

Pressure & Force 3

Labview mérőprogram többcsatornás, szondamozgató
traverzzel szinkronizált nyomás-, erő- és
hődrótmérésekre

Balczó Márton
2007-2014.

SÚGÓ

Labview függvénykönyvtár	Verzió	Tartalom
Pressure&force.llb	3.37	mérőprogram és rutinjai
Transducer_calibration.llb	4.32	lineáris távadókalibrációt, egy komponensű hődrótkalibrációt, és többkomponensű erőmérő rendszerek mátrixkalibrációját végző rutinok
isel_ui4.x.llb	1.21	isel mozgásvezérlő interfészprogramja
PointEditor.llb	0.19	mérési pontfájl szerkesztő
ARA_Joystick.llb	0.1	joystick vezérlő rutinok
ARA_Utils.llb,	1.06	közös rutinok

Dátum: 2014. március 23.

Pressure&Force	3
Bevezető	3
Indítás	3
Adatstruktúra	3
Fő ablak	4
Kezdő beállítások - Settings fül.....	4
Traverse program fül	5
Measurement file fül.....	5
Actual channel data fül	6
Time resolved data fül	7
FFT fül.....	8
Csatornabeállítások.....	8
Programvezérlés	10
Single measurement.....	10
Show actual channel data	10
Automatic measurement panel	10
Menüből elérhető funkciók.....	10
Légköri nyomás és hőmérséklet megadása.....	11
Kalibráció	11
Traverz beállítása	11
Update time-resolved data paths.....	12
Convert time-resolved data.....	12
Transducer calibration	14
Adatok	14
Bevezető	14
Indítás	15
Önálló futtatás	15
Más mérőprogramba beépített változat esetén.....	15
Linear transducer calibration	15
Kalibráló mód.....	15
Mérő mód (Measurement mode)	16
Diagram és hibasáv beállítások	17
Hotwire calibration	17
Bevezető	17
Hőmérséklet kompenzáció	18
A program használata	18

Kalibráló mód.....	18
Hődrót-kalibráció egyedi pontok felvételével	20
Görbeillesztés	20
Hődrót-kalibráció lefúvatásos módszerrel	21
Advanced fül.....	22
Matrix calibration for multiple load cell balances	23
Bevezető	23
A program használata	24
Bal oldali panel.....	24
Alsó vezérlógombok	25
Settings fül.....	25
Voltages fül	25
Calculate matrix fül	26
Loading recalculated fül	26
Graph, 3D Graph fül	27
Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók.....	27
PointEditor mérési ponthálószerkesztő	28
Bevezető.....	28
Indítás.....	28
Önálló futtatás.....	28
Más mérőprogramba beépített változat esetén.....	28
Használat.....	28
Fő párbeszédpanel	28
Profilszerkesztő ablak.....	29
LabVIEW programtechnikai tudnivalók	30
ISEL UI 4.x LabVIEW Traverse driver	31
Bevezető.....	31
Indítás.....	31
Önálló futtatás.....	31
Más mérőprogramba beépített változat esetén.....	31
Kezdő beállítások - Settings fül.....	32
Inicializálás, referenciamozgás - Init fül.....	32
Koordinátarendszerek - Coordinate system fül.....	33
Mozgás - Move fül	34
Automatikus mozgás	36
Naplófájl - Log fül.....	36
Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók.....	37

Pressure&Force

- Bevezető
 - Indítás
 - Adatstruktúra
- Fő ablak
 - Kezdő beállítások - Settings fül
 - Traverse program fül
 - Measurement file fül
 - Léptetés az elvégzett mérések között
 - Actual channel data fül
 - Time resolved data fül
 - FFT fül
- Csatornabeállítások
- Programvezérlés
 - Single measurement
 - Show actual channel data
 - Automatic measurement panel
- Menüből elérhető funkciók
 - Légköri nyomás és hőmérséklet megadása
 - Kalibráció
 - Traverz beállítása
 - Update time-resolved data paths...
 - Convert time-resolved data...

Labview könyvtár neve: Pressure&force.llb

Verziók leírása: [pressure&force_versions.txt](#)

Futtatáshoz szükséges: isel_ui4.x.llb, PointEditor.llb, ARA_Utills.llb, Transducer_calibration.llb, ARA_Joystick.llb

Megjegyzés: Az aktuális verzió neve mindig tartalmazza a verziószámot is (pld. Pressure&force_v3.21.llb)

Bevezető

Indítás

Az Pressure&force.llb-n kattintva, megnyílik egy Labview ablak és megjelenik benne a könyvtár tartalma. Elöl az **pressure&force_main.vi** szerepel, erre duplán kattintva, elindul a program.

Adatstruktúra

A **.txt** kiterjesztésű fő mérési fájl két fő részből áll:

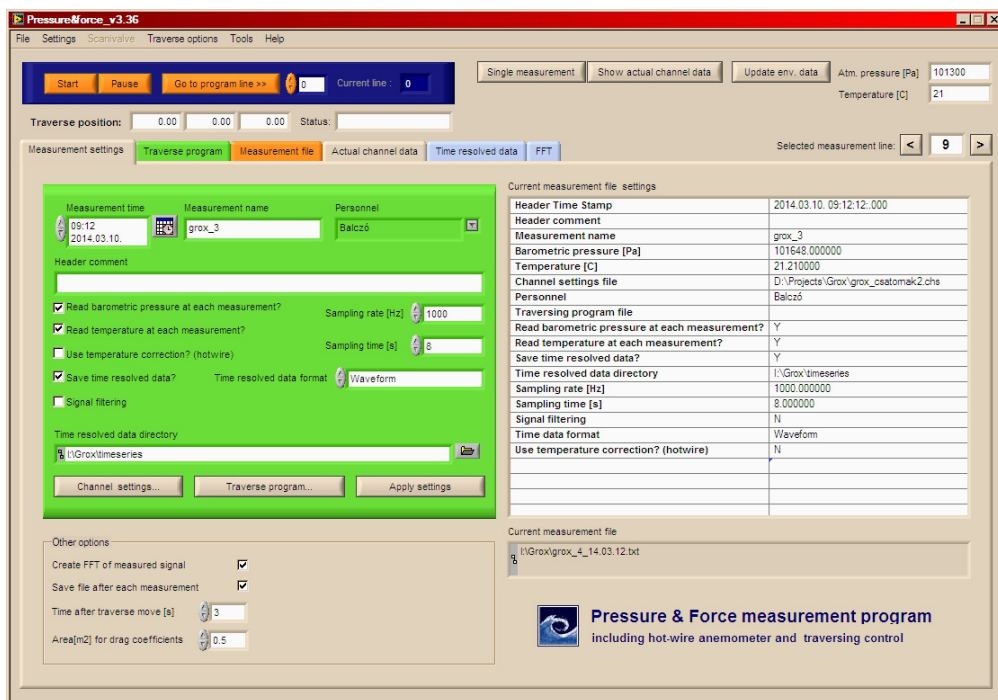
- fejléc (header): tartalmazza az összes általános beállítást: méréssorozat neve, dátum, mérési időtartam, mintavételi frekvencia, **csatornakiosztás** fájl neve (**.chs**), **mérési program (.pts)** fájl neve
 - A csatornakiosztás (.chs) fájl adja meg, hogy hány adatgyűjtő csatornán gyűjtünk, és az azokon mért feszültségértékeket milyen módon számítsuk át fizikai mennyiségekbe. A .chs fájl hivatkozik a kalibrációs fájlokra (.txt), amely tartalmazza a kalibrációs konstansokat. Valamint megadhatjuk, hogy a mérés során a mérési fájlba bekerüljön-e a mért feszültség, illetve a szórásérték.
 - A mérési program fájl a mozgatótraverz által felkeresendő szondapozíciókat tartalmazza. Automatikus mérésnél a program ezeken léptet végig, és minden pontban mérést végez.
- adattábla (body): minden egyes sora egy mérés során mért átlag- és szórásértékeket tárolja csatornánként, illetve a légköri nyomás- és hőmérséklet értékét, valamint az **adatsorfájl** nevét.
 - Az adatsorfájl tartalmazza oszlopokban az egyes csatornákon mért feszültségek, illetve ez azokból számolt fizikai mennyiségek idősorát.

A **File menüben** a fő mérési fájl megnyitható, menthető, új fájl készíthető. A beállítások megőrzése végett célszerű az előző mérési fájlt menteni, az abban

lévő mérési sorokat törölni, és a fájlt új néven menteni. Így nem szükséges az összes beállítás újbóli megadása.

Fő ablak

A program fő ablak felső részén a mérésvezérlő gombok helyezkednek el, alatta a mérési adatok és beállítások egy Tab Control fülein helyezkednek el, balról jobbra haladva jutunk el a beállításoktól az eredményekig.



Kezdő beállítások - Settings fül

Az ezen a fülön található beállítások a fő mérésfájl fejlécébe kerülnek. A bal oldali mezőben tett beállítások alkalmazásához az **Apply settings** gombot kell megnyomni. Az épp érvényes beállítások a jobb oldali táblázatban láthatóak.

Megjegyzés: az **Apply settings** gomb első megnyomása után a program lemeze szeretné menteni a fájlt, ezért rákérdez annak mentési helyére.

A fájlban tárolt mérési beállítások:

- *Measurement time* : a mérés ideje az óra gombra kattintva választható ki.
- *Measurement name*: mérés neve
- *Personnel*: mérőszemélyzet
- *Header comment*: a mérés leírása egy sorban
- *Barometric pressure [Pa]*: Barometrikus nyomás a mérés alatt : megadható vagy lekérdezhető a Settings menüben
- *Temperature [C]*: hőmérséklet a mérés alatt: megadható vagy lekérdezhető a Settings menüben
- *Read barometric pressure at each measurement*: minden mérés után a Settings menüben (**Barometric pressure and temperature...**) megadott Datasocket URL-ről lekérdezi a légköri nyomást és tárolja a fő mérésfájl aktuális mérési sorában
- *Read temperature at each measurement*: minden mérés után a Settings menüben (**Barometric pressure and temperature...**) megadott Datasocket URL-ről lekérdezi a légköri nyomást és tárolja a fő mérésfájl aktuális mérési sorában
- *Use temperature correction (hotwire)*: hődrót (CTA) méréseknél a Settings menüben (**Barometric pressure and temperature...**) megadott hőmérséklet forrást olvassa és minden mérés után a számított sebességértéket korrigálja.
- *Save time resolved data*: Mentse-e az idősorokat is, külön fájlokban. Érdemes menteni, mert akkor a mért adatokból utólag is lehet pld. FFT-t csinálni.
- *Time data format*: idősor fájl formátuma:
 - binary: csak a program által olvasható bináris fájl. Előnye a kis helyfoglalás.
 - waveform: Labview programok által olvasható idősorfájl, amely tartalmazza a kezdés időbélyegét és a mérési frekvenciát is. Előnye a kis helyfoglalás.
 - waveform spreadsheet: Tab-al elválasztott szövegfájlba írja az idősorokat, az első sorban megadva amintavételi frekvenciát, a 2.

sorban az oszlopok neveit, a 3. sortól a mért idősorokat oszlopokban. Előnye hogy tetszőleges programmal (Excel stb.) megnyitható.

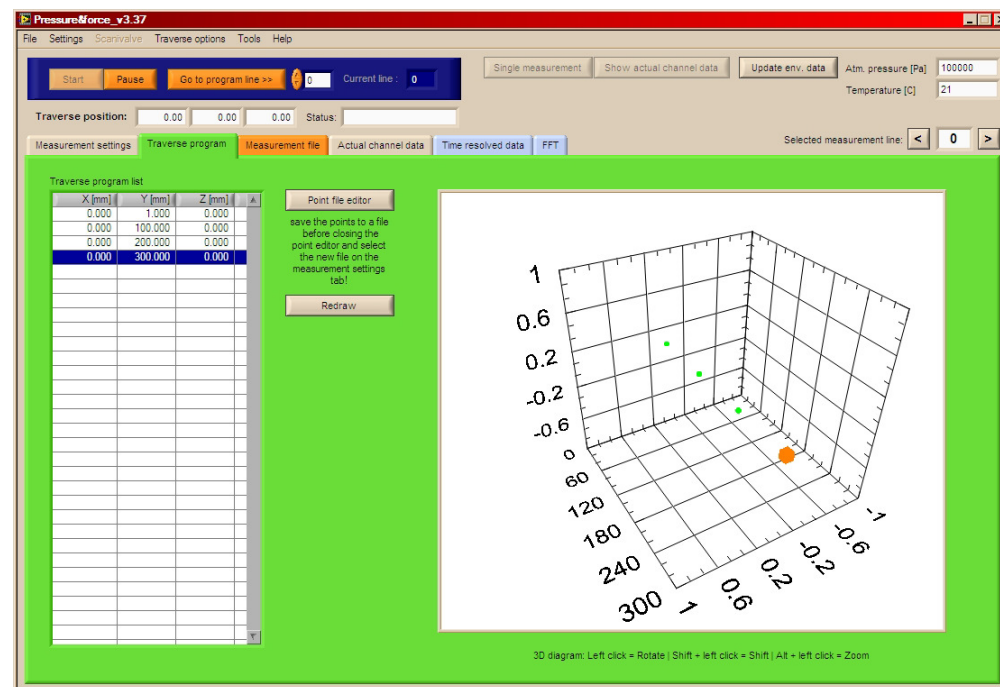
- *Time resolved data directory*: idősor fájlok helye (könyvtár)
- *Sampling rate [Hz]*: mintavételi frekvencia
- *Sampling time [s]*: mintavétel időtartama
- *Signal filtering*: mért adatsor digitális szűrése (nem működik)
- **Channel settings...** : csatornabeállítás (.chs) fájl szerkesztése, betöltése, mentése párbeszédpanelen.
- **Measurement program...** gomb: mérésprogram (traverzprogram, .pts) fájl nevének megadása párbeszédpanelen

A fül alsó részén található beállításokat nem tároljuk mérési fájlban. Ezek:

- *Create FFT of measured signal*: aktiválásával megjelenik az FFT fül, és a program minden mérés után elvégzi a mért jelek FFT-jét.
- *Save file after each measurement*: a program minden mérés után az új sort hozzáfűzi a fájlhoz (lemezre írja), hogy egy esetleges kifagyás esetén ne vesszen el fontos mérési információ.
- *Time after traverse move*: a traverz mozgatása és a mérés megkezdése között tartandó idő. (Azért szükséges, hogy a traverz esetleges rezgései lecsengjenek)
- *Area for drag coefficients [m2]*: erőtenyezők számításánál alkalmazandó vonatkoztatási felület (Egyelőre nem működik)

A fül jobb alsó sarkában az aktuális mozgatópozíció látható.

Traverse program fül



A Measurement settings fülön megadott mérési program (traverzprogram) a bal oldali listában látható. A jobboldalon a pontok 3D diagramban jeleníthetők meg, a listában kiválasztott pont más színnel. A Redraw gombbal aktualizálhatjuk a diagramot.

A Point file editorral mérési programot szerkeszthetünk. Ennek részletes használati leírása a Pointeditor.llb súgójában található.

Megjegyzés: A Point file editorban elmentett traverz program fájlt ki kell választanunk a Measurement settings fül Measurement program... gombjával, akkor kerül betöltésre a főprogramba!

Measurement file fül

Meas. point name	Comment	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	Do0 [Pa] (mean)	v [m/s] (mean)	Do1_u,v [Pa] (mean)	Do3 [Pa] (mean)	p0 [Pa]	T0 [C]	Waveform data file
Nullmérés		0.00	0.00	0.00	0.080	NaN	-0.150	-0.024	101648	21.21	I:\Grox\timeseries\grox_3_133238.dat
		0.00	0.00	0.00	0.078		-0.131	-0.028	101646	21.21	I:\Grox\timeseries\grox_3_133248.dat
		0.00	0.00	0.00	77.014	11.318	32.368	37.079	101616	21.31	I:\Grox\timeseries\grox_3_135909.dat
		0.00	0.00	0.00	86.609	12.002	33.283	42.869	101616	21.31	I:\Grox\timeseries\grox_3_135935.dat
		0.00	0.00	0.00	87.934	12.094	33.995	43.618	101616	21.31	I:\Grox\timeseries\grox_3_135945.dat
v12.n300	335	0.00	0.00	0.00	89.603	12.185	34.155	44.539	101607	20.18	I:\Grox\timeseries\grox_3_140253.dat
		0.00	0.00	0.00	89.813	12.196	38.828	42.264	101607	20.00	I:\Grox\timeseries\grox_3_140356.dat
		0.00	0.00	0.00	89.427	12.170	47.811	40.866	101607	20.00	I:\Grox\timeseries\grox_3_140427.dat
		0.00	0.00	0.00	89.746	12.191	56.768	39.154	101607	20.00	I:\Grox\timeseries\grox_3_140450.dat
		0.00	0.00	0.00	89.639	12.188	66.611	37.425	101607	20.00	I:\Grox\timeseries\grox_3_140605.dat
		0.00	0.00	0.00	90.437	12.238	46.405	40.917	101607	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_140701.dat
		0.00	0.00	0.00	89.605	12.181	38.888	42.029	101607	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_140726.dat
		0.00	0.00	0.00	90.438	12.238	25.690	47.134	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_140819.dat
		0.00	0.00	0.00	90.108	12.215	21.908	48.344	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_140911.dat
		0.00	0.00	0.00	90.893	12.268	15.367	52.095	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_140942.dat
		0.00	0.00	0.00	91.008	12.276	10.581	54.680	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_141035.dat
		0.00	0.00	0.00	91.419	12.304	5.811	57.840	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_141134.dat
		0.00	0.00	0.00	91.319	12.297	3.861	60.825	101608	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_141222.dat
		0.00	0.00	0.00	92.198	12.356	-0.076	74.702	101606	19.98	I:\Grox\timeseries\grox_3_141259.dat
		0.00	0.00	0.00	77.357	11.339	42.383	42.276	101555	20.89	I:\Grox\timeseries\grox_3_160512.dat
		0.00	0.00	0.00	79.973	11.529	42.267	47.039	101555	20.89	I:\Grox\timeseries\grox_3_160534.dat
		0.00	0.00	0.00	86.548	11.953	43.626	50.456	101555	20.89	I:\Grox\timeseries\grox_3_160560.dat
		0.00	0.00	0.00	87.160	12.036	43.767	50.757	101555	20.89	I:\Grox\timeseries\grox_3_160619.dat
v12.n400	400	0.00	0.00	0.00	87.564	12.048	51.296	48.826	101555	20.12	I:\Grox\timeseries\grox_3_160717.dat
		0.00	0.00	0.00	88.078	12.083	66.441	46.528	101554	20.12	I:\Grox\timeseries\grox_3_160800.dat
		0.00	0.00	0.00	88.726	12.127	36.605	54.717	101554	20.12	I:\Grox\timeseries\grox_3_160902.dat
		0.00	0.00	0.00	89.481	12.176	29.100	56.769	101554	19.99	I:\Grox\timeseries\grox_3_161035.dat

Ezen a fülön lévő táblázatban a mérési eredmények láthatóak soronként. Az egyes oszlopok:

- Name: mérés neve, célszerűen egy sorszám
- Comment : megjegyzés egy sorban.
- X, Y, Z [mm]: aktuális traverz pozíció
- mérési adatok oszlopai (1-4) x a csatornák száma: a csatornabeállításoktól függően tartalmazhatják a mért átlagfeszültséget, az abból számolt átlag fizikai mennyiséget, illetve ezek RMS-ét (Root Mean Square Error)
- p0: barometrikus nyomás, ha a mérésenkénti kiolvasást kiválasztottuk
- T0: hőmérséklet, ha a mérésenkénti kiolvasást kiválasztottuk
- adatsorfájl neve, ha az idősorok mentését aktiváltuk.

Egy kiválasztott sorban a Name és Comment mező az **Add comment & name** gombbal módosítható. A sorok a **Delete line** gombbal törölhetőek. Több sor kiválasztása a Shift gomb lenyomásával lehetséges.

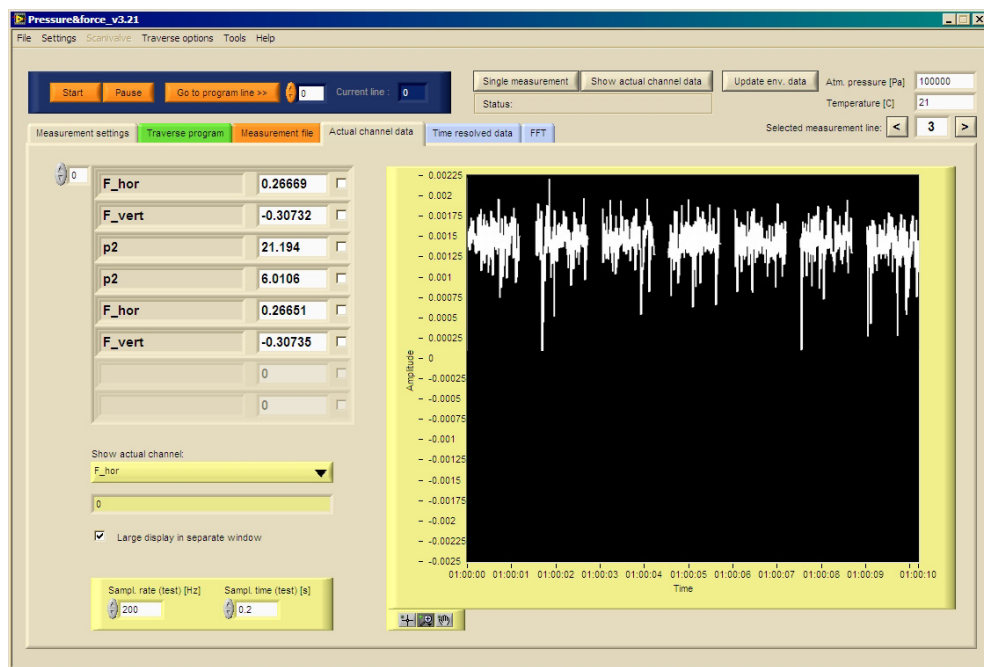
Megjegyzés: Ha a Measurement settings fül alján a Save file after each measurement opció be van kapcsolva, akkor a program minden mérés után az új sort hozzáfűzi a fájlhoz (lemezre írja), hogy egy esetleges kifagyás esetén ne vesszen el fontos mérési információ. A mérési fájl fejlécében illetve a mérési sorok Name, comment mezőin végzett utólagos módosítások csak a memóriába kerülnek be. Ezért a méréssorozat végén érdemes a fő mérési fájlt megegyezően menteni, például az eredetileg megadott mérésfájl felülírásával.

A táblázat testreszabása, oszlopok elrejtése lehetséges a **Settings** menü **Customize table...** menüpontjában. Beállíthatjuk a kijelzett tizedesek számát is.

Léptetés az elvégzett mérések között

Egy mérési sorra való lépéssel, illetve a Tab Control felett jobboldalt található nyilakkal léptethetünk a mérések között. Amennyiben mentettük az idősorokat, a program betölti azokat, elvégzi az átlagszámítást, megjeleníti az Actual channel data fülön, valamint igény esetén megjeleníti az FFT-t is.

Actual channel data fül



A mért fizikai mennyiségek folyamatos, azonnali kijelzésére a Show actual channel data gomb használható. Az Actual channel fül bal oldalán a mért mennyiségek (számított nyomás, erő, stb.) pillanatnyi értékei láthatóak.

A Show actual channel legördülővel kiválaszthatjuk, hogy a jobb oldali diagramban melyik csatorna grafikonját jelenítsük meg. A Large display in separate window fül aktiválásával a bal oldali listában kiválasztott csatornák aktuális értéke egy nagy ablakban jelenik meg.

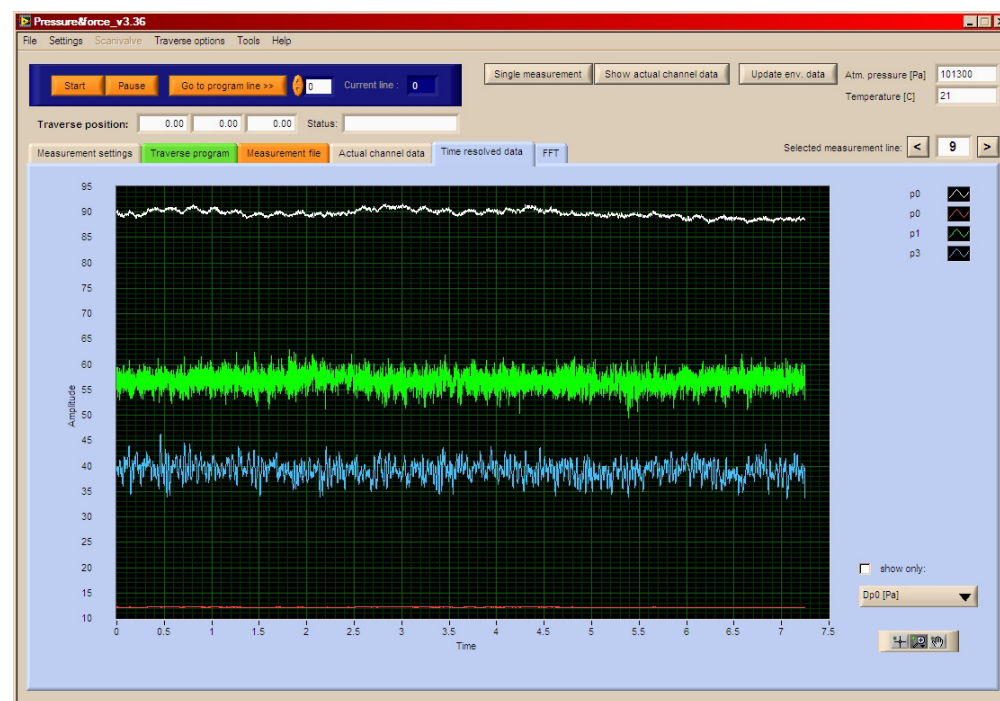
Megjegyzés: A Large display-en kijelzendő csatornák kiválasztását a mérés megkezdés előtt kell megtenni. A Large display ablak mérés közben bezárható, illetve újra kinyitható a pipa ki-be kapcsolásával.

Time resolved data fül

Ezen a fülön a Single measurement-el illetve automatikus mérés során mért adatsorok láthatóak. A jobb alsó sarokban található gomb-menükkel tudunk zoomolni, a tengelyeken jobb gombbal kattintva az Autoscale-t ki-be kapcsolni. A diagramon jobb gombbal kattintva, a diagram egyszerűsített képe .jpg, .wmf, .bmp fájlba menthető.

A diagramon jobb gombbal kattintva, a megjelenő menüben autoskálázást kapcsolhatunk ki és be a tengelyeken, a tengelyek alsó és felső határait a számokat átírva a skálázást manuálisan állíthatjuk, bekapcsolhatjuk a Cursor Legend-et, és egy mozgatható kurzorral leolvashatjuk a görbék pontos értékeit. A jobb alsó sarokban a Plot Legend gombjaival zoomolhatunk.

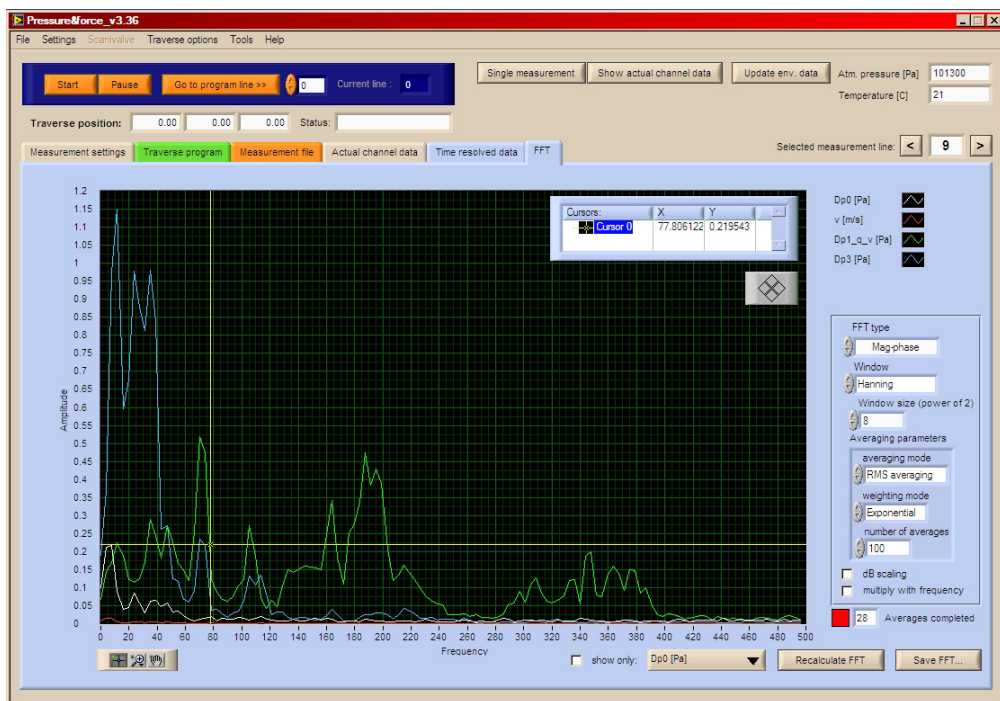
A Show only pipa mellett kiválasztott csatorna adatát külön is megjeleníthetjük.



FFT fül

Ezen a fülön a mért adatsor Fourier-transzformáltját lehet legenerálni, különböző ablakfüggvényekkel, mintamérettel, átlagolási darabszámmal. A diagram a Time resolved data fülnél említett módon testre szabható.

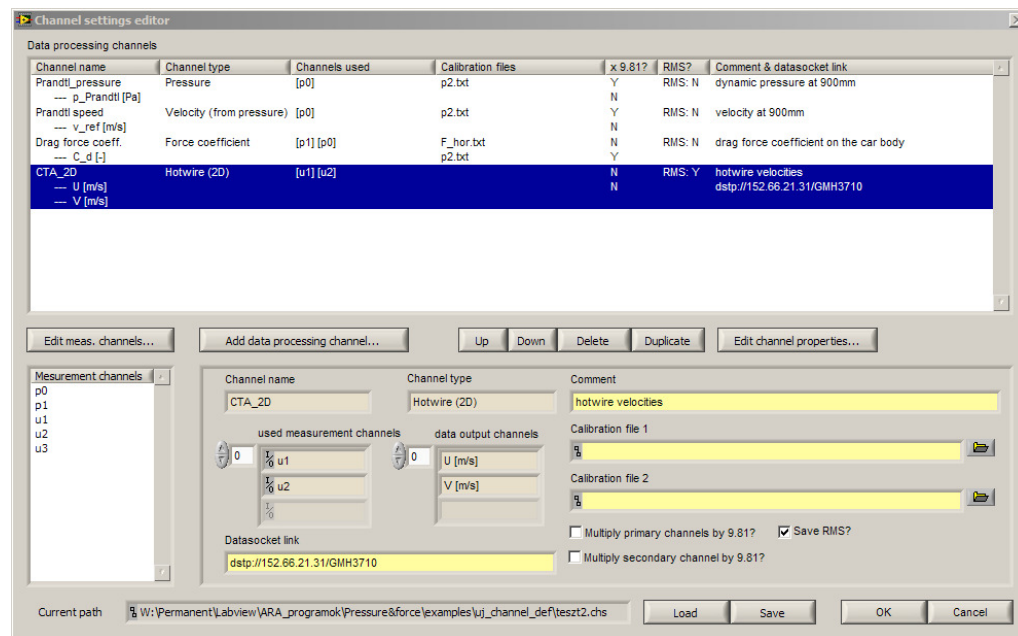
- A módosított beállításokkal a **Recalculate FFT** gombbal lehet az FFT-t újra számolni.
- A **Save FFT...** gombbal az FFT-görbe Tab-al elválasztott szövegfájlba menthető.



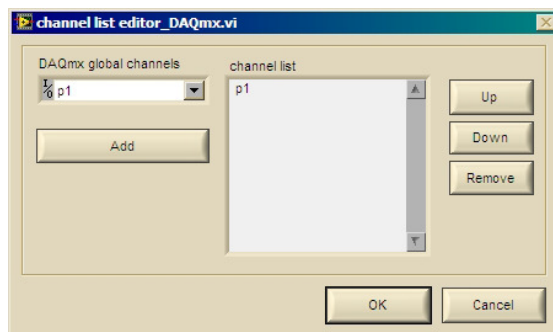
Csatornabeállítások

A csatornaszerkesztő ablakot a Measurement settings fülön a **Channel settings...** gombra kattintva érhetjük el. Ebben:

- A felső táblázat sorait kijelöléssel (egyszerű vagy többszörös - Shift gomb lenyomásával) szerkeszthetjük. A kijelölt csatornák beállításai a táblázat alatti clusterben jelennek meg, itt végezhetjük el a módosításokat.
- A **Load** és **Save** gombbal betölthetünk, illetve elmenthetjük a csatornabeállításokat egy **.chs** kiterjesztésű fájlba. A mentés szükséges is, mert a fő mérési fájl hivatkozik a **.chs** fájlra.
- Az **OK** és a **Cancel** gombbal hagyhatjuk el a párbeszédpanelt.

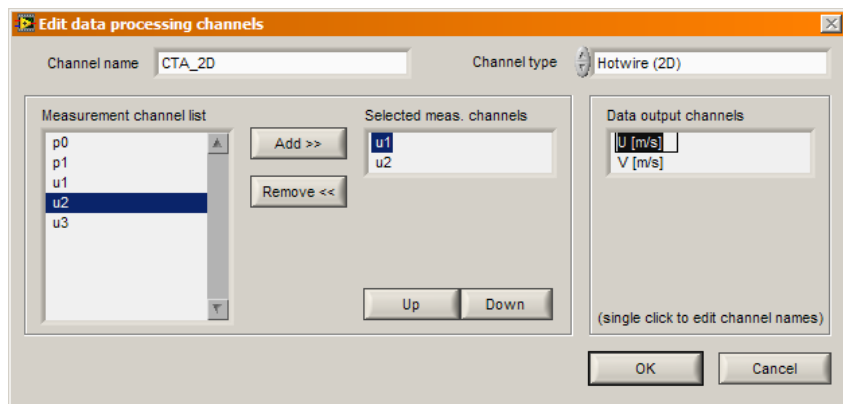


- megadhatjuk, mely adatgyűjtő csatornákon akarunk adatot gyűjteni. (**Edit measurement channels...** gomb). A megjelenő párbeszédablak bal oldali legördülőjében kiválaszthatjuk a számítógépen már definiált DAQmx globális csatornákat, illetve újakat is hozhatunk létre. A lista sorrendjét is változtathatjuk.



A csatornaszerkesztő ablak bezárása után a mérési csatornák megjelennek a bal alsó táblázatban.

Ezután kell létrehoznunk az adatcsatornákat, azaz, meg kell mondanunk, hogy a mért feszültségekből mit szeretnénk kiszámítani. Ezt az **Add data processing channel...** párbeszédablakban végezhetjük el.

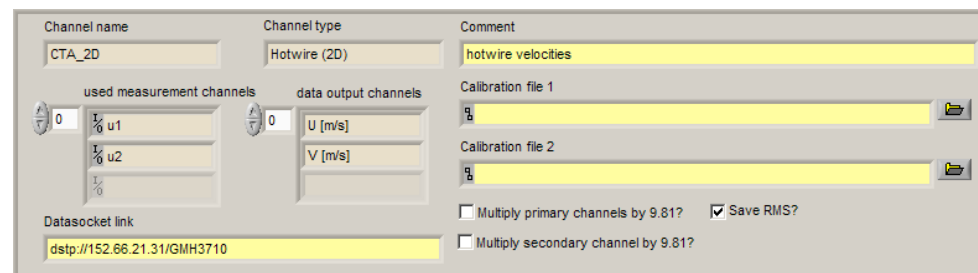


Megadhatjuk a feldolgozó csatorna nevét (például hődrótmérés, sebesség a konfúzorban stb), és kiválaszthatjuk típusát. Egy data processing channel egy vagy több mérőcsatorna mérési adataiból egy vagy több számított adatsort határoz meg. A típustól függ, hogy a mért csatornák közül melyik jelére van szükség, illetve hány adatcsatorna (data output channel) a kimenet. (Például erőtényező meghatározásnál két bemenő feszültségcsatorna kell, az erőre és a referencia dinamikus nyomásra, kimenő adatcsatorna pedig egyedül az erőtényező adatsora.) A típusok magyarázata:

- *Voltage* (feszültség): nincs átszámítás
- *Pressure* (nyomás): lineáris kalibrációjú nyomástávadó jeléből számítandó nyomás
- *Velocity (from pressure)* - nyomásból számolt sebesség: a csatornán mért nyomásból, mint az áramló közeg dinamikus nyomásából számított sebesség
- *Force* (erő): lineáris kalibrációjú erőmérő cella jeléből számítandó erő (azonos a Pressure-el)
- *Force coefficient* (erőtényező): más csatornán mért dinamikus nyomással dimenziótlanított erő ($c_D = F / p_{din}$)
- *Pressure coefficient* (nyomástényező): más csatornán mért dinamikus nyomással dimenziótlanított nyomás ($c_p = p / p_{din}$)
- *Hotwire (1D)* (hődrót): CTA mérőhíd által kiadott, nem lineáris kalibrációjú sebességjel számítása.
- *Hotwire 2D, 3D, Force 2D, 3D* stb: többkomponensű erő-és hődrótmérések, amelyek speciális kalibrációt igényelnek

A **Data output channel**-ek nevét megváltoztathatjuk.

A fő csatornaszerkesztő ablakban megadhatjuk ezután a további részleteket egy-egy adatfeldolgozó csatornához:



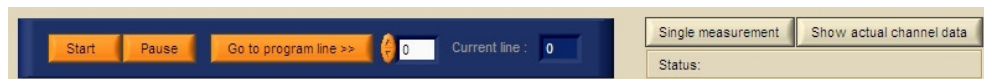
- **Calibration file 1:** a csatornatípustól függő típusú kalibrációs fájl neve. Voltage esetén nem kell megadni. Hődrót kivételével a többi esetben a lineáris kalibrációs modul (Settings menü **Linear transducer calibration...** menüpont) által mentett kalibrációs fájl használható, hődrót esetén (Hotwire: wire1) a **.htwcal** kiterjesztésű, a

1-D hotwire calibration... párbeszédpanelban legyártott kalibrációs fájl kell megadni.

- **Calibration file 2:** a kalibrációval számolt fizikai mennyiséget még egyszer lineárisan ($y = A \cdot x + B$) skálázhatjuk. Ez például szélcsatorna valós sebességének meghatározásánál hasznos, ahol létezik egy kalibrációs egyenes a más helyen mért sebesség és a mérőtérben kialakuló sebesség között. Nyomás- és erőtenyező számításnál viszont itt kell megadnunk a referencia nyomás csatorna kalibrációs fájlját.
- **Multiply by 9.81?:** Ha a kalibrációt kg-ban végezzük, de N-t mérünk, vagy vízoszlop mm-ben végezzük és Pa-ban mérünk, akkor a kalibrációs konstansokkal számolt értéket még g -vel (9.8065) kell szorozni.
- **Save RMS?:** A fő mérési fájlba nem csak a mért idősor átlagértékét, hanem négyzetes középhibáját (Root Mean Square Error) is menti.
- **Datsocket link:** a főprogramtól eltérő hőmérséklet adatforrást adhatunk meg
- **Comment:** tetszőleges egy soros megjegyzés a csatornáról.

Programvezérlés

A programvezérlő gombok:



Single measurement

Egyedi mérés: a beállítások alkalmazásával (**Apply settings**), illetve egy mérésfájl megnyitásával (**File > Open measurement...**) a **Single measurement** gomb letiltása megszűnik. A gomb megnyomása után megjelenő mérés ablakban a mért feszültségek láthatóak, a mérés a STOP gombbal megszakítható. A mérés eredménye a Time resolved data fülön, az FFT fülön, az átlag értékek a Measurement File fülön és az Actual channel datat fül bal oldali táblázatában jelennek meg.

Show actual channel data

A mért fizikai mennyiségek folyamatos, azonnali kijelzésére a **Show actual channel data** beragadó gomb használható. A gomb benyomása után a mérés megindul, és a gomb felengedéséig folytatható. A kijelzés az Actual channel data fülön látható.

Megjegyzés: a mérések alatt ne végezzünk menü- és fájlműveleteket, ne módosítsunk a mérési sorok kommentjein.

Automatic measurement panel

Ha megadtuk a mérésbeállításokat, és egy traversz program fájl, a bal felső sarok sötétkék mezőjében lévő gombokkal indíthatunk méréssorozatot. (Start/Stop és Pause gomb)

Start/Stop gomb: ezzel indítjuk el a *mozgatás - mérés - mozzgatás - mérés...* szekvenciát. A gomb felengedésével a mérés a szekvencia következő lépésénél megáll. Az aktuális mérési pont a Current line kijelzőn, és a Traverse program fülön is látható.

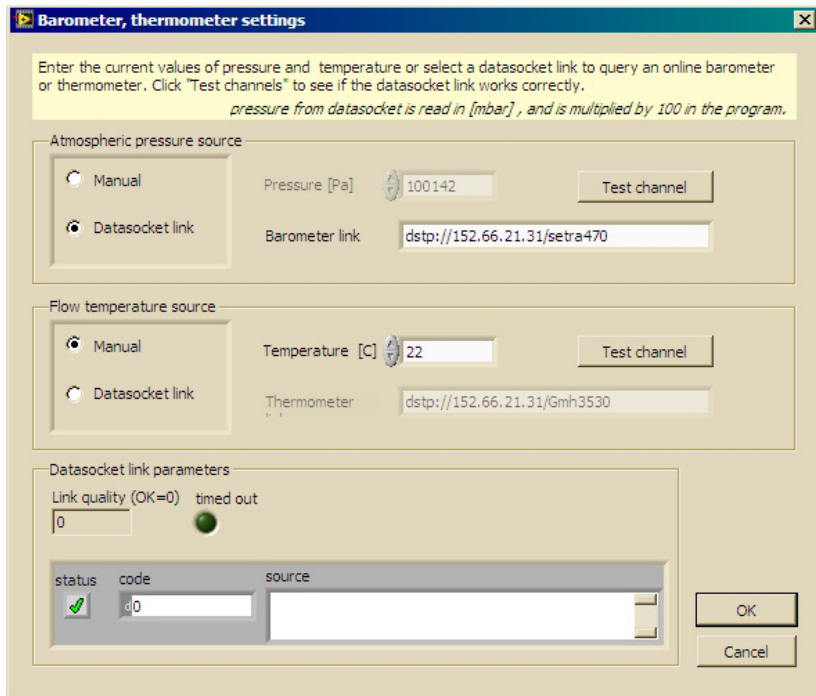
Pause gomb: az aktuális mérés befejezése után megállítja a szekvenciát. Így végezhetünk például beállítás módosításokat (pld mintavételi idő, frekvencia állítás), majd folytathatjuk a mérést. A gomb felengedése után a szekvencia folytatódik.

Go to program line> gomb: megnyomásával az itt beállított sorra ugrik a program. Így más sorszámnál kezdhünk mérési programot, nem az elején, illetve futó programot a Pause gombbal szüneteltetve, mérési pozíciókat ugorhatunk át, vagy éppen ismételtethünk meg.

Menüből elérhető funkciók

Légköri nyomás és hőmérséklet megadása

Dinamikus nyomásból áramlási sebesség számításához szükséges a légköri nyomás és hőmérséklet értéke. Ezt adhatjuk meg a Settings menü Barometric pressure & temperature menüpontjában.



A megadás történhet:

- manuálisan
- a hálózaton elérhető más számítógéphez kötött hőmérő ill. digitális barométer lekérdezésével. A lekérdezést a műszer ún. DataSocket linkjének megadásával és a Test channel gomb megnyomásával lehet elvégezni. 1-2 másodperc után megjelenik a mért érték, illetve a hibüzenet, ha nem működik a lekérdezés.
 - Barométer: `dstp://152.66.21.31/setra470`

- Nagy szélcsatorna hőmérő (sárga):
`dstp://152.66.21.31/GMH3710`
- Labor hőmérő (kék): `dstp://152.66.21.31/GMH3530`

Megjegyzés: a GMH 3530 hőmérőt dughatjuk arra a gépre is, amellyel mérünk, például ha a berendezésünkben áramló levegő hőmérsékletét akarjuk mérni. Ekkor el kell indítani a NI DataSocket Servert, illetve a GMH3710.llb meghajtóprogramot. A program megadja az aktuális DataSocket URL-t, amit megadhatunk a fenti párbeszédpanelben.

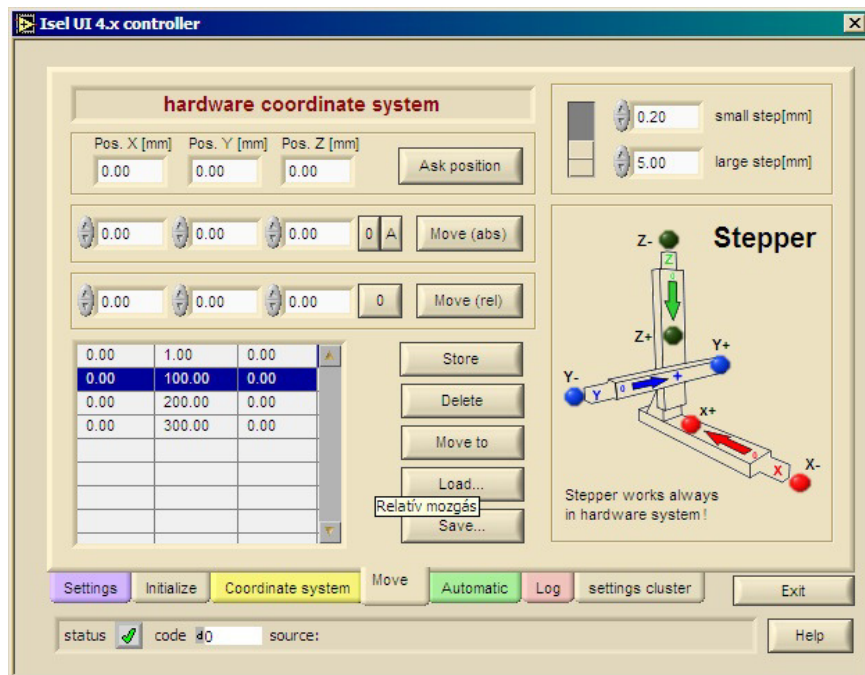
Az aktuális értékek a fő programablak jobb felső sarkában láthatóak, illetve aktualizálhatóak az **Update env. data** gombbal.

Kalibráció

A lineáris távadókalibrációt a Settings menü **Linear transducer calibration...** menüpontjában végezhetjük el. Az egykomponensű hődrót-kalibrációt a Settings menü **1-D hotwire calibration...** menüpontban találjuk. Többkomponensű erőmérő rendszerek mátrix kalibrációja a **Multi-component balance calibration...** menüpontban végezhető el. Ezek részletes leírása a *Transducer_calibration.llb* súgójában található. (Mindegyik párbeszédablak **Help** gombjával indítható.)

Traverz beállítása

A Pressure & Force program által végzett automatikus traverzmozgathoz ISEL típusú, 1-től 3 tengelyes mozgásvezérlőket használhatunk. Ezek beállítását (inicializálás, koordináta-rendszer-váltás, manuális mozgathatás stb) a menü **Traverse settings** menüpontjában végezhetjük el. A mozgásvezérlő részletes leírása az *isel_UI4.x.llb* súgójában található.

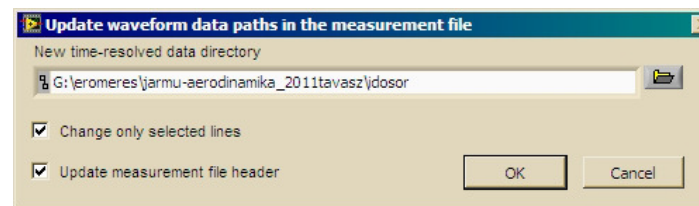


Megjegyzés: Automatikus mérés nem indítható a traverz inicializálása nélkül!

Update time-resolved data paths...

A Tools menü e funkciójával egy adott mérési fájlban a sorokban hivatkozott adatsorfájlok helyét módosíthatjuk. Ezek ugyanis abszolút hivatkozások, ami miatt a program új gépre, más meghajtóra másolásakor nem találná az adatsorokat. Az **Update time-resolved data paths...** panelen a kiválasztott sorokban, vagy az összes sorban a hivatkozások új idősor könyvtárra állíthatóak át.

Az **Update measurement file header** opcióval a mérési fájl fejlécében is módosíthatjuk a könyvtárat, azaz új mérések idősorai is az új könyvtárba fognak kerülni.



Megjegyzés: A fő mérési fájlban történt változások lemeze írásához **Save measurement...**-el el kell menteni a fájlt!

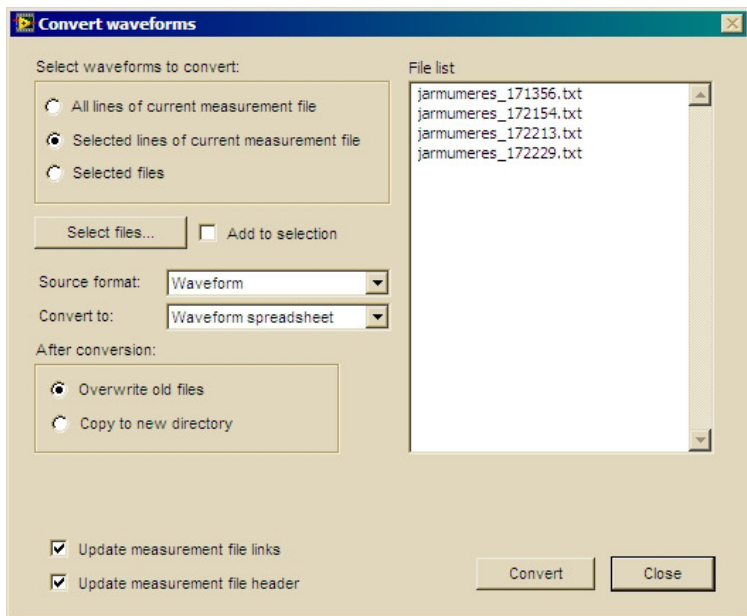
Convert time-resolved data...

Az elvégzett mérések idősorfájljai a 3 féle formátum között konvertálhatóak e panel segítségével. Konvertálhatunk:

- a fő mérési fájlban kijelölt sorokat
- az összes sort
- fájlböngésző ablakban kiválasztott fájlokat.

Felülírhatjuk az eredeti fájlokat, vagy más könyvtárba is másolhatjuk az új fájlokat. Ez utóbbi esetben a fő mérési fájl hivatkozásait az **update measurement file links** opcióval irányíthatjuk az új helyre.

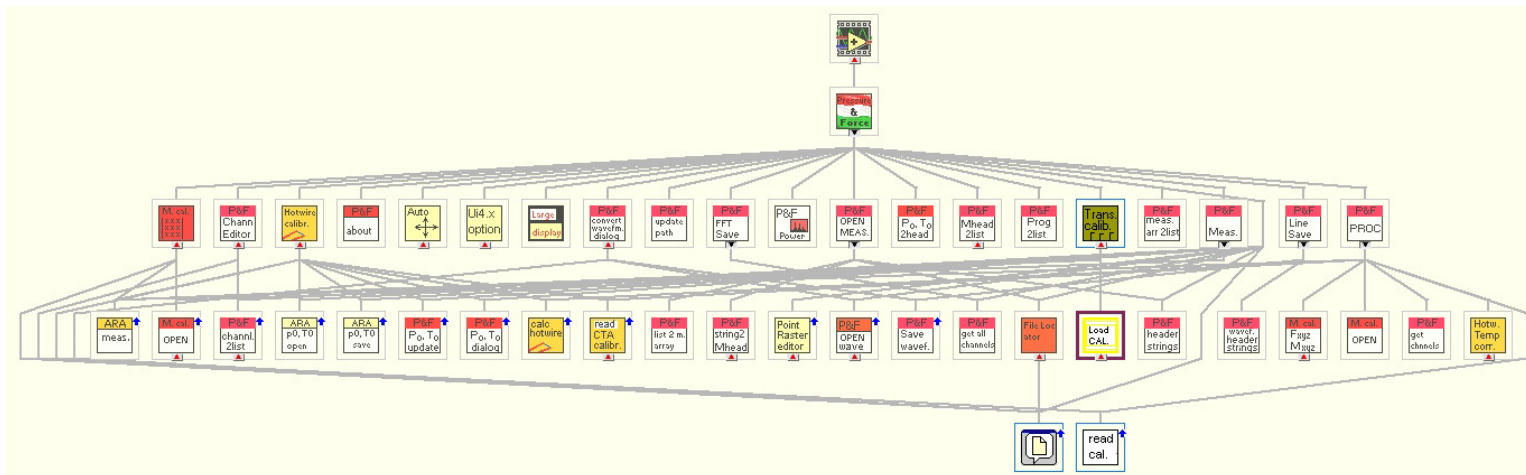
Az **update measurement file header** opcióval az új formátumra és új helyre állíthatjuk a fájl fejlécében az idősorok általános beállításait.



Megjegyzés: A fő mérési fájlban történt változások lemeze írásához utána **Save measurement...**-el el kell menteni a fájlt!

Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók

pressure&force-main.VI hierarchiája tájékoztatóképpen:



Transducer calibration

- Adatok
- Bevezető
- Indítás
 - Önálló futtatás
 - Más mérőprogramba beépített változat esetén
- Linear transducer calibration
 - Kalibráló mód
 - Mérő mód (Measurement mode)
 - Diagram és hibasáv beállítások
- Hotwire calibration
 - Bevezető
 - Hőmérséklet kompenzáció
 - A program használata
 - Kalibráló mód
 - Hődrót-kalibráció egyedi pontok felvételével
 - Görbeillesztés
 - Hődrót-kalibráció lefúvatásos módszerrel
 - Advanced fül
- Matrix calibration for multiple load cell balances
 - Bevezető
 - A program használata
 - Bal oldali panel
 - Alsó vezérlőgombok
 - Settings fül
 - Voltages fül
 - Calculate matrix fül
 - Loading recalculated fül
 - Graph, 3D Graph fül
- Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók

Adatok

Labview könyvtár neve: Transducer_calibration.llb

Verziók leírása: [Transducer_calibration_versions.txt](#)

Futtatáshoz szükséges: ARA_Utils.llb

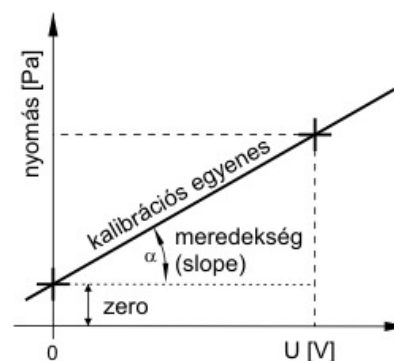
Megjegyzés: Az aktuális verzió neve mindig tartalmazza a verziószámot is (pld. Transducer_calibration_v4.15.llb). Más programokban való használathoz (ARA-LDA.llb, Pressure&Force.llb) el kell távolítani a verziószámot a fájlnevből (Transducer_calibration.llb) és a programmal azonos alkönyvtárba kell másolni a fájlt.

Bevezető

Az áramlástan mérésben számos analóg feszültségjelet kiadó mérőeszközt használunk, pld. nyomástáadó, erőmérő cellák, hődrótszondák. Ezek közül a legtöbb lineáris jelleggörbéjű, azaz a mért fizikai mennyiség és a feszültség között lineáris kapcsolat van, nyomás esetén pld.:

$$p[\text{Pa}] = \text{slope} * U[\text{V}] + \text{zero}$$

ahol **slope** és **zero** a kalibrációs egyenes konstansai.



Kalibráció során ezeket a konstansokat határozzuk meg, oly módon, hogy a fizikai mennyiség ismert szintjeit állítjuk elő egy referencia mérőeszköz

segítségével (nyomás esetén például Betz-mikromanométer) és leolvassuk a nyomásmérő eszközünk által kiadott feszültségértéket is. 2 vagy több nyomás-feszültség értékpárból meghatározhatóak a kalibrációs egyenes konstansai.

Kalibráció során:

- Célszerű sok mérést végezni (>10), a diagramban ábrázolt pontokra pedig a legkisebb négyzetek módszerével illesztjük a kalibrációs egyenest,
- a fizikai mennyiség beállított értékei öleljék fel a későbbi mérés során várható értékeket. (Például ha 0-600 Pa közötti nyomásokat fogunk mérni később a nyomásmérőnkkel, akkor a kalibráció során vegyünk fel 0 és 600 Pa nyomást is.) Így a mérés során nem kell extrapolálni, ez ugyanis növelné a mérési bizonytalanságot. Különösen igaz ez a nem lineáris jelleggörbékre, pld. CTA.
- A lineáris, hőmérsékletkompenzált mérőműszerek meredeksége (*slope*) általában elég stabil az időben, így már régebben elvégzett kalibráció esetén új kalibráció helyett elegendő egyetlen mérést végezni. Például nyomásmérők esetében 0 nyomáskülönbségnél végzünk egy kalibrációs mérést és az így kapott egyetlen nyomás-feszültség adatpárból a kalibrációs egyenes *zero* értéke meghatározható (Úgymond nullázzuk a távadót).

Indítás

Önálló futtatás

Az Transducer_calibration.llb-n kattintva, megnyílik egy Labview ablak és megjelenik benne a könyvtár tartalma. Elöl látható a:

1. **Transducer_calibration_general.vi:** alprogram lineáris jelleggörbájű távadók kalibrációjára
2. **Hotwire_calibration.vi:** alprogram nemlineáris, egykomponensű hődrótszondák (CTA) kalibrációjára

3. **Multiple_load_cell_calibration.vi:** alprogram többkomponensű erőmérő rendszerek kalibrációjára.

Ezekre duplán kattintva, az eszköztárban a **Run** gombot megnyomva elindul az adott program.

Más mérőprogramba beépített változat esetén

Az adott program menüjéből a "Linear transducer calibration", "Hotwire calibration" menüpont, vagy hasonló gomb megnyomása után érjük el őket.

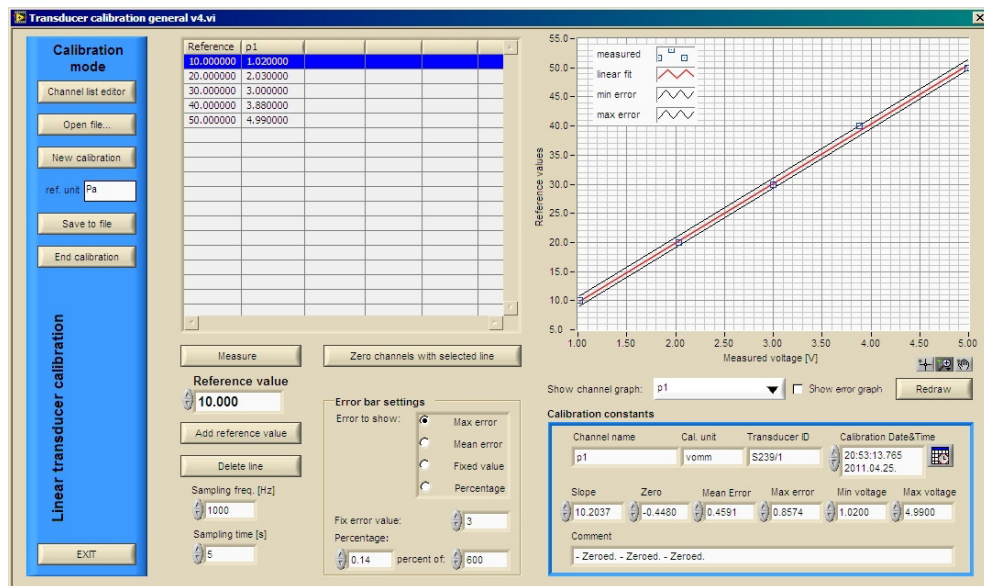
Linear transducer calibration

A programnak két üzemmódja van:

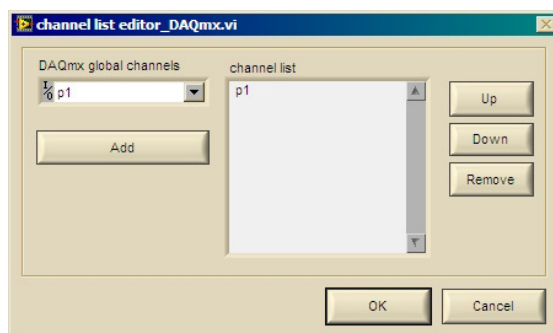
- kalibráló mód: mérőpontok felvétele és automatikusan görbe illesztése
- mérő mód: meglévő (megnyitott) kalibráló görbe ellenőrzése, visszamérése

Kalibráló mód

New Calibration és **End Calibration** gombbal lehet a kalibráló módba lépni, illetve azt elhagyni.



A **Channel list editor**ban tudjuk kiválasztani azokat a mérőcsatornákat, amelyeken mérni szeretnénk. A panel bezárása után a bal oldali táblázat fejlécében láthatjuk az 1. oszlopban a referencia eszközzel mért fizikai mennyiséget, az azt követő oszlopokban az egyes csatornákon mért feszültségeket [V]-ban.



Kalibráló módban a csatornák beállítása után a **Measure** gomb megnyomásával végezhetünk feszültségméréseket. A mérés időtartamát és mintavételi frekvenciáját állíthatjuk (**Sampling frequency, sampling time**). A mérés eredménye megjelenik a táblázatban. Az adott sorhoz a referencia

műszerrel mért fizikai mennyiség **Add reference value** paranccsal adható hozzá. Hibás mérés a **Delete line** paranccsal törölhető.

A görbeillesztés minden mérés után automatikusan megtörténik. Az egyes csatornák kalibrációs görbéi a jobb oldali diagram alatti **Show channel graph** legördülő menüben választhatóak ki. Szükség esetén a **Redraw** gombbal újra elvégezhetjük a görbeillesztést és kirajzolást.

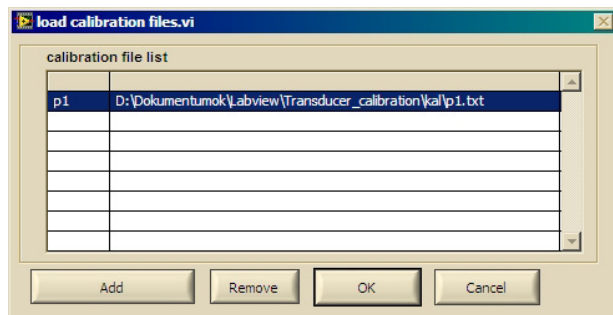
A **Show error graph** opcióval a kalibrációs görbétől való eltérés mutatható meg, ebben az X tengely egybeesik a kalibrációs egyenessel, a hibasávok vízszintes egyenesek. Ezzel a diagrammal az esetleges kiugró eltérések azonosíthatóak, illetve mérő módban az, hogy az ellenőrző mérések a hibasávon belülre esnek-e.

A **Show channel graph** legördülőben kiválasztott csatorna adatai láthatóak a diagram alatti kék dobozban is. Itt adjuk meg a kalibráció dátumát, a távadó azonosítóját manuálisan! Ha kell, itt a konstansokhoz is hozzányúlhatunk.

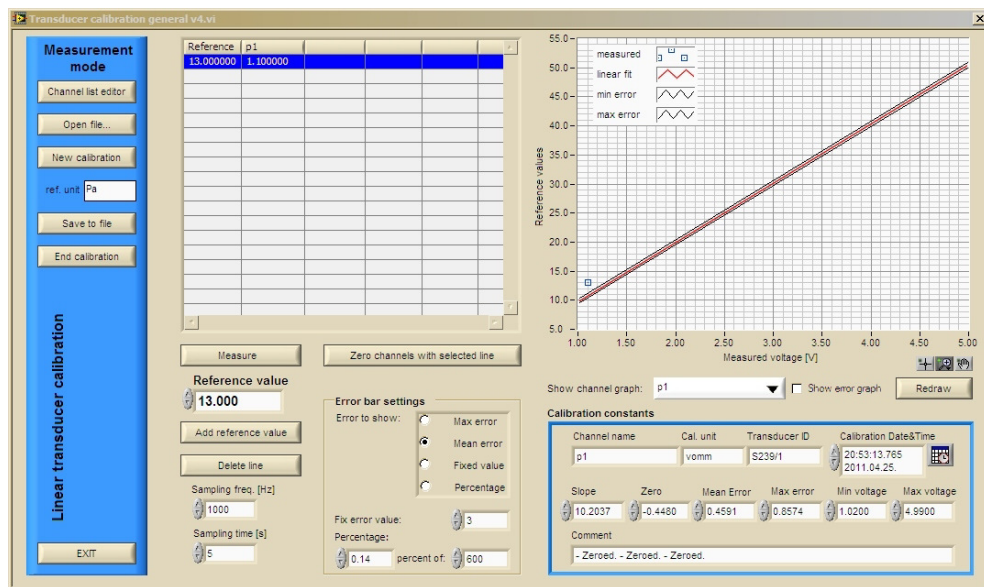
A kalibráció befejezése előtt a **Save to file...** paranccsal elmentjük a kalibrációs fájlokat. A program a *csatornanév.txt* nevet ajánlja fel.

Mérő mód (Measurement mode)

A program indulásnál mérő módban van. Ha eddig nem tettük meg, a **Channel list editor**-ban válasszuk ki a csatornákat, amelyeken mérni akarunk. A kalibrációs fájlok megnyitásához ezután az **Open file...** gombot válasszuk. Itt minden csatornához hozzárendelhetünk egy kalibrációs fájlt a sor kiválasztásával és az **Add** gomb megnyomásával.



A betöltött kalibrációs görbék megjelennek a jobboldali diagramban, és az alatta lévő kék szegélyű boxban. Szükség esetén alkalmazzuk a **Show channel graph** legördülőt és a **Redraw** gombot.



Ellenőrző méréseket a **Measure** gomb lenyomásával végezhetünk. A kalibrációs görbe és az ellenőrző mérés közötti eltérést a **Zero transducer with selected line** gomb megnyomásával végezhetjük el. Előtte ki kell választanunk azt a sort a táblázatban, amelyre akarjuk illeszteni a kalibrációs egyenest.

Az ily módon javított kalibrációt a **Save to file...** paranccsal menthetjük el. Tanácsos a régi kalibrációs fájlok egyszerű felülírása.

Diagram és hibasáv beállítások

- Zoom, eltolás a diagram alatti 3 szürke gombra kattintással lehetséges.
- A tengelyeken jobb gombbal kattintva az autoskála ki be kapcsolható és a tengely formázható.
- a pontok és görbék megjelenése a jelmagyarázaton jobb gombbal kattintva változtatható.
- A **Show error graph** opcióval a kalibrációs görbétől való eltérés mutatható meg,
- Az **Error bar settings** boxban beállíthatjuk milyen hibát jelenítsünk meg:
 - a görbeillesztés átlagos hibája
 - a görbeillesztés max. hibája
 - egy abszolút hiba érték (fix error value, manuálisan megadható, ez lehet például a műszer specifikációjában szereplő mérési hiba, pld. +/- 5 Pa)
 - abszolút hibaérték egy mérési érték (pld. a műszer méréshatára) százalékaként megadva.

Hotwire calibration

Bevezető

A hődrót anemometriában (hotwire anemometry, Constant Temperature Anemometry) a hődrót (CTA)-szenzor egy mérőhídhoz kapcsolódik. A mérőhíd a szenzort érő áramlási sebességváltozás okozta ellenállásváltozást feszültségváltozássá alakítja, tehát a szenzort érő áramlási sebességtől függően változó feszültséget mérhetünk a híd kivezetésén. Azonban az összefüggés nem lineáris, hanem harmad- vagy magasabbfokú polinommal illetve az ún. King-szabállyal írható le:

$$U[V] = (A * v [m/s]^n + B)^{0.5}$$

ahol A , B és n a kalibrációs görbe konstansai. Polinom illesztés esetén a polinom A_i konstansait keressük:

$$v \text{ [m/s]} = A_0 + A_1 * U[V] + A_2 * U[V]^2 + A_3 * U[V]^3 + \dots + A_n * U[V]^n$$

A konstansok ismeretében - hasonlóan a lineáris jelleggörbéjű szenzorok esetéhez - meghatározhatjuk a feszültségjelből az áramlási sebességet.

Az ismert sebességű áramlás előállítása történhet

- szélcsatornában (a hődrót szenzor mellé másik mérőeszközt teszünk, például lézer-doppler anemométert amellyel közvetlenül sebességet mérünk vagy Prandtl csövet, amelyen mért dinamikus nyomásból számítható a közeg sebessége)
- kalibrátorral, amely tulajdonképpen egy nyomó üzemű mini szélcsatorna, melynek a fúvókáján kilépő levegő sebessége az 1. keresztmetszetben mért nyomás és a légköri nyomás különbségéből Bernoulli egyenlettel számítható.

Hőmérséklet kompenzáció

A nyomástávadók, erőmérő cellák nagy részével ellentétben, a CTA rendszerek nem hőmérséklet-kompenzááltak, azaz az áramló közeg hőmérsékletváltozása hibát okoz a mérésben. Ezért a közeg hőmérsékletét mind kalibrációkor, mind méréskor mérni kell, és az aktuálisan mért jelfeszültségéből egy korrigált - a kalibrálási hőmérsékletre visszavezetett - jelfeszültséget lehet kiszámítani.

A program használata

A programnak két üzemmódja van:

- kalibráló mód: mérőpontok felvétele és automatikusan görbe illesztése
- mérő mód: meglévő (megnyitott) kalibráló görbe ellenőrzése

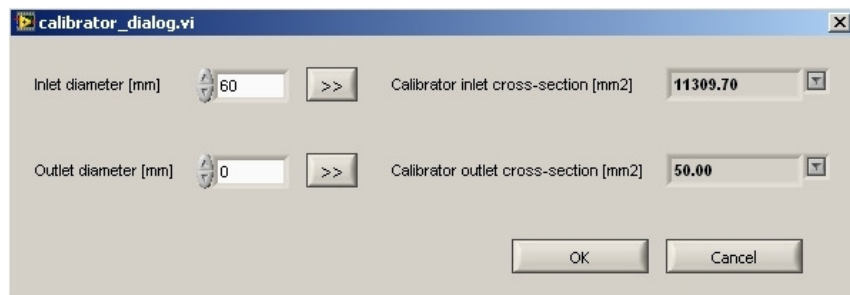
Kalibráló mód

New calibration és **End Calibration** gombbal lehet a kalibráló módba lépni, illetve azt elhagyni. **Open file...** / **Save file...** segítségével betölthetjük és tárolhatjuk a .htwcal kiterjesztésű kalibrációs fájlokat.

A **Settings** fülön a következő beállításokat kell elvégeznünk a kalibráció megkezdése előtt:

- Personnel, Date, Calibration comment:** mérőszemélyzet, dátum, megjegyzés.
- Reference transducer channel:** A referenciasebesség méréséhez használt nyomástávadó csatornája

- **Reference transducer calibration file:** A referencia távadó kalibrációs fájlt kell betöltenünk a Browse gomb segítségével. Ekkor az alatta lévő keretben megjelennek a távadó kalibrációs adatai.
- **Multiply by 9.81:** Megszorozza a kalibrációs konstansokat g-vel (9.81-el). Akkor kell kipipálni, ha a nyomástákalibráció vízszlop-mm-ben történt, nem Pa-ban.
- **Save transducer calibration...** : menthetjük a hődrót-kalibráció során esetleg módosított nymoástavadó kalibrációt. (Például ha a Calibration fülön nullázzuk a távadót, akkor ez célszerű.)
- **Calibrator settings:** meg kell adnunk, hogy szélcsatornában vagy kalibrátorral kalibrálunk. A Set calibrator cross-sections... párbeszédablakban megadhatjuk, hogy mekkora a kalibrátor nagy átmérője és kis átmérője. A >> gombbal a keresztmetszeteket [mm²] kell kiszámítani. A calibrator outlet cross-section nyíl gombjában a rendelkezésre álló kalibrátor fúvókák keresztmetszetei közül választhatunk.



- **Pressure and temperature settings:** Az aktuális hőmérséklet és barometrikus nyomás értékeket mutatja. Amennyiben módosítani szeretnénk, a **Configure p0, T0...** gombbal tehetjük meg.

A megadás történhet:

- manuálisan
- a hálózaton elérhető más számítógéphez kötött hőmérő ill. digitális barométer lekérdezésével. A lekérdezést a műszer ún. DataSocket linkjének megadásával és a Test channel gomb megnyomásával lehet elvégezni. 1-2 másodperc után megjelenik a mért érték, illetve a hibüzenet, ha nem működik a

lekérdezés.

Barométer: `dstp://152.66.21.31/setra470`

Nagy szélcsatorna hőmérő (sárga, Greisinger GMH3710):
`dstp://152.66.21.31/GMH3710`

Labor hőmérő (kék): `dstp://152.66.21.31/GMH3530`

Megjegyzés: a hőmérőt dughatjuk arra a gépre is, amellyel mérünk, például ha a kalibrátorból kijövő levegő hőmérsékletét akarjuk mérni. Ekkor el kell indítani a NI DataSocket Servert, illetve a GMH3710.llb meghajtóprogramot. A program megadja az aktuális DataSocket URL-t, amit megadhatunk a fenti párbeszédpanelben.

Az p_0 , T_0 értékek aktualizálhatóak az **Update** gombbal.

- **Wire settings:** A hődrótszenzor adatait állíthatjuk itt be:
 - **Wire channel:** a hődróthíd kimeneti feszültségét mérő adatgyűjtő csatorna
 - **Wire ID:** a szenzor azonosítója /sorozatszám. Célszerű megadni, mert régi kalibrációkkal összehasonlítva például kiderülhet, hogy a hődrót sérült, ha a hideg ellenállása jelentősen megváltozik.
 - **Overheat ratio (a):** hődrót túlhevítési arány: a hődrót meleg (mérés közbeni) és hideg (kalibráció előtti, közeggel azonos hőmérsékleten mért) ellenállásának aránya. Azért fontos ez, mert a CTA mérőhíd visszacsatolt szabályozóköré valójában a drótnak a meleg ellenállását fogja állandóan tartani.

$$a = R_{\text{hot}} / R_{\text{ambient}}$$

- **Cold resistance [ohm]:** kalibráció előtt a híd segítségével meghatározott hideg drótellenállás értéke.
- **T_ambient [C]:** külső hőmérséklet a drótellenállás mérésénél
- **Alfa [%/K]:** a hődrótszál hőmérsékleti együtthatója (%-os fokenkénti fajlagos ellenállásnövekedés)
- A wire settings adataiból meghatározható a **wire hot resistance [Ohm]** és **wire hot temperature [C]**. Előbbit be kell állítanunk a mérőhídon, mielőtt megkezdjük a kalibrálást.

Hődrót-kalibráció egyedi pontok felvételével

Ez a **Calibration** fülön történik.

A jobboldali szövegmezőben jelennek meg az egyes kalibrációs mérések, azaz a nyomástávadón mért feszültség, az abból számolt nyomás és sebesség, a hődróton mért feszültség és az aktuális hőmérséklet. A sorok törölhetőek a Delete line(s) gombbal. (Többszörös kijelölés: shift+egérgattintás)

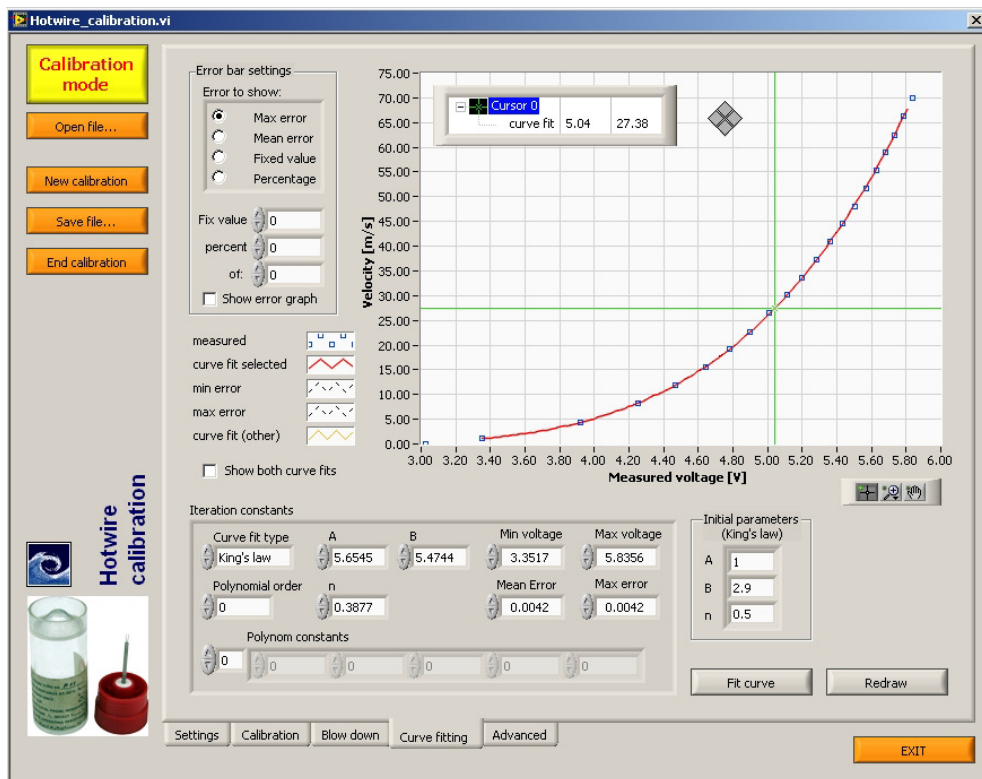
- A **Calibration velocities** keret segít abban, hogy kiválasszuk a beállítandó kalibrálási sebességeket: megadhatjuk a min. és max. sebességet, amelynél mérni fogunk, a sebességlépcsők számát, és végül, hogy a mérőpontokat lineárisan, vagy logaritmikusan akarjuk

kiosztani. Bármely paraméter változtatásánál az alsó listában megjelennek a kiszámított sebességek.

- A **Velocity setup** keretben be/kikapcsolhatjuk a nyomástávadó által mért nyomásból számolt aktuális sebesség kijelzését.
- A **Measurement** keretben a mérés időtartamát, mintavételi frekvenciáját állíthatjuk, és elindíthatjuk a mérést.
- Célszerű még kikapcsolt kalibrátornál / szélcsatornánál (nulla szélesebességen) egy mérést végezni, és a nyomástávadót nullázni, ugyanis a nyomástávadók nullpontja kis mértékben sokszor "elmászik" néhány tízed Pa-t. A nullmérés után a **Zero transducer with selected line** nullázzuk a távadót, azaz módosítjuk a távadó kalibráció 'zero' értékét (lásd **Settings** fül), így főleg kis sebességeknél pontosabb lesz a referencia sebesség meghatározása.
- A **Manual reference input** keretben a nyomástávadón mért helyett beadhatunk más forrásból származó (kéziműszerrel mért, műszerről leolvasott) nyomás, vagy sebességértéket is. Kiválasztva azt, hogy nyomást vagy sebességet akarunk-e beadni, a táblázat választott sorában felülírhatjuk ezeket az értékeket az **Add reference value** gombbal.

Görbeillesztés

A **Calibration** fül táblázatában látható mérési értékek a **Curve fitting** fül diagramjában is megjelennek. A **Redraw** gombbal frissíthetjük a diagramot.



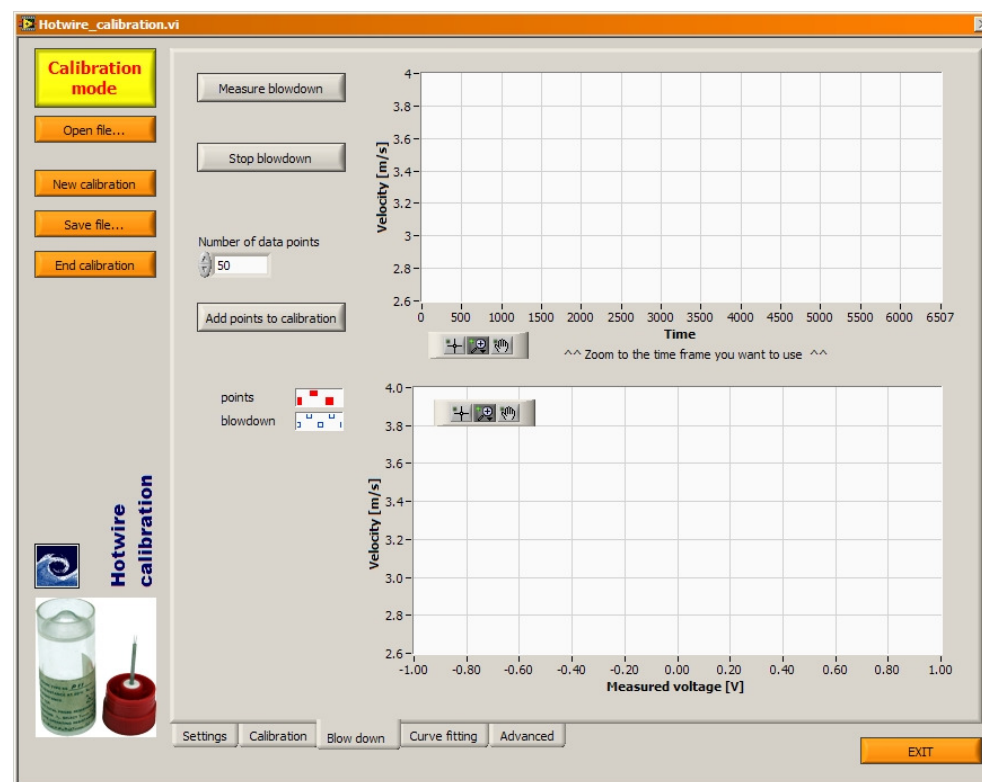
Az **Iteration constants** keretben választhatjuk ki, milyen típusú görbét illesszen a program (**Curve fit type**), illetve tartalmazza az görbeillesztési iteráció eredményét is, a konstansokat, illetve a pontok eltérését az illesztett görbétől m/s-ban is (**Mean error, max error**). Az illesztést magát a **Fit curve** gomb végzi.

Az **Error bar settings** keretben kiválaszthatjuk, milyen hibasávokat jelenítsen meg a program. A **Show error graph** pipával pedig a pontok illesztett görbe körüli eltérését mutatja a diagram, és nem az illesztett görbét. A **Show both curve fits** pipával mindkét görbét (a King szabály szerinti és a polinomiálist) is megjeleníthetjük. (A **Curve fit type**-ban kiválasztott a 'selected', a másik görbe az 'other'. Előtte az illesztést mindkét típusra el kell végezni!)

Hődrót-kalibráció lefúvatásos módszerrel

A DISA és Dantec hődrót-kalibrátorok képesek nem csak állandó sebességet, hanem a primer nyomás folyamatos csökkentésével (a primer levegőtartály lefúvatásával) egyenletesen csökkenő sebességet is előállítani. Ezzel egy sok pontos mérés kiváltható, amennyiben szimultán mérjük a hődróton lévő feszültséget és referencia nyomást. (Szélsatornás mérésnél ugyanez megoldható a szélsatorna folyamatos felpörgetésével is.)

Lefúvatásos kalibráció a **Blow down** fülön lehetséges.



1. A **Measure blowdown** gombbal elindítjuk az adatgyűjtést.
2. A hődrót kalibrátoron megnyomjuk a *Scan* gombot, ezzel megindul a lefúvatás, majd a sebességcsökkenés egy idő után megáll. Ha

szélszárnyú kalibrálunk, a sebességet folyamatosan 0-ról maximumra állítjuk)

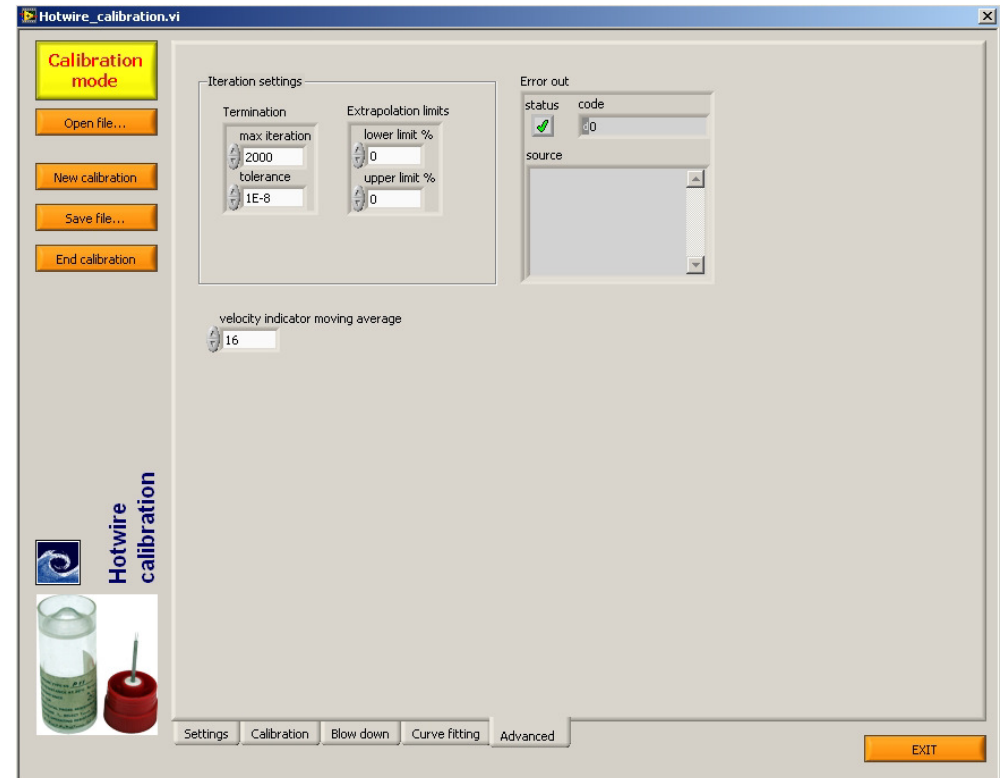
3. A **Stop blowdown** gombbal megállítjuk a mérést.
4. A felső diagramban látjuk a mért sebesség idősorát. Zoomoljunk a változó sebességű időtartományra, amelyet szeretnénk kalibrációra használni! (Szükség esetén használhatjuk a kizoomolás és fit zoom funkciókat, amelyek a diagram bal alsó sarkában lévő Zoom eszköztáron találhatóak.)
5. A program az alsó diagramon ábrázolja a mért referenciasebesség - hődrótfeszültség pontpárokat. Ezek elég zajosak, ezért ezen pontokat átlagolhatjuk (**Number of data points**) és az átlagolt pontokat hozzáadhatjuk a Calibration fülön található táblázathoz.
6. A **Curve fitting** fül diagramján Redraw nyomása után látjuk az új pontokat is.

A zoom illetve a **Number of data points** segítségével a blowdown pontokat tetszőlegesen igazíthatjuk. Ha nem tetszenek a hozzáadott pontok, a **Calibration** fülön a **Delete selected line(s)** gombbal törölhetjük őket.

A lefuvatást érdemes a kalibrátor FLOW szabályozójának több állásánál megismételni, így nagyobb sebességtartományt le tudunk fedni a pontokkal.

Advanced fül

- **Iteration settings**
 - **Termination:** a King-szabály szerinti görbeillesztési iteráció paraméterei állíthatók itt.
 - **Extrapolation limits:** az illesztett görbe a kalibrációs határon (min. és max. voltage) túl megnyújtható.
 - **Error out:** iterációs rutin hibajelentése
- **Velocity indicator moving average:** a Calibration fülön mutatott actual flow velocity értéket pillanatnyi mérések mozgó átlagából képezzük. A mozgó átlag hossz növelésével a kijelzett érték ingadozása csökkenthető.



Matrix calibration for multiple load cell balances

(Többkomponensű erőmérő rendszerek mátrix kalibrációja)

Bevezető

Több erőkomponenst mérő rendszereknél nem zárható ki, hogy az egyik komponens terhelése (pld. függőleges irányú erő) ne hasson egy másik komponens (pld. vízszintes irányú erő) mérésre szolgáló mérlegcellára vagy nyúlásmérő bélyegre. Ezért a terhelés meghatározásánál nem csak az adott cella jelét, hanem az összes többiét is figyelembe kell venni.

$$F_i = f(E_j)$$

ahol F_i az erő vagy nyomatékkomponens, E_j a cellákon mért feszültség, $j = 1 \dots n$ az erőmérő cellák száma.

Az összefüggés nem lineáris, ezért akár negyed-, ötödfokú illesztést szükséges végezni. A cellák egymásra hatását azonban a magasabb fokú szorzatokban nem mindig veszik figyelembe.

$$F_i = \underbrace{\sum_{j=1}^n a_{ij} E_j}_{\text{lineáris kölcsönhatás}} + \underbrace{\sum_{j=1}^n \sum_{k=j}^n b_{ijk} E_j E_k}_{\text{másodfokú (szorzat) kölcsönhatás}} + \underbrace{\sum_{j=1}^n c_{ij} E_j^3}_{\text{harmadfokú kölcsönhatás}}$$

Két erőkomponens két cellával történő mérése esetén például a harmadfokú összefüggés:

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & b_{111} & b_{112} & b_{122} & c_{11} & c_{12} \\ a_{21} & a_{22} & b_{211} & b_{212} & b_{222} & c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_1^2 \\ E_1 E_2 \\ E_2^2 \\ E_1^3 \\ E_2^3 \end{bmatrix}$$

amely rövidítve:

$$E = K \cdot E$$

ahol K a kalibrációs mátrix, F az erő-és nyomatékvektor, E a cellafeszültségek különböző fokú szorzatainak vektora. A K mátrix egy sorában szereplő konstansok száma : $2n + (n - 1)n^2$. Az alábbi táblázatból kivehető, hogy 6 erő- és nyomatékkomponens esetén közel 200 konstansunk is lehet.

Erő- és nyomaték- komponensek száma	Kalibrációs mátrix nagysága		
	lineáris	másodfokú	harmadfokú
2	2x2	2x5	2x7
3	3x3	3x9	3x12
4	4x4	4x14	4x18
5	5x5	5x20	5x25
6	6x6	6x27	6x33

Ennek megfelelően a kalibráció során a konstansok számát jóval meghaladó Load1, Load2, ... terheléskombinációt kell felvenni.

A kalibráció során felvett F és E vektorokból minden erőkomponensre vonatkozóan az alábbi egyenletrendszer írható fel:

$$\begin{bmatrix} F_{1, Load1} \\ F_{1, Load2} \\ \dots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 & E_2 & E_1^2 & E_1 E_2 & E_2^2 & E_1^3 & E_2^3 \\ E_1 & E_2 & E_1^2 & E_1 E_2 & E_2^2 & E_1^3 & E_2^3 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ b_{111} \\ b_{112} \\ b_{122} \\ c_{11} \\ c_{12} \end{bmatrix}$$

Az F vektor értékei ugyanazon erőkomponens egymás utáni különböző terheléseit tartalmazza, az E... mátrix egyes sorai pedig az adott terhelésnél mért feszültségeket.

A fenti összefüggés lineáris egyenletrendszerként megoldható, az ismeretlen konstansok vektora [a₁₁ ... c₁₂] meghatározható. (Labview Solve Linear Equations VI-je.) Amennyiben az egyenletrendszer megoldásához szükségesnél több kalibrációs mérésünk van, a rutin a legkisebb négyzetek módszerével közelítő értékeket ad eredményül. A művelet minden komponensre elvégezve a K kalibrációs mátrix felírható. A megoldás során azt feltételezzük, hogy 0 terhelésnél 0 a cellák feszültsége is. Mivel ez a gyakorlatban nem így van, a kalibráció előtt, 0 erőterhelésnél mért cellafeszültségek (Zero Vector) az aktuálisan mért feszültségekből levonandóak.

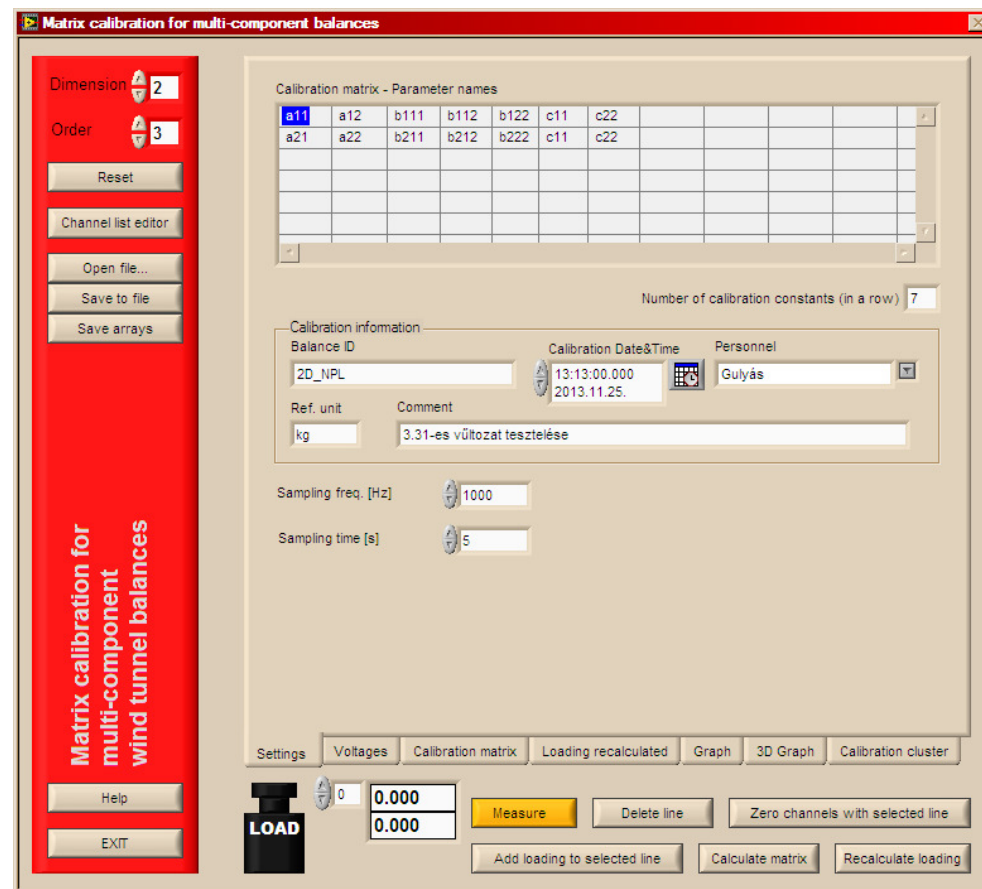
A program használata

A kalibráció a következő lépésekből áll:

1. Csatornák nevének, erőkomponensek számának, mátrix fokszámának beállítása
2. Cellafeszültség mérése terhelés nélkül (Zero Vector felvétele)
3. Terhelési kombinációk mérlegre rakása, cellafeszültség mérése minden kombinációnál
4. Kalibrációs mátrix számítása, ábrázolása 2D és 3D diagramon

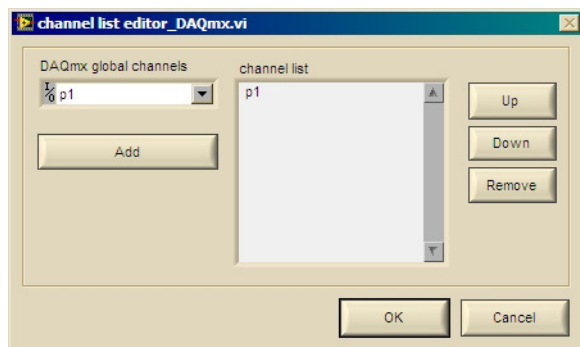
5. Mátrix visszaellenőrzése további teherkombinációk felrakásával és a számított értékek összehasonlításával
6. Kalibrációs fájl mentése.

Bal oldali panel



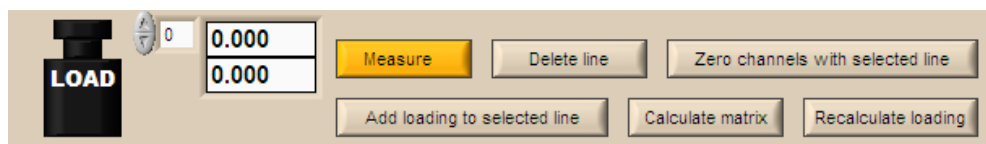
A **Dimension** változó a mért erő-és nyomatékkomponensek számát adja meg. A **Dimension** állításakor a korábbi adatok törlődnek. Az **Order** a kalibrációs összefüggés fokszámát állítja. A jobb oldali tab "**Settings**" fülén egy szövegmező mutatja a beállított dimenzió és fokszámhoz tartozó kalibrációs mátrixot (**Parameter names**)

A **Channel list editor**ban tudjuk kiválasztani azokat a mérőcsatornákat, amelyeken mérni szeretnénk. A **Reset** gomb töröl minden korábbi mérési adatot a táblázatokból.



Open file... / Save to file... segítségével betölthetjük és tárolhatjuk az **.mcal** kiterjesztésű kalibrációs fájlokat. A fájlok ASCII formátumúak. A kalibráció során felvett tömbök kimenthetőek Excelbe könnyen beolvasható, Tab-al elválasztott szövegformátumba is, a **Save Arrays** gomb segítségével.

Alsó vezérlőgombok



- **Measure:** mérés a beállított csatornákon. Előtte a gombok melletti **LOAD** vektorban adjuk meg a terhelés értékét (Az értékek sorrendje a csatornasorrendnek felel meg)
- **Delete line:** törli a kiválasztott mérést.
- **Zero Channels with selected line:** a kiválasztott mérési sort veszi 0 terhelésnek, az erőmérő rendszer terheletlen állapotának. Az érték a Zero Vector- ban kerül eltárolásra (**Calibration matrix fül**)
- **Add loading to selected line:** a kiválasztott mérési sorban a **LOAD** vektorba beírt értékekre aktualizálja a terhelés értékét.
- **Calculate matrix:** a terhelés és feszültségvektor alapján meghatározza a kalibrációs mátrixot (lásd **Calibration matrix fül**)

- **Recalculate loading:** a kalibrációs mátrixszal kiszámolja a mért feszültségekből a terheléseket. Ez összevethető a terhelés tömbbel, amelybe a valódi terhelést rögzítettük. (Lásd Loading recalculated fül) Ezzel a művelettel korábban végzett kalibráció is visszaellenőrizhető. Ehhez töltsük be a régi kalibrációs fájlt, végezzünk méréseket random teherkombinációkkal és a Recalculate loading gombbal számoljuk ki a terhelést a feszültségekből.

Settings fül

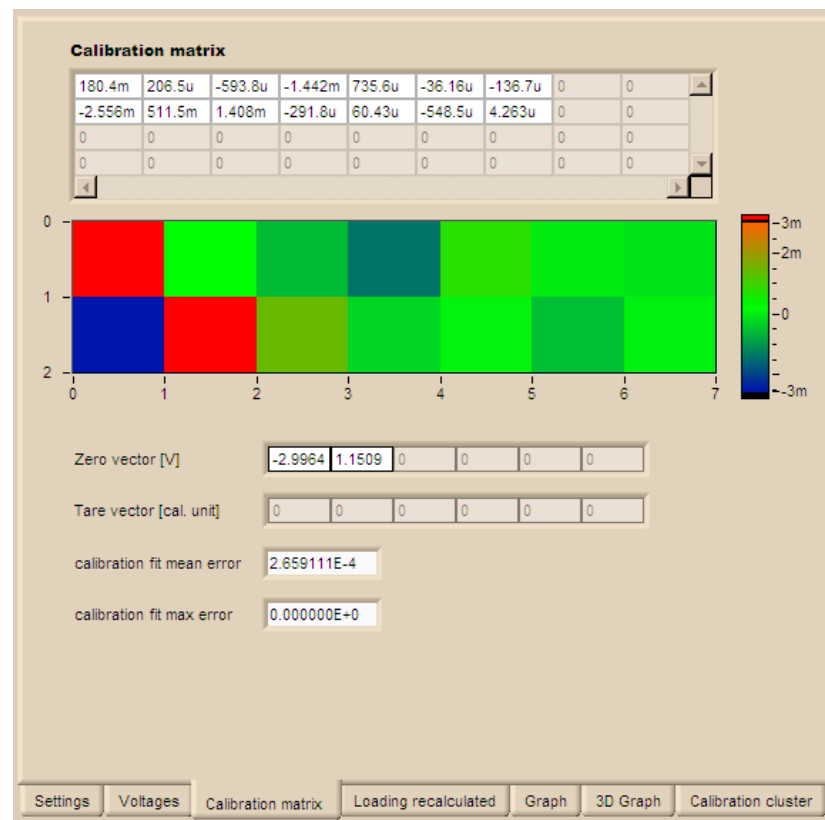
- A fül felső részén látjuk a beállított dimenzió és foksámhoz tartozó kalibrációs mátrix konstansait (**Parameter names**).
- Középen a kalibráció adatait rögzíthetjük: **Balance ID, Personnel, Date, Reference unit, Calibration comment:** Mérleg neve, mérőszemélyzet, dátum, kalibráció fizikai mértékegysége, megjegyzés.
- Alul a kalibrációs mérés időtartamát és mintavételi frekvenciáját állíthatjuk (**Sampling frequency, sampling time**), és látjuk a beállított csatornákat is.

Voltages fül

A beállított cellaterhelést, és az adott terhelésnél mért feszültségeket mutatja. A kijelzés pontossága a **Digits of precision** változóval állítható.

Loading [reference unit]				Voltages [V]			
0.1500	0.2000			-2.163073	1.545371		
0.1500	0.0000			-2.161392	1.153564		
0.2000	0.0000			-1.885850	1.154625		
0.2000	0.2000			-1.881094	1.546129		
0.2000	0.4000			-1.877740	1.937067		
0.2000	0.6000			-1.877440	2.327949		
0.2000	0.8000			-1.873958	2.719650		
0.2000	1.0000			-1.878079	3.109833		
0.2000	1.2000			-1.873075	3.501879		
0.2500	1.2000			-1.597884	3.502151		
0.2500	1.0000			-1.597693	3.111036		
0.2500	0.8000			-1.599316	2.720418		
0.2500	0.6000			-1.594551	2.329252		
0.2500	0.4000			-1.594327	1.938117		
0.2500	0.2000			-1.599509	1.547268		
0.2500	0.0000			-1.604228	1.155430		
0.3000	0.0000			-1.326718	1.155796		
0.3000	0.2000			-1.318808	1.548017		
0.3000	0.4000			-1.312023	1.938873		
0.3000	0.6000			-1.309717	2.330832		
0.3000	0.8000			-1.312629	2.722154		
0.3000	1.0000			-1.307116	3.113345		
0.3000	1.2000			-1.310141	3.504207		

Digits of precision 4



Calculate matrix fül

Ezen látható a kalibrációs mátrix. A mátrix elemei hatványalakban jelennek meg, a 'K' utótag ezerszeres, az 'm' utótag ezredrészt (milli), az 'u' milliomodot (mikro) jelent.

Középen a kalibrációs mátrixot színskálával is megjelenítjük, az egyes konstansok értékének könnyebb összehasonlítására. A skála minden újraszámítással automatikusan a max. és min. értékre skálázódik, de az alsó és felső érték a skálába belekattintással átírható, így pld. a 0 körüli kis értékek eltérései is megjeleníthetőek.

A **Zero Vector** a mérleg terheletlen állapotában mérhető cellafeszültségeket tárolja. A **Tare vector** nem állítható ebben a programban, arra szolgál a későbbiekben, hogy szélsatorna mérések során az állandó nem-aerodinamikai terheket levonjuk (például járműmodell súlya). Erre a célra ugyanis NEM szabad a Zero Vectort használni.

Loading recalculated fül

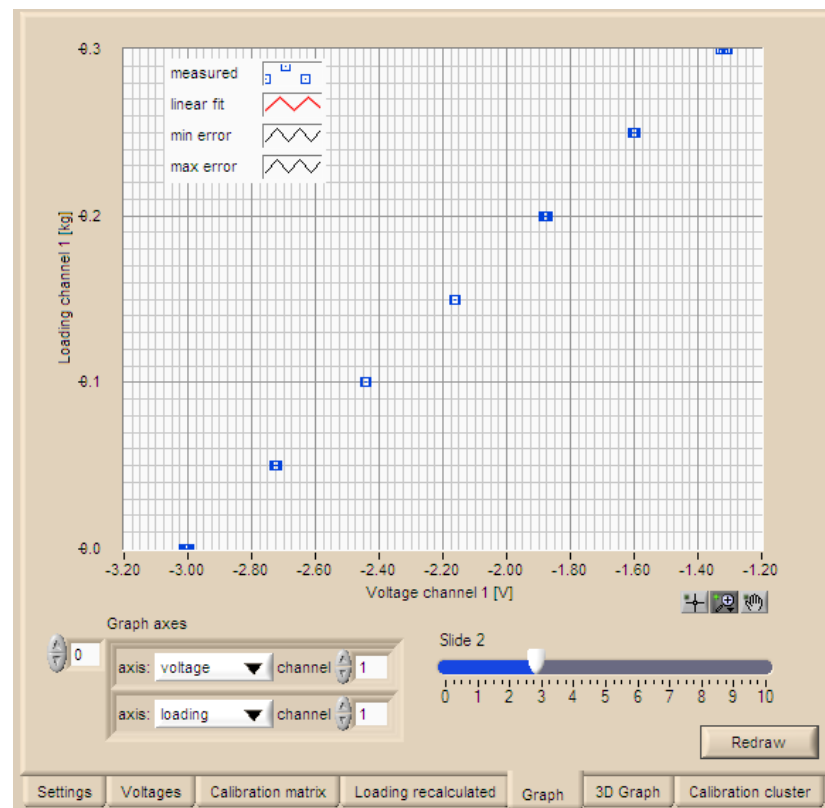
A fülön a kalibrációs mátrixszal újraszámolt terhelés (Loading recalculated), valamint az újraszámolt és valójában mért terhelés különbsége látható, a kalibráció hibája. Ez utóbbi táblázat vizsgálatával egyes nagyon kieső kalibrációs pontok beazonosíthatóak. (Ezeket letörölve, vagy újramérve, a kalibráció pontosítható).

Loading recalculated [ref. unit]		Recalculation errors [ref. unit]	
0.1496	0.2002	-0.0004	0.0002
0.1502	-0.0001	0.0002	-0.0001
0.1996	0.0001	-0.0004	0.0001
0.2000	0.2002	-0.0000	0.0002
0.2003	0.4000	0.0003	0.0000
0.2002	0.5999	0.0002	-0.0001
0.2008	0.8002	0.0008	0.0002
0.2000	0.9998	0.0000	-0.0002
0.2008	1.2003	0.0008	0.0003
0.2491	1.1998	-0.0009	-0.0002
0.2493	0.9998	-0.0007	-0.0002
0.2493	0.8000	-0.0007	0.0000
0.2503	0.6000	0.0003	0.0000
0.2507	0.4001	0.0007	0.0001
0.2502	0.2003	0.0002	0.0003
0.2499	0.0000	-0.0001	0.0000
0.2994	-0.0004	-0.0006	-0.0004
0.3001	0.2000	0.0001	0.0000
0.3007	0.3998	0.0007	-0.0002
0.3006	0.6001	0.0006	0.0001
0.2997	0.8002	-0.0003	0.0002
0.3003	1.0002	0.0003	0.0002
0.2994	1.2000	-0.0006	0.0000

Recalculation RMSE: 0.00035
Recalculation relative error: 0.0291%

Az újraszámolás hibájának négyzetes középértékét (**Recalculation RMSE**), illetve ennek a max. terhelésre vonatkozó relatív értékét (**Recalculation relative error**) a táblázatok alatt találjuk.

Graph, 3D Graph fül



A két fülön a felvett kalibrációs pontokat illetve a kalibrációs összefüggést jeleníthetjük meg 2D-ben, ill 3D-ben. A tengelyek tartalma állítható (**Graph axes**). Így például megjeleníthető az egyes erőkomponens egy másik cella feszültségére gyakorolt hatása (keresztthatás) is.

A **Redraw** gomb újra rajzolja a diagramot.

Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók

PointEditor mérési ponthálószerkesztő

- Bevezető
- Indítás
 - Önálló futtatás
 - Más mérőprogramba beépített változat esetén
- Használat
 - Fő párbeszédpanel
 - Profilszerkesztő ablak
- LabVIEW programtechnikai tudnivalók

Labview könyvtár neve: PointEditor.llb

Verziók leírása: [pointeditor_versions.txt](#)

Futtatáshoz szükséges: -

Megjegyzés: Az aktuális verzió neve mindig tartalmazza a verziószámot is (pld. PointEditor_0.17.llb). Más programokban való használathoz (ARA-LDA.llb, Pressure&Force.llb) el kell távolítani a verziószámot a fájlnevből (PointEditor.llb) és a programmal azonos alkönyvtárba kell másolni a fájlt.

Bevezető

A program segítségével mérési ponthálókat, X, Y, Z ponthármasokból álló táblázatokat generálhatunk, majd menthetjük őket Tab-bal elválasztott szövegfájlokba. Mindezt táblázatkezelő programmal is elvégezhetjük, azonban a PointEditornak több előnye van:

- mérőpontprofilok előállítása a tér tetszőleges irányában
- nem homogén profilok előállítása pld. határréteg méréshez
- profilok megjelenítése diagramban

Indítás

Önálló futtatás

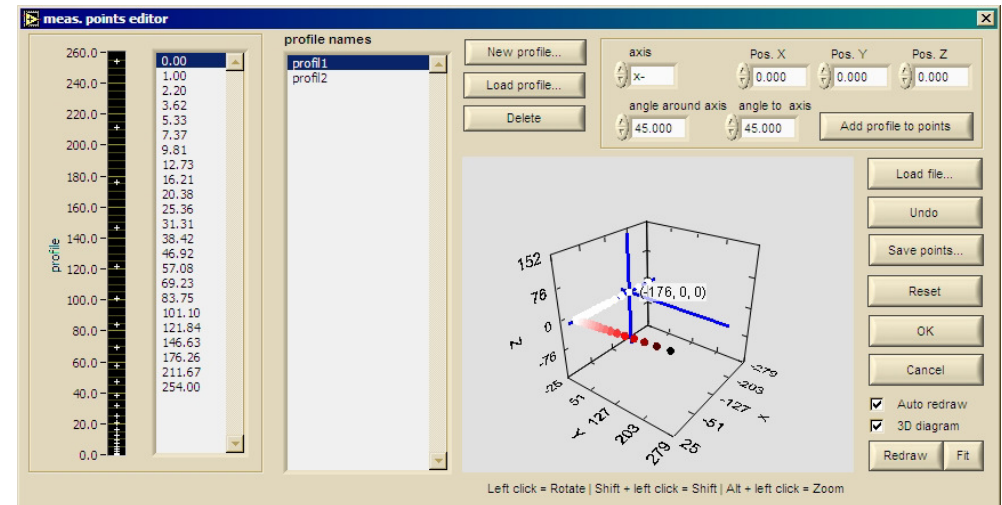
Az Pointeditor.llb-n kattintva, megnyílik egy Labview ablak és megjelenik benne a könyvtár tartalma. Elől az **messraster_edit.vi** szerepel, erre duplán kattintva, az eszköztárban a **Run** gombot mrgnyomva elindul a pontszerkesztő.

Más mérőprogramba beépített változat esetén

Az adott program menüjéből a "Edit measurement points", vagy "Point editor" menüpont, vagy hasonló gomb megnyomása után érjük el.

Használat

Fő párbeszédpanel



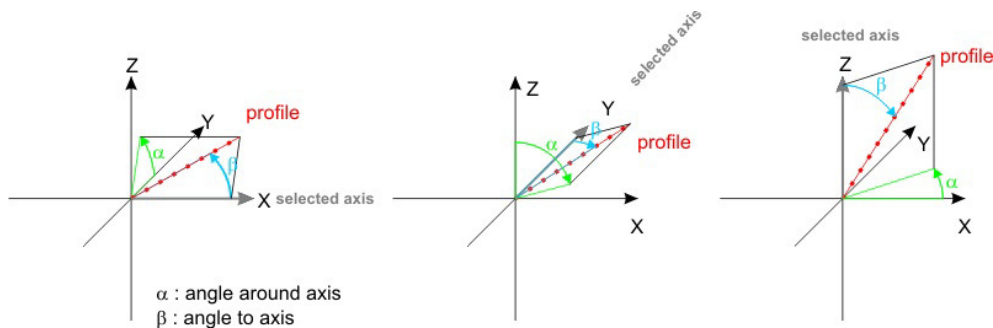
A mérési pontháló X, Y, Z ponthármasokból álló táblázat. Ezt egy dimenziós profilokból építhetjük fel. A profilokat újonnan generálhatjuk a **New profile...** gomb lenyomásával a [profilszerkesztő ablakban](#), vagy megnyithatjuk a **Load profile...** gombbal.

A betöltött profilokat a bal oldali *profile names* nevű listában látjuk, azokra kattintva a balszélen látható diagram meg is jeleníti azokat, illetve a profilkoordinátákat is a diagram melletti listában.

Ezeket a betöltött profilokat a tér egy adott X, Y, Z pontjába, mint alappontban helyezhetjük el, a tér adott irányába (x+, x-, y+, y-, z+, z-). Ferdén is hozzáfűzhetjük a profilokat, ez esetben két szöget kell megadni:

1. a tengellyel bezárt szöget (angle to axis - beta) illetve
2. a tengely körüli szöget (angle around axis - alfa)

A szögek definíciója az alábbi ábrán látható, x+, y+ és z+ kiválasztott irány esetén:



Add profile to points paranccsal hozzáfűzzük a profilt az adott alapponthoz. **Undo** paranccsal visszavonhatjuk a profilhozzáfűzéseket, **Reset**-tel törölhetjük a teljes ponthálót.

Load file... paranccsal megnyithatunk, **Save points...**-al menthetünk .pts kiterjesztésű mérési pontfájlokat (Tab-al elválasztott szövegfájlok)

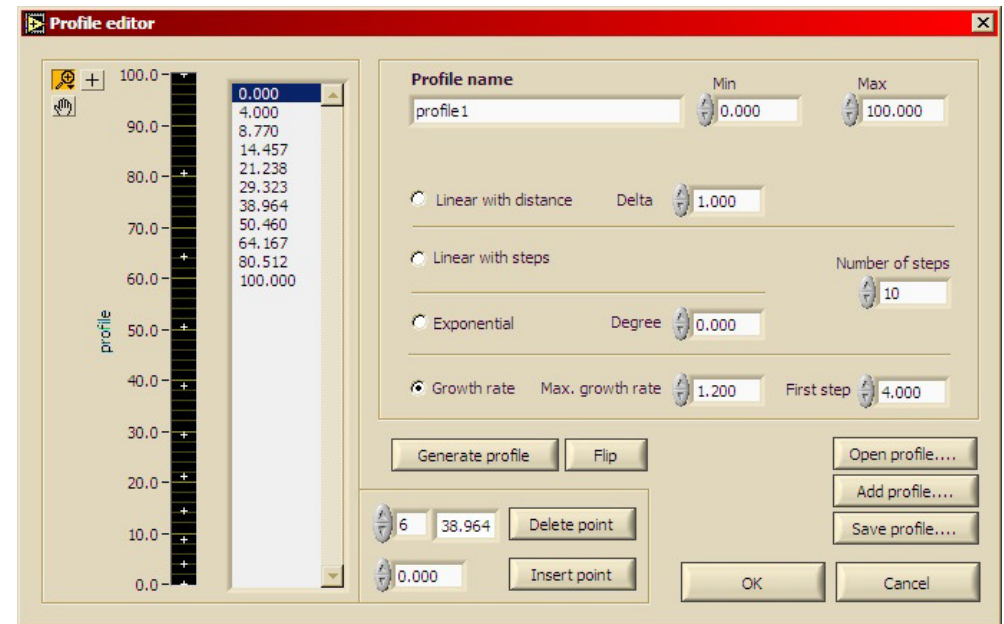
A kész ponthálót két típusú diagramban tekinthetjük meg, attól függően, hogy a **3D diagram** jelölőnégyzet ki van-e választva:

- 2D diagram: a pontháló vetületét látjuk. a vetületi sík a diagram alatt választható ki (XY, XZ, vagy YZ) A diagramon zoomolást, eltolást stb. a diagram alatti gombok segítségével végezhetünk.

- 3D diagram: térben látjuk a ponthálót. A diagramon mozgathatjuk a kijelölést (a kijelölt pont koordinátái is látszanak)
 - Bal klikk = forgatás
 - Shift + bal klikk = eltolás
 - Alt + bal klikk = zoom

OK és **Cancel** gombbal hagyhatjuk el a párbeszédpanel.

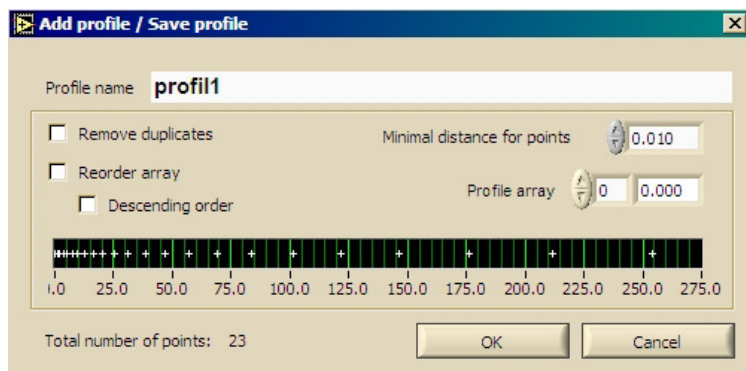
Profilszerkesztő ablak



Itt készíthetünk egy dimenziós pontsorokat. A minimum és maximum érték megadása után lineáris adott osztásközű, adott pontszámú, exponenciális, vagy adott lépésköznövekedési rátájú profilokat generálhatunk a **Generate profile** gomb megnyomásával. Az eredmény balra lévő keretben látható, 3 tizedes pontossággal. A bal oldali listában kiválasztott pont megjelenik a közepén alul található mezőben, ahol látható lesz a pont sorszáma is a profilon belül (a számozás 0-val kezdődik). Itt manuálisan módosíthatjuk az értéket, a **Delete point** gombbal törölhetjük, az **Insert point**-al pedig további pontokat adhatunk hozzá manuálisan.

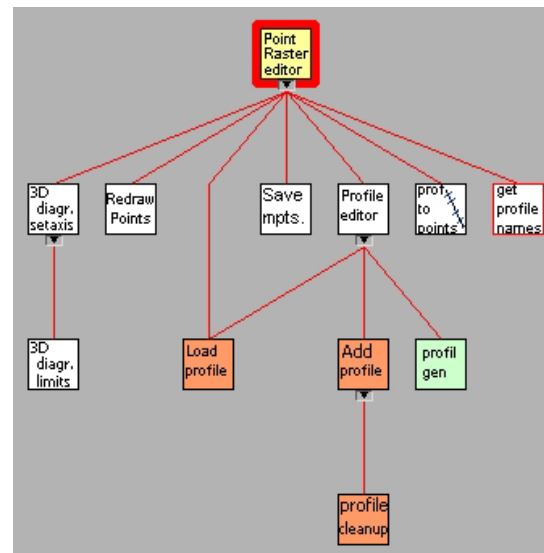
A profilok **.pr** kiterjesztésű, Tab-al elválasztott szövegfájlokba menthetőek, illetve onnan megnyithatóak. (**Save profile...** , **Open profile...**)

Lehetőség van profilok összefűzésére is: az **Add profile...** gomb megnyomásával a generált profilunkhoz fájlból más profilt fűzhetünk hozzá. Az összefűzendő, illetve mentendő profilban a pontok sorba rendezhetők (a rendezés irányával - növekvő, csökkenő - a mérés sorrendjét tudjuk befolyásolni!) az egymáshoz közeli pontok és a duplumok eltávolíthatóak.



LabVIEW programtechnikai tudnivalók

A messraster_edit.VI hierarchiája tájékoztatóképpen:



ISEL UI 4.x LabVIEW Traverse driver

- Bevezető
- Indítás
 - Önálló futtatás
 - Más mérőprogramba beépített változat esetén
- Használat
 - Kezdő beállítások - Settings fül
Inicializálás, referenciamozgás - Init fül
Koordinátarendszerek - Coordinate system fül
Mozgás - Move fül
 - Automatikus mozgás
 - Naplófájl - Log fül
- Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók

Labview könyvtár neve: Isel_UI4.x.llb

Verziók leírása: [isel_ui4.x_versions.txt](#)

Futtatáshoz szükséges: PointEditor.llb

Megjegyzés: Az aktuális verzió neve mindig tartalmazza a verziószámot is (pld. isel_ui4.x_v1.18.llb). Más programokban való használathoz (ARA-LDA.llb, Pressure&Force.llb) el kell távolítani a verziószámot a fájlnevből (isel_ui4.x.llb) és a programmal azonos alkönyvtárba kell másolni a fájlt.

Bevezető

A szondamozgatásra használható lineáris egységek általában léptetőmotoros meghajtásúak. A léptetőmotorok, illetve a tengelyek végpontját jelző végállaskapcsolók kezelését az ISEL Automation cég léptetőmotor vezérlői végzik. A mozgásvezérlő soros porton csatlakozik a számítógéphez, és az Isel UI 4.x vagy UI 5.x soros protokoll segítségével küldhetünk parancsokat illetve fogadhatunk visszajelzést (pld. aktuális pozíciót) Az itt ismertetett Labview szubrutinok (VI-ok) ehhez adnak felhasználbarát grafikus felületet, illetve teszik lehetővé a lineáris egységek egyszerű vezérlését más Labview

programokból.

A léptetőmotor vezérlő a következő funkciókat képes ellátni:

- egy vagy maximálisan 3 tengelyen szinkron mozgás végzése adott célpozícióba (Az Isel IT 116 egy tengelyt/motort képes kezelni, az Isel C-10C hármat.)
- végállaskapcsolók figyelése (ezeket nem lehet átlépni, hogy a szánok nehogy túlfussanak)
- mozgás elején és végén gyorsítási / lassítási mozgás (ún rámpák) generálása
- aktuális pozíció kiadása
- ha a motor nem kap mozgató impulzust, a motoráram lecsökkentése a melegedés csökkentése céljából
- vészlekapcsoló gomb figyelése

Indítás

Önálló futtatás

Az Isel_ui4.x.llb-n kattintva, megnyílik egy Labview ablak és megjelenik benne a könyvtár tartalma. Elöl az **options.vi** szerepel, erre duplán kattintva, az eszköztárban a **Run** gombot mrgnyomva elindul a mozgatótravez főprogramja

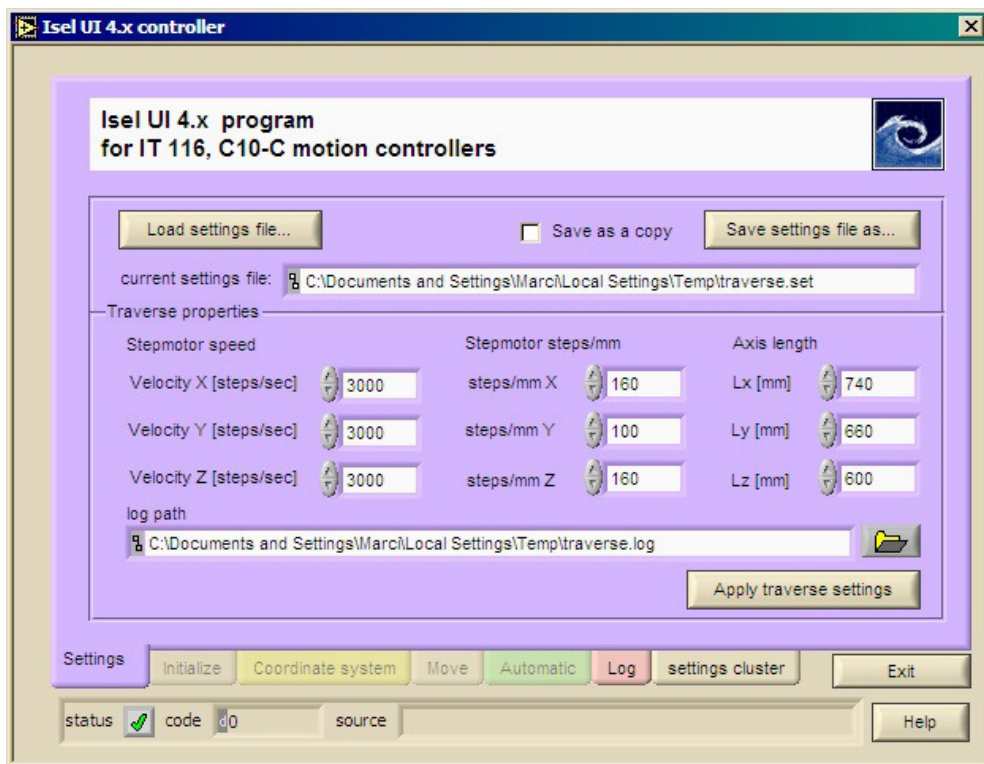
Más mérőprogramba beépített változat esetén

Az adott program menüjéből a "Traverse settings" menüpont, vagy hasonló gomb megnyomása után érjük el a traverz főprogramját. Használat

A program funkciói egy Tab Control fülein helyezkedik el, balról jobbra haladva kell a beállításokat elvégezni. Az ablak alján a művelet végzéséről történő hiba visszajelzés látható, zöld pipa, és 0 hibakód (source) hibamentes parancsvégrehajtást jelent. Pozíciólekérdezésnél a source sávban látható a visszaadott pozíció hexadecimális számsora is.

Megjegyzés: Az indítási sorrend betartása miatt első indításkor a panel első füle látszik csak, a többi fül le van tiltva.

Kezdő beállítások - Settings fül



A tengelyek jellemzői a lineáris egységeken fel vannak tüntetve, ezeket kell ide beírni a **Traverse Properties** keretbe.:

- sebesség lépés/mp-ben. Egy motorfordulat általában 360 lépés. A motorok ugyanis 180 pólusúak, de egy léptetőimpulzusra beállítástól függően, egyet, felet vagy negyed pólusnyit fordulnak. A fél és negyedlépés előnye a motorok kisebb vibrációja.
- a lineáris egységben lévő szán egységnyi elmozdulása hány lépés. Az egységben lévő golyósorsó menetemelkedéséből, és a lépésszám/fordulattól számolható.

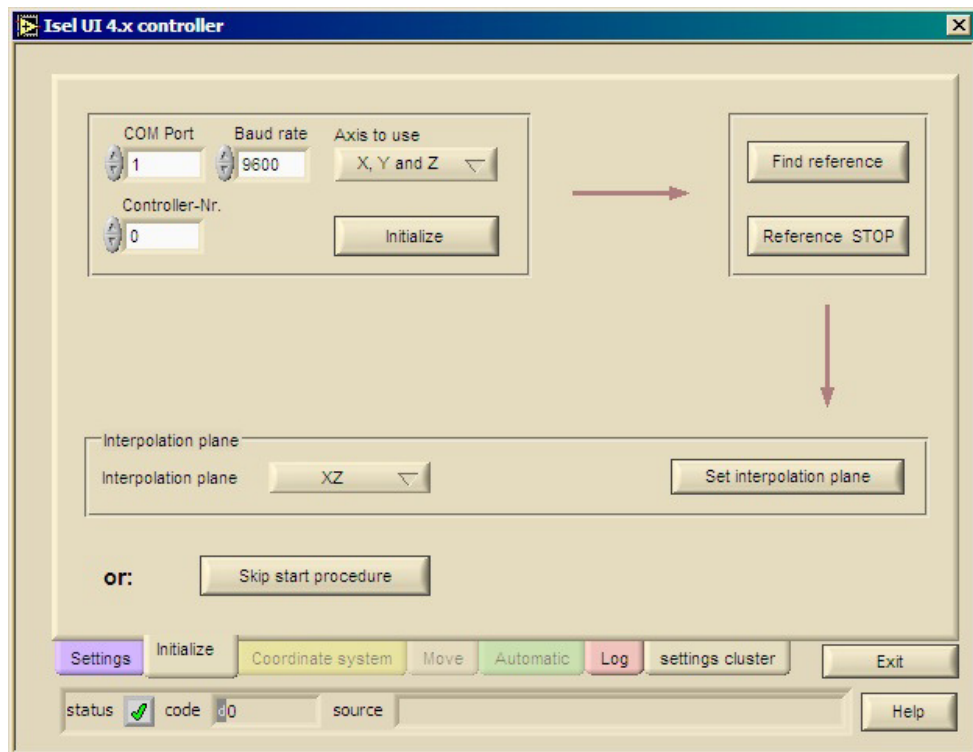
- A tengely hossza. Azért kell megadni, mert a szoftver a hosszon kívüli célpozíciókba való mozgást "vágja", azaz eleve nem enged a tengely hosszán kívülre mozogni.

A beállítások alkalmazásához az **Apply settings** gombot kell megnyomni.

Fenti beállítások betölthetők és elmenthetők, nem kell mindig manuálisan megadni őket. A szoftver a fájl tartalmát mindig aktualizálja, tehát egy szoftver fagyás esetén a .set kiterjesztésű fájl betölthető. Save as a copy kipipálása esetén más fájlba menti a beállításokat, de az eredetit aktualizálja továbbra is.

Megjegyzés: A .set fájlok a **Settings** fül tartalmán kívül további beállításokat is tárolnak, amelyeket más füleken lehet beállítani, lásd a **settings cluster** fül tartalmát.

Inicializálás, referenciamozgás - Init fül



A mozgásvezérlőt bekapcsolása után inicializálni kell, A kommunikációs beállítások között meg kell adni melyik soros portra csatlakozik (COM1, COM2 stb.) és milyen sebességgel kommunikál a mozgásvezérlő. Ez általában 9600 baud, ami a mozgásvezérlőben jumperekkel van beállítva. Az inicializálás a belső mozgásvezérlő program újraindítását és a belső pozíciótároló törlését jelenti. Meg kell adnunk a használandó tengelyek számát, és az **Initialize** gombot meg kell nyomnunk.

Megjegyzés: A mozgásvezérlő frontpaneljén található Reset gombjának megnyomása után is inicializálni kell.

A következő lépés a tengelyek nullpontjára való mozgás, amit referenciamozgásnak hívunk (**Find reference**). Ennél a motor felőli

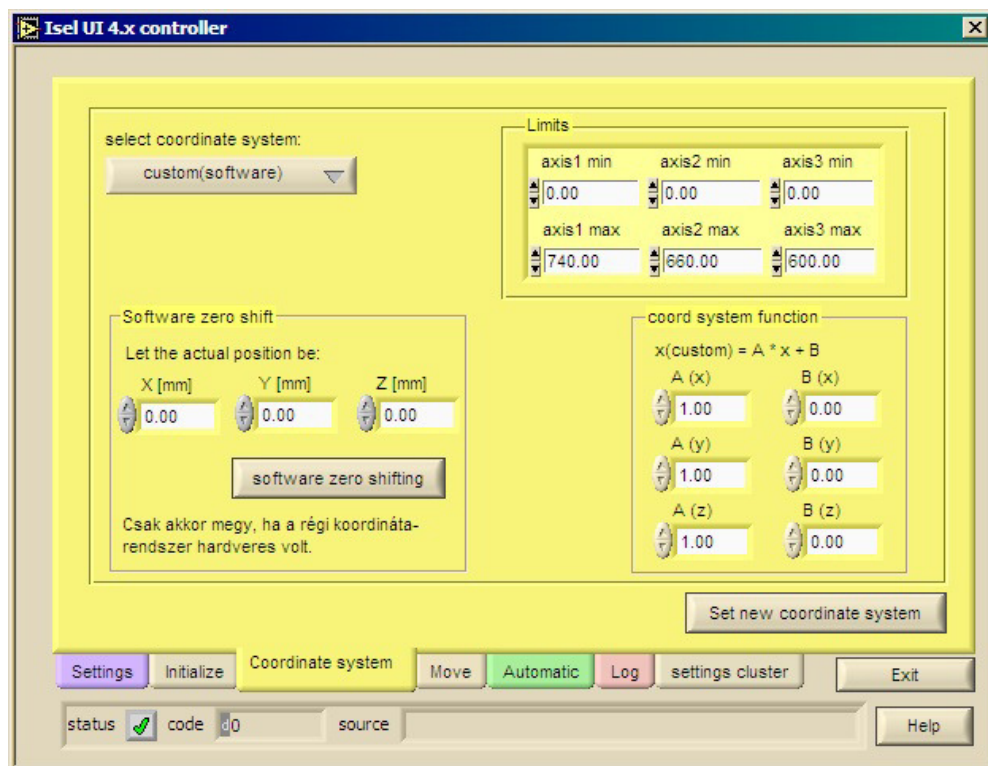
végpontba mozognak a szánok, a végálláskapcsolót elérve, irányt váltanak és kis sebességgel elhagyják a végálláskapcsolót, és megállnak. Minden mozgásvezérlő inicializálás után referenciamozgást kell végezni, mert egyébként a program nem tudja a szánok helyzetét!

Megjegyzés: Referenciamozgás előtt ellenőrizzük, hogy mozgás közben a tengelyek nehogya mérőberendezés, szélcsatorna álló részeibe ütközzön! Szükség esetén alkalmazhatjuk a **Reference STOP** gombot, illetve a hardveres vészkapcsolót.

A mozgásvezérlő képes 2 tengelyt szinkronban mozgatni, ebben az esetben ferde egyenes mentén mozoga szonda. A két tengely kiválasztása után a **Set interpolation plane** gomb megnyomásával állíthatjuk be ezt. Az ütközésselkerülés végett egyszerűbb ezt a funkciót nem használni.

Amennyiben - például a szoftver újraindítása után, ha a mozgásvezérlő maga már inicializálva volt - inicializáció, referenciamozgás nem szükséges, a **Skip start procedure** gombbal engedélyezhetjük a letiltott mozgási műveletvégző fület.

Koordinátarendszerek - Coordinate system fül



A mozgásvezérlő által tárolt pozíciót nevezzük hardveres koordinátarendszernek (**Hardware coordinate system**). Ennek kezdőpontja mindig a lineáris egységek motor felőli végén van, és a lineáris egység másik vége felé mutat. Lehetőség van azonban ún. szoftveres koordináta rendszer (**custom software coordinate system**) alkalmazására. Ezzel tetszőlegesen eltolhatjuk az origót, illetve a tengelyek irányát is megfordíthatjuk. Az alkalmazott összefüggés (átszámítási függvény) :

$$X_{\text{custom}} = A * X_{\text{hardware}} + B$$

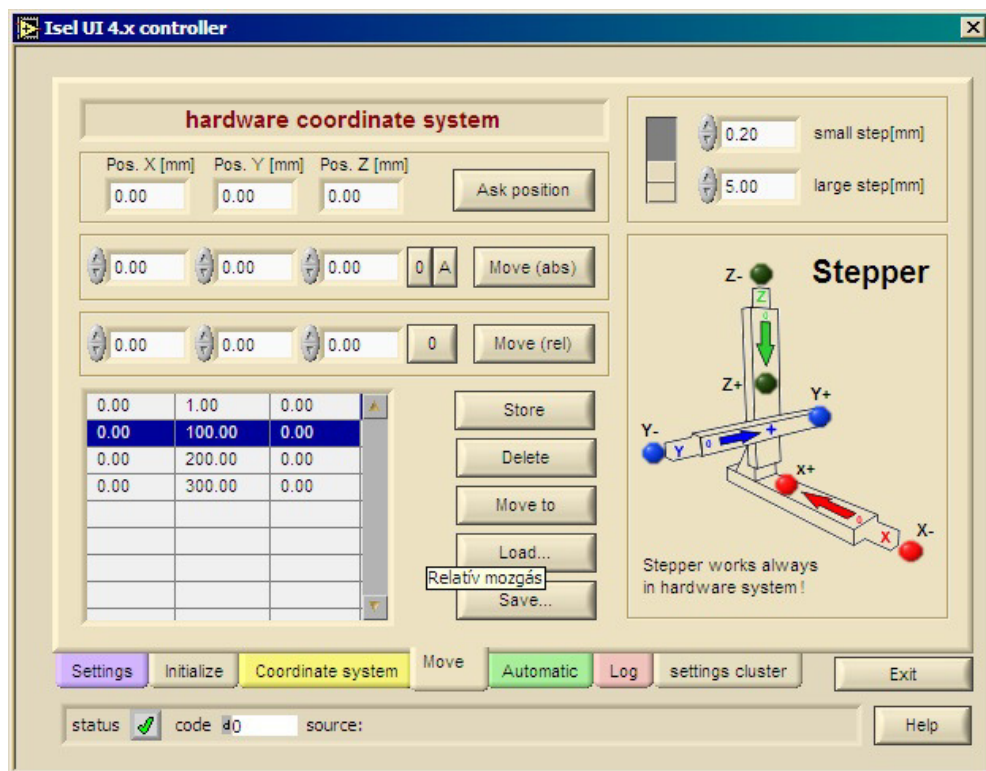
A **software zero shifting** gomb megnyomásával az aktuális hardverpozícióba tolnak az új szoftveres koordinátarendszer egy tetszőleges megadott pontját.

Az új koordinátarendszer függvényeit kézzel is módosíthatjuk a fül jobb oldalán. Az átváltást a **Set new coordinate system** gomb végzi el.

Megjegyzés: csak hardveresből szoftveres illetve szoftveresből hardveres koordinátarendszerbe lehet váltani, nem lehet szoftveresből másik szoftveresbe kapcsolni. Előbb vissza kell váltani hardveresbe, majd az új szoftveresbe.

A fül jobb felső sarka mutatja az aktuális mozgáshatárokat, a tengelyek végpontjait az alkalmazott koordinátarendszerben (*Coordinate system limits*).

Mozgás - Move fül

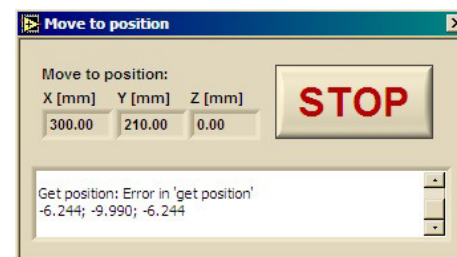


Ezen a panelen végezhetünk manuális mozgási műveleteket. A bal felső sarokban az aktuális koordináta-rendszer látható.

- **Ask position:** pozíciólekérdezés, az itteni mezőkben látjuk a mozgatótraverz utoljára ismert pozícióját.
- **Move (abs):** koordináta-rendszer adott pontjára mozgás. A 0 és A gombok a nullázásra, illetve az utoljára lekérdezett pozíció átvételére szolgálnak a célkoordináta mezőkbe.
- **Move (rel) :** mozgás adott távolságra a jelenlegi pozícióból. A 0 gomb a mezők kinullázására szolgál.

Minden mozgási művelet közben kis párbeszédablak jelenik meg, nagy STOP gombbal. Így a szoftverből is végezhetünk mozgásmegszakítást. Mozgás

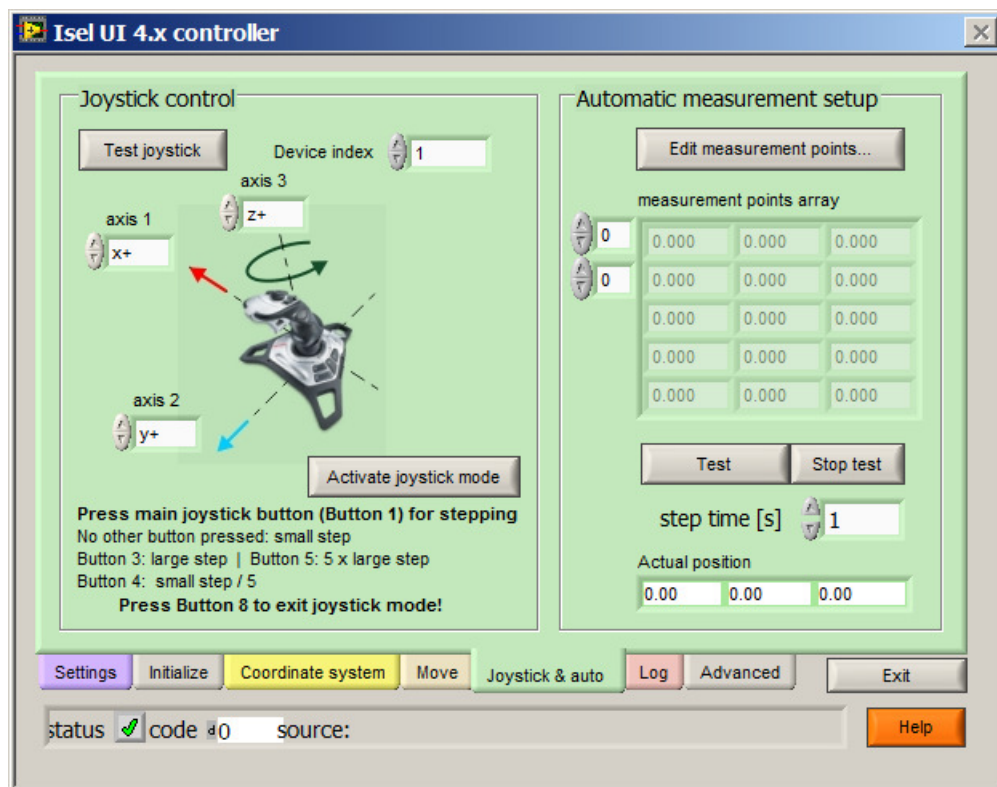
közben a pozíciókiolvasás nem működik, ezért a visszjelzett pozíció ebben a panelben hibát jelez.



A bal alsó sarokban pozíciókat tárolhatunk el egy táblázatban (**Store**). A kiválasztott sor pozícióba mozoghatunk (**Move to**) a teljes táblázatot kimenthetjük, illetve beolvashatjuk (**Load...** és **Save...**) Tabbal elválasztott szövegfájlba.

A fül jobb oldalán kis lépések végzését segítő *Stepper* modul látható. A színes gombokat nyomva léptethetünk adott irányba. lépésekből kicsi és nagy is választható (*small step*, *large step*), ezek között a mezőktől balra lévő tolókapcsolóval választhatunk.

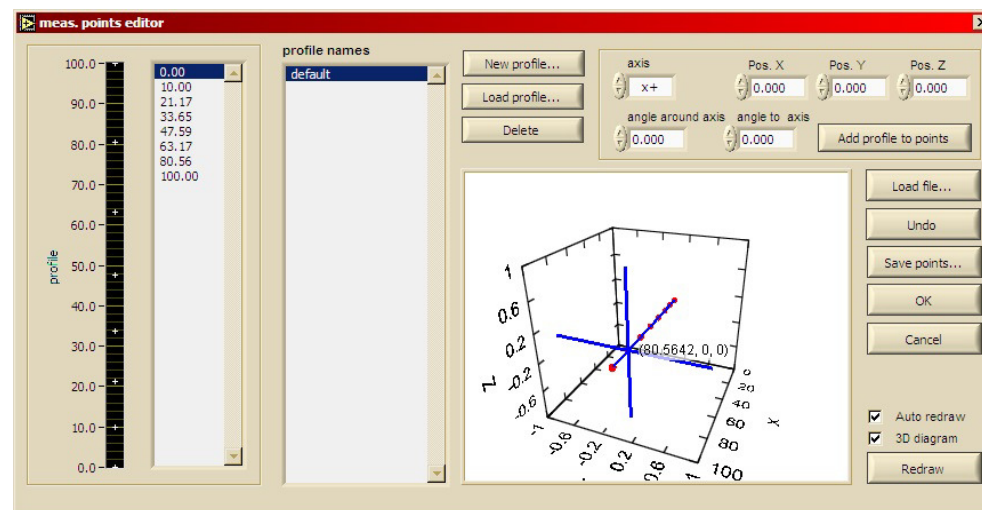
Automatikus mozgás és joystick vezérlés



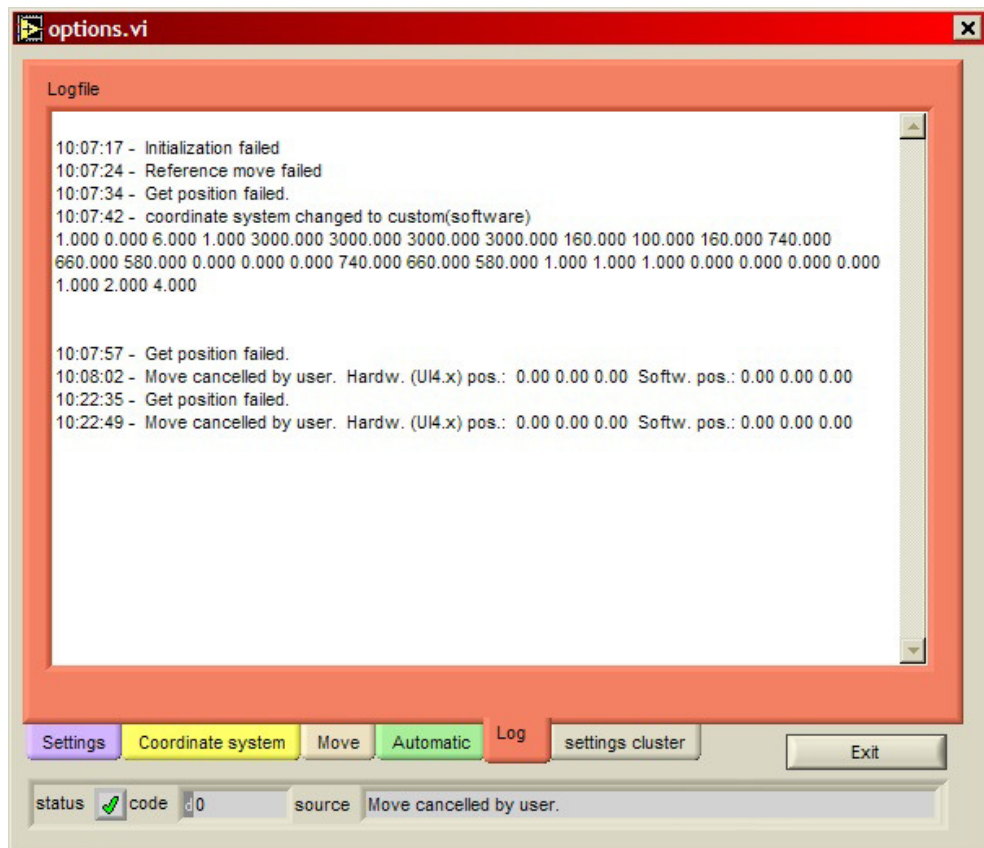
A **Joystick & Auto** fülön bonyolultabb mérési pontsorozatok, profilok és ponthálók generálására és tesztelésére van lehetőség. Az **Edit measurement points...** gomb a mérési pontszerkesztő alprogramot nyitja meg, ennek leírását egy másik dokumentum tartalmazza.

Az abban kiválasztott pontsorozatot a **Test** gomb megnyomásával a mozgatótraverz pontról pontra végigjárja.

Megjegyzés: Óvatosan indítsuk el, mert a mérőprogram szoftveres megszakítására nincs lehetőség - egyelőre! Csak a hardveres stop gomb használható vész esetén.



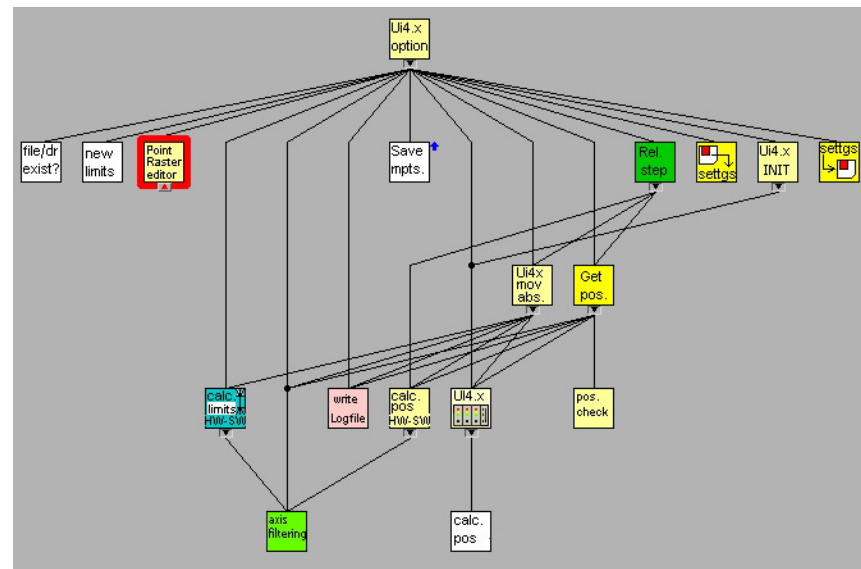
Naplófájl - Log fül



A mozgatószoftver valamennyi elvégzett műveletet egy naplófájlban rögzít, ami például hibakereséshez jól használható. Ennek helyét a Settings fülön adhatjuk meg, tartalma a Log fülön látható.

Egyéb VI-k, LabVIEW programtechnikai tudnivalók

Az options.VI hierarchiája tájékoztatóképpen:



A mozgásvezérlővel való soros kommunikációt az isel_ui4x_3.vi végzi.

Az Isel_UI4.x.llb további SubVI-okat tartalmaz a mozgatótraverz más LabVIEW mérőprogramba illesztéséhez. Ezekről személyesen tudok bővebb felvilágosítást adni.

- Automatic_move.vi : főprogramból meghívható VI, amely az adott mérési pontfájl adott sorába mozog.
- FOPROG_PROBA.vi: minta a traverzszoftver főprogramba építéséhez.