcat, RealTerm).

9.2.2.1. Dva základní směry přenosu:

9.2.2.1.1. CAN → Ethernet (přijatý rámec z CAN sběrnice)

Při přijetí rámce z CAN sběrnice zařízení odešle textovou zprávu následujícího formátu:

RECV 0x<ID> <SEL> <STD/EXT> <LEN>B<FD>: <DATA>

Pole	Popis	Příklad
RECV	Označení, že rámec byl přijat z CAN	—
0x<ID>	Identifikátor CAN rámce (hexadecimálně)	0x18FF50E5
<SEL>	Označení fyzického kanálu (1 = CAN1, 2 = CAN2)	01
<STD/EXT>	Typ rámce – standardní (11 bitů) nebo rozšířený (29 bitů)	std, ext
<LEN>B	Délka datového pole v bajtech	8B
(FD)	Volitelné označení, pokud je rámec typu CAN FD	8B (FD)
<DATA>	Hexadecimální data přijatého rámce	11 22 33 44 55 66 77 88

Ukázky:

RECV 0x18FF50E5 01 ext 8B: 11 22 33 44 55 66 77 88

RECV 0x7E0 02 std 8B: 02 10 03 00 00 00 00 00

RECV 0x123 01 std 4B (FD): 12 34 56 78

9.2.2.1.2. Ethernet → CAN (odesílání rámce z klienta)

Při odeslání CAN rámce z PC nebo jiného klienta se používá zjednodušený vstupní formát:

0x<ID> <SEL> <DATA>

Pole	Popis	Příklad
0x<ID>	Identifikátor CAN rámce (hex)	0x18FF50E5
<SEL>	Kanál sběrnice (1 = CAN1, 2 = CAN2)	01
<DATA>	Hexadecimální data rámce	11 22 33 44 55 66 77 88

Příklad odeslání:

0x18FF50E5 01 11 22 33 44 55 66 77 88

Zařízení po úspěšném odeslání potvrdí zprávu formou:

SENT CH1 0x18FF50E5 ext 8B (FD): 11 22 33 44 55 66 77 88

9.3. Paměťová konfigurace zařízení

Zařízení **CANETH-DEVKIT** je vybaveno externí nevolatilní pamětí **EEPROM** s kapacitou 256 kbit (32 kB).

Tato paměť slouží k **ukládání konfiguračních dat zařízení**, zejména síťových parametrů a uživatelských nastavení.

Ukládané parametry

Do EEPROM se ukládají následující údaje:

- **IP adresa zařízení** (statická IPv4 adresa, čtyři bajty),
- **Port TCP serveru**, na kterém zařízení naslouchá,
- případně další pomocné konfigurační údaje dle verze firmware.

Při každém zapnutí nebo resetu zařízení mikrokontroler **načte tyto údaje z EEPROM** a inicializuje podle nich síťovou konfiguraci.

Pokud EEPROM neobsahuje platné údaje (např. po výrobě nebo po smazání paměti), firmware automaticky **nastaví výchozí tovární IP adresu a port (**192.168.0.50:8000**)** a uloží je zpět do paměti.

9.3.1. Funkce a zápis

EEPROM je připojena přes interní sběrnici a komunikuje na standardní adrese. Firmware provádí veškeré zápisy s ohledem na životnost paměti, tzn.:

- používá **omezené přepisování** pouze při změně hodnot,
- chrání před poškozením dat při výpadku napájení.

Změna IP adresy nebo portu se provádí prostřednictvím konfiguračního příkazu, který novou hodnotu: ověří, zapíše do EEPROM, aplikuje při dalším restartu zařízení.

Tím je zajištěna **perzistence konfigurace** i po odpojení napájení.

9.4. Popis příkazů pro řízení CANETH-DEVKIT

9.4.1. Příkaz pro nastavení rychlosti sběrnice CAN/CAN FD

SET_CAN_SPEED_XX_XXXX_XXXX					
Channel	Data bit rate	Nominal bit rate			
01	125	-	-	-	-
01	250	-	-	-	-
01	500	-	-	-	-
01	1000	-	-	-	-
01	2000	250	500	1000	-
01	4000	250	500	1000	-
01	6000	250	500	1000	-
01	8000	250	500	1000	-
02	125	-	-	-	-
02	250	-	-	-	-
02	500	-	-	-	-
02	1000	-	-	-	-
02	2000	250	500	1000	-
02	4000	250	500	1000	-
02	6000	250	500	1000	-
02	8000	250	500	1000	-

Příkaz SET_CAN_SPEED_XX_XXXX_XXXX slouží k nastavení komunikační rychlosti (bit rate) pro jednotlivé kanály CAN1 a CAN2.

Parametry příkazu definují jak **nominální rychlost** (pro klasický CAN režim), tak **datovou rychlost** (pro CAN FD režim).

SET_CAN_SPEED_01_500 → CAN1, 500 kbit/s (CAN 2.0A/B)

SET_CAN_SPEED_02_4000_1000 → CAN2, 4 Mbit/s data rate, 1 Mbit/s nominal rate (CAN FD)

9.4.2. Příkaz pro nastavení síťových parametrů

Default IP	192.168.0.50
Default PORT	8000
SET_IP XXX.XXX.XXX.XXX	
SET_PORT XXXX	
C_IP	Control IP
C_PORT	Control PORT

..

Příkaz SET_IP XXX.XXX.XXX.XXX slouží k nastavení vlastní IP adresy zařízení.

Příkaz SET_PORT XXXX slouží k nastavení vlastnímu PORTU adresy zařízení.

Příkazy C_IP/C_PORT slouží pro ověření aktuální IP/PORTU daného zařízení.

9.4.3. Funkce filtrování zpráv – příkazy IG_XXX a UNIG_XXX

Tato funkce umožňuje **ignorovat (filtrovat)** vybrané CAN rámce podle jejich identifikátoru (ID).

Pomocí příkazů IG_XXX a UNIG_XXX lze dynamicky řídit, které zprávy zařízení bude zpracovávat a které budou ignorovány, bez nutnosti restartu systému.

Příkaz	Popis	Formát	Příklad použití	Výsledek
IG_(ID)	Přidá dané ID (nebo rozsah ID) do seznamu ignorovaných zpráv.	IG_<startID>-<endID> nebo IG_<ID>	IG_100-1FF nebo IG_200	Rámce s ID 0x100–0x1FF (nebo 0x200) jsou ignorovány
UNIG_(ID)	Odstraní dané ID (nebo rozsah ID) ze seznamu ignorovaných zpráv.	UNIG_<startID>-<endID> nebo UNIG_<ID>	UNIG_200 nebo UNIG_100-1FF	Rámce s ID 0x200 (nebo rozsah 0x100–0x1FF) se opět zpracovávají

9.4.3.1. Pravidla a chování

Identifikátory (ID) se zapisují **v hexadecimálním formátu bez prefixu „0x“**, např. 1A0, 7FF, 18DAF110.

Rozsahy se zapisují pomocí **pomlčky (-)**, např. IG_000-7FF.

Funkce podporuje jak **standardní (11bit)**, tak **rozšířené (29bit)** identifikátory.

Ignorování se provádí **na úrovni firmware**. Rámce se vůbec nezpracovávají ani nelogují do výstupu.

Počet aktivních filtrů je omezen kapacitou interní tabulky (např. 64 položek).

9.4.4. Řízení terminace CAN sběrnice

Zařízení je vybaveno spínači terminace pro obě CAN sběrnice (CAN1 a CAN2).

Tyto spínače umožňují softwarově zapínat nebo vypínat zakončovací odpor 120 Ω, který se standardně používá pro správnou funkci sběrnice CAN.

Ve výchozím stavu jsou oba terminátory sepnuté (aktivní).

Tato funkce umožňuje flexibilní konfiguraci při různých topologiích sítě CAN – například při testování, rozšiřování nebo připojení zařízení do stávající sběrnice, kde již terminace existuje na jiných uzlech.

Příkaz	Popis	Formát	Příklad použití
TERM_01	Zapne nebo vypne terminaci CAN1	TERM_01:<0/1>	TERM_01:0 (vypnutí terminace) TERM_01:1 (zapnutí terminace)
TERM_02	Zapne nebo vypne terminaci CAN2	TERM_02:<0/1>	TERM_02:0 (vypnutí terminace) TERM_02:1 (zapnutí terminace)

⚠ Upozornění:

Změna stavu terminace by měla být prováděna **pouze při neaktivní sběrnici** (tj. když neprobíhá komunikace).

Přepnutí terminace během aktivního provozu může způsobit rušení signálu, chybové rámce nebo dočasnou ztrátu komunikace na sběrnici.

9.4.5. Měření teploty zařízení

Zařízení je vybaveno přesným digitálním teplotním senzorem **TMP117**, který umožňuje měřit teplotu s vysokou přesností (± 0.1 °C typicky v rozsahu -55 °C–150 °C).

Naměřená teplota může být využita pro monitorování provozních podmínek, diagnostiku nebo řízení teplotní ochrany systému.

Příkaz	Popis	Formát	Příklad použití	Odezva zařízení	Jednotky
TEMP	Změří a vrátí aktuální teplotu zařízení z čidla.	TEMP	TEMP	TEMP: 32.45 °C	°C (Celsius)

9.4.5.1. Vysvětlení chování

Po přijetí příkazu TEMP zařízení provede okamžité měření teploty z čidla TMP117.

Výsledek je vrácen jako číslo s **dvěma desetinnými místy** v jednotkách stupňů Celsia (°C).

Měření probíhá v režimu **jednorázové konverze**, což minimalizuje spotřebu energie.

10. Označení produktu

Každá deska **NEXIA** je opatřena jedinečným značením umožňujícím její jednoznačnou identifikaci, sledovatelnost a odlišení verze produktu. Označení je vytištěno přímo na plošném spoji nebo formou štítku umístěného na horní nebo spodní straně PCB.

Značení obvykle obsahuje následující údaje:

- **Značka výrobce:** *NEXIA* – identifikace výrobce.
- **Název produktu:** např. *CANETH-DEVKIT* nebo název finálního zařízení.
- **Verze desky:** např. *Rev. A01* – označuje hardwarovou revizi PCB.
- **Počet vrstev:** informace o konstrukci desky.
- **Typ zařízení:** označení, zda se jedná o *vývojovou desku (Development Kit)* nebo *finální produkt (Production Unit)*. Tato informace je uvedena na spodní straně desky.

Kromě toho jsou na desce uvedeny popisy pinů pro všechny konektory, které jsou určeny pro přímé připojení periférií či měření.

Popisky zajišťují rychlou orientaci uživatele při zapojování bez nutnosti nahlížet do schématu.

Výjimku tvoří konektor **RJ45 (Ethernet)**, který není označen jednotlivými piny přímo na PCB, protože jeho zapojení odpovídá standardnímu pinoutu 10/100BASE-TX (MDI).

11. Evropská legislativa a prohlášení o shodě

Tento produkt je určen **výhradně pro vývojové, testovací a vzdělávací účely**.

Nejedná se o finální zařízení určené pro koncového uživatele a **není určeno k uvedení na trh jako hotový výrobek** ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU (EMC) ani 2014/35/EU (LVD).

Deska **nemá provedenu zkoušku elektromagnetické kompatibility (EMC)** ani bezpečnostní certifikaci dle platných harmonizovaných norem.

Použití této vývojové desky může způsobit **elektromagnetické rušení** jiných zařízení, nebo může být rušením ovlivněna její funkce.

Uživatel je odpovědný za zajištění vhodného laboratorního prostředí a dodržení všech bezpečnostních opatření.

Pro zabránění rušení doporučujeme:

- provozovat desku **pouze v laboratorních nebo stíněných podmínkách**,
- **minimalizovat délku připojovacích kabelů**,
- používat **stíněné kabely** pro komunikační rozhraní (např. Ethernet),
- zabránit používání v blízkosti citlivých zařízení nebo přijímačů rádiového signálu.

Jakékoli **úpravy nebo přestavby** desky mohou změnit její elektrické vlastnosti a zvýšit úroveň vyzařování.

Výrobce **nepřebírá odpovědnost za škody vzniklé neodborným používáním** nebo instalací mimo určené laboratorní prostředí.

12. Likvidace produktu



Tento produkt podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/19/EU o odpadu z elektrických a elektronických zařízení (WEEE).

To znamená, že tento výrobek **nesmí být likvidován společně s běžným komunálním odpadem.**

Po ukončení životnosti musí být produkt a jeho elektronické součásti **odevzdány na určené sběrné místo pro elektroodpad**, aby byla zajištěna jejich ekologická recyklace a opětovné využití materiálů.

Tím přispějete k ochraně životního prostředí a zdraví lidí před negativními účinky nesprávného nakládání s elektroodpadem.

Tento produkt je určen výhradně pro **vývojové a testovací účely** a **není určen pro běžné spotřebitele**. Přesto musí být po ukončení používání zlikvidován v souladu s výše uvedenými zásadami.

13. DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ – PŘEČTĚTE SI POZORNĚ

Značka **NEXIA** si vyhrazuje právo kdykoli a bez předchozího upozornění provádět změny, opravy, vylepšení nebo úpravy svých produktů a/nebo tohoto dokumentu.

V případě rozporu mezi ustanoveními tohoto dokumentu a ustanoveními jakékoli smluvní dohody mezi kupujícím a značkou **NEXIA** mají přednost ustanovení smluvní dohody.

Kupujícím se doporučuje ověřit si před zadáním objednávky aktuální informace o produktech značky **NEXIA**.

Produkty jsou prodávány v souladu s obchodními podmínkami platnými v době potvrzení objednávky. Kupující nesou plnou odpovědnost za výběr, způsob použití a zapojení produktů značky **NEXIA**.

Značka **NEXIA** nenese žádnou odpovědnost za návrh aplikace nebo za technickou asistenci poskytovanou kupujícím.

Tento dokument nepředstavuje žádné výslovné ani implicitní udělení licence k jakýmkoli právům duševního vlastnictví značky **NEXIA**.

Další prodej produktů s ustanoveními odlišnými od těch, která jsou uvedena v tomto dokumentu, ruší jakoukoli záruku poskytovanou značkou **NEXIA** na daný produkt.

Pokud kupující identifikují produkt značky **NEXIA**, který odpovídá jejich funkčním a výkonnostním požadavkům, avšak není určen pro jejich tržní segment, doporučuje se kontaktovat značku **NEXIA** pro více informací.

NEXIA a její logo jsou obchodní označení živnostníka působícího pod značkou **NEXIA**.

Všechny ostatní názvy produktů nebo služeb jsou ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

Informace uvedené v tomto dokumentu nahrazují veškeré předchozí verze.

© 2025 **NEXIA** – Všechna práva vyhrazena.