

## Protokol o měření binární IO karty BIO02 v klimatické komoře

**Pracoviště:** RICE  
**Číslo dokumentu:** 22190-043-2021  
**Typ zprávy:** Výzkumná zpráva  
**Řešitelé:** Ing. Zdeněk Kehl,  
Ing. Libor Poláček, Ph.D.  
**Hlavní řešitel:** Ing. Pavel Turjanica, Ph.D.  
**Počet stran:** 21  
**Datum vydání:** 12.11.2021  
**Oborové zařazení:** JA – Elektronika a optoelektronika, elektrotechnika

**Zadavatel / zákazník:**

**Zpracovatel / dodavatel:**

Západočeská univerzita v Plzni  
Regionální inovační centrum  
elektrotechniky  
Univerzitní 8  
306 14 Plzeň

**Kontaktní osoba:**

Ing. Zdeněk Kehl  
tel. 377 634 140  
kehlz@rice.zcu.cz

Tento příspěvek vznikl s podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu OP VVV, Elektrotechnické technologie s vysokým podílem vestavěné inteligence, číslo CZ.02.1.01/0.0/0.0/18\_069/0009855 a projektu SGS-2021-021.

## **Anotace**

Tato výzkumná zpráva popisuje měření binární iO karty BIO02 v klimatické komoře. Jsou zde shrnuty výsledky měření vlivu teploty na binární vstupy, výstupy a na napájecí zdroj karty.

## **Klíčová slova**

Binární vstup, binární výstup, kanál, procesor, teplota, převodní charakteristika

## **Název zprávy v anglickém jazyce / Report title**

Climatic tests of the BIO02 card

## **Anotace v anglickém jazyce / Abstract**

This research report describes the measurement of the binary iO card BIO02 in a climate chamber. The results of measuring the impact of temperature on the binary inputs, outputs and on the power supply are summarized here.

## **Klíčová slova v anglickém jazyce / Keywords**

Binary input, binary output, channel, processor, temperature, transfer function

## Seznam symbolů a zkratek

|            |                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------|
| BIN        | Binární vstup                                            |
| BOUT       | Binární výstup                                           |
| CH         | Kanál                                                    |
| IR debug   | Komunikace přes infračervený port                        |
| NO         | Normally open                                            |
| NC         | Normally close                                           |
| T          | Teplota                                                  |
| Th_high    | Threshold překlápějící výstup binárního vstupu do log. 1 |
| Th_low     | Threshold překlápějící výstup binárního vstupu do log. 0 |
| Uin        | Vstupní napětí binárního vstupu                          |
| Uin_supply | Vstupní napětí napájecího zdroje                         |

## Obsah

|          |                                              |           |
|----------|----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PRŮBĚH TESTOVÁNÍ .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>VLIV TEPLoty NA AUTODETEKCI .....</b>     | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>VLIV TEPLoty NA BINÁRNÍ VSTUPY .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1      | BINÁRNÍ VSTUPY 24V .....                     | 8         |
| 3.2      | BINÁRNÍ VSTUPY 110V .....                    | 10        |
| <b>4</b> | <b>VLIV TEPLoty NA BINÁRNÍ VÝSTUPY .....</b> | <b>12</b> |
| <b>5</b> | <b>VLIV TEPLoty NA NAPÁJECÍ NAPĚTÍ .....</b> | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>POUŽITÉ PŘÍSTROJE.....</b>                | <b>20</b> |
| <b>7</b> | <b>ZÁVĚR .....</b>                           | <b>20</b> |

## 1 Průběh testování

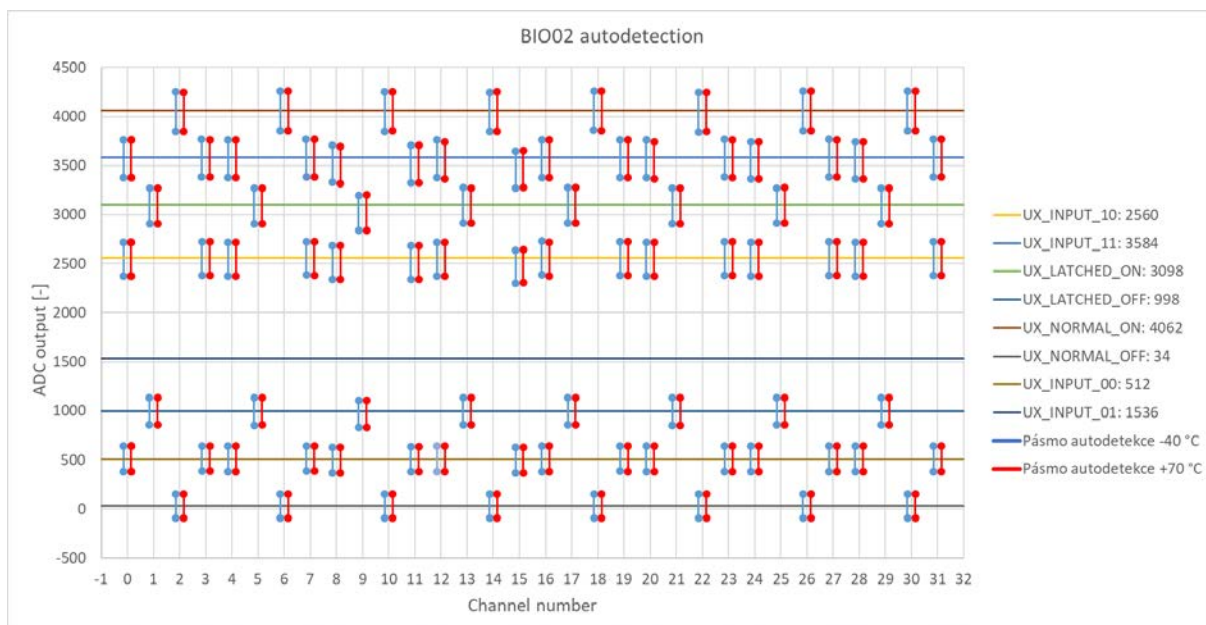
Měření binární karty BIO02 bylo provedeno pro dvě teploty: -40 °C a +70 °C.

### Průběh měření:

- Karta BIO02 vypnuta. Nastavení požadované teploty klimatické komory na hodnotu -40 °C
- Po ustálení teploty na hodnotě -40 °C prodleva 1h 30min.
- Zapnutí napájecího zdroje karty BIO02.
- Oživení komunikace karty BIO02 s PC přes IR debug
- Měření autodetekce
- Měření binárních vstupů BIN 24V
- Měření binárních vstupů BIN 110V
- Měření binárních výstupů BOUT
- Vyčtení teplot na plošném spoji pomocí IR debug
- Měření zvlnění a velikosti napětí 1V2
- Měření zvlnění a velikosti napětí 3V3
  
- Změna požadovaného teploty klimatické komory na hodnotu +70 °C. Při přechodu z teploty -40 °C na +70 °C karta BIO02 zapnuta.
- Po ustálení teploty na hodnotě +70 °C prodleva 1h 30min.
- Měření autodetekce
- Měření binárních vstupů BIN 24V
- Měření binárních vstupů BIN 110V
- Měření binárních výstupů BOUT
- Vyčtení teplot na kartě pomocí IR debug
- Měření zvlnění a velikosti napětí 1V2
- Měření zvlnění a velikosti napětí 3V3

## 2 Vliv teploty na autodetekci

Graf na Obr. 3.1 znázorňuje rozhodovací pásma autodetekce pro jednotlivé kanály. Modře naznačená pásma byly změřeny při teplotě -40 °C. Červená pásma byly změřeny při teplotě +70 °C. Softwarové thresholdy jsou vypsány v legendě grafu.



Obr. 3.1 Rozhodovací pásma a thresholdy autodetekce

V tabulce Tab. I jsou uvedeny výsledky autodetekce pro teploty  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , které byly vyčteny pomocí IR debug. Tímto byla ověřena funkce implementovaného algoritmu autodetekce v kartě BIO02. Z měření vyplývá, že rozptyl změřených hodnot vlivem teploty nemá zásadní dopad na chybovost autodetekce.

Tab. I Ověření autodetekce při teplotách  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

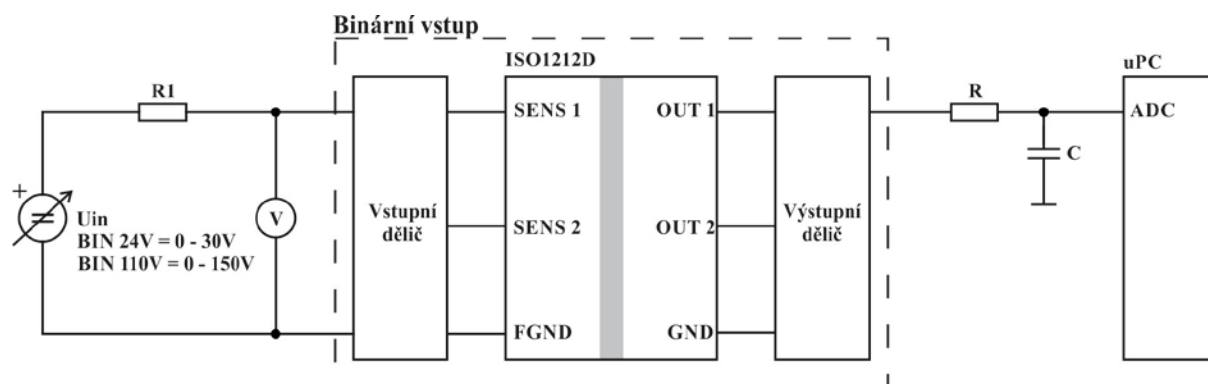
| Kanál | HW konfigurace     | Autodetekce $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ | Autodetekce $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
|-------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| CH0   | Binary_IN 110V     | >>>: CH00 type is INPUT                   | >>>: CH00 type is INPUT                   |
| CH1   | Binary_OUT latched | >>>: CH01 type is OUTPUT LATCHED          | >>>: CH01 type is OUTPUT LATCHED          |
| CH2   | Binary_OUT strd NC | >>>: CH02 type is OUTPUT NORMAL           | >>>: CH02 type is OUTPUT NORMAL           |
| CH3   | Binary_IN 24V      | >>>: CH03 type is INPUT                   | >>>: CH03 type is INPUT                   |
| CH4   | Binary_IN 110V     | >>>: CH04 type is INPUT                   | >>>: CH04 type is INPUT                   |
| CH5   | Binary_OUT latched | >>>: CH05 type is OUTPUT LATCHED          | >>>: CH05 type is OUTPUT LATCHED          |
| CH6   | Binary_OUT strd NC | >>>: CH06 type is OUTPUT NORMAL           | >>>: CH06 type is OUTPUT NORMAL           |

|      |                    |                                     |                                     |
|------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| CH7  | Binary_IN 24V      | >>>: CH07 type is INPUT             | >>>: CH07 type is INPUT             |
| CH8  | Binary_IN 110V     | >>>: CH08 type is INPUT             | >>>: CH08 type is INPUT             |
| CH9  | Binary_OUT latched | >>>: CH09 type is OUTPUT<br>LATCHED | >>>: CH09 type is OUTPUT<br>LATCHED |
| CH10 | Binary_OUT strd NC | >>>: CH10 type is OUTPUT<br>NORMAL  | >>>: CH10 type is OUTPUT<br>NORMAL  |
| CH11 | Binary_IN 24V      | >>>: CH11 type is INPUT             | >>>: CH11 type is INPUT             |
| CH12 | Binary_IN 110V     | >>>: CH12 type is INPUT             | >>>: CH12 type is INPUT             |
| CH13 | Binary_OUT latched | >>>: CH13 type is OUTPUT<br>LATCHED | >>>: CH13 type is OUTPUT<br>LATCHED |
| CH14 | Binary_OUT strd NC | >>>: CH14 type is OUTPUT<br>NORMAL  | >>>: CH14 type is OUTPUT<br>NORMAL  |
| CH15 | Binary_IN 24V      | >>>: CH15 type is INPUT             | >>>: CH15 type is INPUT             |
| CH16 | Binary_IN 24V      | >>>: CH16 type is INPUT             | >>>: CH16 type is INPUT             |
| CH17 | Binary_OUT latched | >>>: CH17 type is OUTPUT<br>LATCHED | >>>: CH17 type is OUTPUT<br>LATCHED |
| CH18 | Binary_OUT strd NO | >>>: CH18 type is OUTPUT<br>NORMAL  | >>>: CH18 type is OUTPUT<br>NORMAL  |
| CH19 | Binary_IN 24V      | >>>: CH19 type is INPUT             | >>>: CH19 type is INPUT             |
| CH20 | Binary_IN 110V     | >>>: CH20 type is INPUT             | >>>: CH20 type is INPUT             |
| CH21 | Binary_OUT latched | >>>: CH21 type is OUTPUT<br>LATCHED | >>>: CH21 type is OUTPUT<br>LATCHED |
| CH22 | Binary_OUT strd NO | >>>: CH22 type is OUTPUT<br>NORMAL  | >>>: CH22 type is OUTPUT<br>NORMAL  |
| CH23 | Binary_IN 24V      | >>>: CH23 type is INPUT             | >>>: CH23 type is INPUT             |
| CH24 | Binary_IN 24V      | >>>: CH24 type is INPUT             | >>>: CH24 type is INPUT             |
| CH25 | Binary_OUT latched | >>>: CH25 type is OUTPUT<br>LATCHED | >>>: CH25 type is OUTPUT<br>LATCHED |

|      |                    |                                  |                                  |
|------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| CH26 | Binary_OUT strd NO | >>>: CH26 type is OUTPUT NORMAL  | >>>: CH26 type is OUTPUT NORMAL  |
| CH27 | Binary_IN 24V      | >>>: CH27 type is INPUT          | >>>: CH27 type is INPUT          |
| CH28 | Binary_IN 24V      | >>>: CH28 type is INPUT          | >>>: CH28 type is INPUT          |
| CH29 | Binary_OUT latched | >>>: CH29 type is OUTPUT LATCHED | >>>: CH29 type is OUTPUT LATCHED |
| CH30 | Binary_OUT strd NO | >>>: CH30 type is OUTPUT NORMAL  | >>>: CH30 type is OUTPUT NORMAL  |
| CH31 | Binary_IN 24V      | >>>: CH31 type is INPUT          | >>>: CH31 type is INPUT          |

### 3 Vliv teploty na binární vstupy

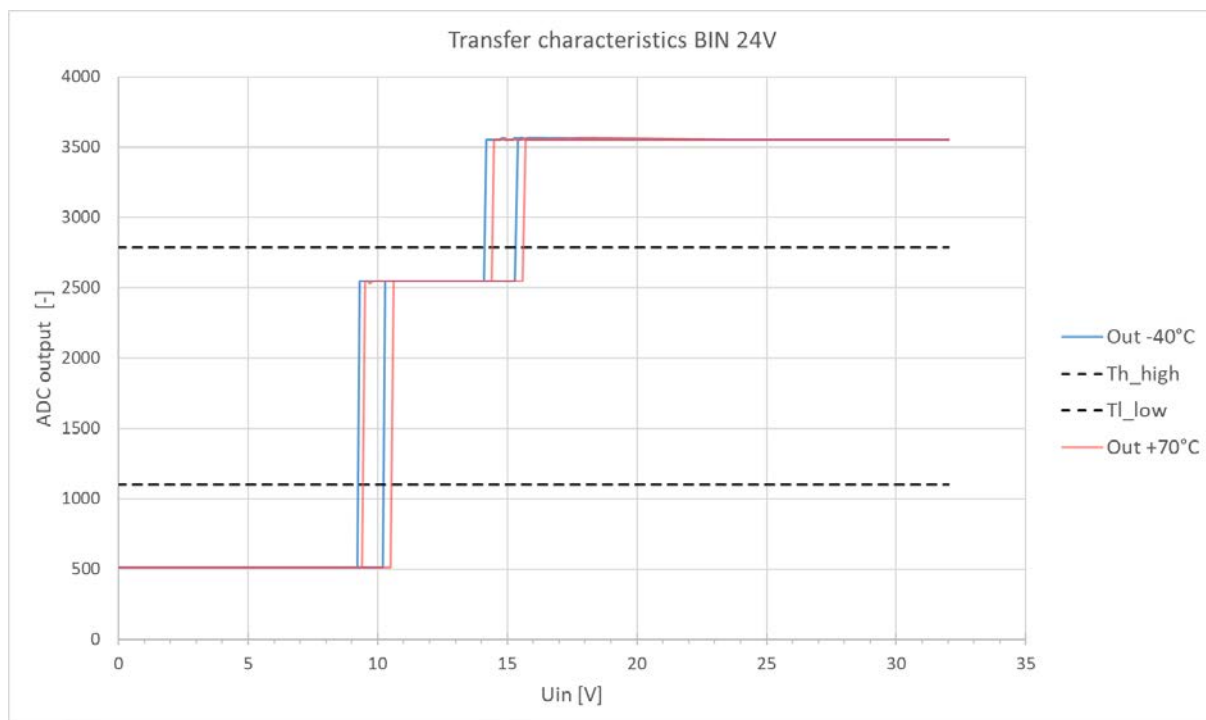
Měření vlivu teploty na parametry binárního vstupu bylo měřeno pro obě teploty -40 °C a +70 °C podle schématu, které je uvedeno na Obr 4.1. Zdroj vstupního napětí  $U_{in}$  byl doplněn předřadným odporem  $R1$  o velikosti 220  $\Omega$ , který sloužil jako proudové omezení v případě poruchy. Voltmetrem V, bylo měřeno vstupní napětí na binárním vstupu.



Obr. 4.1 Schéma měření binárního vstupu

#### 3.1 Binární vstupy 24V

Při měření binárního vstupu 24V byl jako zdroj vstupního napětí  $U_{in}$  použit laboratorní zdroj Aim TTi EX354RT. Měření bylo provedeno v rozsahu vstupního napětí  $U_{in} = 0 - 30V$ . Aby byla zachycena hystereze binárního vstupu, bylo měření provedeno jak s rostoucím napětím od 0 do 30V tak i klesajícím napětím od 30V do 0V.

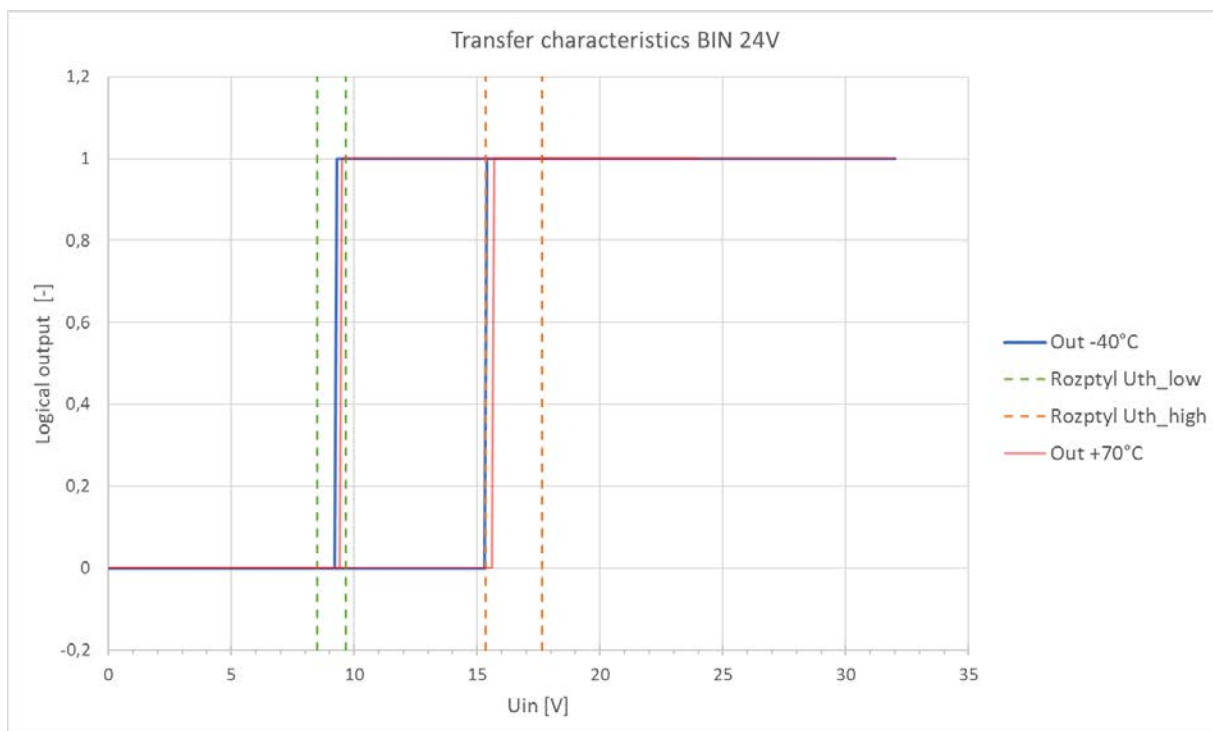


Obr. 4.2 Převodní charakteristika 24V binárního vstupu

V grafu na obrázku Obr. 4.2 je znázorněna převodní charakteristika 24V binárního vstupu. Jedná se o závislost výstupního čísla AD převodníku (ADC RAW) na vstupním napětí  $U_{in}$ . Modrá křivka reprezentuje převodní charakteristiku změřenou při teplotě  $-40^{\circ}\text{C}$ . Červená křivka reprezentuje převodní charakteristiku změřenou při teplotě  $+70^{\circ}\text{C}$ . Interní thresholdy jsou vypsány v tabulce Tab. II.

Tab. II Softwarové thresholdy pro binární vstup 24 V

|                |      |
|----------------|------|
| <b>Th_high</b> | 2788 |
| <b>Th_low</b>  | 1097 |



Obr. 4.3 Charakteristika 24V binárního vstupu

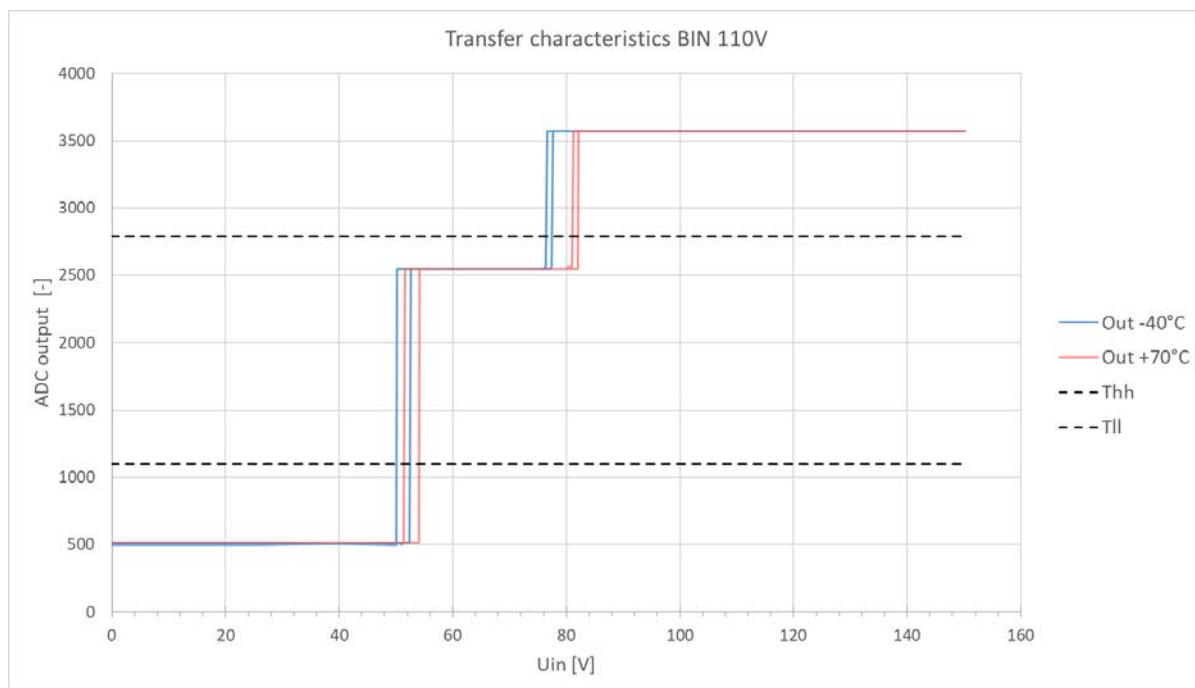
Graf znázorněný na Obr. 4.3 reprezentuje charakteristiku 24V binárního vstupu. Jedná se o závislost logické hodnoty, která je uložena v procesoru na vstupním napětí  $U_{in}$ . Modrá křivka vyjadřuje charakteristiku, která byla změřena při teplotě  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Červená křivka vyjadřuje charakteristiku, která byla změřena při teplotě  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pásmo ohraničené zelenými čarami, vyjadřuje rozptyl spodního thresholdu  $U_{in\_low}$ . Pásmo ohraničené oranžovými čarami, vyjadřuje rozptyl horního thresholdu  $U_{in\_high}$ . Rozptyl horního a spodního thresholdu je číselně vyjádřen v tabulce Tab. III.

Tab. III Rozptyl thresholdů vstupního napětí  $U_{in}$  binárního vstupu 24V

|                                            | $U_{in\_min}\text{ [V]}$ | $U_{in\_max}\text{ [V]}$ |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Threshold <math>U_{th\_high}</math></b> | 15,35                    | 17,65                    |
| <b>Threshold <math>U_{th\_low}</math></b>  | 8,52                     | 9,66                     |

### 3.2 Binární vstupy 110V

Při měření binárního vstupu 110V byl jako zdroj vstupního napětí  $U_{in}$  použit laboratorní zdroj Delta SM660-AR-11. Měření bylo provedeno v rozsahu vstupního napětí  $U_{in} = 0 - 150\text{V}$ . Aby byla zachycena hystereze binárního vstupu, bylo měření provedeno jak s rostoucím napětím od 0 do 150V tak i klesajícím napětím od 150V do 0V.

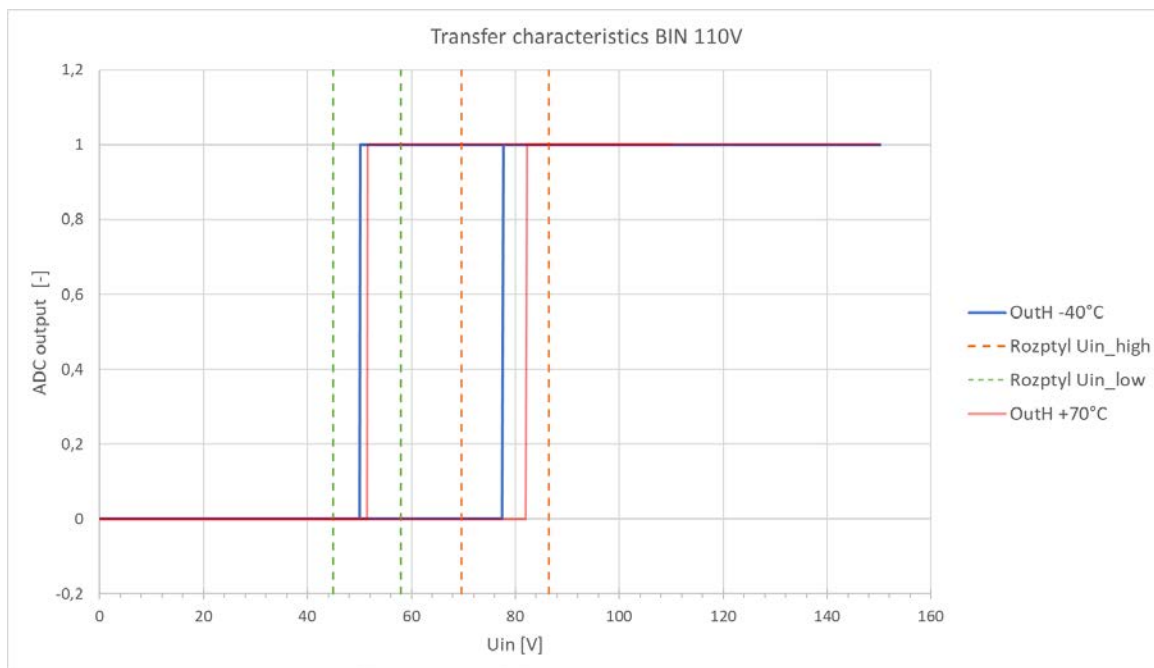


Obr. 4.4 Převodní charakteristika 110V binárního vstupu

V grafu na obrázku Obr. 4.4 je znázorněna převodní charakteristika 110V binárního vstupu. Jedná se o závislost výstupního čísla AD převodníku (ADC RAW) na vstupním napětí  $U_{in}$ . Modrá křivka reprezentuje převodní charakteristiku změřenou při teplotě  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Červená křivka reprezentuje převodní charakteristiku změřenou při teplotě  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Interní thresholdy jsou vypsány v tabulce Tab. IV.

Tab. IV Softwarové thresholdy pro binární vstup 110 V

|                |      |
|----------------|------|
| <b>Th_high</b> | 2788 |
| <b>Th_low</b>  | 1097 |



Obr. 4.5 Charakteristika 110V binárního vstupu

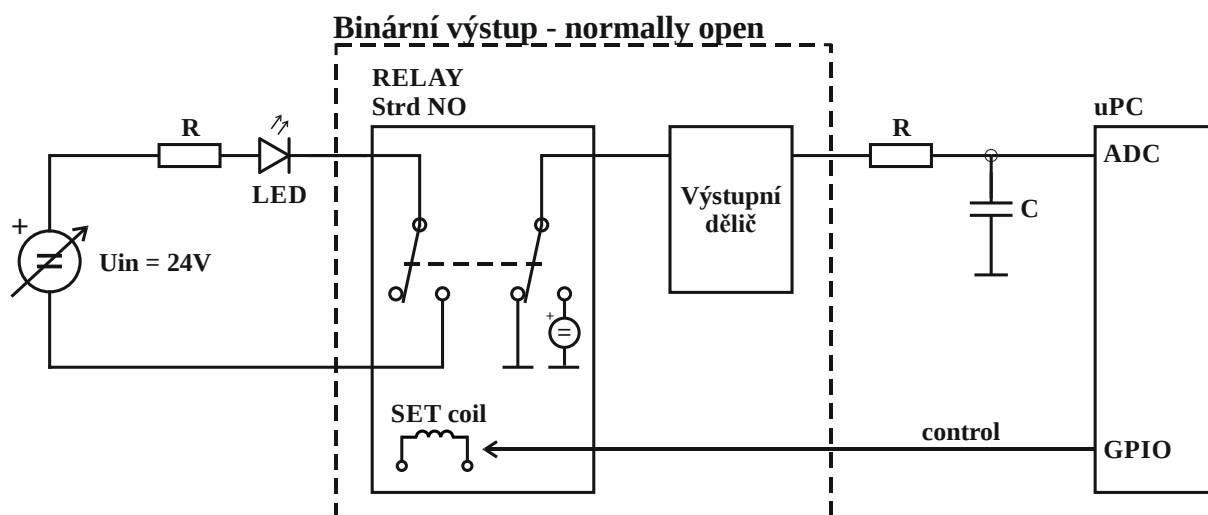
Graf znázorněný na Obr. 4.5 reprezentuje charakteristiku 110V binárního vstupu. Jedná se o závislost logické hodnoty, která je uložena v procesoru na vstupním napětí  $U_{in}$ . Modrá křivka vyjadřuje charakteristiku, která byla změřena při teplotě  $-40^{\circ}\text{C}$ . Červená křivka vyjadřuje charakteristiku, která byla změřena při teplotě  $+70^{\circ}\text{C}$ . Pásmo ohraničené zelenými čarami, vyjadřuje rozptyl spodního thresholdu  $U_{in\_low}$ . Pásmo ohraničené oranžovými čarami, vyjadřuje rozptyl horního thresholdu  $U_{in\_high}$ . Rozptyl horního a spodního thresholdu je číselně vyjádřen v tabulce Tab. V.

Tab. V Rozptyl thresholdů vstupního napětí  $U_{in}$  binárního vstupu 110V

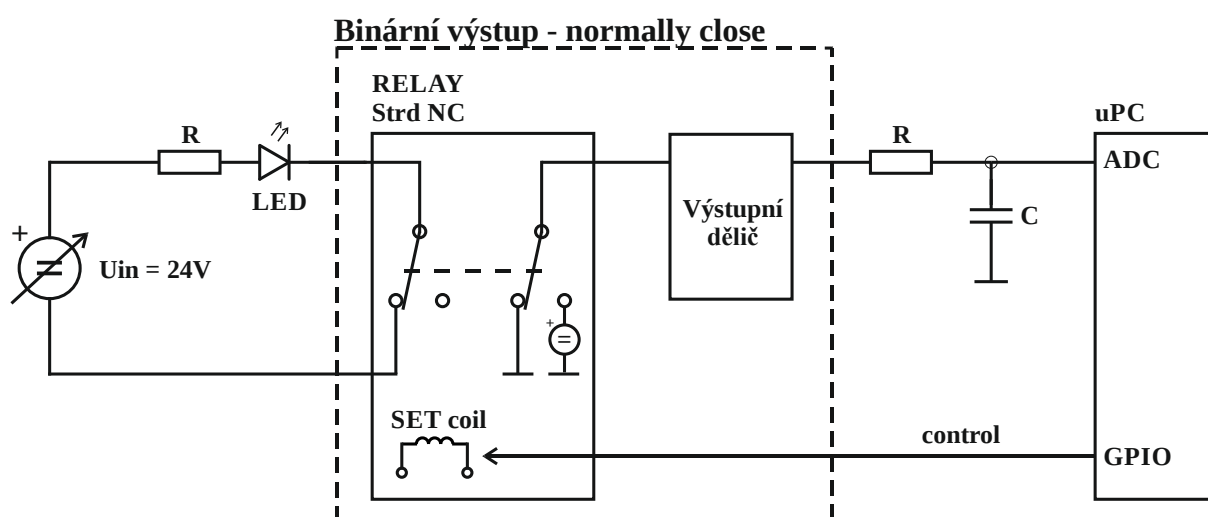
|                                            | $U_{in\_min} [\text{V}]$ | $U_{in\_max} [\text{V}]$ |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Threshold <math>U_{in\_high}</math></b> | 69,6                     | 86,5                     |
| <b>Threshold <math>U_{in\_low}</math></b>  | 44,89                    | 57,97                    |

## 4 Vliv teploty na binární výstupy

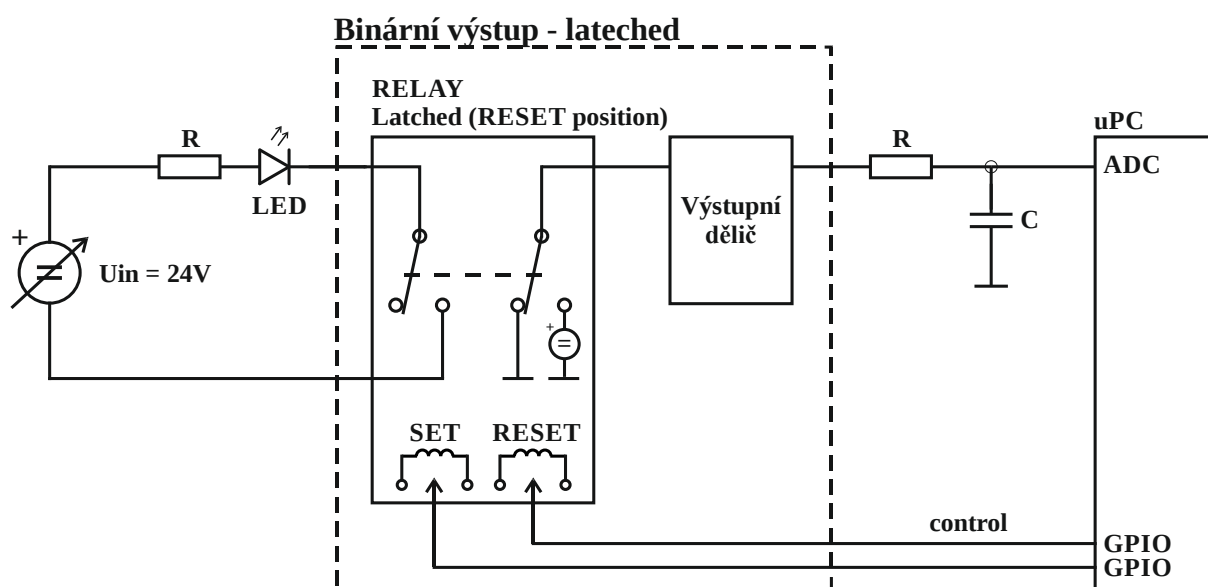
Během měření byly testovány tři různé konfigurace binárních výstupů: I. Binary OUT normally open, II. Binary OUT normally close a III. Binary OUT latched. Schémata jednotlivých konfigurací jsou znázorněny na obrázcích Obr. 5.1 – Obr. 5.3. Obvod výstupního kontaktu relé byl napájen laboratorním zdrojem 24V Aim Tti EX354RT. V obvodu výstupního kontaktu byla zapojena LED dioda s předřadným odporem, aby bylo možné opticky kontrolovat reakci relé na řídicí signál.



Obr. 5.1 Schéma binárního výstupu v konfiguraci normally open



Obr. 5.2 Schéma binárního výstupu v konfiguraci normally close



Obr. 5.3 Schéma binárního výstupu v konfiguraci latched relay

#### Testovací sekvence:

- Nastavení příslušného výstupu do stavu RESET v případě BOUT latched. V případě BOUT NO/NC signál SET není aktivován.
- Optická kontrola reakce výstupního kontaktu (LED svítí/nesvítí)
- Vyčtení stavu příslušného kanálu z mikroprocesoru přes IR debug (ověření funkce zpětnovazebního kontaktu)
- Vyčtení hodnoty ADC RAW příslušného kanálu přes IR debug
  
- Nastavení příslušného výstupu do stavu SET
- Optická kontrola reakce výstupního kontaktu (LED svítí/nesvítí)
- Vyčtení stavu příslušného kanálu z mikroprocesoru přes IR debug (ověření funkce zpětnovazebního kontaktu)
- Vyčtení hodnoty ADC RAW příslušného kanálu přes IR debug
  
- Nastavení příslušného výstupu do stavu RESET v případě BOUT latched. V případě BOUT NO/NC signál SET není aktivován.
- Optická kontrola reakce výstupního kontaktu (LED svítí/nesvítí)
- Vyčtení stavu příslušného kanálu z mikroprocesoru přes IR debug (ověření funkce zpětnovazebního kontaktu)
- Vyčtení hodnoty ADC RAW příslušného kanálu přes IR debug

Výsledky testování binárních výstupů při teplotě -40 °C jsou vypsány v tabulce Tab. VI.

Tab. VI Měření binárních výstupů, teplota -40 °C

| Kanál | Konfigurace | RESET    |         |         | SET      |         |         | RESET    |         |         |
|-------|-------------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
|       |             | IO state | ADC raw | LED     | IO state | ADC raw | LED     | IO state | ADC raw | LED     |
| CH1   | Latched     | LOW      | 994     | Nesvítí | HIGH     | 3088    | Svítí   | LOW      | 994     | Nesvítí |
| CH2   | Std NC      | LOW      | 32      | Svítí   | HIGH     | 4050    | Nesvítí | LOW      | 32      | Svítí   |
| CH5   | Latched     | LOW      | 995     | Nesvítí | HIGH     | 3089    | Svítí   | LOW      | 994     | Nesvítí |
| CH6   | Std NC      | LOW      | 32      | Svítí   | HIGH     | 4058    | Nesvítí | LOW      | 32      | Svítí   |
| CH9   | Latched     | LOW      | 969     | Nesvítí | HIGH     | 3018    | Svítí   | LOW      | 970     | Nesvítí |
| CH10  | Std NC      | LOW      | 30      | Svítí   | HIGH     | 4053    | Nesvítí | LOW      | 30      | Svítí   |
| CH13  | Latched     | LOW      | 995     | Nesvítí | HIGH     | 3093    | Svítí   | LOW      | 995     | Nesvítí |
| CH14  | Std NC      | LOW      | 30      | Svítí   | HIGH     | 3812    | Nesvítí | LOW      | 30      | Svítí   |
| CH17  | Latched     | LOW      | 996     | Nesvítí | HIGH     | 3093    | Svítí   | LOW      | 996     | Nesvítí |

|      |         |     |     |        |      |      |      |     |     |        |
|------|---------|-----|-----|--------|------|------|------|-----|-----|--------|
| CH18 | Std_NO  | LOW | 30  | Nesvíí | HIGH | 4057 | Svíí | LOW | 30  | Nesvíí |
| CH21 | Latched | LOW | 992 | Nesvíí | HIGH | 3087 | Svíí | LOW | 992 | Nesvíí |
| CH22 | Std_NO  | LOW | 29  | Nesvíí | HIGH | 3808 | Svíí | LOW | 29  | Nesvíí |
| CH25 | Latched | LOW | 995 | Nesvíí | HIGH | 3091 | Svíí | LOW | 995 | Nesvíí |
| CH26 | Std_NO  | LOW | 31  | Nesvíí | HIGH | 4058 | Svíí | LOW | 31  | Nesvíí |
| CH29 | Latched | LOW | 995 | Nesvíí | HIGH | 3089 | Svíí | LOW | 996 | Nesvíí |
| CH30 | Std_NO  | LOW | 31  | Nesvíí | HIGH | 4058 | Svíí | LOW | 31  | Nesvíí |

Výsledky testování binárních výstupů při teplotě +70 °C jsou vypsány v tabulce Tab. VII.

Tab. VII Měření binárních výstupů, teplota +70 °C

| Kanál | Konfigurace | RESET    |         |        | SET      |         |        | RESET    |         |        |
|-------|-------------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|
|       |             | IO state | ADC raw | LED    | IO state | ADC raw | LED    | IO state | ADC raw | LED    |
| CH1   | Latched     | LOW      | 994     | Nesvíí | HIGH     | 3088    | Svíí   | LOW      | 995     | Nesvíí |
| CH2   | Std_NC      | LOW      | 32      | Svíí   | HIGH     | 4048    | Nesvíí | LOW      | 32      | Svíí   |
| CH5   | Latched     | LOW      | 997     | Nesvíí | HIGH     | 3090    | Svíí   | LOW      | 997     | Nesvíí |
| CH6   | Std_NC      | LOW      | 32      | Svíí   | HIGH     | 4058    | Nesvíí | LOW      | 32      | Svíí   |
| CH9   | Latched     | LOW      | 970     | Nesvíí | HIGH     | 3020    | Svíí   | LOW      | 970     | Nesvíí |
| CH10  | Std_NC      | LOW      | 30      | Svíí   | HIGH     | 4054    | Nesvíí | LOW      | 30      | Svíí   |
| CH13  | Latched     | LOW      | 995     | Nesvíí | HIGH     | 3091    | Svíí   | LOW      | 995     | Nesvíí |
| CH14  | Std_NC      | LOW      | 30      | Svíí   | HIGH     | 3814    | Nesvíí | LOW      | 30      | Svíí   |
| CH17  | Latched     | LOW      | 996     | Nesvíí | HIGH     | 3092    | Svíí   | LOW      | 996     | Nesvíí |
| CH18  | Std_NO      | LOW      | 31      | Nesvíí | HIGH     | 4056    | Svíí   | LOW      | 31      | Nesvíí |
| CH21  | Latched     | LOW      | 992     | Nesvíí | HIGH     | 3088    | Svíí   | LOW      | 992     | Nesvíí |
| CH22  | Std_NO      | LOW      | 29      | Nesvíí | HIGH     | 3811    | Svíí   | LOW      | 29      | Nesvíí |
| CH25  | Latched     | LOW      | 995     | Nesvíí | HIGH     | 3092    | Svíí   | LOW      | 995     | Nesvíí |
| CH26  | Std_NO      | LOW      | 31      | Nesvíí | HIGH     | 4058    | Svíí   | LOW      | 31      | Nesvíí |
| CH29  | Latched     | LOW      | 996     | Nesvíí | HIGH     | 3089    | Svíí   | LOW      | 996     | Nesvíí |
| CH30  | Std_NO      | LOW      | 31      | Nesvíí | HIGH     | 4058    | Svíí   | LOW      | 31      | Nesvíí |

## 5 Teploty PCB a interní parametry karty

Při obou teplotách byly vyčteny interní informace o kartě, které jsou uloženy v paměti. Dále byla vyčtena teplota procesoru a měřená teplota plošného spoje karty BIO02. Níže jsou uvedeny vyčtené hodnoty přes IR debug pro obě teploty.

### Teplota -40 °C

```
<<<: temp
>>>: MCU temperature -33 C.
>>>: Board temperature -36 C.

<<<: info
>>>: -----
---
>>>: BIO02 app. code version 0x1000000.
>>>: Compiled on Jul 12 2021 at 11:20:49
>>>: -----
---
```

### Teplota +70 °C

```
<<<: temp
>>>: MCU temperature 75 C.
>>>: Board temperature 73 C.

<<<: info
>>>: -----
---
>>>: BIO02 app. code version 0x1000000.
>>>: Compiled on Jul 12 2021 at 11:20:49
>>>: -----
---
```

## 6 Vliv teploty na napájecí napětí

Při teplotě -40 °C byl testován studený start napájecího zdroje binární IO karty BIO02. Během studeného startu byl napájecí zdroj napájen nominálním vstupním napětím 24V.

Dále byla otestována funkčnost napájecího zdroje při změně vstupního napětí v rozsahu  $\pm 30\%$ . Při tomto měření bylo měřeno jak zvlnění tak i velikost výstupních napájecích hladin 3V3 a 1V2. Napětí 1V2 bylo měřeno v blízkosti procesoru na testpointu TP127 vůči TP121. Napětí 3V3 bylo měřeno na výstupu napájecího zdroje na testpointu TP859 vůči TP863. Velikosti jednotlivých napětí byly měřeny multimetrem FLUKE 289. Výsledky měření jsou shrnuty v tabulce Tab. VIII.

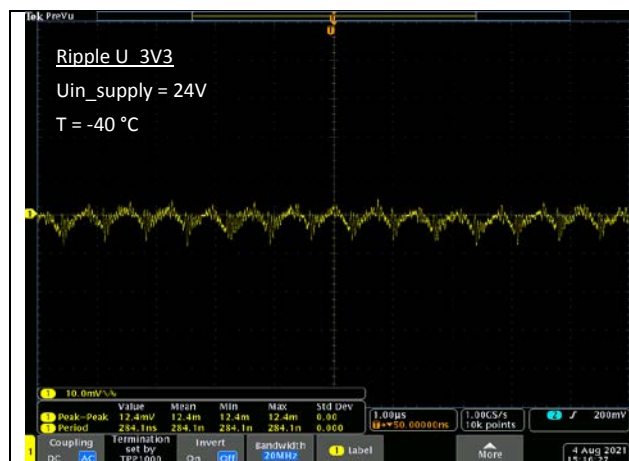
Tab. VIII Změřené velikosti napájecích napětí karty BIO02

| U <sub>in_supply</sub> [V] | Teplota -40 °C       |                      | Teplota +70 °C       |                      |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                            | U <sub>3V3</sub> [V] | U <sub>1V2</sub> [V] | U <sub>3V3</sub> [V] | U <sub>1V2</sub> [V] |
| 16,8                       | 3,341                | 1,192                | 3,356                | 1,192                |
| 24                         | 3,341                | 1,192                | 3,356                | 1,192                |
| 32                         | 3,341                | 1,192                | 3,356                | 1,192                |

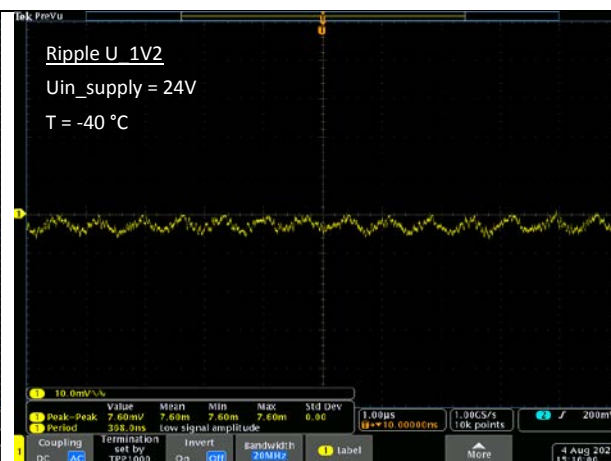
V tabulce Tab. IX jsou znázorněny oscilogramy, které zachycují zvlnění výstupních napětí 3V3 a 1V2 při změně vstupního napětí napájecího zdroje v rozsahu  $\pm 30\%$  nominální hodnoty pro teplotu -40 °C.

V tabulce Tab. X jsou znázorněny oscilogramy, které zachycují zvlnění výstupních napětí 3V3 a 1V2 při změně vstupního napětí napájecího zdroje v rozsahu  $\pm 30\%$  nominální hodnoty pro teplotu +70 °C. Vzniklé špičky jsou způsobeny chybným nastavením frekvenčního pásma osciloskopu.

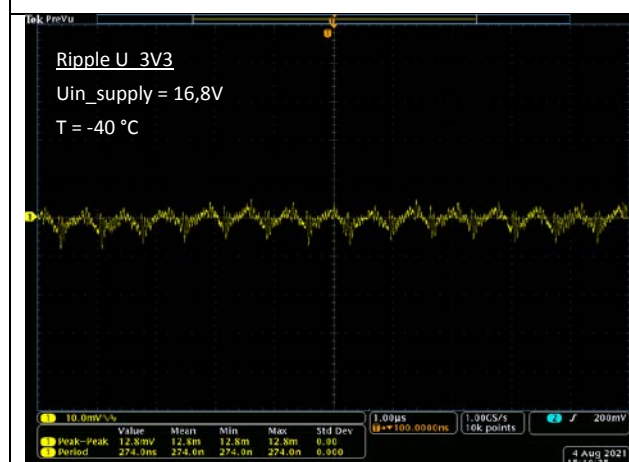
Tab. IX Oscilogramy zvlnění výstupních napětí zdroje 3V3 a 1V2 při teplotě -40 °C



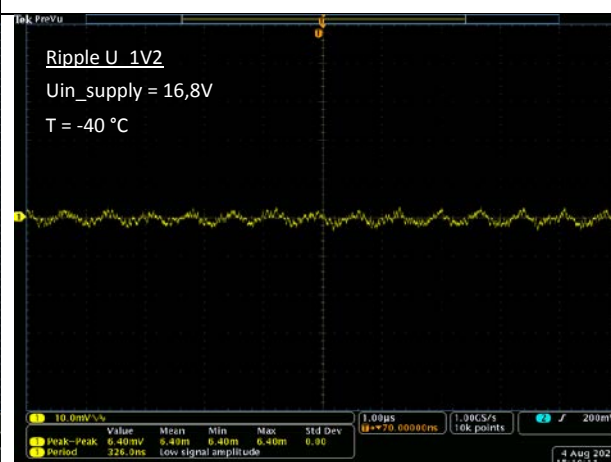
Obr. 6.1 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 24V, Teplota -40 °C



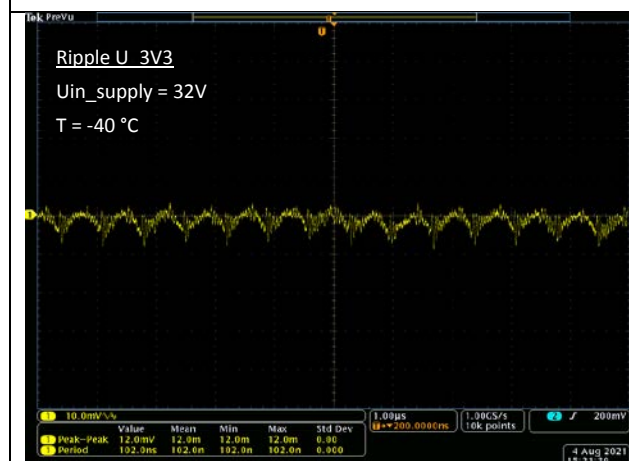
Obr. 6.2 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 24V, Teplota -40 °C



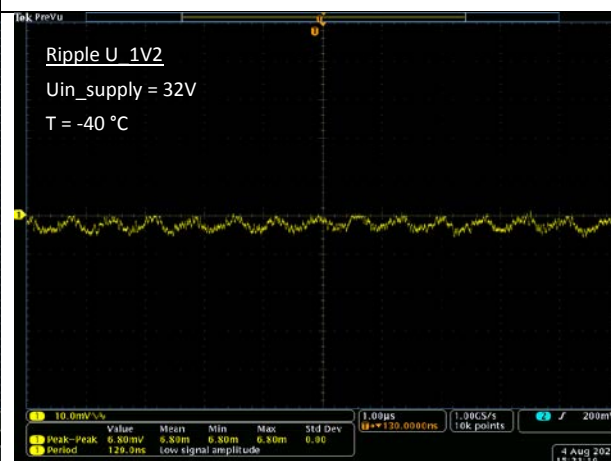
Obr. 6.3 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 16,8V, Teplota -40 °C



Obr. 6.4 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 16,8V, Teplota -40 °C



Obr. 6.5 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 32V, Teplota -40 °C

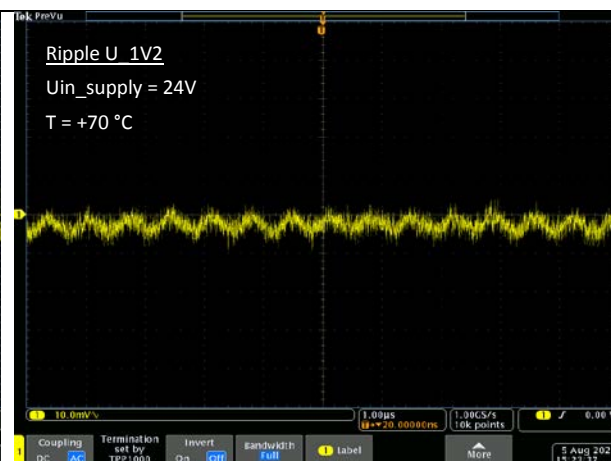


Obr. 6.6 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 32V, Teplota -40 °C

Tab. X Oscilogramy zvlnění výstupních napětí zdroje 3V3 a 1V2 při teplotě +70 °C



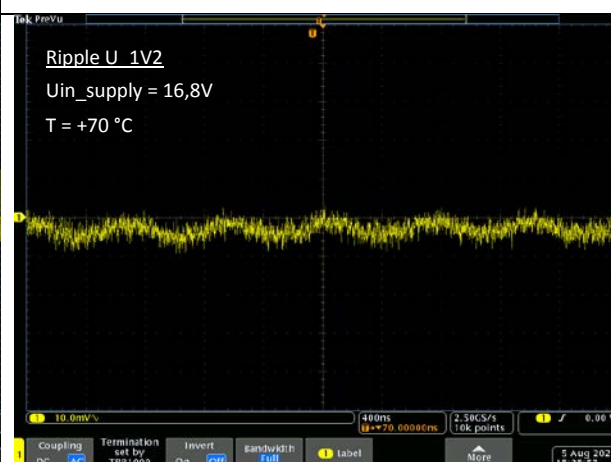
Obr. 6.7 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 24V, Teplota +70 °C



Obr. 6.8 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 24V, Teplota +70 °C



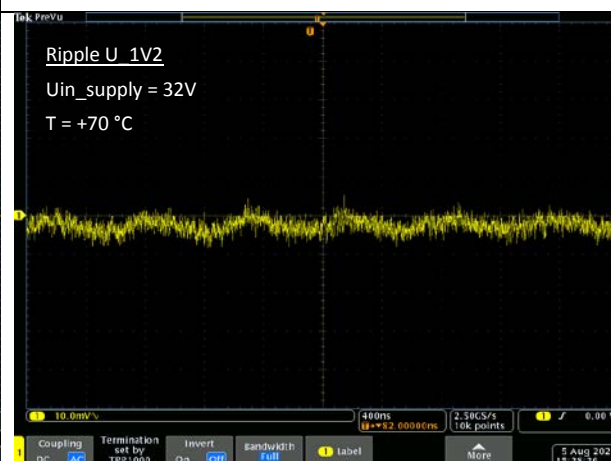
Obr. 6.9 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 16,8V, Teplota +70 °C



Obr. 6.10 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 16,8V, Teplota +70 °C



Obr. 6.11 Zvlnění U\_3V3 při Uin\_supply = 32V, Teplota +70 °C



Obr. 6.12 Zvlnění U\_1V2 při Uin\_supply = 32V, Teplota +70 °C

## 7 Použité přístroje

Multimetr Fluke 289

Osciloskop Tektronix MDO4104B-6

Klimatická komora Vötsch VCV<sup>3</sup> 7060-5

Laboratorní zdroj Aim TTi EX354RT

Laboratorní zdroj Delta SM660-AR-11

## 8 Závěr

V této práci jsou shrnuty výsledky z klimatického měření binární IO karty BIO02. Karta byla měřena při dvou teplotách -40 °C a +70 °C. Průběh měření spočíval ve vychlazení klimatické komory na -40 °C, následovala prodleva 1h 30min a následně byl zapnut napájecí zdroj karty. Tím byl ověřen studený start napájecího zdroje. Následně byly změřeny hodnoty a zvlnění výstupních napětí zdroje 3V3 a 1V2 v závislosti na rozptylu  $\pm 30\%$  nominální hodnoty vstupního napětí napájecího zdroje. Dále byly měřeny parametry a funkčnost jednotlivých binárních vstupů a výstupů. Při dané teplotě byly vyčteny interní informace z karty a teploty na plošném spoji. Následoval přechod na teplotu +70 °C při zapnutém napájení karty. Pro teplotu +70 °C byly opět měřeny jednotlivé vstupy/výstupy, zvlnění výstupních napětí zdroje a byly vyčteny interní informace z karty a teploty na plošném spoji.

Během testování binární IO karty BIO02 nebyl zjištěn zásadní vliv teplot na funkci samotné karty.

## Literatura

[1]

## Historie revizí

| Rev. | Kapitola | Popis změny           | Datum | Jméno |
|------|----------|-----------------------|-------|-------|
| 0    | Všechny  | Publikování dokumentu |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |
|      |          |                       |       |       |