



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF SOLID MECHANICS, MECHATRONICS AND BIOMECHANICS
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A
BIOMECHANIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF SOLID MECHANICS, MECHATRONICS AND
BIOMECHANICS

AUTOMATICKÁ STANICE PRO MĚŘENÍ SPÍNACÍHO BODU PASIVNÍCH HLADINOVÝCH SENZORŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

TOMÁŠ BENÁČEK

ING. TOMÁŠ MARADA, PH.D.

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval zástupcům firmy Continentál, za umožnění použití stanice pro měření spínacího bodu hladinových senzorů jako bakalářskou práci a za veškerou podporu při řešení problému spojených její stavbou. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu práce.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky
Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Benáček Tomáš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Mechatronika (3906R001)**

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:

Automatická stanice pro měření spínacího bodu pasivních hladinových senzorů.

v anglickém jazyce:

Automatic station for switch point measuring of pasive level sensors.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zautomatizovat ověřování spínacího bodu u pasivních hladinových spínacích senzorů. Dalším cílem práce je regulovat vliv změny hladiny způsobené vytlačení kapaliny ponořenou soustavou. Zaměření a cíl navrhované vědecké práce souvisí s řešením problematiky nepřesnosti a neopakovatelnosti měření senzorů ve firmě Continental s.r.o.

Cíle bakalářské práce:

1. S použitím předepsané literatury a souvisejících informací na Internetu se seznamte s různými metodami snímání hladiny oleje s požadovanou přesností a požadovaným teplotním rozsahem.
2. V LabView sestavte ovládací program, který bude obsluhovat měřící zařízení a zároveň bude dané měření vyhodnocovat.

Seznam odborné literatury:

[1] <http://www.ni.com/labview>

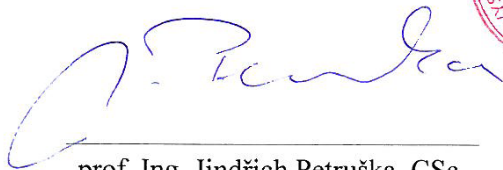
[2] <http://www.huberics.cz/>

[3] Manuály k jednotlivým zařízením (k dispozici ve firmě Continental s.r.o.)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Marada, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 5.11.2008



prof. Ing. Jindřich Petruška, CSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace

Tématem této práce je zautomatizování stávající manuální metody měření spínacího bodu spínacích hladinových senzorů vyvíjených společností Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o. Součástí práce je sestavení automatické stanice s ohledem na finanční náročnost a efektivitu měření.

Annotation

The theme of this project is to automate manual measuring of switch point of oil level switch sensors, which are developed in the company Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o. The work includes building of automatic station considering to prize and measuring efficiency.

Obsah

1	ÚVOD	11
2	DĚLENÍ A DRUHY SENZORŮ VYVÍJENÉ FIRMOU CONTINENTAL	13
2.1	HLADINOVÉ SENZORY	13
2.1.1	<i>Základní dělení hladinových senzorů</i>	14
2.2	TLAKOVÉ SENZORY	14
2.2.1	<i>Základní dělení tlakových senzorů</i>	14
2.3	TEPLOTNÍ SENZORY	14
2.3.1	<i>Základní dělení teplotních senzorů</i>	14
3	HLADINOVÝ SENZOR SWITCH	15
3.1	SPÍNACÍ RELÉ (REED)	16
3.2	PLOVÁK (NITROPHYL FLOAT)	17
4	LABVIEW	19
4.1	POPIS PROGRAMU LABVIEW, HISTORIE, VYUŽITÍ	19
4.2	POUŽITÍ LABVIEW PRO VYTVÁŘENÍ PRŮMYSLOVÝCH APLIKACÍ.....	19
4.3	POUŽITÍ LABVIEW PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACI	20
4.4	SHRNUTÍ	20
5	POPIS PROGRAMU POJEZD.VI	21
5.1	FRONTY QUEUE.....	21
5.2	FRONT PANEL	21
5.2.1	<i>Záložka Setting</i>	22
5.2.2	<i>Záložka Measuring</i>	24
5.2.3	<i>Záložka Results</i>	26
5.3	BLOCK DIAGRAM.....	28
5.3.1	<i>Nastavení rychlosti posuvu - Set Speed</i>	28
5.3.2	<i>Výčtení polohy pojezdu - Get Possition</i>	29
5.3.3	<i>Výčtení chyby polohy - poss error</i>	29
5.3.4	<i>SubVI - 5V</i>	30
5.3.5	<i>Vyčítání napětí - MEAS VOLT</i>	30
5.3.6	<i>Uložení výstupního souboru - Save to TXT FILE</i>	31
5.4	POPIS MĚŘÍČÍHO CYKLU	32
6	MĚŘENÍ SPÍNACÍHO BODU	35
6.1	PŮVODNÍ PODOBA MĚŘENÍ	35
6.2	MĚŘÍČÍ STANICE PRO MĚŘENÍ SPÍNACÍHO BODU HLADINOVÝCH SENZORŮ SWITCH.....	36
6.2.1	<i>NI USB-6009</i>	37
6.2.2	<i>Mercury C-862</i>	39
6.3	POSTUP SOFTWAREVÉHO ŘEŠENÍ POSTUPU MĚŘENÍ	40
6.4	VNĚJŠÍ VLIVY NA MĚŘENÍ	40
6.4.1	<i>Nastavení nuly</i>	40
6.4.2	<i>Ověření opakovatelnosti hledání nuly</i>	41
6.4.3	<i>Vliv teploty</i>	41
6.4.4	<i>Ostatní vlivy</i>	43
7	ZÁVĚR	45
8	LITERATURA A ODKAZY	47

1 Úvod

Laboratoře Firmy Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o. ve Frenštát p.R. (dále jen Continental) je oddělení určené k podpoře vývojových aktivit oddělení vývoje hladinových, teplotních, tlakových senzorů a podpoře výrobních aktivit.

Mým oborem působnosti je oblast senzorů hladinových a měření jednoho z hladinových senzorů, se bude zabývat tato práce.

Naše laboratoře slouží k simulaci skutečných podmínek, které by měly prověřit chování senzorů v praxi. Jelikož měření jsou podkladem pro další úpravy vyvíjených senzorů, je kladen značný nárok na jejich přesnost, spolehlivost a opakovatelnost.

Jelikož oddělení vývoje senzorů se ve Frenštátské pobočce firmy Continental, které odkoupila společnost VDO od firmy Siemens 1.ledna 2008, nachází pouze tři roky, přičemž sortiment vyvíjených senzorů se rozrůstal až posledním obchodním roce, jsou také metody měření senzorů ve fázi vývoje.

Má práce se zabývá sestavení automatické měřicí stanice pro měření spínacího bodu hladinových senzorů. Tyto senzory slouží k detekci poklesu hladiny oleje pod kritickou mez. Toto měření se provádí po zatěžovacích testech, prováděných buďto v laboratořích, nebo přímo v testovacích automobilech.

V současné době je toto měření prováděno ruční metodou. Tato metoda, je značně náročná časově a především její přesnost, opakovatelnost a spolehlivost není odpovídající požadavkům kladeným zákazníky.

Proto jsem byl určen k sestavení, postupu měření, s ohledem na přesnost, rychlost, opakovatelnost měření a cenu samotné stanice.

Mnou sestavený program řídící tuto stanici bere v potaz všechny tyto hlediska. Tato stanice se bude využívat k měření spínacího bodu senzorů používaných v automobilech jako jsou například GM, Opel, Fiat nebo Ferrari.

2 Dělení a druhy senzorů vyvíjené firmou Continental

Senzorů, užívaných v automobilové technice je celá řada. Dělí se podle druhu snímané veličiny, podle druhu výstupního signálu a podle dalších kritérií. V našem závodu se vyrábí celá řada senzorů užívaných jednak k zjišťování parametrů ovlivňujících řízení motoru. Mezi tyto parametry patří například teplota motoru či medií, které motor využívá, dále je to například tlak a v neposlední řadě jsou to senzory hladinové, které jsou určeny k snímání hladiny oleje a ostatních kapalin v automobilu.

Senzory vyvíjené firmou Continental se dělí na tři základní skupiny:

- Hladinové senzory
- Tlakové senzory
- Teplotní senzory

2.1 Hladinové senzory

Hladinové senzory se v automobilové technice dělí na senzory aktivní a senzory pasivní. Aktivní senzory jsou takové senzory, které samy o sobě obsahují měřicí elektroniku a na jejich výstupu jsou již výstupní data zpracována. Tyto senzory jsou technicky náročnější, tím i dražší. Další jejich nevýhodou je použitelnost elektroniky ve vyšších teplotách. Jelikož většina senzorů je umístěna přímo v motoru, je i elektronika těchto senzorů namáhána okolní teplotou, která může způsobit zničení této elektroniky a tím i celý senzor, popřípadě může negativně ovlivnit správnost měření.

Senzory pasivní, jsou senzory, na jejichž výstupech jsou data, která jsou zpracována až v řídicí jednotce ECU (Electronic Control Unit). Tyto senzory jsou díky absenci elektroniky levnější a jejich výroba je značně jednodušší.

Firma Continental vyvíjí hladinové senzory pro měření nevodivých kapalin (olej). V současné době se vyvíjí hladinové senzory, které měří hladinu pomocí odporového drátu. Tato metoda spočívá na vlastnosti kovů, měnit svůj odpor v závislosti na teplotě. Do odporového drátu je přiveden přesný proudový impuls, který způsobí zahřátí odporového drátu a tak i změnu jeho odporu. Změna napětí je poté přímo úměrná hladině měřeného média. Tyto senzory by měly v budoucnu nahradit senzory využívající k měření hladiny ultrazvuk a také spínací senzory pro jejichž měření je určena stanice pro měření spínacího bodu.

2.1.1 Základní dělení hladinových senzorů

- Aktivní
 - Ultrasonic
 - Kapacitní
 - QLT
- Pasivní
 - Sensory využívající odporový drát
 - Sensory Switch

2.2 Tlakové senzory

Ve Frenštátském závodě, se vyrábí tlakové senzory pro nízké tlaky. Senzory jsou používány pro měření tlaku vzduchu přiváděného do motoru. Skládají se z NTC, které zároveň měří teplotu měřeného vzduchu a gelu, kterým je zalit čip, převádějící tlak působící na gel na napětí, které je úměrné tlaku. Tlakové senzory se dělí dle čipu.

2.2.1 Základní dělení tlakových senzorů

- Infineon
- Melexis

2.3 Teplotní senzory

Ve Frenštátě pod Radhoštěm sídlí vedení subsegmentu teplotních senzorů, které má celosvětovou odpovědnost za hospodářské výsledky. To znamená řízení vývoje i prodeje, nejen v této, ale i v dalších zahraničních lokacích. Výrobní portfolio teplotních senzorů je poměrně rozsáhlé. Teplotní senzory vyvíjené a vyráběné jsou používány v automobilovém průmyslu v mnoha oblastech. Senzory slouží jednak ke zjištění informací o teplotě ovlivňující chod motoru a jeho ostatních příslušenství a jednak k pohodlí a komfortu osádky vozidla. Teplotní senzory předávají například informace o teplotě vzduchu nasávaného do motoru, teplotě paliva, teplotě chladicí kapaliny, teplotě hlavy válce, teplotě výfukových plynů a podobně.

2.3.1 Základní dělení teplotních senzorů

- Nízkoteplotní
- Spínače (Bimetal)
- NTC
 - Coolant
 - Outsider
 - Intake
- Vysokoteplotní
 - PTC
 - HTS

3 Hladinový senzor Switch

Tento senzor má oproti předešlému senzoru tu nevýhodu, že jeho výstup je dvoustavový a slouží především k signalizaci překročení určité meze hladiny měřené kapaliny.

Tento senzor využívá jazýčkového relé, které je pomocí magnetu, umístěného v plováku, spínáno a rozepínáno.

Na obrázcích 1 a 2 jsou zobrazeny dva typy senzorů vyvíjeny v našem závodě. Tyto dva senzory jsou vyráběny také v plastovém provedení. Oba dva prezentované senzory jsou principiálně shodné. Rozdíl mezi nimi je jednak ve tvaru krytu, který je uzpůsoben požadavkům zákazníka na rozdílnou polohu spínacího bodu senzoru. Dále se od sebe senzory liší velikostí, hmotností a rozměrem plováku, spínajícího kontakty jazýčkového relé.



Obr. 1 : *Velký senzor*



Obr. 2 : *Malý senzor*

Tyto odlišnosti musí být zohledněny v měřícím postupu. Jelikož jsou spínací body v různých polohách musí se v programu, ovládající měřící pojezd nastavit dva různé kroky měření. Z důvodu přesnosti a fyzikálních vlastností měřeného média, musí být hledaná výška hladiny, v spínacích mezích senzoru, měněna co nejnižší rychlostí a kdyby celé měření probíhalo rychlostí nutnou k přesnému změření spínacího bodu, trvalo by toto měření velmi dlouho. Proto je hladina měněna do určitého místa nacházejícího se nad hodnotou maximálního spínacího bodu rychlostí vyšší tak, aby tato rychlost ještě neovlivňovala výsledky měření. V určitém bodě, který je dán typem senzoru, je tato rychlost změněna na rychlost měřící, kterou se hladina mění až do nalezení spínacího bodu, po kterém se rychlost opět zrychlí a pojezd dokončí cyklus.

3.1 Spínací relé (reed)



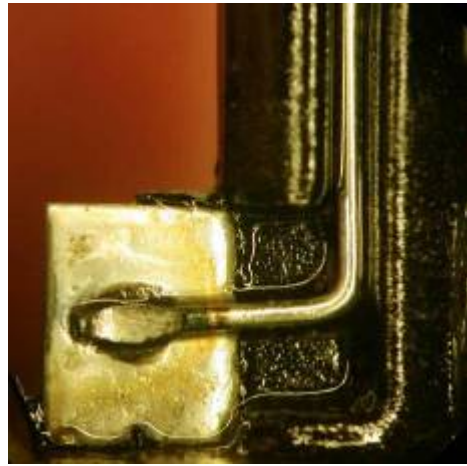
Obr.3 : Jazyčkové relé (reed)

Jazyčkové relé (Obr.3) je základní část senzoru. Jeho přesné umístění v těle senzoru ovlivňuje polohu spínacího bodu senzoru. Při montáži relé do těla senzoru, je tělo připevněno do přípravku, ve kterém je napevno připevněn magnet přesně v místě spínacího bodu. Relé je připojeno na měřící zařízení, indikující sepnutí kontaktů. Poté je zasouváno do těla senzoru do doby sepnutí. V okamžiku sepnutí, je relé bodově přivařeno. Sváry jsou vidět na obrázcích 4 a 5.

Relé je nejkritičtější částí senzoru z hlediska jeho životnosti. Při zátěžových testech může dojít k porušení skleněného těla relé a tím buď změnou spínacího bodu, nebo celkovou nefunkčností senzoru.



Obr. 4 : Horní svár



Obr.5 : Spodní svár

3.2 Plovák (NITROPHYL Float)

Plovák je jednou ze dvou principiálně základních částí spínacího senzoru. Plovák je nadnášen měřenou kapalinou, jelikož jeho hustota je mnohonásobně nižší než hustota oleje, což znamená, že plovák v oleji plave. V plováku je poté umístěn magnet, který v kritické hladině sepne kontakty jazýčkového relé. Tuto hladinu je tedy nutno umět změřit.

Plováky jsou dodávány firmou Rogers a to ve dvou rozsazích hustoty:

- 160-190 Kg/m³
- 285-320 Kg/m³

Pracovní rozsah teplot těchto plováků je -57°C až 104°C

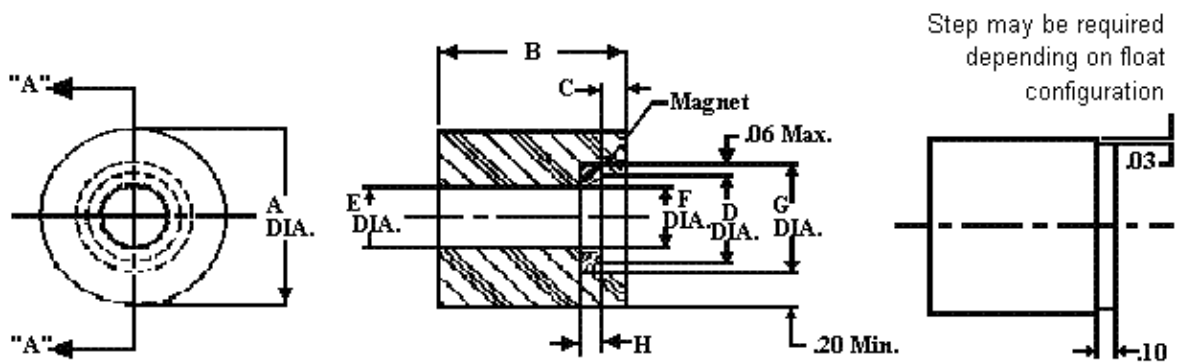
NITROPHYL Float má uzavřenou homogenní buněčnou strukturu, díky které je odolný vůči absorpci měřených kapalin. Základem je syntetická, tvrdá, pěnová buněčná pryž. Tyto plováky jsou na obrázcích 6, 7 a 8.



Obr. 6 : Velký plovák (big float)



Obr.7 : Malý plovák (small float)



Obr.8 : Obecný výkres plováku

4 LabVIEW

Labview je jedním z nejkompatibilnějších programů, používaných v laboratořích po celém světě. Jeho hlavní výhodou je kompatibilita s celou řadou zařízení a rozsáhlá možnost ovládání a řízení

4.1 Popis programu Labview, historie, využití

Grafické vývojové prostředí Labview bylo představeno v roce 1986. Od té doby došlo mnoha vylepšením a inovacím. Původně bylo Labview určeno k programování měřicích přístrojů. Postupem času a neustálým vývojem iniciovaným vyhovění požadavků a poptávce zákazníka se z Labview stala všeobecná platforma pro návrh, řízení a měření. Díky všestrannosti tohoto prostředí rozšířila množství uživatelů a pokryla širokou řadu oborů a aplikací, určených k řízení a sběru dat.

Labview je plnohodnotný programovací jazyk, obsahující tytéž struktury, které používají abstraktní programovací jazyky. Navíc grafický programovací jazyk Labview umožňuje programování paralelních procesů v reálném čase. Už prvotní verze Labview umožňují paralelní zpracování několika procesů najednou. Navíc díky intuitivnímu ovládání je toto programování rychlé a jednoduché.

4.2 Použití Labview pro vytváření průmyslových aplikací

Zkratka Labview v překladu znamená Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (Laboratorní prostředí pro vývoj virtuálních přístrojů), proto se mnoho uživatelů, domnívá, že je tento jazyk vhodný, pouze pro automatizaci a měření v laboratorních podmínkách. Je pravdou, že původně bylo Labview určeno pro automatizaci a řízení, ale postupným, cíleným rozšiřováním a vylepšováním bylo směřováno do mnoha nových a různorodých oblastí. Jednoduchost a flexibilita platformy Labview způsobily samovolné rozšíření tohoto jazyka do mnoha oborů. Neustálý rozvoj osobních počítačů a s nimi spojenými technologiemi vedl výrobce k využití i pro průmyslové a řídicí aplikace.

S verzí Labview 8.0 se náročnost vývoje měřicích systémů značně snížila. Díky novému programu Project Explorer může uživatel snadno nahrát aplikace do více typů zařízení ze seznamu. Project explorer umožňuje snadno a rychle zařízení nastavit, otevírat a opětovně nahrávat kód běžící na cílovém počítačích. Další novinkou ve verzi 8.0 byla sdílená proměnná, umožňující sdílení dat mezi zařízeními. Tato proměnná také značně zjednodušuje výměnu dat po síti Ethernet, což je důležité pro systémy reálného času.

Verze Labview 8.2 přinesla další spoustu nových funkcí, určených hlavně pro průmyslové systémy. Byl také přestaven Modul Touch, který je určen k programování dotykových panelů. Tento panel umožňuje uživateli vytvářet a zpracovávat aplikace pro dotykové panely založené n operačním systému Windows CE, který je v těchto aplikacích rozšířen.

4.3 Použití Labview pro modelování a simulaci

Verze Labview 8.20 obsahuje celou řadu možností v jedné skupině grafického vývojového prostředí, které zrychluje vývoj algoritmů, vytváření systému a nahrání kódu do finálního zařízení. Labview umí velmi snadno a rychle propojit teorii návrhu algoritmu se skutečnými vstupy a výstupy, což umožňuje realizovat složité konstrukce a do hardwarových prototypů a pracovat s reálnými signály.

Jednou z technologií, díky které je Labview tak rozšířené, je funkce MathScript. Tato funkce umožňuje zapisovat matematické algoritmy pomocí textu. Díky tomuto scriptu je možno vkládat do Labview různé m-soubory vytvořené v jiných matematických prostředí, jako je například Matlab. V jazyce Labview je možné snadno a rychle navrhovat, simulovat a vytvářet prototypy různých dynamických řídicích systémů běžících v reálném čase.

4.4 Shrnutí

Labview má za sebou 20 let nepřetržitého vylepšování o podněty zákazníků, díky kterým představuje velmi stabilní a stále se rozšiřující se platformu pro měření a řízení. Rozšiřováním funkcí, se stává Labview náročnější i pro uživatele, kteří již Labview dobře znají. Jelikož se vědečtí a vývojoví pracovníci setkávají se stále novými problémy k řešení, bude se i Labview nadále vyvíjet, aby bylo vždy zdatným pomocníkem při řešení jejich problémů.

[1]

5 Popis programu Pojezd.VI

Programování ve vývojovém prostředí Labview se v podstatě skládá ze dvou částí a to ze sestavení předního panelu (Front panel), ve kterém se nastavuje vizuální stránka ovládacích a indikačních prvků. Druhá část, nazývána Block Diagram, je již část ve které se skládá samotný program spojování jednotlivých komponent. V našem programu je použito front. Ovládaných pomocí smyčky Event structure.

5.1 Fronty Queue

Jak již jméno napovídá, jedná se o frontu dat. Tyto data jsou uložena v paměti až do doby jejich vyčtení. Obecně existují dva druhy front:

- FIFO (First In First Out)
- LIFO (Last In First Out)

FIFO- Tato fronta provede vždy první příkaz ve frontě, zatím co ostatní data ve frontě čekají na přečtení starších dat ve frontě.

LIFO- Tato fronta načte vždy poslední data, která byla do fronty poslána jako poslední. Výhodou front je načtení dat do paměti, kde jsou uloženy než jsou přečteny. Tím je zamezeno ztrátě dat.

5.2 Front panel

Obecně je přední panel určen ke komunikaci mezi obsluhou a programem. Náš přední panel slouží k ovládání stanice a indikaci průběhu a výsledků měření.. Skládá se z tří lišt (Setting, Measuring, Result), ve kterých jsou parametry jednak nastavovány, ale také indikovány výsledky měření a jeho průběh.

V každé ze záložek jsou ovládací a indikační prvky specifické pro jméno záložky.

Pro snadnější ovládání panelu, jsou některá z nejpoužívanějších tlačítek ovládána tlačítky přímo z klávesnice. Toto propojení by mělo usnadnit a urychlit manipulaci.

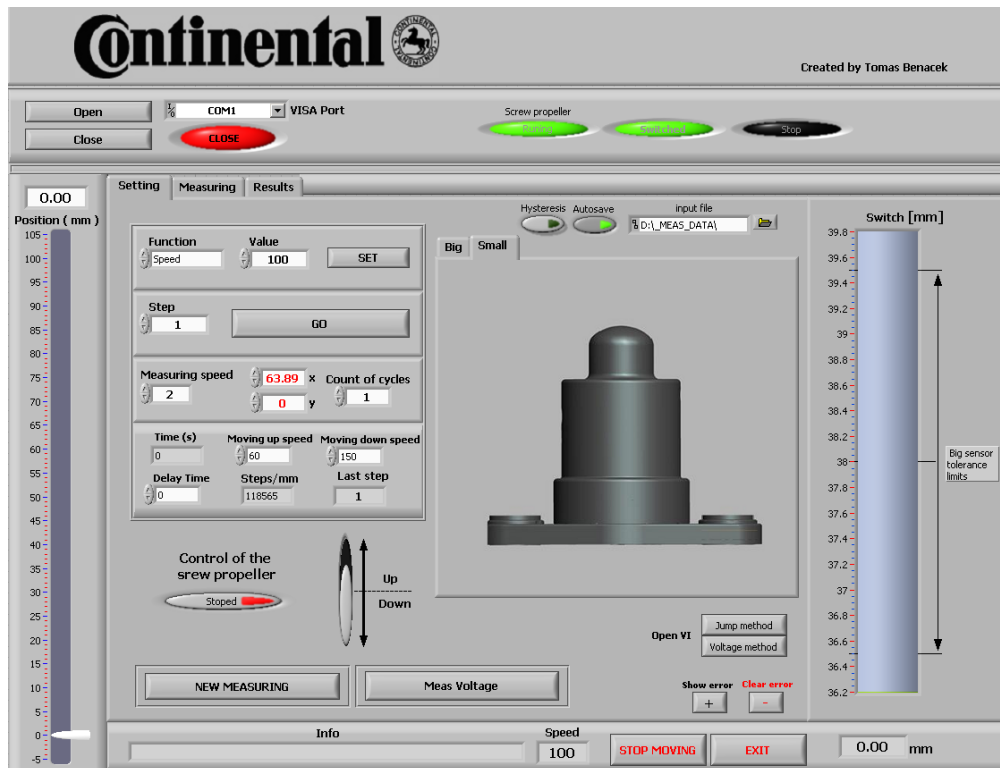
Příklad ovládacích tlačítek:

- F1 – GO
- F2 – Start measuring
- F5 – Save
- ESC – Exit
- Page Up – Open port
- Page Down – Close port

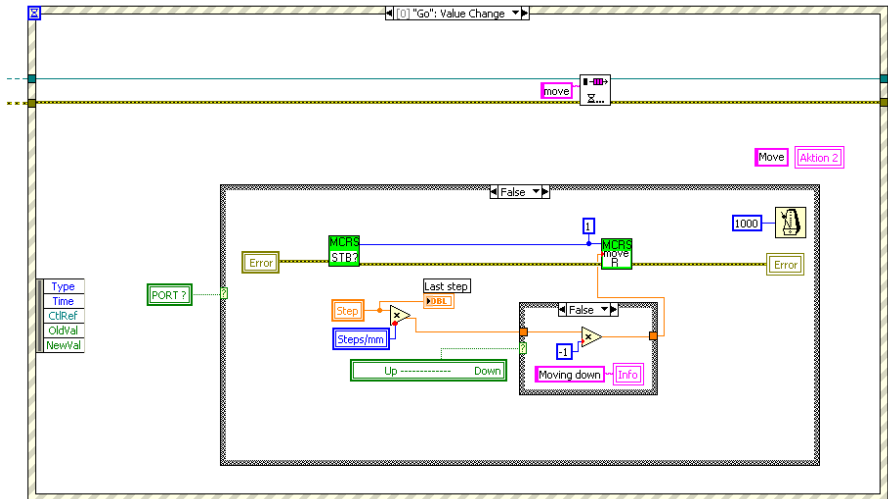
5.2.1 Záložka Setting

Záložka Setting (Obr.9) slouží k manuálnímu ovládání pojezdu. Lze zde nastavit rychlost pohybu pojezdu, směr pohybu, ovládat víření pojezdu, změřit aktuální hodnotu napětí nebo vymazat již naměřené hodnoty, nebo hodnoty z předešlého měření. Také slouží k nastavení parametrů měření jako je například rychlost měření, počet cyklů měření, zpoždění mezi jednotlivými cykly měření, hodnota X (tato hodnota je popsána v kapitole 5.4.1), automatické ukládání v průběhu měření, měření hystereze nebo k výběru typu měřeného senzoru. Většina funkcí na této liště je ovládána pomocí smyčky EVANT STRUCTURE, která provede vždy svůj obsah při změně stavu příslušného tlačítka, popřípadě pomocí fronty queue odkáže program na tu část programu, která následuje po provedení této smyčky. Příklad této smyčky, je na obrázku 10. Tato konkrétní smyčka slouží k manuálnímu pohybu pojezdu. Po načtení hodnot jako je rychlost, vzdálenost a směr, jsou tyto hodnoty poslány do zařízení a fronta odkáže program do místa ve kterém program vyčítá aktuální polohu.

Na liště setting se také nachází tlačítka Jump method a Voltage method. Tyto tlačítka otevřou okno s dalším Sub VI. Tyto SubVI představují dva samostatné programy, které jsou určeny k měření spínacího bodu skokovou metodou, což znamená, že pojezd vynoří senzor vždy o určitou vzdálenost, poté počká specifikovanou dobu a cyklus opakuje, do té doby než dojde ke rozepnutí, nebo sepnutí kontaktů relé. SubVI spouštěné tlačítkem Voltage method spouští VI určené k měření průběhu napětí v okamžiku sepnutí.

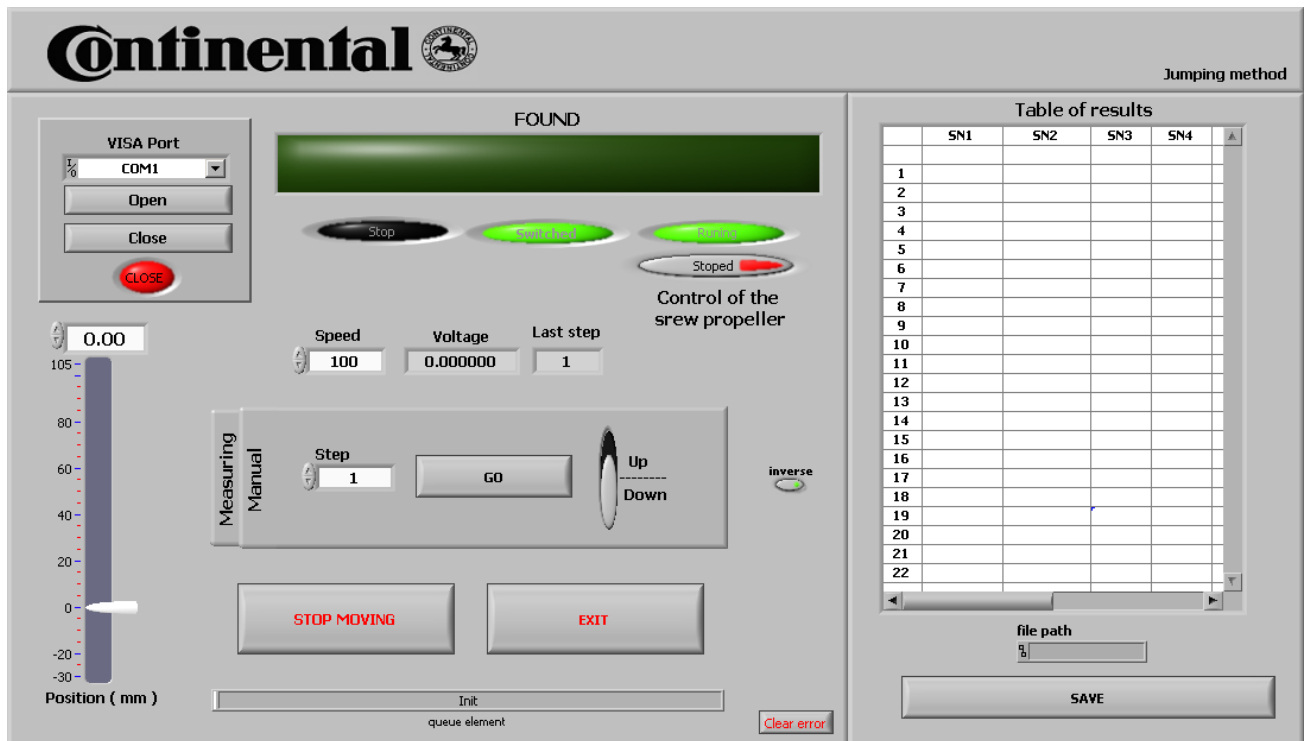


Obr.9 : Front panel-lišta Setting

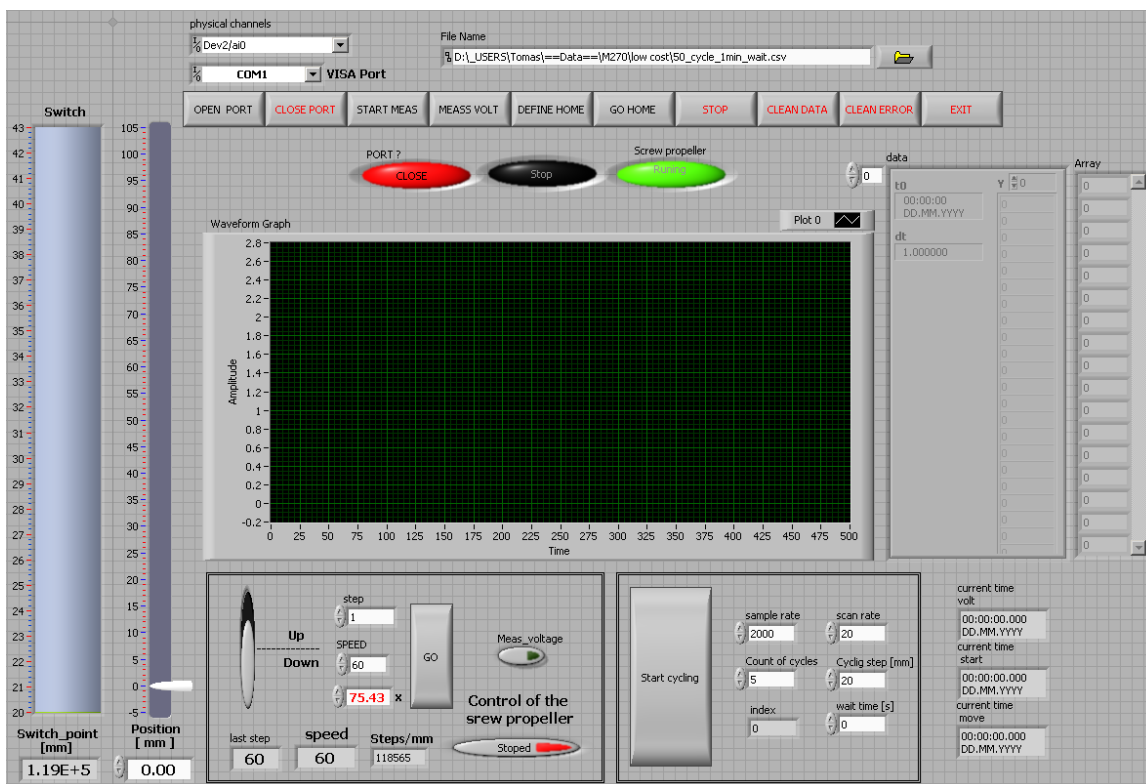


Obr.10 : smyčka Evant Structure

Tyto SubVI nejsou skutečnou součástí programu, ale spíše samostatné programy, které byly vytvořeny k kontrolním měřením. Přední panely těchto programů jsou znázorněny obrázky 11 a 12.



Obr.11 : SubVI Jump Metod



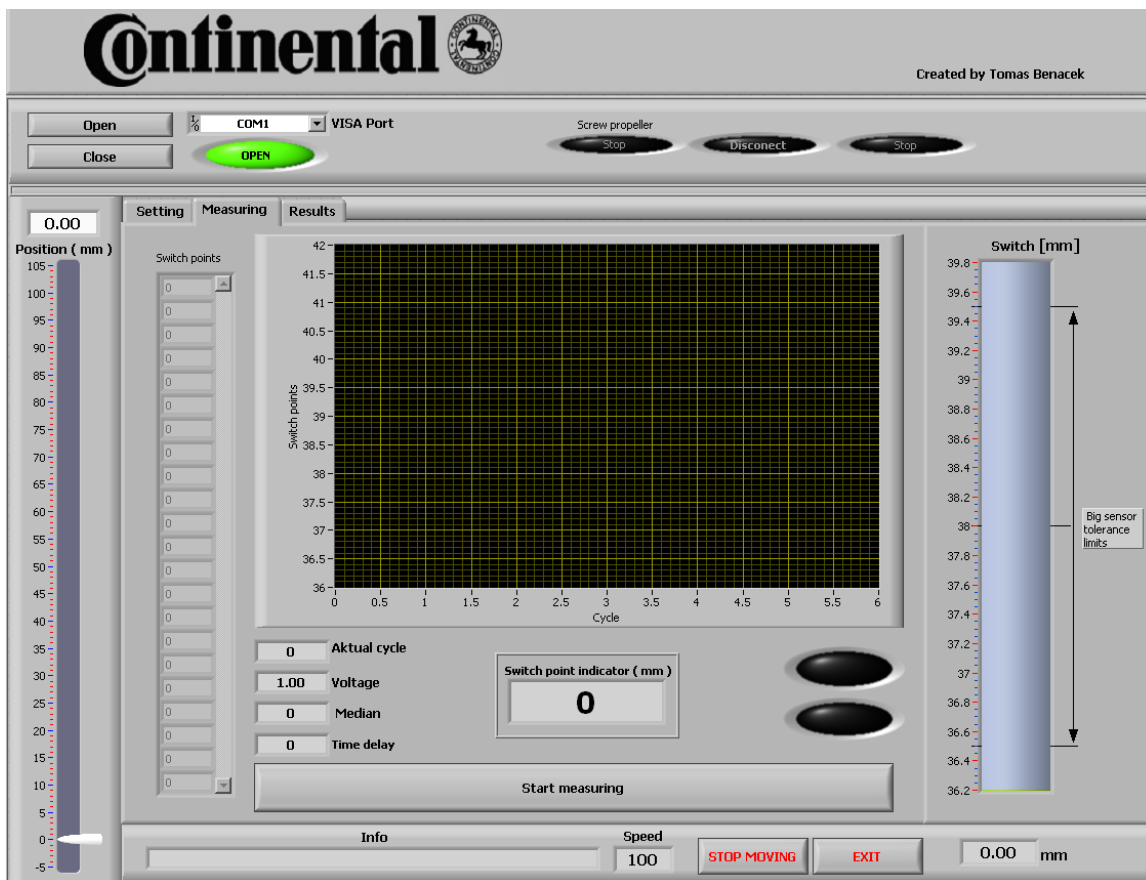
Obr.12 : SubVI Voltage Metod

5.2.2 Záložka Measuring

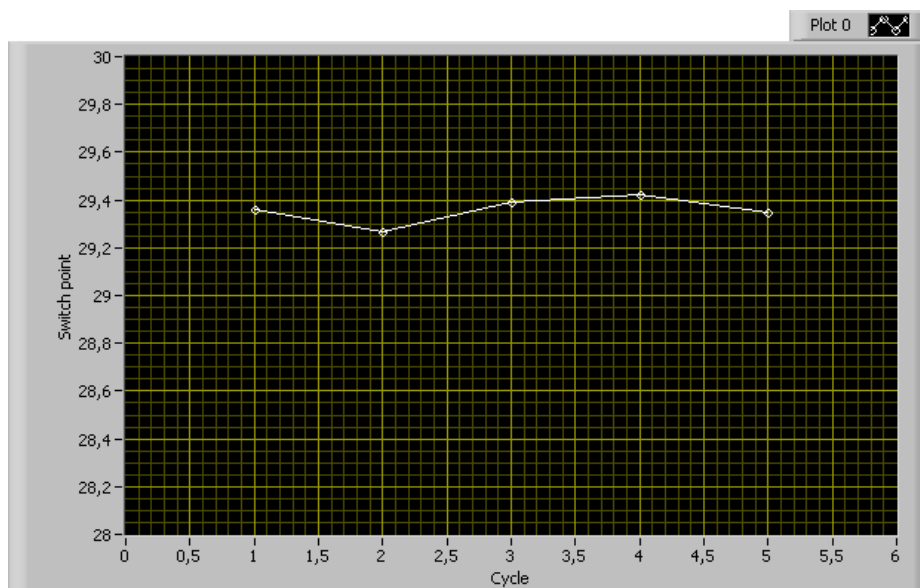
Tato záložka (Obr.13) slouží k zahájení měření, indikaci průběhu měření, numerickému a grafickému zobrazení výsledků měření a zpuštění měření.

Skládá se z:

- Indikátoru pole, do kterého jsou zapisovány jednotlivé spínací body.
- Indikátoru měřené hodnoty napětí
- Indikátoru mediánu vypočteného z již naměřených hodnot
- Indikátor u aktuálního cyklu
- Led indikátorů, který indikuje nalezení spínacího bodu, nebo poškozený senzor.
- Tlačítka START MEASURING, které spustí měření
- Indikátoru hodnoty právě nalezeného spínacího bodu. Tento indikátor je skryt po celou dobu měření, je zobrazen až po nalezení tohoto bodu a zobrazen až do začátku dalšího cyklu měření.
- Indikátoru WAVEFORM GRAF (Obr.14) na kterém jsou vykresleny nalezené spínací body. Tento indikátor slouží především k grafickému zobrazení nelinearity výsledků měření. Tento graf je na obrázku 14. Pomocí funkce property node je x-ová osa grafu, pro přehlednost, automaticky nastavena dle počtu cyklů zadaného měření.



Obr. 13 : Front panel- lišta Measuring



Obr.14 : Waveform graf

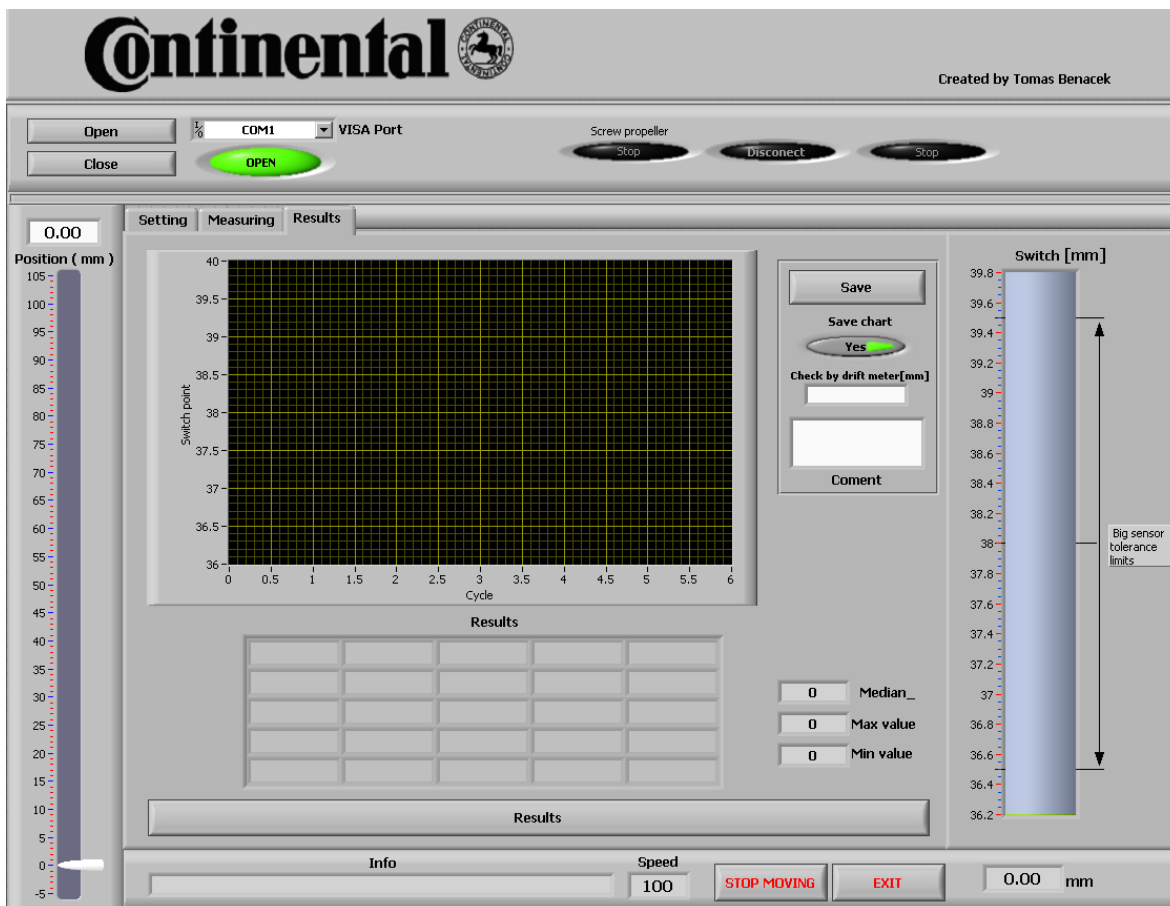
5.2.3 Záložka Results

Lišta RESULT, složí k indikaci konečných výsledků, zobrazuje nalezené spínací body a pole stringů ve kterém jsou zobrazeny hodnoty těchto bodů a jejich průměry. Toto pole je zobrazeno na obrázku 15.

appended array					
	Aritmetic	Geometric	Harmonic	Trimmed	Median
	29,312000	29,311937	29,311874	29,310000	29,310000
	1.	2.	3.	4.	5.
	29,310000	29,250000	29,390000	29,370000	29,240000

Obr.15 : Pole naměřených hodnot a jejich průměrů

Dále se na liště Result (Obr.16) nachází tlačítko SAVE, sloužící k uložení naměřených hodnot, vypočtených průměrů a dalších dat souvisejících s měřením. Po jeho stisknutí se zobrazí okno pro výběr místa a jména výstupního souboru. Tlačítko SAVE vytvoří textový soubor. V tomto souboru jsou uloženy hodnoty spínacích bodů a také hodnoty průměrů. Příklad výstupního souboru je na obrázku 17. V tomto souboru jsou veškeré výsledky měření, dopočítané hodnoty průměrů, limitní hodnoty a parametry měření, které je nutné zaznamenat. Posledními indikátory na této liště jsou indikátory maximálního, minimálního spínacího bodu a průměr medián.



Obr. 16 : Front panel -lišta Result

```

po 5.4.2009 14:22:13

39.73850
39.74582
39.730815
39.760875
39.700756

Aritmetic 39.735E+0
Geometric 39.735E+0
Harmonic 39.738E+0
Trimmed 39.738E+0
Median 39.738E+0

Max 39.760875E+0
Min 39.700756E+0

overeni:

pojezd: 39,7
uchylkomer: 39,65

hodnota x = 76.14
step/mm = 118565
meas speed= 2

```

Obr.17 : Výstupní textový soubor

5.3 Block diagram

Block diagram se skládá z jednotlivých funkčních bloků spojených do větších funkčních celků. Pro přehlednost blokového diagramu jsou zavedena SubVI, což jsou v podstatě samostatné programy, které si LABVIEW vyvolává z disku. Skládají se z klasického blokového diagramu a předního panelu, z kterého jsou vyvedeny příslušné vstupy a výstupy pomocí konektorů. Ikona SubVI se dá graficky upravit, což je ve složitějších programech nezbytné. Ponechání přednastavené ikony Labview by způsobilo nepřehlednost programu. Ikony jednotlivých SubVI použitých v našem programu jsou zobrazeny na následujícím obrázku.

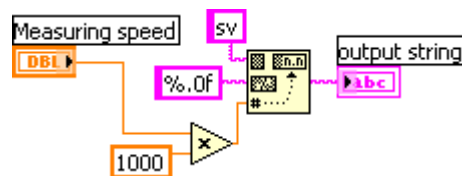


Obr.18 : Ikony jednotlivých SubVI

V následujících kapitolách je popsána funkčnost jednotlivých SubVI.

5.3.1 Nastavení rychlosti posuvu - Set Speed

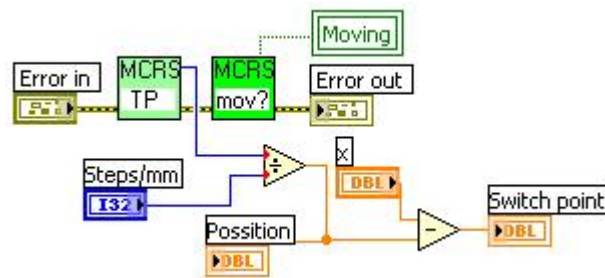
SubVI SET SPEED slouží k nastavení rychlosti, kterou se krokový motor točí . V programu je SubVI použito při manuálním poježdění pojezdem, ale také při nastavování rychlosti v průběhu měření.



Obr.19 : Block diagram SET SPEED

Na Obr.19 je blokové schéma SubVI SET SPEED. Toto schéma se skládá z kontroly MEASURING SPEED, který posílá hodnotu rychlosti, ve formátu DOUBLE, vynásobenou konstantou 1000 do bloku FORMAT VALUE, ve kterém je převeden do formátu STRING. Výstupní string je poté poslán do zařízení blokem *send*.

5.3.2 Vyčtení polohy pojezdu - Get Possition

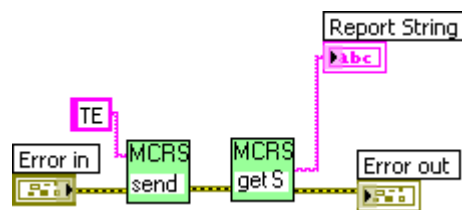


Obr.20 : Block diagram get position

SubVI Get Possition (Obr.20) je použito po každé změně pohybu. Pomocí VI Get Possition, je vyčten počet kroků, které jsou vyděleny konstantou, určující počet kroků na jeden milimetr. Výsledná hodnota je poloha senzoru vůči nulovému bodu a je zobrazena indikátorem POSSITION. Tato hodnota je poté odečtena od hodnoty X (popsána v kapitole 5.4.1.), výsledkem je poté hodnota spínacího bodu. Dále toto VI obsahuje SubVI MOV?, které prostřednictvím led diody signalizuje zda se senzor pohybuje.

5.3.3 Vyčtení chyby polohy - poss error

Jelikož v průběhu vývoje programu a odhalování jeho nedostatků bylo nutné ověřit s jakou přesností je pojezd ovládán, bylo vytvořeno SubVI poss error (Obr.21), jehož výstupem je chyba ve formě počtu kroků ve které, pojezd zastaví mimo požadovanou polohu.



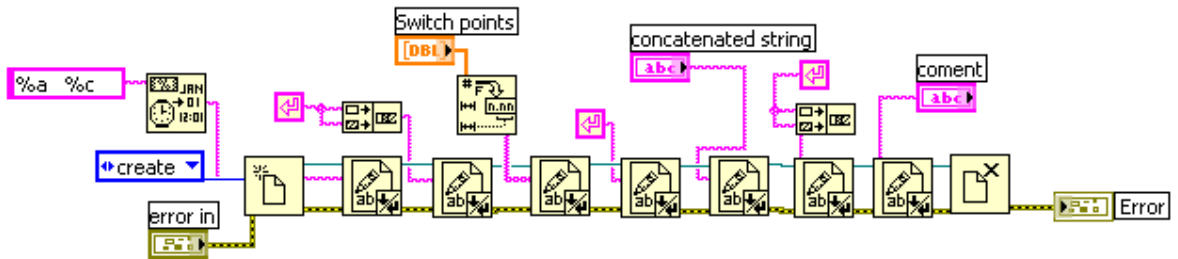
Obr.21 : Block diagram poss error

VI si pomocí příkazu TE vyžádá informaci o počtu kroků, kterou pak vyvolá pomocí VI GET STRING.

Jelikož chyba při maximální používané rychlosti 150 se pohybuje kolem 100 kroků, přičemž jeden milimetr je 118565 kroků, je tato chyba zanedbána. VI je v programu ponecháno, a indikace chyby je možno zobrazit pomocí tlačítka Show Error, které se nachází na liště Setting. Dokud není použito toho tlačítka, je indikátor chyby pozice skryt.

5.3.6 Uložení výstupního souboru - Save to TXT FILE

Pro přehlednost dat ve výstupním souboru, bylo sestaveno VI, které umožní sestavit zobrazení dat. Labview sice obsahuje funkci Write to meas file, avšak tato funkce má problémy se zpracováním více druhů dat a ukládáním polí. VI Save to TXT file zapíše čas uložení, poté naměřené hodnoty a pod nimi hodnoty průměrů, vyčtenými SubVI ZAPIS. Schéma je na obrázku 24.



Obr.24 : Block diagram Save to TXT FILE

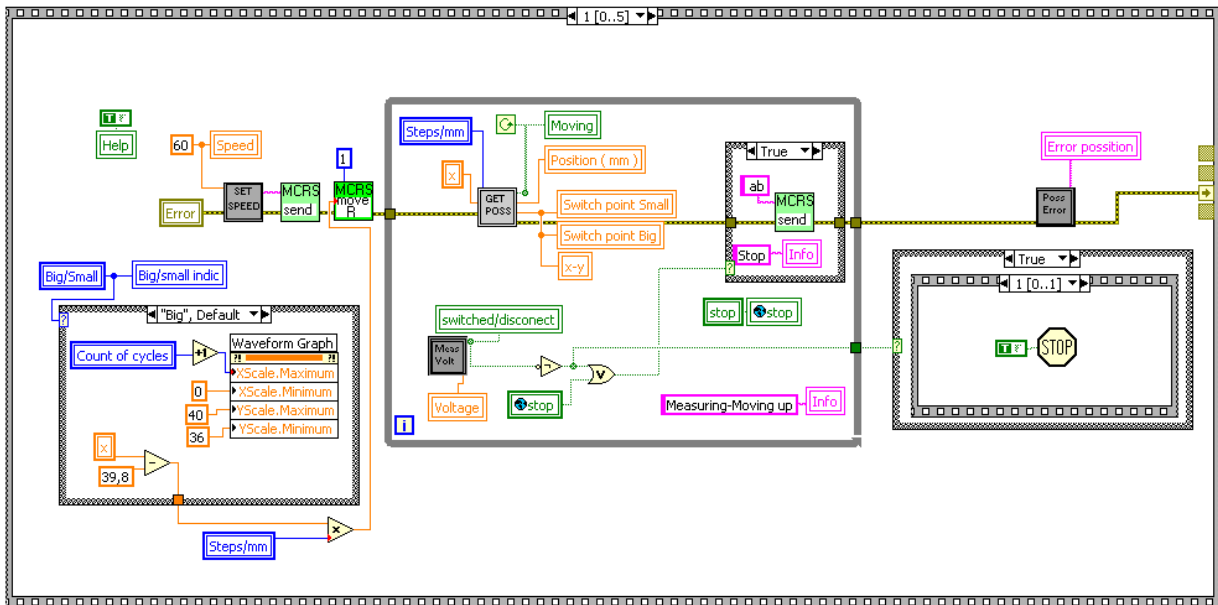
5.4 Popis Měřicího cyklu

Prvním krokem měření je instalace senzoru a následné nastavení nuly, které je popsáno v kapitole 5.4.1.. Poté již stačí nastavit rychlost měření, která je většinou přednastavena na rychlost 2, počet požadovaných cyklů měření, zvolit typ měřeného senzoru a je možno započít měření.

Pro ovládání měření je využito smyčky STACKED SEQUENCE. Celé měření je rozděleno do šesti smyček. Celá tato sekvence je pak ve smyčce FOR LOOP, kterou je nastaven počet cyklů měření.

V první smyčce je nastavena nula, z důvodu odstranění možnosti, že by obsluha pojezdu zapomněla v programu nulu nastavit před stisknutím tlačítka START. Dále je zhasnut indikátor nalezení spínacího bodu a skryt indikátor hodnoty tohoto bodu.

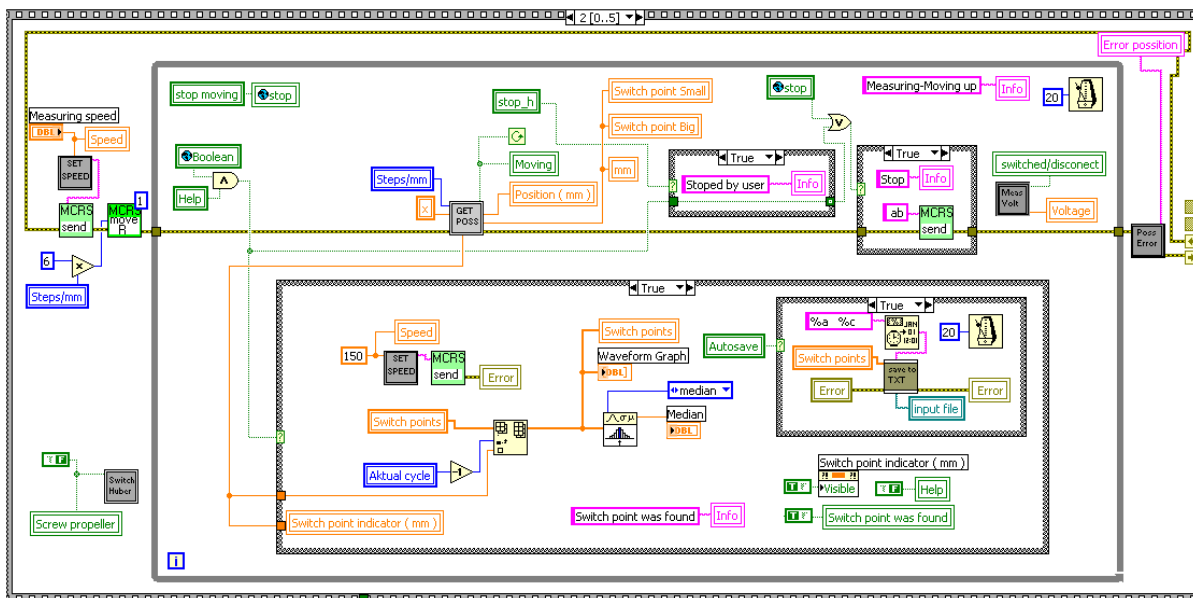
V druhé smyčce jsou nastaveny osy grafu, dle měřeného senzoru. Poté je nastavena rychlost vypořování a dle měřeného senzoru je spočtena poloha do které má být senzor vypořován touto rychlostí. Zároveň je měřeno napětí a vyčítány kroky, které jsou přepočteny na milimetry a zobrazeny indikátory jak grafickými, tak numerickými. Smyčka je sestavena tak, aby tlačítkem STOP bylo možno pohyb pojezdu a tak i celé měření kdykoliv zastavit. Toto nebylo možné v předchozích jednoduchých aplikacích, které byly používány k triviálnímu ovládání pojezdu. Jako poslední je ve smyčce zařazeno SubVI Poss Error, které zapíše chybu do proměnné Error Position. Tato smyčka je na obrázku 25.



Obr.25 : Block diagram druhé smyčky měřicího cyklu

Třetí smyčka (Obr.26) již ovládá program v místě hledání spínacího bodu. Rychlost je změněna na rychlost měření, která byla nastavena před počátkem měření. Poté je zadán rozsah, ve kterém bude hledán spínací bod, volbou typu senzoru v liště Setting. Rychlostí měření se bude pojezd pohybovat až do nalezení spínacího bodu, nebo po přejetí tohoto rozsahu měření, v druhém případě program nahlásí, v indikátoru info, že

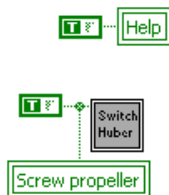
spínací bod nebyl nalezen a senzor je pravděpodobně poškozen, "Switch point was not found, the sensor is probably damaged". Po celou dobu měření, je měřeno napětí. Jakmile dojde k rozepnutí obvodu, Sub VI naplní globální proměnou Boolean hodnotou TRUE ta je pak porovnána funkcí AND s pomocnou variabilní proměnou HELP, na výstupu je poté opět hodnota TRUE, která vybere ze smyčky CASE STRUCTURE smyčku, odpovídající této hodnotě.



Obr.26 : Block diagram třetí smyčky měřícího cyklu

Po nalezení spínacího bodu je bod zapsán do pole SWITCH POINTS, zobrazen indikátor s hodnotou aktuálního bodu, vypočten medián z dosud nalezených spínacích bodů, a rychlost nastavena na 150. Touto rychlostí pak pojezd vyjede do polohy, kdy je zcela vyořen.

Ve čtvrté smyčce (Obr.27) je variabilní proměnná Help naplněna hodnotou TRUE, tato proměnná slouží k tomu, aby do pole spínacích bodů byla zapsána pouze jedna hodnota. Dále je zapnuto víření oleje, pomocí SubVI Switch Huber, které bylo vypnuto pře započítím hledání spínacího bodu rychlostí měření.



Obr.27 : Block diagram čtvrté smyčky měřícího cyklu

Pátá smyčka slouží k zastavení měření v případě, že spínací bod nebyl nalezen. Tato informace je zobrazena v indikátoru INFO a do pole SWITCH POINTS je zapsána hodnota nula. Zapojení je na obrázku 28.

6 Měření spínacího bodu

Hladinové senzory se v praxi měří dle požadavku zákazníka pro ověření funkčnosti a přesnosti. Tyto požadavky jsou sepsány v testovací specifikaci a jsou podkladem pro každé měření.

V našem případě je cílem měření, nalezení rozpínacího (spínacího) bodu hladinového senzoru SWITCH. Toto měření se provádí v oleji (Shell Helix 5W40) o teplotě $87^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Spínací bod je hledán při snižování hladiny oleje. Tato změna hladiny není simulována skutečnou změnou této hladiny přečerpáváním, jelikož je tato metoda značně nepřesná jednak ochlazováním oleje procházejícího čerpadlem a jednak chybou způsobenou setrvačností čerpadla, které není schopno zastavit změnu hladiny s dostatečnou přesností. Proto je senzor ponořován (vynořován) do oleje pomocí mechanického pojezdu, ovládaný krokovým motorem MERCURY a řízen prostřednictvím prostředí Labview.

6.1 Původní podoba měření

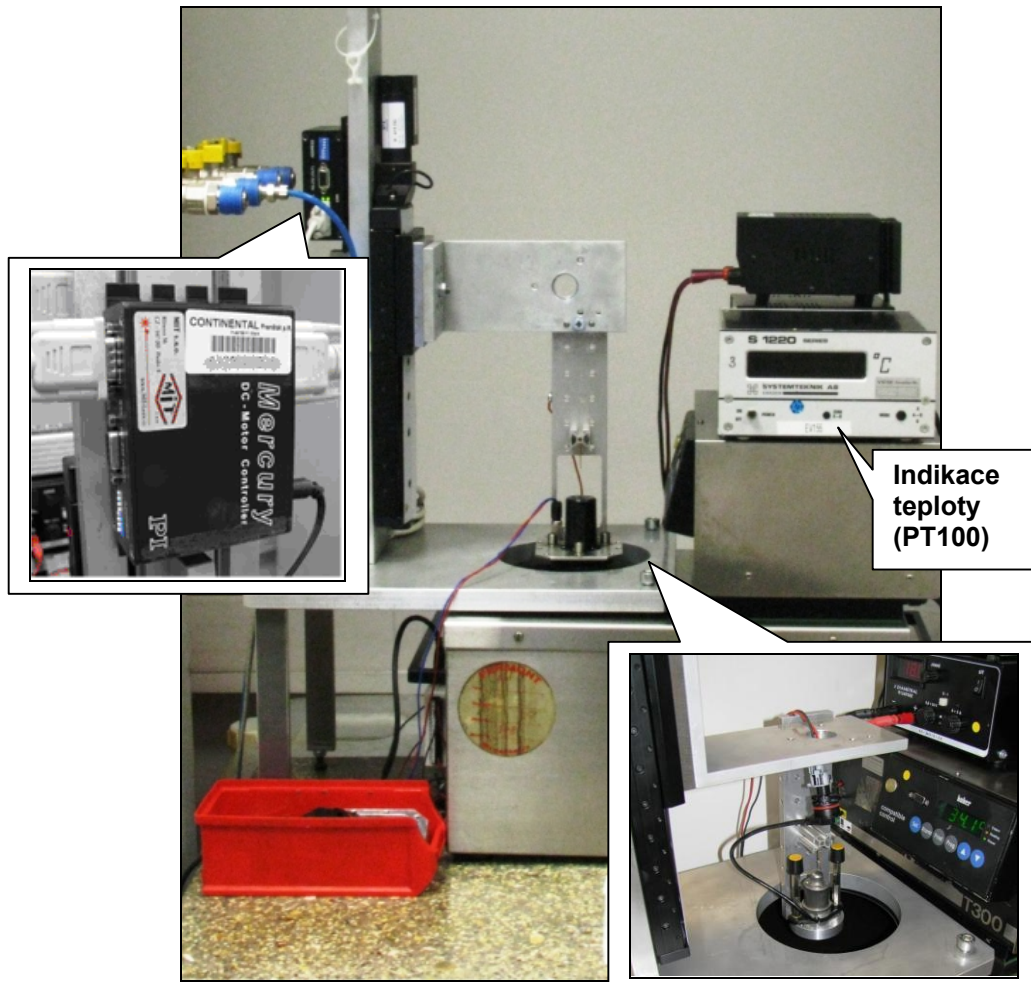
Důvodem sestavení nového zařízení, je nepřesnost, nespolehlivost, a celková nedokonalost současné měřicí metody, používané k hledání spínacího bodu hladinových senzorů. Měření je prováděno celé zcela manuálně, což je samozřejmě nepřesné, neopakovatelné a pro obsluhu časově náročné. Senzor je upevněn na manuálně ovládaný ruční pojez, kterým je ponořen do oleje o teplotě specifikovanou zákazníkem ($87^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$). Po sepnutí senzoru je senzor vynořován kroky zhruba 0,2 mm. Po každé změně je do senzoru klepáno pro urychlení stékání oleje. Současně je měřen odpor na kontaktech senzoru multimetrem. Tento postup je opakován až do rozpojení kontaktů relé, což je indikováno zobrazením nekonečně velkého odporu na displeji multimetru. V tomto okamžiku je druhým digitálním pojezdem s měřícím hrotem změřena vzdálenost hladiny oleje od dna senzoru. Po celou dobu tohoto postupu je, zařízení HUBER, ohřívající olej vypnuto a teplota média klesá. Jelikož je tato metoda značně zdlouhavá, může teplota oleje klesnout až o několik stupňů. Z tohoto postupu je zřejmé, že tato metoda je absolutně neopakovatelná, zdlouhavá a nepřesná. Navíc je nutná osoba která měření provádí a značně ovlivňuje výsledek měření, jelikož rychlost vynořování ovlivňuje spínací hladinu.

Tyto poznatky byly impulsem k sestavení automatické stanice, měřící tyto senzory s minimálními nároky na obsluhu a měřící zařízení, ale maximální možnou přesností a opakovatelností. Tento návrh byl prezentován vedoucím vývojových oddělení, kteří po předložení, faktů a návrhů vyčlenili objem financí, určenou na tento projekt.

Metoda měření, byla postupně upravována se zjišťováním hledisek ovlivňujících polohu spínacího bodu. Při návrhu řešení byla brána v potaz finanční nákladnost řešení, jeho efektivnost. Jelikož měřené senzory jsou ve fázi vývoje i program byl během konstruování stanice mnohokrát přizpůsoben požadavkům vývojářů.

6.2 Měřicí stanice pro měření spínacího bodu hladinových senzorů SWITCH

Měřicí stanice (Obr.30.) je složena s z mechanického pojezdu, řízeného krokovým motorem Merkury C-862, který je ovládán ve vývojovém prostředí Labview od společnosti National Instruments. Dále se tato stanice skládá ze zařízení Huber, zajišťující, aby teplota média byla v mezích, které určuje testovací specifikace, indikátoru teploty, který vyhodnocuje teplotu oleje pomocí čidla PT100, které je umístěno v olejové lázni a karty NI USB-6009, zobrazenou na obrázku 31, také od společností National Instruments, pomocí které je detekováno sepnutí a rozepnutí kontaktů jazýčkového relé.



Obr.30 : Měřicí stanice

6.2.1 NI USB-6009

Tato karta je používána k detekci rozepnutí a sepnutí relé a k ovládání víření v teplotní lázni HUBER, tak že je analogový výstup karty připojen na kontakty relé, zastavující víření oleje při hledání spínacího bodu. Karta je vybavena 8 analogovými vstupními kanály (AI – Analog Input), 2 analogovými výstupními kanály (AO – Analog Output), 12 obousměrnými digitálními linkami (DIO – Digital Input/Output) a 32-bitovým čítačem (C – Counter). Připojuje se přes komunikační rozhraní USB 2.0 full-speed. Karta je podporována ovladačem NI-DAQmx.

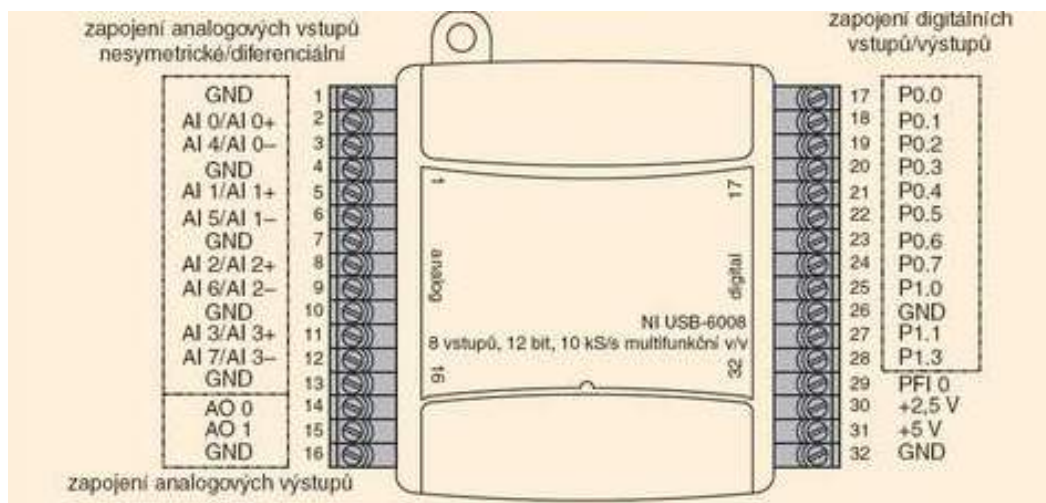


Obr.31 : Měřicí karta NI USB- 6009

Základní vlastnosti karty NI USB-6009 jsou zobrazeny v tabulce 1.

Vlastnost	USB-6009
Rozlišení AI	14 bitů diferenciallyně 13 bitů na společnou zem (RSE)
Max. vzorkovací rychlost AI, pro jeden kanál*	48kSa/s
Max. vzorkovací rychlost AI, pro několik kanálů*	42kSa/s
Technologie DIO	Open coll. nebo Active drive
* může záviset na připojeném PC	

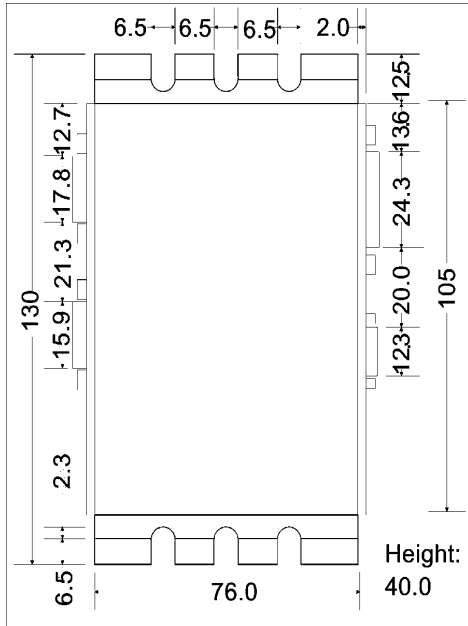
Tab.1 : Základní parametry karty NI USB- 6009



Obr.32 : Zapojení vstupů a výstupů karty NI USB- 6009

6.2.2 Mercury C-862

Mercury controller C-862 je ideálním řešením pro aplikace, řízené prostřednictvím počítače nebo PLC, kde je nutno řídit pohyb jak z hlediska přesnosti, tak z hlediska finančních nákladů na toto zařízení.



Obr.33 : Mercury controller C-862

Základní technické parametry:

- Napájecí napětí 12-15V (1-2A)
- Hmotnost 0.3 kg
- Komunikační port RS232, 9 pin

6.3 Postup softwarového řešení postupu měření

Měřicí postup byl v programu několikrát změněn, z důvodů zbytečné náročnosti programu vzhledem k požadavkům měření. Značným vývojem prošel také Front panel, který byl postupně vylepšován, tak aby bylo měření co nejpřehlednější a jeho obsluha co nejsnadnější a nejpohodlnější.

V první fázi vývoje programu, obsahoval program jen základní ovládací prvky. S postupujícím vývojem byl program postupně rozšiřován další funkce sloužící k maximálnímu komfortu a flexibilitě zařízení. Program byl například rozšířen o měření změny stavu senzoru při ponořování, nebo o automatické ukládání naměřených hodnot v průběhu měření. K této funkci bylo přikročeno při ztrátě naměřených dat způsobenou výpadkem napětí. Tato funkce ukládá změřenou hodnotu po každém jejím nalezení, čímž je zamezeno ztrátě již naměřených hodnot. Další změny byly zavedeny důsledkem požadavků ze strany vývojového oddělení, které kladlo požadavky na vlastnosti stanice.

6.4 Vnější vlivy na měření

Jelikož je měření reálné a podmínky musí co nejpřesněji vyhovovat požadavkům zadavatele, museli jsme se zabývat vnějšími vlivy, ovlivňujícími měření, jako jsou například:

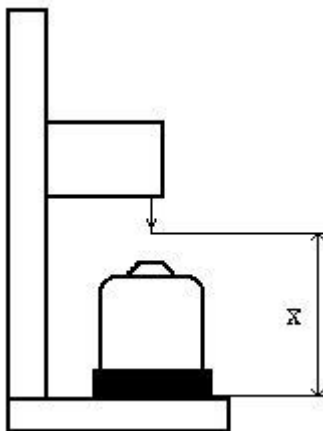
- Viskozita měřeného média (chyba při definici nuly)
- Geometrie senzoru
- Vliv teploty
- Ostatní vlivy

6.4.1 Nastavení nuly

Nula je nastavována tak, že je senzor ponořen do tak hluboko, aby nulovací jehla byla v minimální vzdálenosti nad hladinou. Poté sjížděno po 0,05 mm až do doby, kdy nastane kontakt s hladinou. Poté dojde k nastavení nuly, funkcí define home. Tato nula je poté defaultní pro všechny cykly měření. po výměně senzoru stačí pomocí funkce GO HOME ponořit senzor do nulové polohy a nulu překontrolovat.

Jehla, je umístěna v konstantní vzdálenosti od paty senzoru. Tato konstantní vzdálenost je v programu hodnotou X.

Odečtením polohy od této hodnoty je poté vypočtena skutečná poloha hladiny vůči dnu senzoru. Rozměr X je nutno překontrolovat před každým měřením, pomocí ručního úchylkoměru. Při nepřesném zadání této hodnoty je měření chybné. Pro zpětné dohledání možné chyby je hodnota rozměru X automaticky uložena do výstupního textového souboru.



Obr.34 : *Vzdálenost X hrotu jehly od dna senzoru*

Nastavení nuly mělo být dle prvních plánů nastavováno automaticky pomocí odporového drátu., který by detekoval dotek hladiny skokovou změnou odporu. Pro tuto metodu bylo by nutné sestavit zařízení vyhodnocující tuto změnu. Vyčíslená cena tohoto zařízení přesáhla 100 eur. Jelikož je nutná ruční výměna každého senzoru a tudíž i přítomnost obsluhy po ukončení měření, je tato metoda vzhledem k ceně a přesnosti zbytečná, jelikož překontrolování nuly, pomocí jehly, po výměně senzoru zabere zhruba 20 vteřin. Proto bylo od této metody upuštěno.

6.4.2 Ověření opakovatelnosti hledání nuly

Při nastavování nastavení nuly dochází k chybě, která je způsobena viskozitou oleje. Z tohoto důvodu, musí mít nulovací jehla co nejtenčí hrot, aby byla tato chyba co nejvíce eliminována. Jelikož je tato chyba minimální a stále se opakující, nebyla potřeba se jí nadále zabývat.

Nulu je nutné překontrolovat po každé výměně senzoru, jelikož výměnou senzoru je odebrán také olej, který zůstal na povrchu senzoru a uvnitř jeho těla. Toto množství je sice zanedbatelné vzhledem k objemu hladiny oleje, ale při měření více kusů, by se tato chyba stále zvětšovala a měření by bylo méně přesné.

6.4.3 Vliv teploty

Jelikož hledání spínacího bodu je prováděno v oleji o teplotě $87^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Tato teplota je zajištěna teplotní lázní HUBER. Tento ohřev zajišťuje spirála, promíchání kapaliny zajišťuje motor s vrtulí, který víří olej. Toto víření znemožňuje přesné nalezení spínacího bodu. Proto bylo hledáno řešení. V prvních krocích byla snaha odstranit vliv tohoto víření mechanicky. Byla proto sestavena vlnová bariéra, která je zobrazena na obrázku 35 a 36.



Obr.35 : *Vlnová bariéra*



Obr.36 : *Vlnová bariéra*

Toto řešení pak bylo prakticky ověřeno na vzorkovém senzoru a ukázalo, že tato metoda posouvá spínací bod mimo povolené limity. Jako druhé řešení bylo použito hliníkové nádoby s otvorem. Tato metoda byla poté také zavrhnuta, jelikož víření otvor omezí, ale neodstraní úplně. Další řešení tohoto typu by bylo složité a neefektivní. Dalším řešením bylo odpojení motoru s vrtulí, způsobující víření. Jelikož HUBER má motor připojen přes oddělovací relé přímo k hlavnímu spínači, není tady možnost vypínat jej softwarově. Proto bylo použito spínacího relé. Toto relé je zabudováno do zařízení HUBER a odděluje relé zapínající turbínu od hlavního vypínače. Toto relé je pak spínáno napětím 5 voltů. Jelikož však není možno toto relé sepnout kartou NI USB-6009. Víření je vypínáno buď manuálně pomocí tlačítka umístěného na ovládacím panelu, nebo je v průběhu měření automaticky vypínáno a zapínáno tak aby vlnění bylo zapnuto v co největším časovém úseku měření, aby nedocházelo k nárůstu teploty. Proto je víření vypínáno pouze po dobu hledání spínacího bodu měřící rychlostí. V ostatních fázích měření, jako je vyořování, ponořování a mimo měřený rozsah je víření zapnuto. Aby byla teplota co nejstabilnější, byla teplotní lázeň HUBER připojena na okruh chladicí vody, o konstantní teplot 8°C. Díky tomuto chlazení, dojde i při překročení nominální teploty pro zadané měření, k rychlé stabilizaci na požadovanou teplotu.

6.4.4 Ostatní vlivy

Při původní detekci sepnutí a rozepnutí relé bylo použito sériového zapojení voltmetru. Jako voltmetr měřeného napětí je použito karta NI USB-6009. Voltmetr je připojen přímo na kontakty zdroje. Po rozpojení relé dojde k rozepnutí obvodu a voltmetr detekuje rozepnutí senzoru skokovou změnou napětí. V sepnutém stavu je tedy na voltmetru hodnota 5 voltů, v rozepnutém stavu hodnota 0 voltů.

Při praktickém měření senzorů, po testech životnosti, byla zjištěna nevhodnost tohoto zapojení. V průběhu testu došlo k zkratování kontaktů nečistotami. Tím byl i při rozepnutém stavu na kontaktech senzoru naměřen odpor asi 30-100 ohmů. Vlivem tohoto odporu byl obvod uzavřen a na voltmetru naměřeno napětí, snížené o úbytek na parazitním odporu.

Z tohoto důvodu bylo použito zapojení paralelní, které tuto chybu eliminuje. Program byl poté upraven, jelikož v rozepnutém stavu byl je na voltmetru napětí zdroje, v sepnutém pak napětí menší než 0,9 voltu. Podle těchto hodnot byla také upravena podmínka detekce rozepnutého a sepnutého stavu. Jelikož narozdíl od předchozího zapojení, je při sepnutém senzoru napětí nulové, jelikož sepnutím senzoru dojde k zkratování zdroje.

Tato chyba by při původní metodě hledání spínacího bodu by v podstatě znemožnila provést měření. Jelikož i při rozepnutém stavu by na voltmetru nebylo naprosto zřejmé zda je již senzor rozpojen či nikoliv. Tato podmínka je na obrázku 23.

Při ověřování měřených hodnot byla zjištěna také zjištěn značný vliv upevnění senzoru. Jelikož pojezd, používaný při našem měření je drahé, a v našich laboratořích jediný, je nutné jej sdílet i s ostatními projekty. Tudíž může dojít k situaci, kdy musí být pojezd přesunut. Při opětovné instalaci pojezdu je nutné nastavit zařízení tak, aby dno senzoru bylo vodorovné. Měřením bylo totiž zjištěn, že i malé vychýlení může ovlivnit výsledek měření.

7 Závěr

V první části práce jsme se seznámili s se senzory vyvíjenými společností Continental, jejich základním funkčním rozdělením a použitím v automobilové technice.

V druhé části jsme se zaměřili na spínací hladinový senzor, pro který je určena tato stanice. Popsali jsme jeho funkční části a uvedli si jeho funkčnost. Ve třetí části jsme se seznámili s vývojovým prostředím Labview, možnostmi jeho použití, historii a vývoji.

V části čtvrté je již popsán program samotný. Je zde popsán ovládací panel programu a blokový diagram. v jednotlivých podkapitolách jsou vysvětleny jednotlivé SubVI, které jsou použity v programu. Dále je zde rozebrán měřicí cyklus.

V páté části jsme se seznámili s měřením samotným. Popsali jsme si původní metodu měření, vyhodnotili jsme vliv vnějších vlivů na měření a popsali si dvě nejdůležitější části stanice.

Cílem této práce bylo sestavení automatické stanice pro měření spínacího bodu hladinových senzorů. V průběhu vývoje této stanice se požadavky na její možnosti, několikrát měnily z ohledem na efektivnost pro naše zařízení, vůči ceně nutné k realizaci jednotlivého jednotlivých požadavku. Jelikož je stanice využívána především k měření teprve vyvíjených senzorů, dá se říci, že se stanice bude i nadále vyvíjet dle nových požadavků. V současné době však umí vyhovět většině požadavkům zadavatelů, její další rozšiřování bude již jen kosmetické, a nebude třeba vážně měnit strukturu programu. Automatická stanice je již řadu měsíců využívána k měření vyvíjených senzorů. Ovládání stanice je intuitivní a popsáno v pracovním návodu. Proto je stanice přínosem pro rychlost a spolehlivost dodání přesných výsledků, nezbytně nutných pro další vývoj měřených senzorů.

8 Literatura a odkazy

- [1] AUTOMATIZACE: , www.automatizace.cz/article.php?a=1925,2007-10, 2007-10
- [2] ŽÍDEK, Jan;. *Grafické programování ve vývojovém prostředí Labview : výuková skripta*. Ostrava : VŠB TU, 11-2005. 231 s
- [3] ROGERS CORPORATION:; , http://www.rogerscorp.com/ec/nitroaryl_design.aspx, 03-2009
- [4] AUTOMATIZACE:; , www.automatizace.cz/article.php?a=2392, 12-2008
- [5] FELIX ANNAN:; , <http://cnx.org/content/m13752/latest/>, 03-2009
- [6] TECH TEACH:; , <http://techteach.no/tekdok/usb6009/>, 05-2009
- [7] NATIONAL INSTRUMENTS:; , <http://www.ni.com/>, 05-2009