

System měření d_{33} s harmonickým mechanickým namáháním

Uživatelská příručka

1 Obsah

2	Bezpečnostní upozornění.....	3
3	Schéma zapojení	3
4	Čelní panel programu cRIO_main	6
4.1	Control panely (nastavení)	6
4.2	Důležité Indikátory.....	7
5	Čelní panel programu Computer_main	8
5.1	Control panely (nastavení)	8
5.2	Indikátory.....	8
6	Postup spuštění měření	9
7	Ukončení měření.....	9
8	Zpracování naměřených dat	10
9	Možné nežádoucí stavy a jejich odstranění.....	10
9.1	Základní řešení nežádoucích stavů	11
9.2	Nelze se připojit k NI cRIO9076	11
9.3	Program Computer_main končí ihned po spuštění měření errorovým stavem	12
9.4	Graf zobrazující výstup snímače síly nic nezobrazuje/neaktualizuje data	12
9.5	Graf zobrazující výstup snímače síly zobrazuje šum.....	13
9.6	Po spuštění měření je program cRIO_main ihned ukončen.....	14
9.7	V průběhu měření dojde k přebuzení měřicí karty	14
9.8	V průběhu měření dochází k Timeout FPGA	14

2 Bezpečnostní upozornění

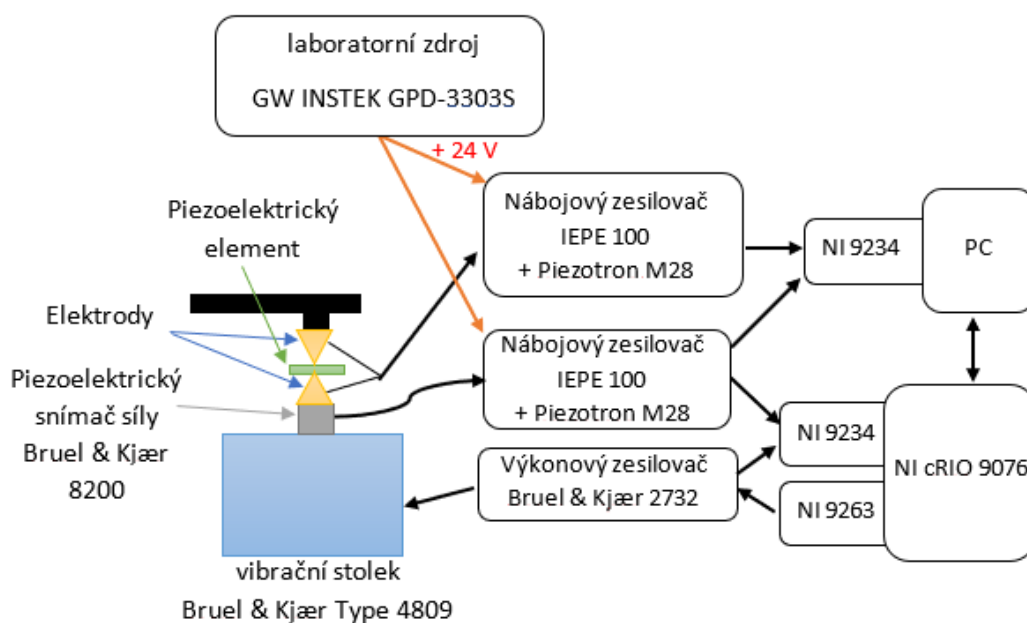
Před použitím systému měření je doporučeno pročíst uživatelskou příručku programu pro ovládání kvazistatické metody měření d33 s harmonickým namáháním, zejména kapitoly popisující čelní panely programů Computer_main (kapitola 5) a cRIO_main (kapitola 4) a dále postup spuštění měření (kapitola 6).

V případě špatného nastavení nemusí korektně fungovat programové ochrany a může dojít k poškození hardwaru.

Uživatelská příručka je koncipována jako popis obsluhy a řešení možných nežádoucích stavů tohoto programu v hardwarové konfiguraci která byla použita v rámci diplomové práce. Změnou hardwaru může dojít k dalším nežádoucím stavům, jejichž odstranění v tomto manuálu není popsáno.

3 Schéma zapojení

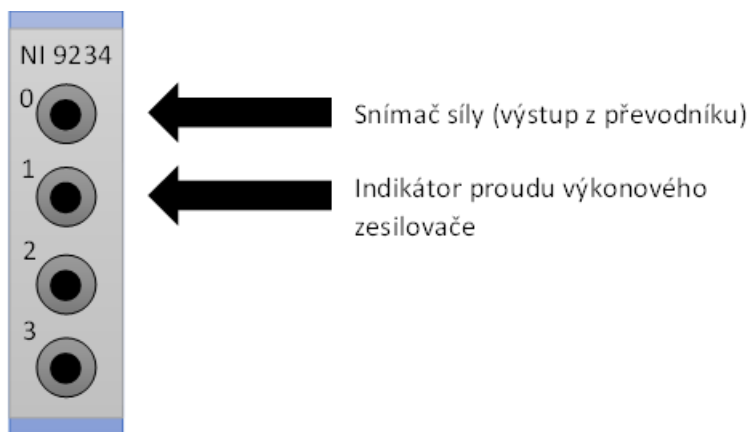
Na následujících obrázcích je znázorněno schéma zapojení, umístění karet NI 9234 a NI 9263 v NI cRIO-9076 a dále připojení všech signálů do kanálů příslušných karet.



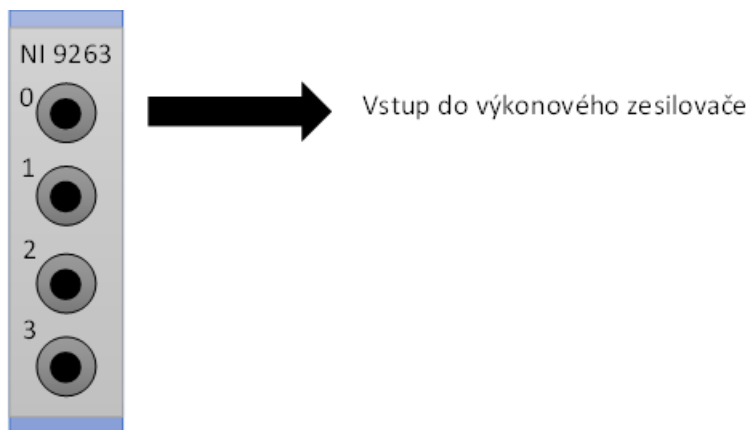
Obrázek 1 Schéma zapojení



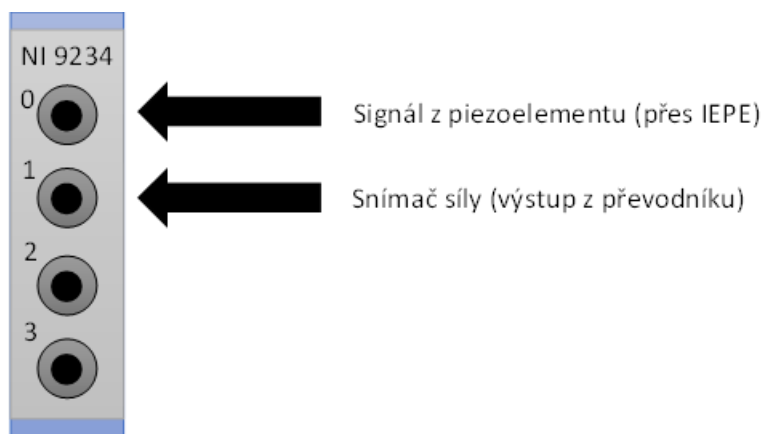
Obrázek 2 Umístění NI karet v cRIO 9076



Obrázek 3 Připojení vstupů do karty NI 9234 umístěné v NI cRIO-9076

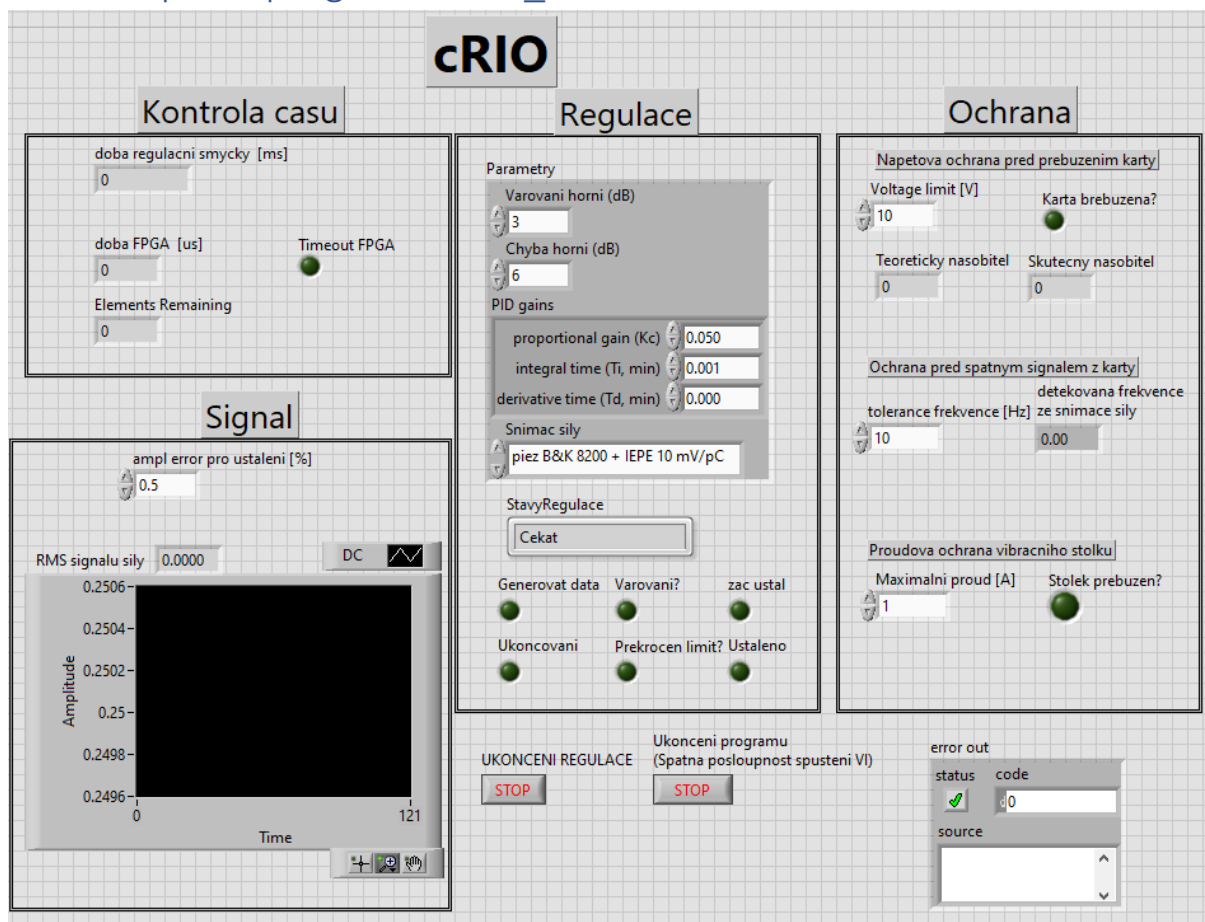


Obrázek 4 Připojení výstupů z karty NI 9263 umístěné v NI cRIO-9076



Obrázek 5 Připojení vstupů do karty NI 9234 připojené k PC

4 Čelní panel programu cRIO_main



Obrázek 6 Čelní panel programu cRIO_main

4.1 Control panely (nastavení)

ampl error pro ustaleni (sekce Signal) - nastavení maximální relativních odchylek amplitudy signálu síly od požadované hodnoty, které jsou tolerovány v rámci ustálení signálu

Varovani Horni (sekce Regulace) – poměr mezi měřenou hodnotou RMS signálu síly a požadovanou hodnotou RMS síly v decibelech, při kterém je zapnuto varování. To je pouze indikátorem pro uživatele

Chyba Horni (sekce Regulace) - poměr mezi měřenou hodnotou RMS signálu síly a požadovanou hodnotou RMS síly v decibelech, při jehož překročení je měření ukončeno

PID gains (sekce Regulace) – nastavení parametrů PID regulátoru

Snimac sily (sekce Regulace) – zvolení použitého snímače síly z důvodu správného nastavení převodní konstanty. Možnosti jsou:

- Bruel&Kjaer 8200 + IEPE 100 s převodní konstantou 0,1mV/pC
- Bruel&Kjaer 8200 + IEPE 100 s převodní konstantou 1mV/ pC
- Bruel&Kjaer 8200 + IEPE 100 s převodní konstantou 10mV/ pC
- Kistler 9205 + IEPE 100 s převodní konstantou 10 mV/ pC

Voltage limit (sekce Ochrana) – nastavení maximální povolené výstupní napětí použité měřicí karty pro generaci napěťové sinusoidy (ta jde dále do výkonového zesilovače a pak dále do vibračního stolku)

Tolerance frekvence (sekce Ochrana) – nastavení maximální povolené absolutní odchylky detekované frekvence od frekvence 110 Hz

Maximální proud (sekce Ochrana) – nastavení maximálního povoleného proudu pro vibrační stůlek

Tlačítko UKONCENI REGULACE – okamžité ukončení programu v průběhu měření

Tlačítko Ukončení programu – ukončení programu v případě, že nebyla dodržena správná postupnost spouštění programů

4.2 Důležité Indikátory

TimeoutFPGA (sekce Kontrola času) – indikátor timeoutu v FPGA poli (cRIO nestíhá běh FPGA pole)

Graf RMS signalu síly (sekce Signal) – Efektivní hodnota sinusoidy signálu síly

Generovat data (sekce Regulace) – indikátor zahájení regulace

Varovani? (sekce Regulace) – indikátor, že signál síly překročil hranici nastavenou v Varovani Horni

Zac ustaleni (sekce Regulace) – indikátor začátku ustalování sinusoidy síly na zvolené amplitudě

Ukoncovani (sekce Regulace) – indikátor doběhnutí měření a ukončování programu

Prekrocen limit? (sekce Regulace) – indikátor, že signál síly překročil hranici nastavenou v Chyba Horni

Ustaleno (sekce Regulace) – indikátor ustálení sinusoidy síly na požadované amplitudě

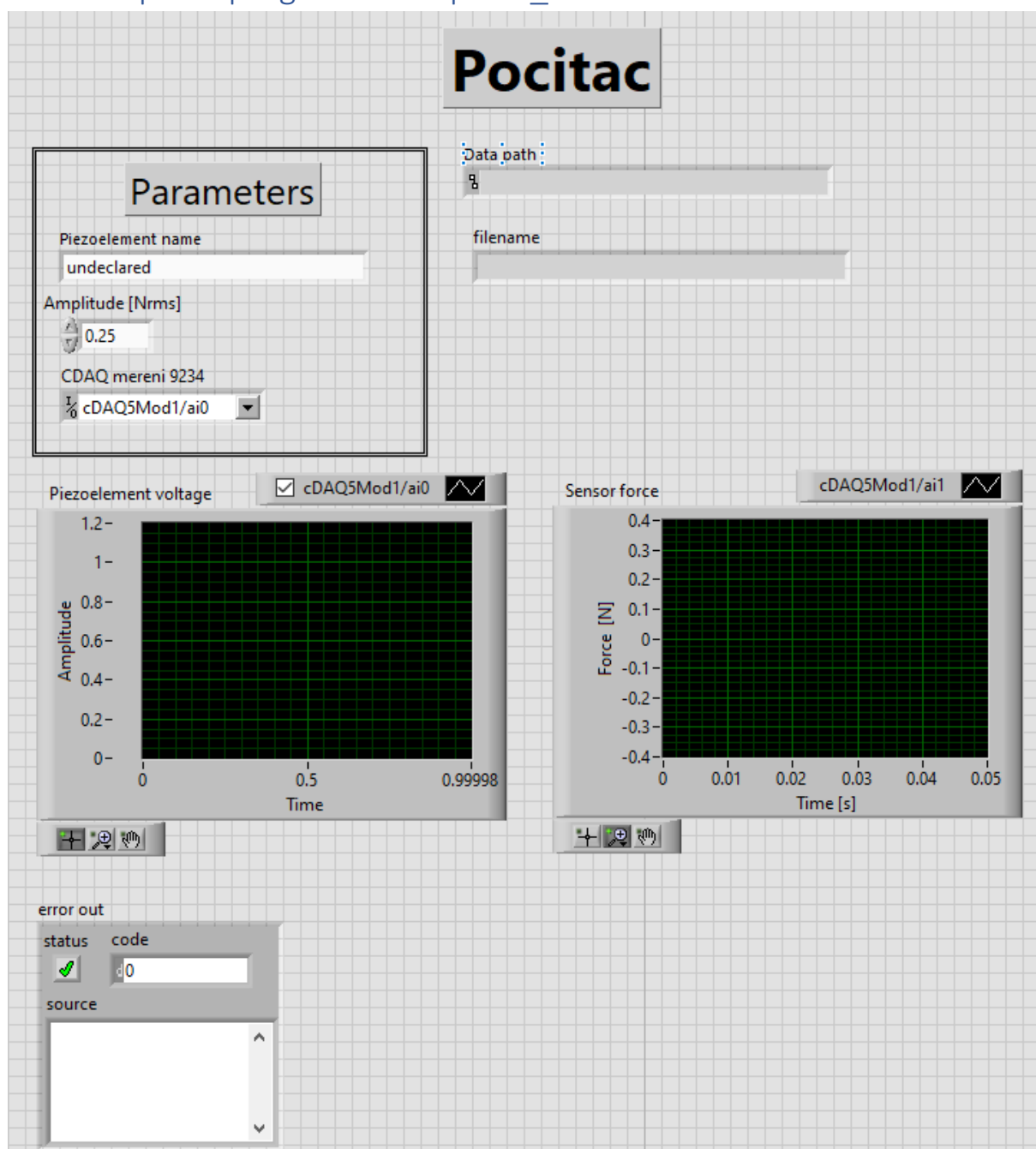
Skutecny nasobitel (sekce Ochrana) – amplituda sinusoidy napětí generované kartou měření

Detekovana frekvence ze snimace síly (sekce Ochrana)

Stolek prebuzen? (sekce Ochrana) – indikátor, že v průběhu běhu programu došlo k proudovému přebuzení vibračního stolku (na základě nastaveného maximálního proudu)

Error out – indikátor errorových stavů

5 Čelní panel programu Computer_main



Obrázek 7 Čelní panel programu Computer_main

5.1 Control panely (nastavení)

Piezoelement name – název měřeného piezoelementu (neovlivňuje průběh měření, pouze název souboru s naměřenými daty)

Amplitude – požadovaná efektivní hodnota síly

CDAQ9234 – zvolení měřicí karty pro sběr dat (upozornění! Je třeba zvolit kanál ai0)

5.2 Indikátory

Data parh – cesta k vytvořenému tdms souboru s naměřenými daty

Filename – název tdms souboru s naměřenými daty

graf Piezoelement voltage – poslední naměřený průběh napětí z piezoelementu

graf Sensor force – poslední naměřený průběh ze snímače síly

error out - indikátor errorových stavů

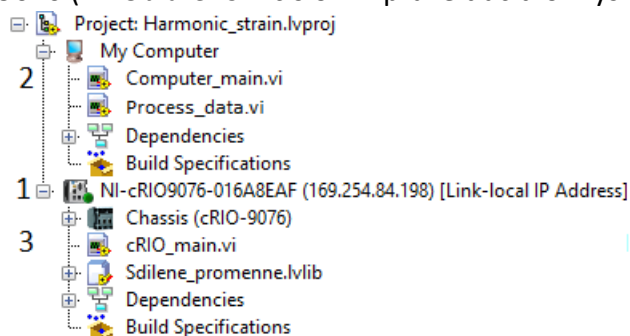
6 Postup spuštění měření

Pro korektní spuštění měření je potřeba dodržet následující postup. Před samotným spuštěním programu je potřeba zapnout veškerá zařízení a je potřeba vypnout stav Interlock na výkonovém zesilovači (viz kapitola 9.5 – problém 4). Dále je nutné mít založenou složku Data pro ukládání dat, která je na stejné úrovni jako složka obsahující kód.

Název	Datum změny
Data	02.05.2022 19:45
quasistatic_harmonic_method	02.05.2022 19:44

Obrázek 8 Umístění složky pro ukládání naměřených dat

1. Otevření LabVIEW projektu *Harmonic_strain.lvproj*
2. Připojení NI cRIO-9076 (viz Obrázek 9 – číslo 1 – pravé tlačítko myši – Connect)



Obrázek 9 Harmonic_strain.lvproj

3. Z panelu projektu otevřít programy *Computer_main* a *cRIO_main* (viz Obrázek 9 – číslo 1 a 2)
4. Nastavení parametrů na čelních panelech programů *Computer_main* a *cRIO_main* (viz kapitoly 4 a 5)
5. Spuštění programu *cRIO_main*
6. Spuštění programu *Computer_main*

Body 1 až 6 jsou potřeba pouze pro první spuštění měření, při dalších měřeních je třeba provádět pouze body 5 a 6, případně bod 4 pokud má dojít ke změně nastavení.

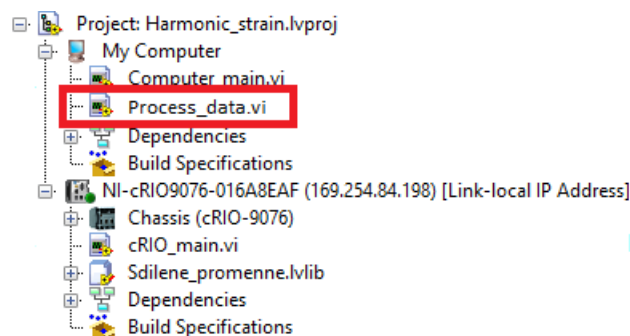
7 Ukončení měření

Po dokončení měření je automaticky ukončen pouze program *Computer_main* a program *cRIO_main* je třeba ukončit pomocí tlačítka **Ukončení regulace**, viz kapitola 4.

Pokud je program *cRIO_main* ukončen před dokončením měření, uživatel musí ukončit běh programu *Computer_main*.

8 Zpracování naměřených dat

Zpracování dat probíhá v programu *Process_data.vi*, jehož umístění v projektu je vyobrazeno na následujícím obrázku. Po spuštění programu se objeví dialogové okno pro výběr TDMS souboru s uloženými daty. Po výběru souboru pro zpracování již není třeba žádného dalšího zásahu uživatelem, výpočet probíhá zcela automaticky na základě uložených dat.



Obrázek 10 Umístění subVI pro zpracování dat

V rámci front panelu je vyobrazeno 5 grafů a dále 4 indikátory.

Grafy:

- **Element** – signál náboje v pC z posledního naměřeného průběhu
- **Sila** – signál síly v N z posledního naměřeného průběhu
- **piezoelement spektrum** – amplitudové spektrum posledního naměřeného signálu náboje z piezoelektrického elementu
- **sila spektrum** - amplitudové spektrum posledního naměřeného signálu síly
- **d pro všechna měření** – vypočtené hodnoty nábojového koeficientu ze všech měření v pC/N

Indikátory:

- **element [pC/N]** – amplituda frekvenční složky 109,9 Hz ze spektra v grafu piezoelement spektrum
- **sila [pC/N]** – amplituda frekvenční složky 109,9 Hz ze spektra v grafu sila spektrum
- **d [pC/N]** – vypočtené hodnoty nábojového koeficientu ze všech měření
- **d avg [pC/N]** – průměr vypočtených hodnot nábojového koeficientu ze všech měření

Nábojový koeficient je vypočten pomocí následujícího vzorce

$$d = \frac{Q_{109,9 \text{ Hz}}}{F_{109,9 \text{ Hz}}} [C \cdot N^{-1}]$$

9 Možné nežádoucí stavy a jejich odstranění

V této kapitole jsou rozebrány nejčastější nežádoucí stavy, jejich nejpravděpodobnější možné příčiny a jejich možná odstranění.

9.1 Základní řešení nežádoucích stavů

Nejčastějším zdrojem jakýchkoliv nežádoucích stavů je nesprávné zapojení v rámci celého systému měření. K tomuto problému by nemělo dojít v případě, že mezi jednotlivými použití systému měření nedošlo k manipulaci s jeho přístroji.

Před dalším zkoumáním problémů je vhodné zkontrolovat:

1. Správné zapojení systému měření dle schématu zapojení
2. Správné nastavení obou programů (nastavování viz kapitoly 4 a 5)

9.2 Nelze se připojit k NI cRIO9076

Problém 1: NI cRIO-9076 nemá zapnuté napájení.

Řešení: Zapnout napájení / připojit napájení do sítě.

Problém 2: NI cRIO-9076 není připojené k počítači pomocí USB kabelu.

Řešení: Připojit zařízení pomocí adaptéru do USB zdířky počítače ze kterého je spouštěno měření.

Problém 3: Není použito správné zařízení NI cRIO-9076

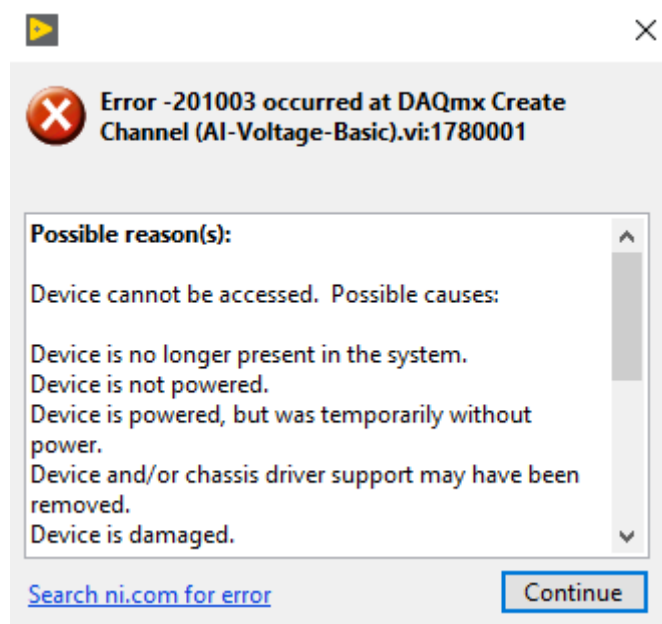
Řešení: Použití správného zařízení.

Upozornění: Pokud není k dispozici zařízení, které bylo použito v rámci diplomové práce, přesný popis odstranění problému je mimo rozsah této uživatelské příručky. Návod pro nastavení nového NI cRIO-9076 je k nalezení v návodu instalace harmonického systému měření.

Problém 4: Je použito správné zařízení, ale byl smazán FPGA bitfile se zkompilevaným kódem pro hradlové pole.

Upozornění: Odstranění problému je mimo rozsah této uživatelské příručky. Postup kompilace kódu pro FPGA pole viz návod instalace harmonického systému měření.

9.3 Program Computer_main končí ihned po spuštění měření errorovým stavem



Obrázek 11 Error -201003 v programu Computer_main

Problém: V rámci nastavení není vybrána správná měřicí karta.

Řešení: Výběr správné měřicí karty.

Řešení: Pokud není uživatel nezná kartu, její číslo lze zjistit pomocí programu NI MAX.

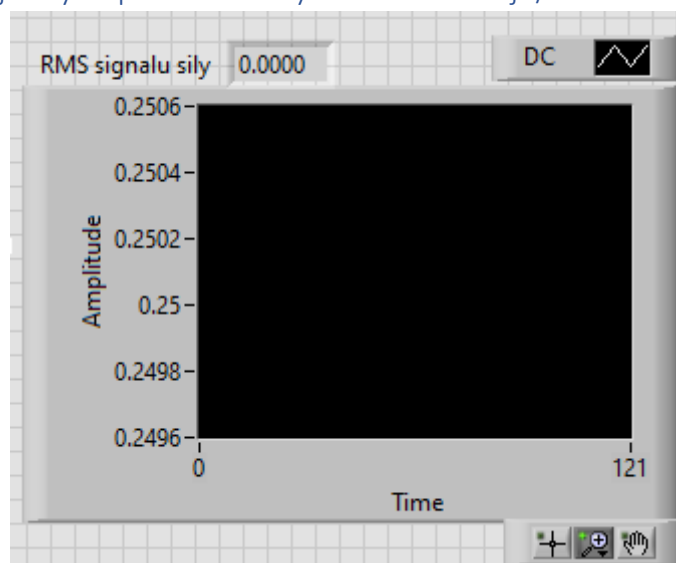
Problém: Měřicí karta není zapojena do počítače.

Řešení: Připojení měřicí karty do počítače.

Problém: Je zapojen jiný typ měřicí karty.

Řešení: Zapojení správné měřicí karty – NI 9234.

9.4 Graf zobrazující výstup snímače síly nic nezobrazuje/neaktualizuje data



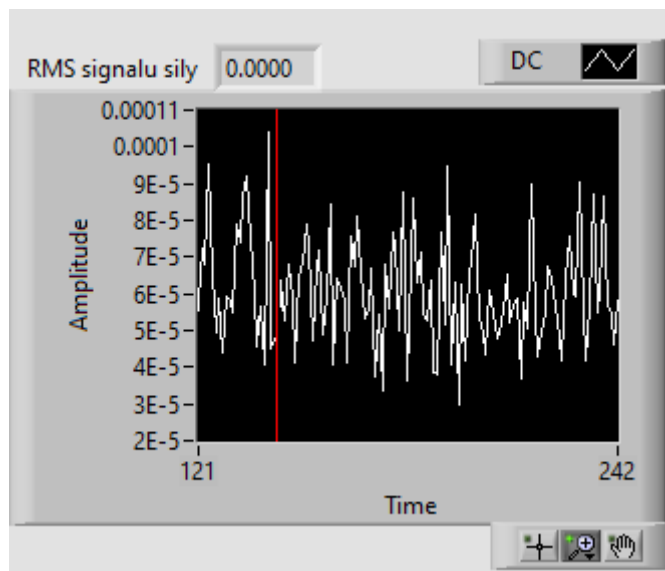
Obrázek 12 Neaktualizující se graf zobrazující signál síly

Problém: V rámci postupu měření došlo ke špatné posloupnosti spouštění programů

Řešení: Ukončení obou programů. Znova spuštění obou programů ve správném pořadí viz kapitola 6.

9.5 Graf zobrazující výstup snímače síly zobrazuje šum

Tento nežádoucí stav může být zaměněn s nežádoucím stavem v kapitole 9.6. Pokud nepomůžou následující řešení problému, mohou pomoci řešení v rámci zmíněné kapitoly.



Obrázek 13 se graf zobrazující signál síly - šum

Problém 1: Není zapojen snímač síly

Řešení: Zapojit snímač síly v rámci systému měření.

Upozornění: Toto není nejčastějším zdrojem tohoto nežádoucího stavu, má ale velkou prioritu z důvodu nepoškození vibračního stolku!

Problém 2: Je použitý piezoelektrický snímač síly a není správně napájen nábojový zesilovač IEPE 100

Řešení: Zapnout napájení

Řešení: Nastavení správné hodnoty napájecího napětí (14 V)

Upozornění: Toto není nejčastějším zdrojem tohoto nežádoucího stavu, má ale velkou prioritu z důvodu nepoškození vibračního stolku!

Problém 3: Výkonový zesilovač je vypnutý.

Řešení: Zapnutí výkonového zesilovače / zapnutí napájení.

Upozornění: Je potřeba vypnout stav Interlock výkonového zesilovače.

Problém 4: Výkonový zesilovač je ve stavu Interlock (svítí červená kontrolka Interlock)

Řešení: Nastavení zesílení výkonového zesilovače pomocí otočného knoflíku na 0 (Reset) a zpátky nastavení na původní hodnotu zesílení. V rámci kapitoly 6 popisující postup spouštění je upozornění na tento problém. Z bezpečnostních důvodů je **doporučeno** přečtení **kapitol 4 a 5 a 6** před spuštěním měření.

9.6 Po spuštění měření je program cRIO_main ihned ukončen

Tento nežádoucí stav může být zaměněn s nežádoucím stavem v kapitole 9.5. Pokud nepomůžou následující řešení problému, mohou pomoci řešení v rámci zmíněné kapitoly.

Problém: Je detekována špatná frekvence (kontrola tohoto problému přes indikátor o frekvenci - viz kapitola 4). Problémem je povolení ochrany na základě detekce frekvence, ale napětí z výkonového zesilovače není dostatečné pro generaci smysluplného signálu vibrací.

Řešení: Nastavení většího zesílení na výkonovém zesilovači.

Upozornění: Je doporučeno spíše postupně pomalu zvyšovat zesílení na výkonovém zesilovači. Velká skoková změna nastavení zesílení může mít důsledky pro kvalitu regulace a v případě špatně nastavených ochran může dojít i k poškození hardwaru.

9.7 V průběhu měření dojde k přebuzení měřící karty

Problém: Výkonový zesilovač má příliš nízké zesílení.

Řešení: Mírné zvýšení zesílení výkonového zesilovače pomocí otočného knoflíku

9.8 V průběhu měření dochází k Timeout FPGA

Problém: Běh programu v NI cRIO-9076 nestíhá běh hradlového pole.

Řešení: Znova spuštění měření, v případě opakovaných timeoutů v měřeních je pravděpodobně poškozeno NI cRIO-9076, jelikož během dosavadní práce se tento problém neobjevoval. Odstranění problému je mimo rozsah této uživatelské příručky.