



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A BIOMECHANIKY

INSTITUTE OF SOLID MECHANICS, MECHATRONICS AND BIOMECHANICS

POROVNÁNÍ FUNKCÍ PROGRAMŮ PRO SBĚR MĚŘENÝCH DAT POMOCÍ CDAQ

A COMPARISON OF THE FUNCTIONS OF DATA ACQUISITION PROGRAMS FOR CDAQ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Zoubek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Pokorný, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky
Student: **Vojtěch Zoubek**
Studijní program: Mechatronika
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Jan Pokorný, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Porovnání funkcí programů pro sběr měřených dat pomocí cDAQ

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Měření hraje klíčovou roli ve správném chodu vysokootáčkových rotačních strojů a také v jejich optimalizaci. Z důvodu vysokých otáček jsou na tyto stroje kladeny zvýšené nároky z pohledu spolehlivosti a bezpečnosti. Přesné měření provozních parametrů těchto strojů, jako jsou otáčky, vibrace, teplota a další, umožňuje monitorovat jejich stav v reálném čase a předcházet poruše. Úkolem je srovnání funkcí programů pro sběr dat jako je LabVIEW, Matlab, nebo případně jiných. Toto porovnání bude provedeno pro vybrané provozní parametry rotačního stroje a následně experimentálně ověřeno v laboratoři s využitím cDAQ.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše funkcí programů Matlab a LabVIEW pro sběr dat pomocí cDAQ
Využití těchto programů pro sběr dat vybraných veličin (otáčky, vibrace, síly, ...)
Porovnání vybraných funkcí obou softwarů a posouzení jejich vhodnosti pro danou aplikaci

Seznam doporučené literatury:

BAKER, David Lewis. Development of a Rotordynamic Signal Processing MATLAB Interface and a Two-Disk Rotor Model. 2017. PhD Thesis. California Polytechnic State University.

MENG, Man, et al. The Monitoring System for Stability of CNC Machining Based on cDAQ and LabVIEW. Advanced Materials Research, 2014, 1039: 177-182.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1039.177>

NEMADE, Prasad; KUMAWAT, Ashok Kumar. Interfacing of Industrial Inductive Proximity Sensor with NI DAQ and Speed Measurement. In: International Conference on Communication, Devices and Networking. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 119-126.

KONG, Changduk; KHO, Seonghee; PARK, Gwanglim. Development of practical integral condition monitoring system for a small turbojet engine using MATLAB/SIMULINK and LabVIEW. International Journal of Turbo & Jet-Engines, 2014, 31.1: 73-86.

WATJANATEPIN, Napat. Application of LabVIEW and Compact Data Acquisition to Study the Behavior of the Photovoltaic Stand-Alone Energy System. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2015, 9.32: 59-65.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Jindřich Petruška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá měřením fyzikálních veličin pomocí CompactDAQ platformy. V rešeršní části ukazuje možnosti CompactDAQ a popisuje komunikaci LabVIEW a MATLABu s CompactDAQ hardwarem. V další části je představena LabVIEW VI aplikace, která měří teplotu, otáčky a vibrace vysokorychlostního motoru. V závěru je srovnání LabVIEW a MATLAB prostředí.

Abstract

This bachelor's thesis deals with the measurement of physical phenomena using the CompactDAQ systems. The recherche part of the thesis shows the possibilities of the CompactDAQ and describes the communication of LabVIEW and MATLAB with the CompactDAQ hardware. The next section presents a LabVIEW VI application that measures the temperature, revolutions and vibration of a high-speed motor. In the last part is a comparison of LabVIEW and MATLAB environment.

Klíčová slova

Měření fyzikálních veličin, CompactDAQ systems, NI MAX, LabVIEW, MATLAB Data Acquisition Toolbox

Keywords

Measurement of physical phenomena, CompactDAQ systems, NI MAX, LabVIEW, MATLAB Data Acquisition Toolbox

Bibliografická citace

ZOUBEK, Vojtěch. Porovnání funkcí programů pro sběr měřených dat pomocí cDAQ [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158018>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky. Vedoucí práce Jan Pokorný.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Porovnání funkcí programů pro sběr měřených dat pomocí cDAQ vypracoval samostatně a s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu na konci práce.

Vojtěch Zoubek

V Brně, 24.5.2024

.....

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce, Ing. Janu Pokornému, Ph.D., za veškeré odborné rady a poskytnutou zpětnou vazbu při tvorbě a psaní této práce.

Vojtěch Zoubek

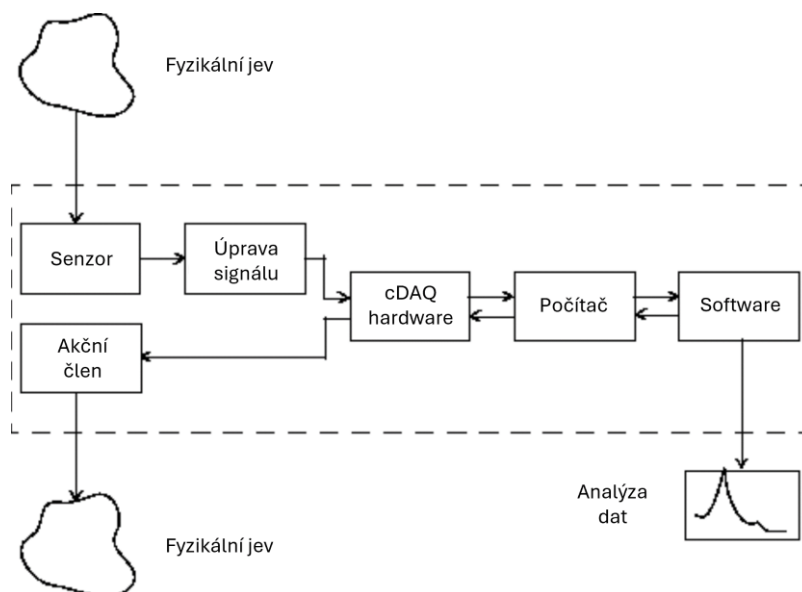
Obsah

1. ÚVOD	8
2. REŠERŠE	9
2.1 COMPACTDAQ SYSTÉMY A MODULY	9
2.1.1 <i>CompactDAQ sběrnice</i>	9
2.1.2 <i>CompactDAQ moduly</i>	10
2.1.3 <i>NI MAX</i>	11
2.2 NI LABVIEW	12
2.2.1 <i>NI-DAQmx knihovna</i>	13
2.3 MATLAB DATA ACQUISITION TOOLBOX.....	15
2.3.1 <i>Připojení na CompactDAQ hardware</i>	15
2.3.2 <i>Aplikace Analog Input Recorder</i>	16
2.3.3 <i>Aplikace Analog Output Generator</i>	17
2.3.4 <i>PWM</i>	18
3. GUI APLIKACE PRO MĚŘENÍ VELIČIN NA MOTORU	19
3.1 MOTOR A MĚŘENÉ HODNOTY.....	19
3.2 LABVIEW APLIKACE	20
4. ZÁVĚR	23
LITERATURA	24
OBRÁZKY	24

1. Úvod

CompactDAQ je platforma od firmy National Instruments, která obsahuje software a hardware pro měření fyzikálních veličin. Kvalitním měřením zajišťujeme bezpečnost a spolehlivost strojů a můžeme předcházet poruchovým stavům. Pro správné měření je potřeba kvalitní komunikace mezi senzory a počítačem. K tomu slouží CompactDAQ sběrnice s moduly. Naměřená data ze sensorů obdrží a filtruje modul. Ta jsou potom ve správný čas sběrnicí poslána do počítače.

Kromě měření můžeme pomocí CompactDAQ posílat digitální i analogový signál do akčních členů a provádět tak regulaci nebo nastavovat parametry měřené soustavy pro hledání optimálního chodu stroje.



Obrázek 1: Schéma měření fyzikálních veličin pomocí CompactDAQ [1]

Cílem této práce je srovnání jak LabVIEW a MATLAB komunikuje s CompactDAQ hardwarem, jaké funkce nabízejí a jak tyto prostředí použít pro měření.

Dále je představena konkrétní aplikace v LabVIEW VI pro měření teploty, otáček a vibrací na vysokorychlostním motoru. Motor je řízen přes aplikaci pomocí PWM.

2. Rešerše

2.1 CompactDAQ Systémy a moduly

CompactDAQ je platforma pro zápis a sběr dat. Tato platforma obsahuje sběrnice dat a vstupně/výstupní moduly, které lze propojit s širokou řadou senzorů pro měření fyzikálních veličin.

Platforma je modulární, takže lze jednoduše vyměnit jednotlivé komponenty za jiné.

Sběrnice a moduly jsou vyrobeny z hliníkového odlitku A380 aby odolaly terénním podmínkám a jsou provozovatelné v teplotách v rozmezí od -20 °C do 55 °C a 30 g rázu.

2.1.1 CompactDAQ sběrnice

Sběrnice zajišťuje synchronizovanou komunikaci mezi počítačem a moduly. Výměna dat mezi sběrnici a počítačem je provedena přes USB nebo Ethernetem.

Sběrnice obsahují 1, 4, 8 nebo 14 slotů pro moduly. Pro větší aplikace lze několik sběrnic synchronizovat.

Tabulka 1: Seznam vybraných sběrnic cDAQ

Model	Typ sběrnice	Počet slotů
cDAQ-9171	USB 2.0	1
cDAQ-9174	USB 2.0	4
cDAQ-9178	USB 2.0	8
cDAQ-9179	USB 3.0	14
cDAQ-9181	Ethernet	1
cDAQ-9184	Ethernet	4
cDAQ-9188	Ethernet	8

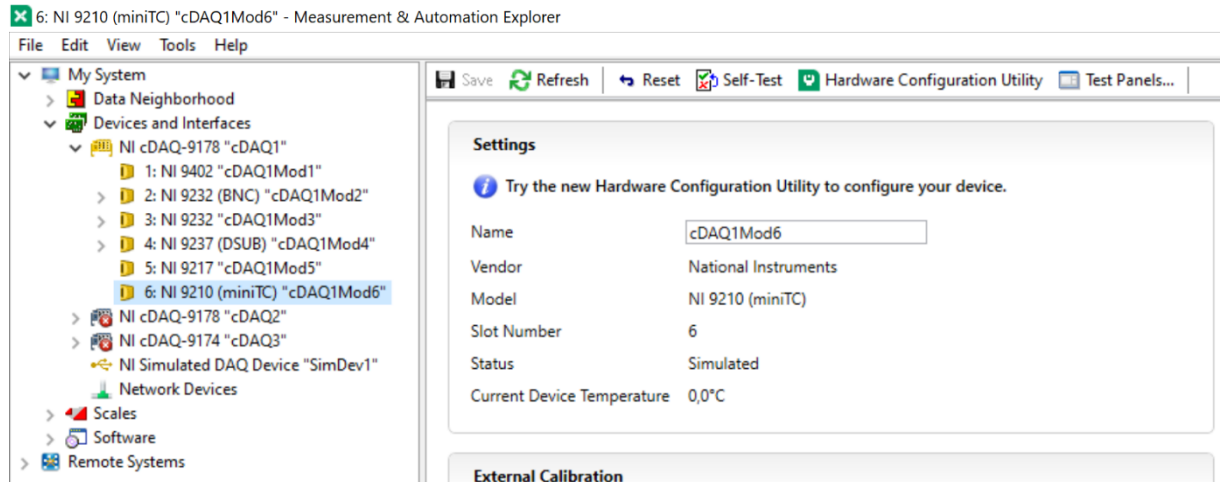
Sběrnice uvedené v Tabulce 1 umožňují přijímání a posílání dat synchronně do připojených modulů. Mají čtyři vnitřní univerzální 32bitové čítače/časovače umožňující například: počítání náběžné/sestupné hrany a generování signálu PWM.



Obrázek 2: cDAQ-9178 – rozměry jsou 254x88x59 mm, hmotnost je 880 g [7]

2.1.3 NI MAX

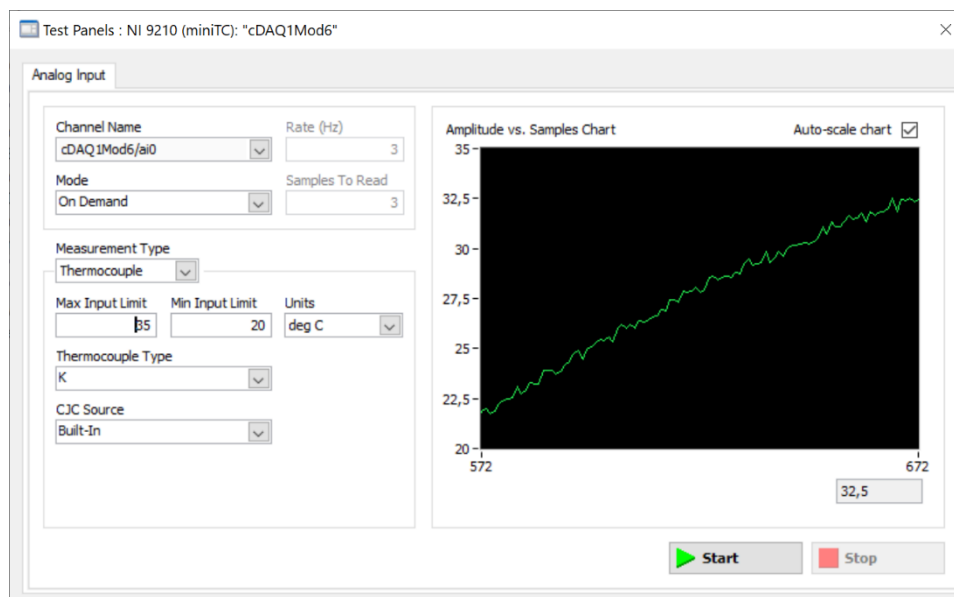
NI MAX (NI Measurement & Automation Explorer) je aplikace pro detekci, konfiguraci a diagnózu NI hardwaru včetně CompactDAQ zařízení. Dále je možné vytvořit simulaci NI hardwaru.



Obrázek 4: Aplikace NI MAX.

V levém panelu v záložce se zelenou ikonou a popisem Devices and Interfaces je seznam zařízení, která byla nakonfigurována. Žlutou ikonou s popisem NI cDAQ-9178 "cDAQ1" je simulace CompactDAQ sběrnice se šesti moduly. Pod ní jsou dvě reálná zařízení označená černou ikonou se jmény "cDAQ2" a "cDAQ3". Červený křížek znamená, že nejsou připojena k počítači.

Pokud klikneme na záložku Devices and Interfaces, zobrazí se v druhém panelu nabídka Create new..., kde můžeme manuálně nakonfigurovat zařízení nebo vytvořit nové simulované zařízení. Když CompactDAQ sběrnici připojíme k počítači přes USB dojde k automatické detekci.



Obrázek 5: Okno Test Panels v NI MAXu.

Na Obrázku 4 je vybraný simulovaný modul NI 9210. Když v nabídce v druhém panelu zvolíme Test Panels..., tak se objeví nové okno (Obrázek 5), ve kterém můžeme sledovat data získaná z daného modulu, popřípadě pokud modul funguje jako výstup můžeme na něj data poslat. [3]

2.2 NI LabVIEW

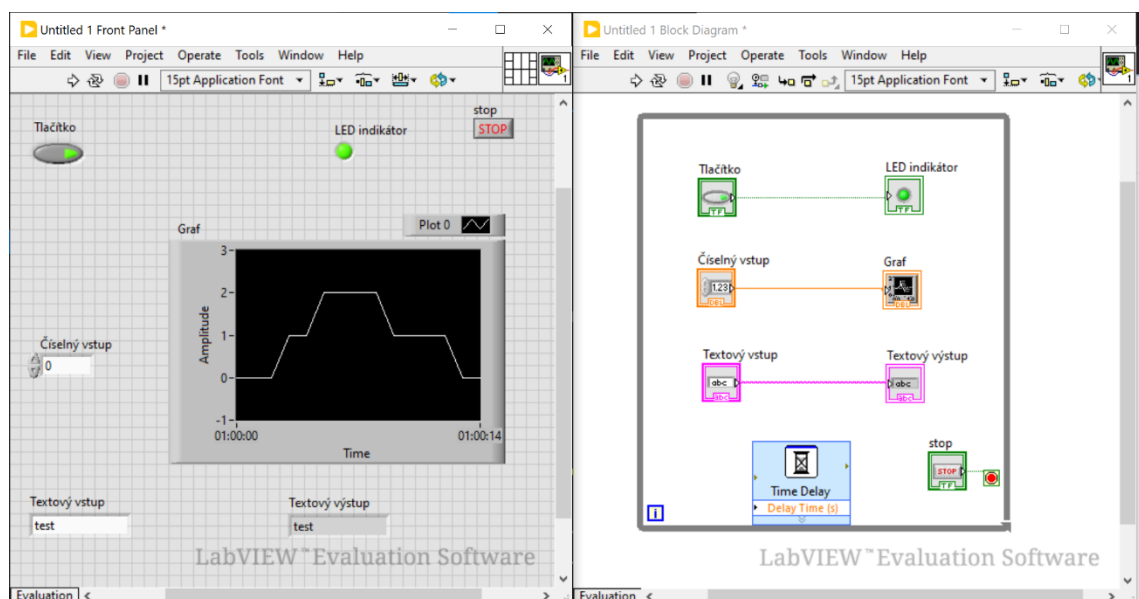
LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) je programovací prostředí pro vytváření aplikací s grafickým uživatelským rozhraním GUI. Na rozdíl programovacích jazyků, kde je program v textové formě (Python, C, MATLAB), LabVIEW používá pro vytvoření programu grafické funkční bloky, mezi kterými probíhá tok dat.

Po vytvoření nového VI (virtual instrument) v LabVIEW se zobrazí dvě okna – přední panel a blokový diagram (Obrázek 6). Na předním panelu se sestavují grafické prvky v aplikaci, které se automaticky objeví jako funkční bloky v blokovém diagramu, kde se vytvoří program.

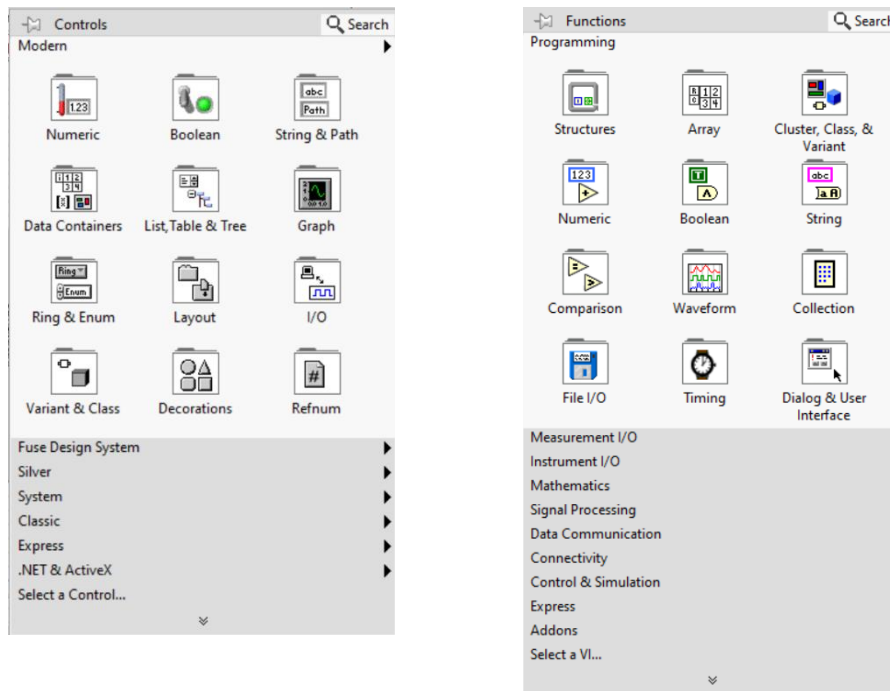
Pravým kliknutím na předním panelu se zobrazí paleta s prvky (Controls Palette – Obrázek 7), kde si navolíme vstupní prvky (tlačítko, kolonka pro číselný nebo textový vstup, tabulka pro zadávání hodnot atd.) a výstupní prvky (led indikátor, číselný nebo textový výstup, graf atd).

V blokovém diagram pravým tlačítkem otevřeme paletu funkcí (Function Palette – Obrázek 7), kde volíme struktury (proměnné, for cyklus, while cyklus, eventy) a operace s daty (bitové, matematické, převody datových typů, filtrace šumu atd). Jednotlivé funkční bloky propojujeme drátem pro přenos dat.

Nabídka v paletě obsahuje nejpoužívanější prvky, další lze najít seřazené v jednotlivých kategoriích, nebo vyhledat pomocí názvu prvku. [4]



Obrázek 6: Tvorba VI aplikace v LabVIEW.

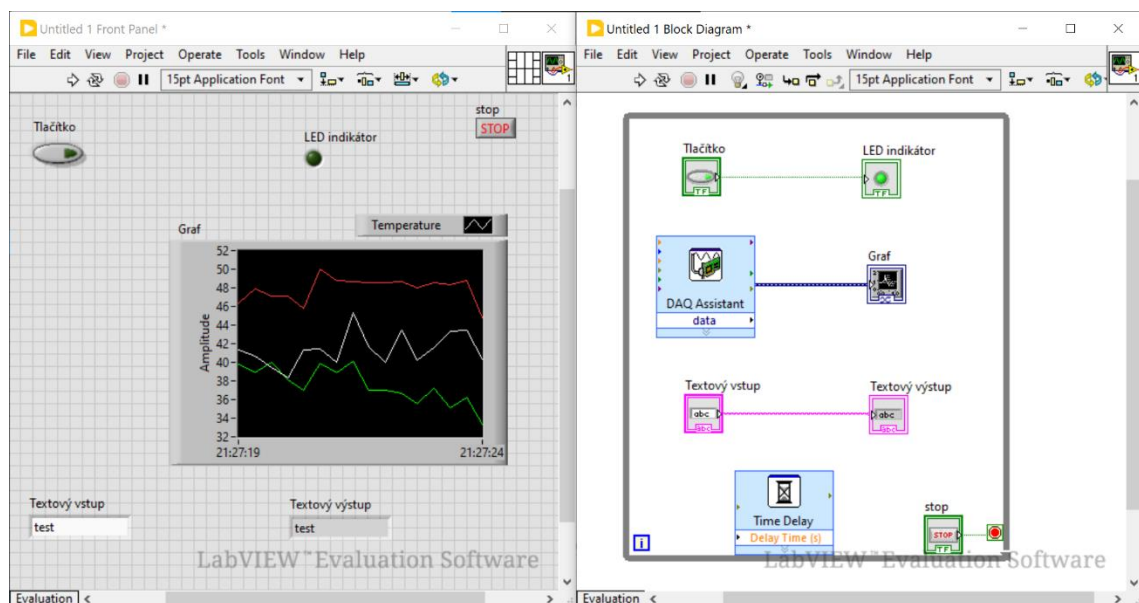


Obrázek 7: Paleta prvků a paleta funkcí.

2.2.1 NI-DAQmx knihovna

NI-DAQmx je balíček softwaru pro komunikaci s CompactDAQ hardwarem. Součástí tohoto balíčku je knihovna funkcí pro VI aplikace.

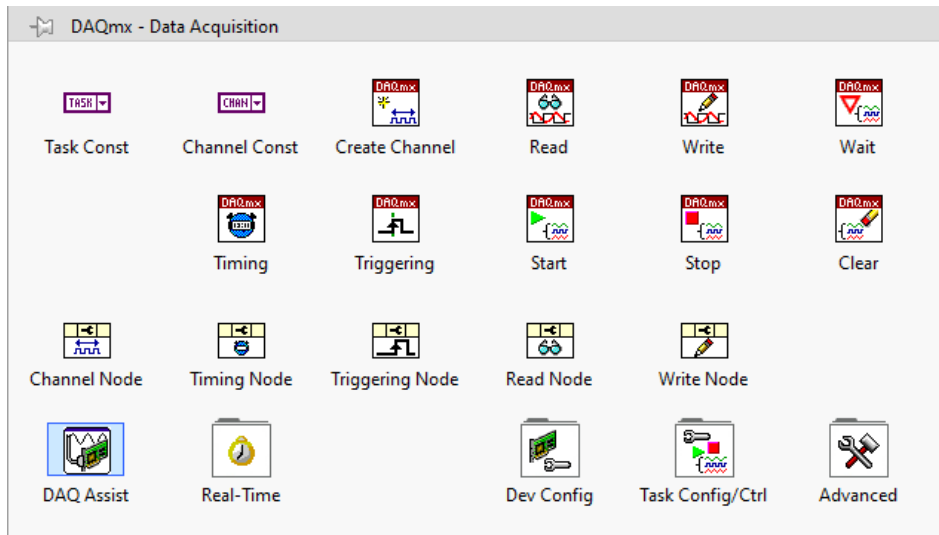
DAQ Assistant je funkce kterou najdeme v paletě funkcí v záložce Express ve složce input i output. Po vložení DAQ Assistantu do blokového diagramu se spustí průvodce, ve kterém zvolíme čtení nebo zápis signálu a poté vybereme vhodný CompactDAQ modul. V dalším kroku se spustí nastavení jednotlivého modulu pro konfiguraci úkolu, který má DAQ Assistant provádět.



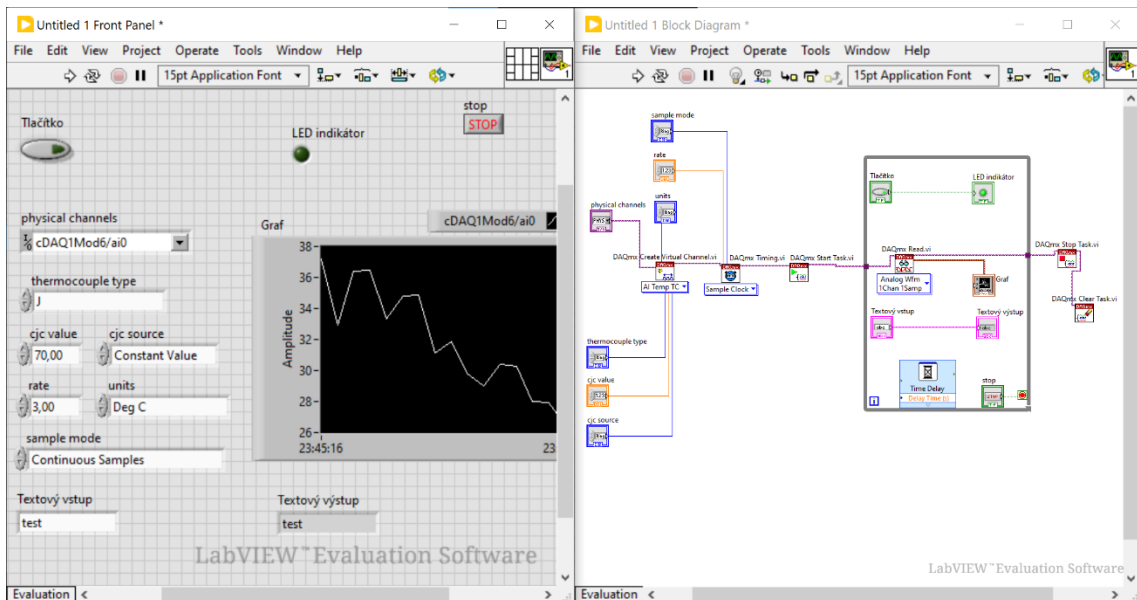
Obrázek 8: Příklad zapojení funkce DAQ Assistant pro čtení dat z modulu.

Na Obrázku 8 je DAQ Assistant nakonfigurován pro čtení dat ze tří kanálů na simulovaném NI-9210. V grafu můžeme vidět, že data kromě amplitudy obsahují čas, kdy byla získána.

DAQ Assistant neumožňuje měnit konfiguraci na předním panelu, proto dále knihovna NI-DAQmx nabízí v paletě funkcí v záložce Measurement I/O ve složce NI DAQmx funkce pro manuální nastavení kanálu (Obrázek 9), kde si jednotlivé konfigurace můžeme vytáhnout na přední panel.



Obrázek 9: Funkce pro manuální nastavení kanálu.



Obrázek 10: Čtení dat z modulu pomocí DAQmx funkcí.

Na Obrázku 10 opět čteme data ze simulovaného modulu NI-9210, tentokrát pouze jeden kanál. Blokový diagram je teď složitější, ale na předním panelu můžeme provést konfiguraci modulu. [5]

2.3 MATLAB Data Acquisition Toolbox

MATLAB je programovací prostředí pro mnoho technických aplikací. Data Acquisition Toolbox je knihovna pro MATLAB, pomocí které můžeme komunikovat s CompactDAQ hardwarem. Pro zajištění komunikace je potřeba mít na počítači nainstalované ovladače NI-DAQmx. Ty automaticky instaluje aplikace NI MAX.

2.3.1 Připojení na CompactDAQ hardware

Pro ověření funkčnosti knihovny a ovladačů použijeme v MATLABu příkaz:

```
>> daqvendorlist

ans =

1×3 table

   ID          AdaptorVersion      DriverVersion
   ----          -
   "ni"         "24.1 (R2024a)"      "24.0.0 NI-DAQmx"
```

Dostali jsme verzi knihovny a NI ovladačů. Dále zjistíme, jaký hardware je připojený k počítači.

```
>> hardware = daqlist("ni");
>> hardware(:,1:2)

ans =

7×2 table

   DeviceID          Description
   ----          -
   "cDAQ1Mod1"      "National Instruments(TM) NI 9402"
   "cDAQ1Mod2"      "National Instruments(TM) NI 9232 (BNC)"
   "cDAQ1Mod3"      "National Instruments(TM) NI 9232"
   "cDAQ1Mod4"      "National Instruments(TM) NI 9237 (DSUB)"
   "cDAQ1Mod5"      "National Instruments(TM) NI 9217"
   "cDAQ1Mod6"      "National Instruments(TM) NI 9210 (miniTC)"
   "SimDev1"        "National Instruments(TM) NI Simulated DAQ Device"
```

Seznam hardwaru odpovídá připojeným zařízením v Aplikaci NI MAX (Obrázek 4). Pokusíme se přečíst data z modulu NI-9210. Nejdřív potřebujeme zjistit informace o daném modulu.

```
>> hardware.DeviceInfo(6)

ans =

ni: National Instruments(TM) NI 9210 (miniTC) (Device ID: 'cDAQ1Mod6')
  Analog input supports:
    -0.080 to +0.080 Volts range
    Rates from 0.1 to 14.3 scans/sec
```

```
4 channels ('ai0','ai1','ai2','ai3')
'Voltage','Thermocouple' measurement types
```

This module is in slot 6 of the 'cDAQ-9178' chassis with the name 'cDAQ1'.

Vytvoříme DataAcquisition objekt a nastavíme vzorkovací frekvenci.

```
>> d = daq("ni");
>> d.Rate = 3;
```

Přidáme dva vstupní kanály do objektu a provedeme konfiguraci.

```
>> ch1 = addinput(d,"cDAQ1Mod6","ai0","Thermocouple");
>> ch1.ThermocoupleType = 'J';
>> ch1.Units = 'Celsius';
>>
>> ch2 = addinput(d,"cDAQ1Mod6","ai1","Thermocouple");
>> ch2.ThermocoupleType = 'J';
>> ch2.Units = 'Celsius';
```

Data z modulu NI-9210 získáme příkazem read.

```
>> data = read(d,seconds(1))
```

data =

3×2 timetable

Time	cDAQ1Mod6_ai0	cDAQ1Mod6_ai1
0 sec	23,1318	26,7822
0.33333 sec	23,3439	29,1944
0.66667 sec	22,2729	27,5285

Pokud objekt dále nepotřebujeme, můžeme ho odstranit z paměti.

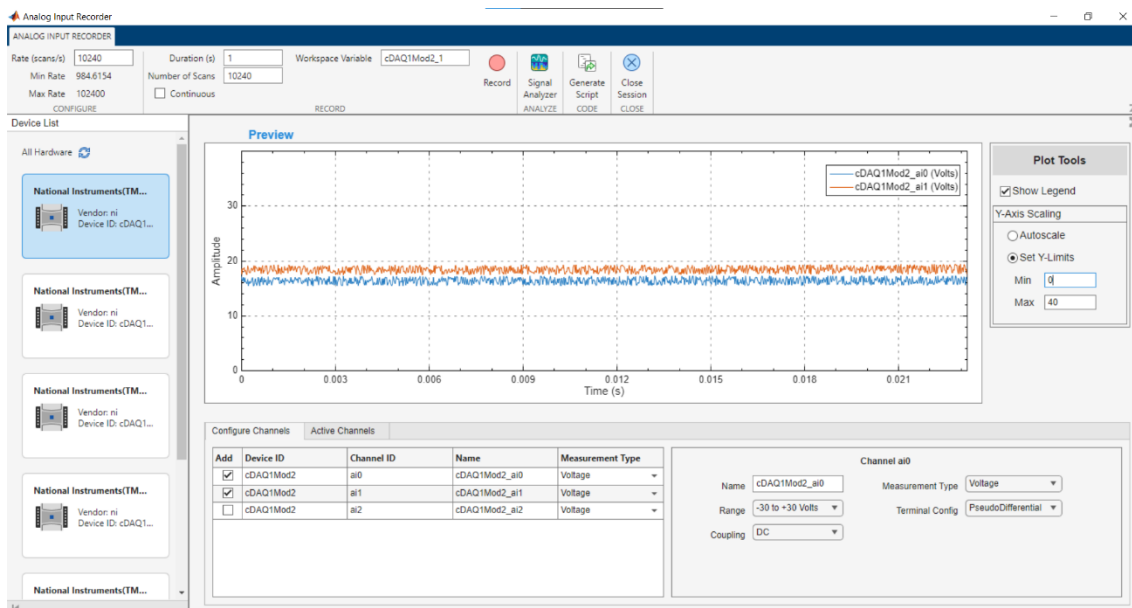
```
>> delete(d)
>> clear d
```

Podobným způsobem můžeme data zapisovat. Například pokud je do sběrnice do sedmého slotu zapojen modul NI-9263 pro analogový výstup, kanál přiřadíme příkazem addoutput a data zapíšeme příkazem write. [6]

```
>> d = daq("ni");
>> d.Rate = 10000;
>> ch = addoutput(d,"cDAQ1Mod7",'ao0',"Voltage");
>> outputData = linspace(-1, 1, 2200)';
>> write(d,outputData);
```

2.3.2 Aplikace Analog Input Recorder

Aplikace Analog Input Recorder je součástí Data Acquisition Toolboxu. Slouží ke čtení analogových dat z modulů. Nachází se v MATLABu v záložce APPS v kategorii TEST AND MEASUREMENT. Po otevření se pokusí najít všechny moduly s analogovým vstupem.



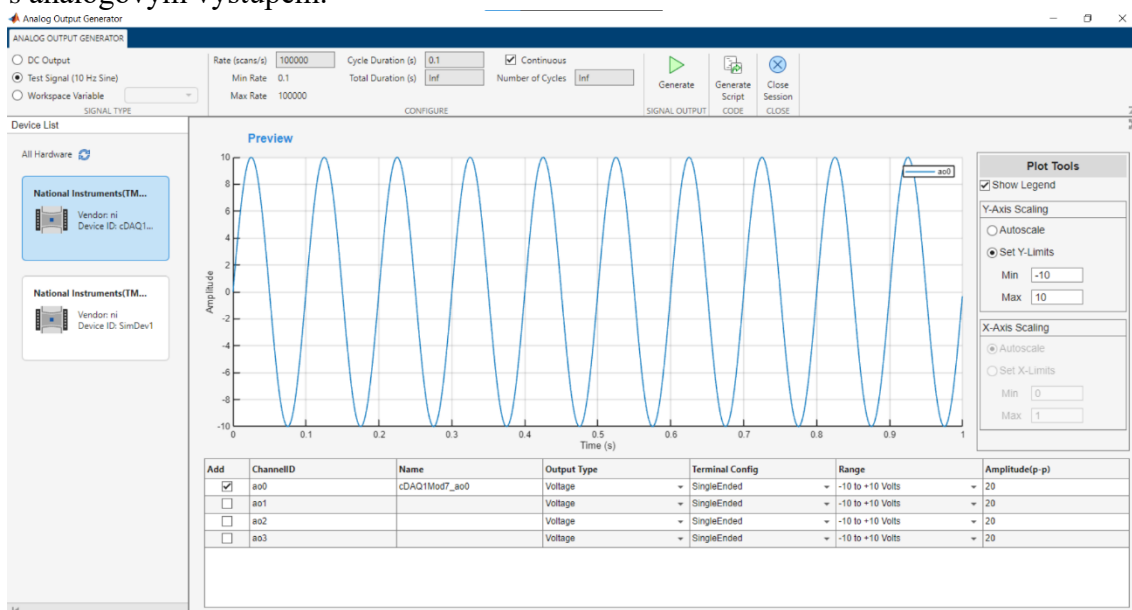
Obrázek 11: Aplikace Analog Input Recorder

V Aplikaci si můžeme nastavit vzorkovací frekvenci, vybrat na zvoleném modulu kanály, které chceme zaznamenat a jejich konfiguraci. V Preview okně je graf s aktuálními hodnotami na daných kanálech. Data lze zaznamenat kliknutím na Record. Po ukončení nahrávání kliknutím na Stop se data uloží do MATLAB workspace. Data jsou ve formě timetable.

Generate Script vytvoří ekvivalentní program v MATLABu pro záznam dat. [6]

2.3.3 Aplikace Analog Output Generator

Další software knihovny Data Acquisition Toolbox je Aplikace Analog Output Generator. Nachází se vedle aplikace Analog Input Recorder. Po otevření najde moduly s analogovým výstupem.



Obrázek 12: Aplikace Analog Output Generator

V aplikaci lze posílat testovací signál (sinusová vlna o frekvenci 10 Hz) nebo data z workspace. Kliknutím na Generate se data pošlou do modulu. Generate script opět vytvoří ekvivalentní program v MATLABu pro generování dat. [6]

2.3.4 PWM

Pro generování PWM se používají vnitřní čítače CompactDAQ sběrnice. Vytvoření DAQ objektu:

```
>> d = daq("ni");  
>> ctr = addoutput(d,"cDAQ1Mod1", "ctr0", "PulseGeneration");
```

Zjištění, na jakém terminálu bude výstupní signál:

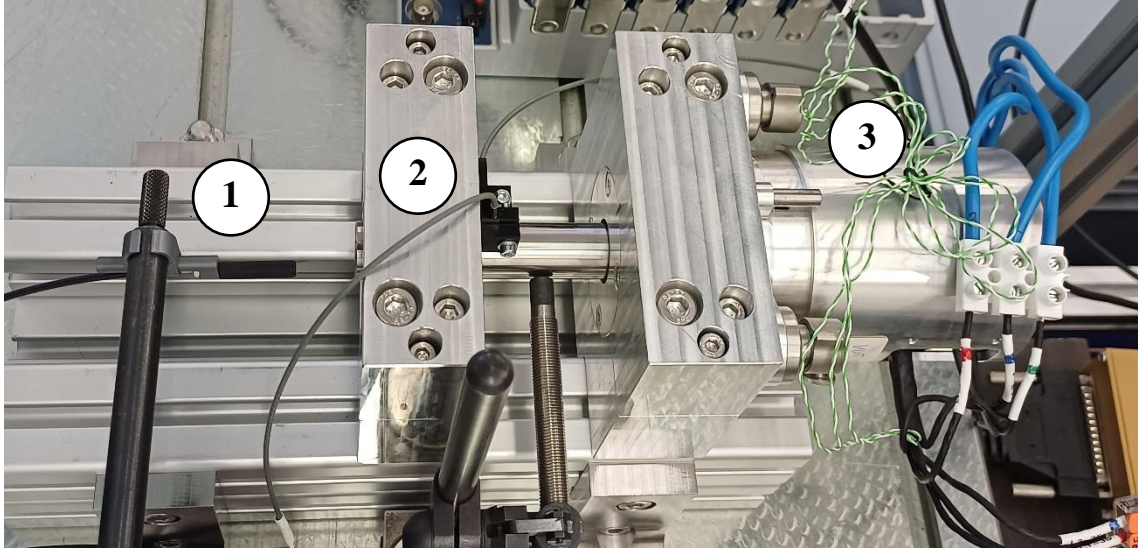
```
>> ctr.Terminal  
  
ans =  
  
    'PFIO'
```

Nastavení frekvence, střída, zpoždění signálu a spuštění úkolu.

```
>> ctr.Frequency = 50; %Hz  
>> ctr.DutyCycle = 0.3; % Střída  
>> ctr.InitialDelay = 2; %Motor se spustí po dvou sekundách  
>> start(dq, "Duration", seconds(10)); %Spuštění úkolu
```

3. GUI aplikace pro měření veličin na motoru

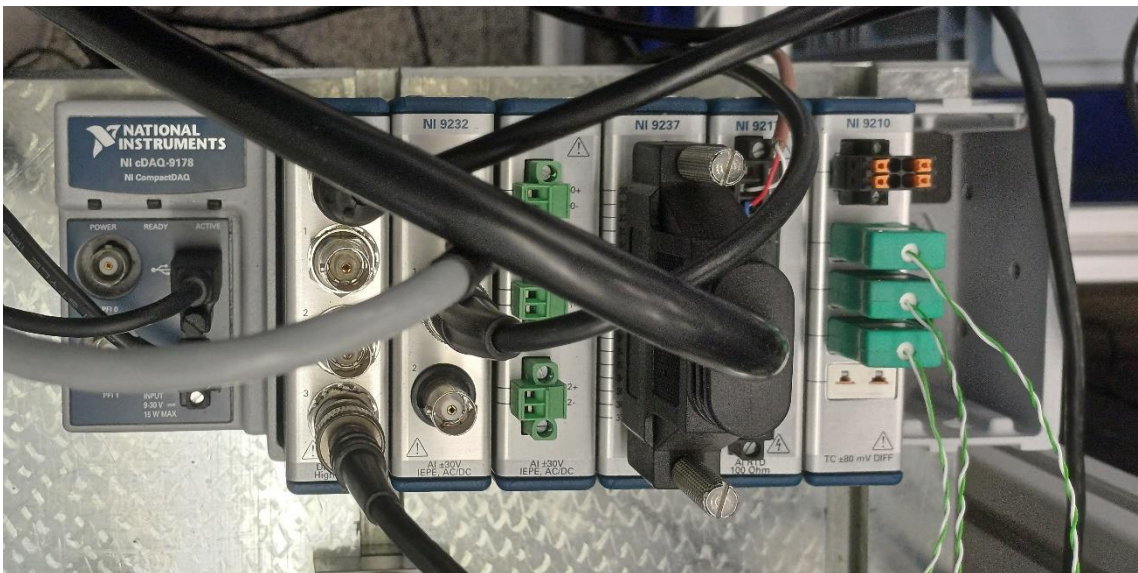
3.1 Motor a měřené hodnoty



Obrázek 13: Motor se senzory.

Motor na Obrázku 13 je připevněný na stůl, kde probíhá měření. Senzory, ze kterých bereme data jsou:

1. optický senzor pro měření otáček,
2. dva senzory pro měření vibrací v ose X a Y,
3. tři termočlánky typu K.

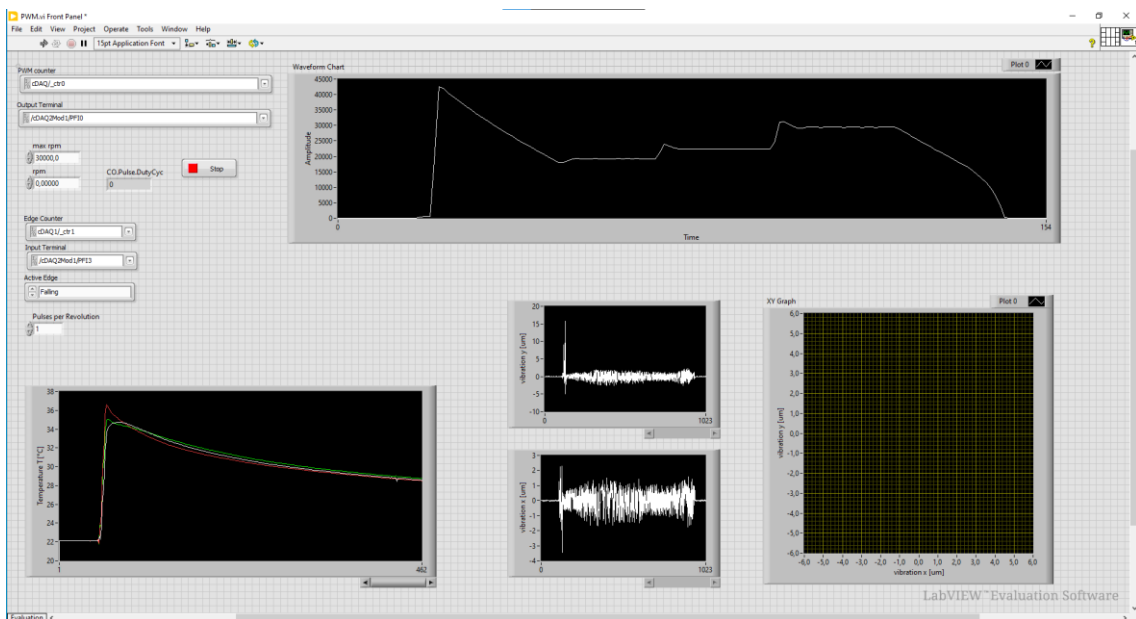


Obrázek 14: Sběrnice cDAQ-9178 s moduly

Sběrnice cDAQ-9178 má zapojených šest modulů, z nich tři použijeme pro měření:

1. NI-9402 – modul pro digitální vstupy/výstupy:
 - První kanál je spojen s řídicí jednotkou motoru.
 - Čtvrtý kanál je spojen s optickým senzorem.
2. NI-9232 – modul pro měření vibrací:
 - První kanál je spojen se senzorem vibrací v ose X.
 - Druhý kanál je spojen se senzorem vibrací v ose Y.
6. NI-9210 – modul pro měření teploty, kde jsou zapojené tři termočlánky.

3.2 LabVIEW aplikace

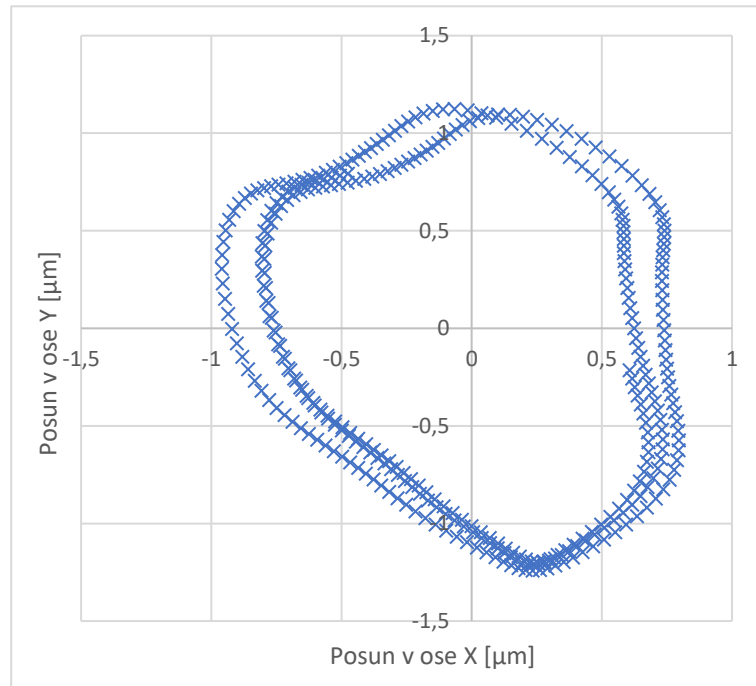


Obrázek 15: Přední panel LabVIEW aplikace

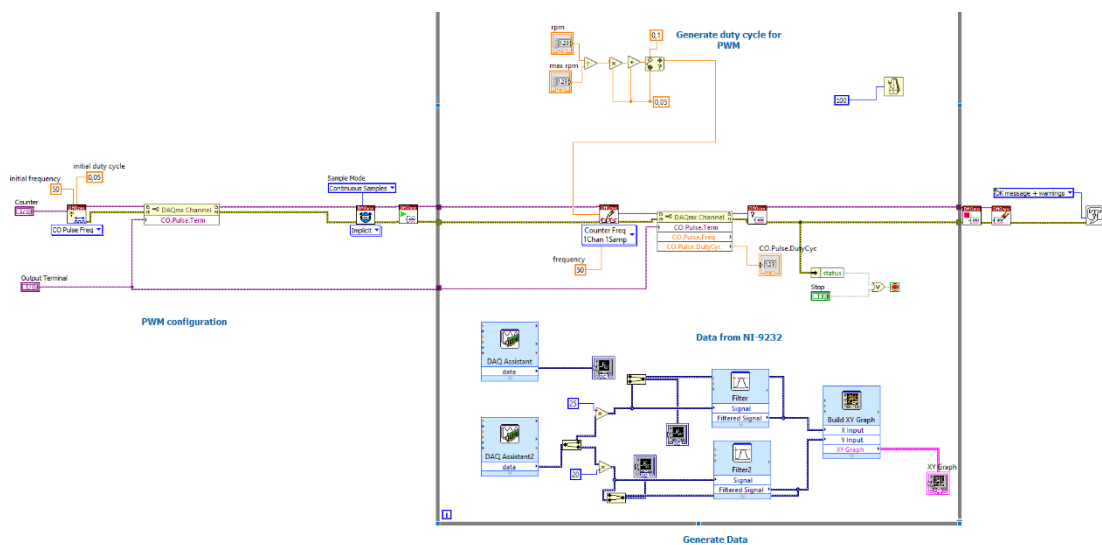
Na Obrázku 15 je aplikace, kterou jsem vytvořil pro měření teploty a vibrací motoru. V levé horní části se nastavuje čítač, modul a kanál na kterém se posílá PWM signál a počítají hrany z digitálního signálu optického senzoru pro určení otáček. Dále se zde nastavuje maximální povolená rychlost a požadovaná rychlost, ze které se vypočítává střída PWM do motoru.

Na horním grafu lze vidět skutečné otáčky. Při tomto měření jsem nejprve nastavil požadované otáčky na 15000 ot/min, po ustálení na 20000 ot/min a poté na 30000 ot/min. Na grafu můžeme vidět, že při rozběhu se motor dostal až na 43000 ot/min.

Graf v levé dolní části ukazuje průběh teploty, která se dostala až na 37 °C při nejvyšších otáčkách a poté exponenciálně klesala. Vedle se nacházejí dva grafy zobrazující vibrace – horní v ose Y a dolní v ose X. A v pravé dolní části je graf, který ukazuje vychýlení hřídele v rovině XY. Protože je snímek pořízený, když už motor stál nejsou v tomto grafu hodnoty. Pravým kliknutím na graf se zobrazí nabídka na uložení dat.



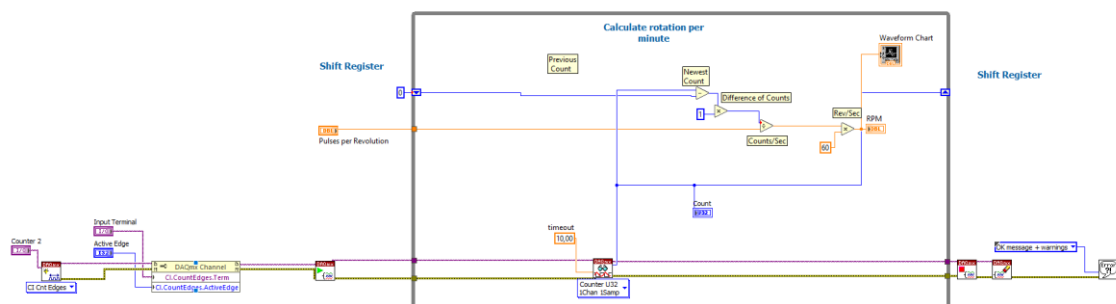
Obrázek 16: Vychýlení hřídele v rovině XY při reálných otáčkách 19200 ot/min.



Obrázek 17: Dolní část blokového diagramu aplikace.

Na Obrázku 17 je dolní část blokového diagramu aplikace. V levé části probíhá konfigurace a v pravé části a zápis dat. Pro PWM jsou použité funkce manuální konfigurace z NI-DAQmx. V části kde se generuje střída probíhá přepočítání otáček a omezení rozsahu, protože regulátor motoru požaduje minimální střidu 0,05 a maximálně 0,1.

V dolní části probíhá čtení vibrací. Naměřená data jsou ve voltech a pro převedení na posun se používá převodní vztah pro x: $40000 \mu\text{V}/\mu\text{m}$ a pro y: $50000 \mu\text{V}/\mu\text{m}$. Data jsou



Obrázek 18: Horní část blokového diagramu aplikace.

po té zobrazena na dvou grafech a ještě putují do filtru a následně do grafu pro zobrazení posunu v rovine XY.

V Horní části blokového diagramu se nakonfiguruje čítač hran a z dat se počítají otáčky za minutu. Pro tento výpočet je potřeba posuvný registr pro pamatování předchozí hodnoty. Z rozdílu aktuální a předchozí hodnoty a známém časové prodlevě vypočítáme otáčky.

Aplikace je dostupná jako příloha této práce.

4. Závěr

CompactDAQ je platforma pro kvalitní měření fyzikálních veličin. Kompaktní hardware, který odolá terénním podmínkám a dostupný software zajišťuje snadnou přípravu pro měření dat.

Měřená data lze zpracovávat na místě měření při použití USB sběrnic nebo je přes síť je můžeme posílat na vzdálené servery při použití ethernetových sběrnic. Pokud jedna sběrnice nestačí, software nabízí možnost synchronizace dvou nebo více sběrnic.

Firma NI nabízí velké množství modulů pro měření i zápis dat. Software zajišťuje automatickou detekci modulů ve sběrnici, takže po zapojení a konfiguraci můžeme měřit.

Konfigurace probíhá v aplikaci NI-MAX, která automaticky instaluje ovladače pro hardware. V NI-MAX můžeme provést rychlou kontrolu, že je modul v pořádku a číst i posílat data. Aplikace dále nabízí vytvoření simulace sběrnice s moduly, a tedy můžeme zkontrolovat software i když zrovna nejsme připojeni na CompactDAQ hardware. U simulovaných vstupních modulů jsou přečtená data buď bílý šum nebo sinusová vlna. Nelze nakonfigurovat simulaci tak, aby dávala data z paměti počítače. Obdržená data ze simulace jsou často výrazně odlišná, když se čtou v LabVIEW nebo v MATLABu.

LabVIEW pro zpracování měřených dat nabízí možnost vytvoření VI aplikace. Výhodou je snadné nastavení jednoduchých měření, ale pro měření více fyzikálních veličin a jejich zpracování se snadno stane blokový diagram nepřehledný. LabVIEW má neintuitivní zarovnávání funkčních bloků a u propojování jednotlivých funkcí je obtížné se někdy trefit do správného vstupu. Oproti např. MATLAB Simulinku je celkové prostředí blokového diagramu zastaralé.

MATLAB nabízí knihovnu Data Acquisition Toolbox, která zajišťuje komunikaci s CompactDAQ hardwarem. Součástí knihovny jsou i aplikace na čtení (Analog Input Recorder) a zápis (Analog Output Generator) dat do zvolených modulů. Tyto aplikace také dokážou vytvořit MATLAB kód, který čte/zapisuje data stejným způsobem. Pro měření a analýzu lze data získat pomocí kódu, nebo vytvořením aplikace.

Na rozdíl od LabVIEW je mnohem jednodušší zkopírovat funkci z MATLAB fóra, protože je to text. Cizích kódy na LabVIEW fórech jsou snímky obrazovky nebo soubor VI, který si musí uživatel stáhnout. Následné kopírování blokového diagramu a zprovoznění programu je často obtížnější než v MATLABu.

Ve GUI aplikace pro měření veličin na motoru této práce jsem vytvořil aplikaci pro měření konkrétní úlohy v LabVIEW. Blokové schéma v tomto případě bylo komplikovanější. Daná aplikace je v příloze této práce. Vytvoření GUI aplikace je vhodné pro dlouhodobé měření fyzikálních veličin na měřené soustavě, která se často nemění.

Naměřená data z LabVIEW i MATLABu se dají snadno uložit a analyzovat softwary třetích stran – například v Microsoft Excelu, jak je vidět na Obrázku 16.

LITERATURA

- [1] NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2020. *CompactDAQ Systems Flyer*. Online. Dostupné z: <https://www.ni.com/pdf/product-flyers/compactdaq-systems.pdf>. [cit. 2024-05-24].
- [2] NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2024. *NI-9210 Specifications*. Online. NI. 2023-08-14. Dostupné z: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-9210-specs/page/specs.html>. [cit. 2024-05-24].
- [3] NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2024. *Measurement and Automation Explorer*. Online. 2023-08-04. Dostupné z: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/max/page/mxhelp/mxhelp.html>. [cit. 2024-05-24].
- [4] NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2024. *LabVIEW Fundamentals*. Online. 2024-03-11. Dostupné z: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/labview/page/user-manual-welcome.html>. [cit. 2024-05-24].
- [5] NATIONAL INSTRUMENTS CORP., 2024. *NI-DAQmx*. Online. 2023-08-04. Dostupné z: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-daqmx/page/ni-daqmx-overview.html>. [cit. 2024-05-24].
- [6] THE MATHWORKS, INC., 2024. *Data Acquisition Toolbox™ User's Guide*. Online. Ver. 24.1. Dostupné z: https://uk.mathworks.com/help/pdf_doc/daq/daq_ug.pdf. [cit. 2024-05-24].

OBRÁZKY

- [7] <https://www.ni.com/cs-cz/shop/model/cdaq-9178.html>
- [8] <https://www.ni.com/cs-cz/shop/model/ni-9210.html>