SÁROSI JÓZSEF

MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE







European Union European Regional Development Fund

MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE

Készült a

Instrument for Pre-accession Assistance (IPA) HUSRB/1203/221/075 azonosítójú JOINT DEVELOPMENT OF CURRICULA AND TEACHING MATERIALS OF MECHANICAL ENGINEER ON MSc LEVEL c. pályázat támogatásával

Írta:

Sárosi József

Szerkesztette:

Sárosi József

Lektorálta:

Litkei Márton

Fotó a fedőlapon/Grafikai tervező: Sárosi József

© Sárosi József

"Minden jog fenntartva."

Kiadta: Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar – Szeged (MAGYARORSZÁG), 2014

ISBN 968-963-306-284-5





TARTALOM

ELŐSZÓ	5
1. BEVEZETÉS A MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSÉBE	7
1.1. Az SI alap- és származtatott egységei, prefixumok	7
1.2. Szenzorok	11
1.3. Mérési adatok gyűjtése	15
2. HŐMÉRSÉKLET KONVERZIÓ LABVIEW-BAN	21
3. MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE ÉS TÁROLÁSA LABVIEW-BAN HARDVER NÉLKÜL	29
3.1. Szinusz hullám előállítása	29
3.2. Statisztikai analízis végzése a gyűjtött adatokon	31
3.3. Adatok mentése fájlba	33
4. MÉRÉS NI USB-9211 HARDVERREL LABVIEW SIGNALEXPRESS KÖRNYEZETBEN	35
4.1. NI USB-9211 bemeneti modul termoelemekhez	35
4.2. Az NI USB-9211 konfigurálása és tesztelése	36
4.3. Taszk készítése a hőelem számára	38
4.4. A "Thermocouple" Taszk használata LabVIEW SignalExpress környezetben	42
4.5. Két csatorna használata LabVIEW SignalExpress környezetben	47

5. MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE ÉS TÁROLÁSA LABVIEW-BAN NI	
USB-9211 ADATGYŰJTŐVEL	51
5.1. A hardver-szoftver integráció konfigurálása	51
5.2. Statisztikai számítások végzése a gyűjtött adatokon	55
5.3. Adatok írása fájlba	56
5.4. Adatok folyamatos írása fájlba	58
6. ADATGYŰJTÉS NI USB-6009 MULTIFUNKCIÓS I/O ESZKÖZZEL	66
6.1. NI USB-6009 multifunkciós I/O eszköz	66
6.2. Az NI USB-6009 konfigurálása és tesztelése	69
6.3. Taszk készítése feszültség jel fogadására	72
6.4. A "Voltage" taszk használata LabVIEW-ban	75
6.5. Taszk készítése analóg bemenethez DAQ Assistant segítségével	77
6.6. Taszk készítése analóg kimenethez DAQ Assistant segítségével	80
6.7. Komplex fájl I/O művelet	83
6.8. Taszk készítése potenciométerrel előállított feszültség jel fogadására	94

ELŐSZÓ

A technikai fejlődés, a gazdaságos tömegtermelés, illetve az elvárt, magas szintű minőség iránti igény lényegesen megreformálta a mérési adatok gyűjtésével, tárolásával és megjelenítésével szembeni követelményeket.

A méréstechnikát tekinthetjük korunk egyik legnélkülönözhetetlenebb tudományágának. Az ipar számos területén napi feladatként jelentkeznek a különféle mérési eljárások kidolgozása és végrehajtása. A mérési feladatok bonyolultsága azonban egyre nehezebbé tette a mérési eredmények kiértékelését. Az általános célú mérőeszközökön és a speciális feladatokat ellátó célműszereken és -berendezéseken keresztül a fejlődés irányvonala az automatikus mérőrendszerek felé mutat, mely az imént említett nehézség leküzdésének egyik fő lehetősége. A méréstechnika egyrészt a legkorszerűbb technológiát használja, másrészt a már alkalmazott és jól bevált mérési módszerekre és technikákra támaszkodik.

A számítógépek megjelenésével és rohamos fejlődésével megvalósulhatott a mérési adatok kor igényeinek megfelelő feldolgozása, valamint a teljes mérési folyamat automatizálhatósága. A mérési adatok gyűjtése és tárolása automatikusan történhet, adott szoftver segítségével pedig lehetséges a mérések grafikus és numerikus kiértékelése és nyomtatása. A felhasználók többsége szereti a mért értékeket a mérés pillanatában azonnal látni, azaz a valósidejű kijelzést. A mai szoftverek tartalmaznak real-time adatkijelzést is.

A mérési adatok gyűjtésének és tárolásának további céljaiként megemlíthető a különböző rendszerek működésének ellenőrzése, a hosszútávon rögzített adatok alapján a tervezett és a megvalósított rendszerek összehasonlítása, a rendszerekben rejlő lehetőségek felismerése és a megvalósításukhoz szükséges adatok kinyerése, valamint a szükséges módosítások elvégzése az optimális hatásfok érdekében.

Összegezve elmondhatjuk, hogy noha életünk fontos és mindennapi eszközeinek tekinthető a papír és a ceruza, manapság a mérési adatok gyűjtésekor, tárolásakor és regisztrálásakor jelentősen háttérbe szorulnak. E könyv korszerű adatgyűjtési és tárolási lehetőségeket mutat be.

A fejezetek felépítése a következő:

Az 1. fejezet az SI alap- és származtatott egységeit és a prefixumokat ismerteti, valamint egy rövid áttekintést ad a szenzorokról és az adatgyűjtés lehetőségeiről.

A 2. fejezet egy LabVIEW környezetben végrehajtható hőmérséklet konverziót mutat be.

A 3. fejezetben mérési adatok gyűjtése, tárolása és megjelenítése szerepel LabVIEW környezetben célhardver alkalmazása nékül.

A 4. fejezet, illetve az 5. fejezet az NI USB-9211 típusú adatgyűjtő ismertetését, valamint a vele történő adatgyűjtés lehetőségeit foglalja össze.

A 6. fejezet az NI USB-6009 multifunkciós I/O eszköz jellemzőit, valamint az adatgyűjtés lehetőségeit mutatja be néhány rövidebb példán keresztül.

1. BEVEZETÉS A MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSÉBE

A mérés olyan tevékenység, mellyel azt határozzuk meg, hogy a mérendő mennyiség hányszorosa vagy hányad része a számára alapul választott egységnyi mennyiségnek.

A méréstechnikában egyre nagyobb szerep jut a mérési adatok gyűjtésének, tárolásának és megjelenítésének.

A méréstechnika azon eszközöknek és módszereknek az összessége, melyekkel valamilyen fizikai jellemző (mérendő mennyiség) számtani értéke meghatározható. Végeredményként egy szám és egy mértékegység szorzatát kapjuk (pl. 30 °C). A mérési módszereket sokféleképpen osztályozhatjuk. A leggyakoribb csoportosítás a következő:

- közvetlen vagy közvetett, illetve
- analóg vagy digitális.

Ez a fejezet rövid áttekintést nyújt az SI alap- és származtatott egységeiről, a prefixumokról, valamint a jelátalakítás és adatgyűjtés alapelveiről.

1.1. Az SI alap- és származtatott egységei, prefixumok

A fizikai mennyiségek egységes mértékegységrendszereként a Nemzetközi mértékegységrendszer (SI, International System of Units) szolgál. Ez alapján megkülönböztetünk alap- és származtatott egységeket. A hét alapegységet az 1. táblázat mutatja be.

Mennyiség		Egység		
Név	Jel	Név	Jel	
hosszúság	1	méter	m	
tömeg	m	kilogramm	kg	
idő	t	szekundum	S	
elektromos áramerősség	Ι	amper	А	
termodinamikai hőmérséklet	Т	kelvin	K	
anyagmennyiség	n	mól	mol	
fényerősség	Iv	kandela	cd	

1. táblázat Az SI alapegység	ge	i
------------------------------	----	---

A származtatott egységek az alapegységekből, illetve más származtatott egységekből vezethetők le. A származtatott egységek - a teljesség igénye nélküli - felsorolását adja a 2., 3. és 4. táblázat.

Mennyiség	Egység		
Név	Név	Jel	
terület	négyzetméter	m^2	
térfogat	köbméter	m ³	
sebesség	méter per szekundum	m·s⁻¹	
gyorsulás	méter per szekundum négyzet	m·s⁻²	
hullámszám	reciprok méter	m-1	
sűrűség	kilogramm per köbméter	kg∙m-3	
fajlagos térfogat	köbméter per kilogramm	m³·kg⁻¹	
áramsűrűség	amper per négyzetméter	A·m⁻2	
mágneses térerősség	amper per méter	A·m⁻¹	
koncentráció	mol per köbméter	mol∙m-³	
fénysűrűség	kandela per négyzetméter	cd∙m-2	

2. táblázat Példák az SI származtatott egységeire

3. táblázat Példák olyan SI származtatott egységekre, melyek külön névvel és jellel rendelkeznek

Mennyiség	Egység		
Név	Név	Jel	Kifejezés SI alapegységekkel
síkszög	radián	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
térszög	szteradián	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
frekvencia	hertz	Hz	S ⁻¹
erő	newton	Ν	m·kg·s ⁻²
nyomás	pascal	Pa	N/m ² , m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
energia, munka, hőmennyiség	joule	J	N·m, m ² ·kg·s ⁻²
teljesítmény	watt	W	J/s, m ² ·kg·s ⁻³
elektromos töltés	coulomb	С	s·A
elektromos feszültség	volt	V	W/A, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
kapacitás	farad	F	$C/V, m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
elektromos ellenállás	ohm	Ω	V/A, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
elektromos vezetőképesség	siemens	S	A/V, $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^{3} \cdot A^{2}$
mágneses fluxus	weber	Wb	V·s, m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
mágneses indukció	tesla	Т	Wb/m ² , kg·s ⁻² ·A ⁻¹

Mennyiség		Egység	
Név	Név	Jel	Kifejezés SI alapegységekkel
dinamikai viszkozitás	pascal szekundum	Pa·s	m ⁻¹ ·kg·s ⁻¹
nyomaték	newtonméter	N∙m	m ² ·kg·s ⁻²
felületi feszültség	newton per méter	N/m	kg·s ⁻²
szögsebesség	radián per szekundum	rad/s	$\mathbf{m} \cdot \mathbf{m}^{-1} \cdot \mathbf{s}^{-1} = \mathbf{s}^{-1}$
szöggyorsulás	radián per szekundum négyzet	rad/s ²	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
hőáramsűrűség	watt per négyzetméter	W/m^2	kg·s ⁻³
hőkapacitás, entrópia	joule per kelvin	J/K	m ² ·kg·s ⁻² ·K ⁻¹
fajlagos hőkapacitás, fajlagos entrópia	joule per kilogramm kelvin	J/(kg·K)	m ² ·s ⁻² ·K ⁻¹
fajlagos belső energia	joule per kilogramm	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
hővezetés	watt per méter kelvin	W/(m·K)	m·kg·s ⁻³ ·K ⁻¹
energiasűrűség	joule per köbméter	J/m ³	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
elektromos térerősség	volt per méter	V/m	m·kg·s-3·A-1
térbeli töltéssűrűség	coulomb per köbméter	C/m ³	m-₃·s·A
felületi töltéssűrűség	coulomb per négyzetméter	C/m ²	m ⁻² ·s·A
dielektromos állandó	farad per méter	F/m	m-3·kg-1·s4·A-2

4. táblázat Példák olyan SI származtatott egységekre, melyek neve és jele külön névvel és jellel rendelkező SI származtatott egységet tartalmaznak

Az eredeti egység többszörösének, illetve tört részének kifejezésére használjuk a prefixumokat (5. táblázat).

Szorzó	Név	Jel
10-24	yokto	у
10-21	zepto	Z
10-18	atto	а
10-15	femto	f
10-12	piko	р
10-9	nano	n
10-6	mikro	μ
10-3	milli	m
10-2	centi	С
10-1	deci	d
101	deka	da
102	hekto	h
10 ³	kilo	k
106	mega	М
109	giga	G
1012	tera	Т
1015	peta	Р
1018	exa	Е
1021	zetta	Z
1024	yotta	Y

5. táblázat Pi	refixumok
----------------	-----------

Példák:

- $3 \text{ pF} = 3 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 0,00000000003 \text{ F},$
- 3 mA = 3·10⁻³ A = 0,003 A,
- 3 GW = $3 \cdot 10^9$ W = 3 000 000 000 W,
- P = U·I = 3 mV·3 mA= $3 \cdot 10^{-3}$ V·3·10⁻³ A = $9 \cdot 10^{-6}$ V·A = $9 \cdot 10^{-6}$ W = 9μ W vagy 0,009 mW.

A prefixumokat tilos többszörösen használni (pl. 3 µkg):

• $3 \mu kg = 3 mg = 0,003 g.$

1.2. Szenzorok

A fizikai, így a mérendő mennyiségek száma végtelen. A szenzor vagy érzékelő (1. ábra) olyan átalakító, mely a fizikai mennyiséget feldolgozható formába (villamos jellé) konvertálja.



1. ábra Szenzor

A szenzorok karakterisztikáit két csoportba sorolhatjuk: statikus és dinamikus. A statikus leírja a kimenet és a bemenet közötti kapcsolatot, ha a bemenet nem változik. Néhány statikus jellemző:

- méréstartomány,
- pontosság,
- felbontás,
- érzékenység,
- linearitás,
- hiszterézis és
- kúszás.

A dinamikus a rendszer bemenete és kimenete közötti kapcsolatot adja meg, amikor a mérendő mennyiség gyorsan megváltozik. Három típusa:

• Nulladrendű (pl. egy potenciométer, 6. ábra), ahol a bemenet és a kimenet lineáris kapcsolatban áll:

$$\mathbf{a}_0 \cdot \mathbf{y} = \mathbf{x}(\mathbf{t}) \,. \tag{1}$$

• Elsőrendű (pl. egy higanytöltésű hőmérő folyadékba merítéskor), ahol a bemenet és a kimenet közötti kapcsolat egy elsőrendű differenciál-egyenlettel adható meg:

$$a_1 \cdot \frac{dy}{dt} + a_0 \cdot y = x(t) .$$
⁽²⁾

 Másodrendű (pl. egy tömeg-rugó-csillapító rendszer vagy egy tokkal ellátott hőmérő), ahol a bemenet és a kimenet kapcsolatát egy másodrendű differenciál-egyenlet írja le:

$$a_{2} \cdot \frac{d^{2}y}{dt^{2}} + a_{1} \cdot \frac{dy}{dt} + a_{0} \cdot y = x(t).$$
(3)

A 2. ábrán egy tömeg-rugó-csillapító rendszer MATLAB Simulink modelljét láthatjuk.



2. ábra Tömeg-rugó-csillapító rendszer MATLAB Simulink modellje

A válaszfüggvényeket a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra Választípusok: túlcsillapított, kritikus csillapítás, alulcsillapított

A hőmérsékletet az egyik legfontosabb mérendő mennyiségnek tekinthetjük, ami számos további mennyiség (pl. elektromos ellenállás, elektromos feszültség, nyomás, térfogat, hosszúság) alakulására is kihatással van.

A 3. és 4. fejezetben K típusú hőelemet (termoelemet), mint érzékelőt használunk a hőmérsékleti adatok gyűjtéséhez. A termoelem két különböző anyagi minőségű villamos vezetőből áll, melyeket egy pontban egyesítenek (pl. összeforrasztanak). Ha e pont hőmérséklete melegítés vagy hűtés hatására eltér a szabad végek hőmérsékletétől, akkor olyan elektromos feszültség mérhető a szabad végek között, mely a hőmérsékletkülönbséggel arányos.

A hőelemeknek számos típusa létezik. A négy leggyakrabban használt típus: J, K, T és E. A K típusú hőelem egyik szára 90 % nikkel és 10 % króm, míg a másik szára 95 % nikkel, 2 % mangán, 2 % alumínium és 1 % szilícium összetevőből áll. Különböző felhasználási célú hőelemeket szemléltet a 4. ábra.



4. ábra Különböző kivitelű termoelemek

A hőelemek mellett széles körben kerülnek felhasználásra az ellenálláshőmérők is, melyek működési elve azon alapszik, hogy az ellenállásuk megváltozik a hőmérséklettel. A fém ellenállás-hőmérők közül a platina a leginkább elterjedt. A félvezető ellenállás-hőmérők (más néven termisztorok) attól függően, hogy az ellenállásuk hogyan változik a hőmérséklet függvényében, lehetnek NTK (negatív hőmérsékleti együtthatójú) és PTK (pozitív hőmérsékleti együtthatójú) változatok.

Az 5. ábra a hőmérsékletmérés sokrétűségét vázolja.



5. ábra Hőmérsékletmérés és érzékelői

A 6.8. alfejezetben egy változtatható értékű ellenállást (más néven potenciométert) használunk feszültségosztóként. A potenciométer egy ellenállás szenzor, melynek két fő fajtája: egyenes vonalon mozgó csúszkájú és forgó. Ez utóbbi lehet egyfordulatú és többfordulatú. A 6. ábrán egy egyfordulatú potenciméter látható.



6. ábra Feszültségosztás potenciométerrel

1.3. Mérési adatok gyűjtése

Mérési adatok gyűjtése alatt azt a folyamatot értjük, mely során mérünk egy mennyiséget (pl. elektromos feszültség, hőmérséklet) egy erre alkalmas, megfelelő szoftverrel támogatott eszközzel (pl. digitális multiméterrel vagy adatgyűjtő célhardverrel).

A multiméter egyetlen műszerként teszi lehetővé több mennyiség mérését is. A legalapvetőbb multiméterek olyan elektromos mennyiségek mérésére képesek, mint a feszültség, az áramerősség vagy az ellenállás. Egyes multiméterek mérni, illetve tesztelni tudják az alábbiakat is:

- frekvencia,
- kapacitás,
- hőmérséklet,
- dióda,
- tranzisztor és
- szakadás.

Megkülönböztetünk analóg és digitális multimétereket.

Az analóg multiméter (7. ábra) egy μA mérőt használ és nyomatékösszehasonlítás elve alapján működik. A műszerre kapcsolt mérendő mennyiség hatására a lengőrész elfordul, melynek nyugalmi helyzetében a mutató kijelöli a skálán a mért értéket. A működési elvből adódó pontosság, a skála leolvasása és a méréshatárváltás emelhető ki az analóg multiméter hátrányai közül, míg előnyeként az ára, valamint a feszültségforrás nélküli működtetés (kivéve ellenállás mérésekor) említhető meg.



7. ábra Voltcraft VC-5070 analóg multiméter

A digitális multiméter - nevéből adódóan - digitális elv alapján működik és integrált áramkörökből épül fel. Egyes digitális multiméterek a hozzá kifejlesztett szoftverrel a korábban felsorolt lehetőségeken túl további szolgáltatásokat is biztosítanak (pl. mérési adatok gyűjtése (8. ábra)).



8. ábra Adatgyűjtő rendszer digitális multiméterrel

A digitális mérés elvét (azt a folyamatot, hogy egy analóg értékből hogyan lesz egy kijelzőn megjeleníthető érték) a 9. ábra illusztrálja.



9. ábra A digitális mérés elve

A 10. ábrán látható METEX M-32 típusú digitális multiméter és a hozzá tartozó Scope View elnevezésű szoftver (11. ábra) lehetőséget nyújt mérési adatok fájlba történő mentésére, valamint az adatok megjelenítésére is.



10. ábra METEX M-32 digitális multiméter

A METEX M-32 digitális multiméter specifikációi:

- AC feszültség (400 mV 750 V),
- DC feszültség (400 mV 1000 V),
- AC áramerősség (4 mA 20 A),
- DC áramerősség (4 mA 20 A),
- ellenállás (400 Ω 40 MΩ),
- hőmérséklet (0 °C 1000 °C),
- kapacitás (4 nF 400 nF),
- dióda, tranzisztor, szakadás vizsgálat,
- 3 3/4 digites kijelzés (3999 -es kijelzett érték),
- 42 szegmenses grafikus analóg kijelző,
- túlterhelés jelzés,
- automatikus polaritásváltás és
- RS-232C interfész.

A METEX M-32 típusú digitális multiméter RS-232 porton keresztüli csatlakozást biztosít a számítógép felé, ezért egy RS232/USB átalakító szükséges a kapcsolat kialakításához.



11. ábra Adatmegjelenítés a Scope View szoftver segítségével

Az adatok (jelen esetben hőmérséklet) egy másodperces időközönként új sorba kerülnek a szövegfájlban (12. ábra).



12. ábra A szövegfáljba kerülő adatok

Manapság a digitális multiméterek helyett mérési adatok gyűjtésére szolgáló célhardvereket, adatgyűjtőket (DAQ eszközöket) használunk. A teljes adatgyűjtő rendszer a szenzor(ok)ból, adatgyűjtőből (pl. NI USB-9211, lásd 4. fejezet) és számítógépből áll megfelelő szoftvertámogatással (pl. LabVIEW) (13. ábra).



13. ábra Adatgyűjtő rendszer DAQ eszközzel

A következő fejezetek elsősorban National Instruments adatgyűjtők révén korszerű adatgyűjtési, tárolási és megjelenítési lehetőséget mutatnak be LabVIEW környezetben.

Irodalomjegyzék

- 1. Dunn P. F.: Measurement, Data Analysis, and Sensor Fundamentals for Engineering and Science, CRC Press, Boca Raton, 2011, 614. p.
- 2. IDC Technologies: Practical Instrumentation for Automation and Process Control for Engineers and Technicians, 2004, 373. p.
- Mari L.: Lectures on Measurement Science, Luis Papers, 2004, vol. 157., pp. 1-38.
- 4. Shieh J., Huber J. E., Fleck N. A., Ashby M. F.: The Selection of Sensors, Progress in Materials Science, 2001, vol. 46., pp. 461-504.
- Siemens: Measuring Technology, Siemens Switzerland Ltd, 86. p. (<u>https://www.hqs.sbt.siemens.com/gip/general/dlc/data/assets/hq/Measuring-Technology_A6V10208877_hq-en.pdf</u>) (26/08/2013)
- Vetelino J., Reghu A.: Introduction to Sensors, CRC Press, Boca Raton, 2011, 208. p.
- 7. http://courses.cs.tamu.edu/rgutier/ceg499_s02/l2.pdf (26/08/2013)
- 8. http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/sec04.html (26/08/2013)
- <u>http://sine.ni.com/np/app/main/p/ap/daq/lang/hu/pg/1/sn/n17:daq/f</u> <u>mid/652/</u> (26/08/2013)
- 10. <u>http://www.conrad-uk.com/ce/en/product/120285/Voltcraft-VC-5070-Analogue-Multimeterű</u> (26/08/2013)
- 11. <u>http://www.idc-</u> <u>online.com/technical_references/pdfs/instrumentation/Static%20and%20D</u> <u>ynamic%20characteristics%20of%20instruments.pdf</u> (26/08/2013)
- 12. http://www.tcdirect.hu/deptprod.asp (26/08/2013)
- 13. http://www.tequipment.net/MetexME-32.html (26/08/2013)

2. HŐMÉRSÉKLET KONVERZIÓ LABVIEW-BAN

A National Instruments (NI, <u>www.ni.com</u>) által kifejlesztett LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) szoftver oktatási és mérnöki feladatokra egyaránt kiválóan alkalmas a mérés- és irányítástechnika területén.

A LabVIEW programozási nyelve az ún. G programozási nyelv, vagyis grafikus úton hajthatjuk végre a programozást. Ez azt jelenti, hogy szöveges utasítások helyett ikonok segítségével építhetjük meg az alkalmazásokat. A LabVIEW programokat Virtual Instruments (virtuális műszereknek) vagy röviden VI-oknak nevezzük.

Minden LabVIEW programnak két fő felülete van:

- előlap (Front Panel) és
- blokk diagram (Block Diagram).

Az előlap grafikus interfészként szolgál a felhasználó számára, míg a blokk diagram a grafikus kódokat és a kapcsolatokat tartalmazza.

A következő egyszerű LabVIEW modell hőmérséklet konverziót hajt végre: a Celsius-fokban megadott értéket átváltja Fahrenheit-fokba, illetve Kelvinbe.

Manapság három hőmérsékleti skála használatos: Celsius, Kelvin és Fahrenheit. A Celsius-skálán a 0 °C a víz fagyáspontját, míg a 100 °C a víz forráspontját jelöli. E két pont között tehát 100 osztás található. A Kelvinskála szintén 100 osztást tartalmaz e pontok között, de a nullpontja az abszolút nulla fokhoz (0 K = -273,15 °C) tartozik, így a víz fagyáspontja 273,15 K, míg forráspontja 373,15 K. A Fahrenheit-skála a víz fagyáspontját 32 °C-ként, míg a forráspontját 212 °C-ként definiálja, ami 180 osztást jelent e két nevezetes pont között.

Az elkészítendő modell tehát a következő két egyenlet megoldását végzi:

$$t[^{\circ}F] = 1,8 \cdot t[^{\circ}C] + 32, \tag{4}$$

$$T[K] = t[^{\circ}C] + 273, 15.$$
 (5)

Kövessük a következő lépéseket, hogy elkészíthessük a hőmérséklet konverziót végrehajtó LabVIEW alkalmazást.

Indítsuk el a **LabVIEW**-t, a **Getting Started** ablak megjelenik. Ez az ablak felhasználható - többek között - új VI készítésére, a legutóbb megnyitott alkalmazások listázására, a help funkció indítására, valamint példák keresésére is.

A **Getting Started** ablak **New** szakaszában kattintsunk a **Blank VI**-ra, hogy új **VI**-t készíthessünk.

<u>F</u> ile <u>O</u> perate <u>T</u> ools <u>H</u> elp	
LabVIEW 2009	Licensed for Professional Version
New	Latest from ni.com
Blank VI	LabVIEW News (3)
🐞 Empty Project	LabVIEW in Action (15)
🐮 VI from Template	Example Programs (4)
🗀 More	Training Resources (3)
Open	Online Support
 C:\Users\Joci\Desktop\Untitled 1.vi C:\LabVIEW programok\Mérés.vi C:\LabVIEW programok\Pozicionálás.vi Pozicio_slidemode_finom_lineáris_m2.vi Pozicio_slidemode_finom_lineáris_m2.vi H:\LabVIEW programok\Pozicionálás.vi C:\LabVIEW programok\Vi-ból kép.vi C:\block_diagram_kepmentes (2).vi H:\LabVIEW programok\vi-ból kép.vi C:\block_diagram_kepmentes.vi C:\block_diagram_kepmentes.vi C:\Users\Joci\Desktop\VI-ból kép.vi Browse 	Discussion Forums Code Sharing KnowledgeBase Request Support Help Getting Started with LabVIEW LabVIEW Help List of All New Features Examples String Examples

Mind a front panel, mind a blokk diagram megjelenik. A kettő között a **Ctrl-E** billentyűkombinációval, illetve a **Window** \rightarrow **Show Front Panel** vagy **Show Block Diagram** kiválasztásával tudunk váltani.

Dutitled Block Diagram	
Eile Dutitled Front Panel	
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp	
D 24pt Application Font ↓ D T T T T T T T T T T T T T T T T T T	2 21
	^

Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **front panel**re és válasszuk a **Modern** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Numeric Control**t. Helyezzük a **numerikus vezérlő**t a **front panel**en az egér mozgatásával a kívánt helyre, majd bal egérgomb megnyomásával engedjük el. Nevezzük el a **numerikus vezérlő**t "**Degree Celsius**"-nak.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **front panel**re és válasszuk a **Modern** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Numeric Indicator**t. Helyezzük el a **számkijelző**t a **front panel**en és nevezzük el "**Degree Fahrenheit**"-nek. Helyezzünk egy újabb **számkijelző**t is a **front panel**re és nevezzük el "**Kelvin**"-nek.

Dutitled 1 Front Panel *	
<u>Eile Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp	
🗘 🐼 🛑 💵 24pt Application Font 💌 🎫 📾 🧰	
Degree Celsius	
•	
Untitled 1 Block Diagram *	
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp	
🗘 🐼 🔘 🖩 😵 🕵 🚾 🔂 15pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🗸 🦚 🕇	
Degree Fahrenheit	4

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Multiply**-t, hogy **szorzás** funkciót helyezhessünk a **blokk diagram**ra.

📴 Untitled	1 Front	Panel *						
<u>F</u> ile <u>E</u> dit	View	<u>P</u> roject	<u>O</u> perate	<u>T</u> ools	Window	<u>H</u> elp		
\$	2	II 2	4pt Applic	ation Fo	nt 🗐 🗜	┉┉≝	- 0-	
	Deg () 0	gree C	elsius		Deg 0	jree Fahre	nheit	
					Kelv	/in		
					0			
۲ ۲	1 Block	Diagram	*					
<	1 Block View	Diagram	* Operate	Tools	Window	Help		
∢ Suntitled File Edit	1 Block View	Diagram Project	* Operate	Iools	Window	Help plication Font	T. T.	

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Add** lehetőséget, hogy **összeadás** funkciót helyezhessünk a **blokk diagram**ra.

-
4

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **szorzás** funkció **y** bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Constant** lehetőséget, hogy egy **konstans**t adhassunk a bemenethez. Az értékét állítsuk **1,8**-re.

Dutitled 1 Front Panel *
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp
🔊 🕗 🔲 🚺 24pt Application Font 🖃 🚛 🖬 🖬 🕊
Degree Fahrenheit
Kelvin
0
<
Untitled 1 Block Diagram *
<u>Eile Edit View Project Operate Tools Window Help</u>
🔊 🛞 🛑 💵 😰 🔛 👦 🖶 🖶 🖬 15pt Application Font 💌 🏪 🖬 🦚 🦗

Kattintsunk a jobb egér gombbal az összeadás funkció **x** bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Constant** lehetőséget, hogy egy **konstans**t adhassunk ennek a bementére is. Az értékét állítsuk **32**-re.

-	
Dutitled 1 Front Panel *	
<u>File Edit View Project Operate Tools V</u>	<u>/</u> indow <u>H</u> elp
🔊 🐼 🔘 💵 24pt Application Font	▼ 10× 10× 10×
Degree Celsius	Degree Fahrenheit
	Kelvin
	0
•	
Untitled 1 Block Diagram *	
<u>File Edit View Project Operate Tools M</u>	/indow <u>H</u> elp
🔊 🕑 🔲 😰 🕵 🐜 🗃 🖬	15pt Application Font 🔽 🏣 🖬 🐨 🚧
Degree Celsius	Degree Fahrenheit
	Kelvin p 123

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Add** lehetőséget, hogy egy újabb összeadás funkciót adhassunk a **blokk diagram**hoz. Az összeadás funkció **y** bemenetéhez adjunk egy **konstans**t, melynek értéke **273,15**.

12 Untitled 1 Front Panel *
Eile Edit View Project Operate Tools Window Help
🔹 🐵 🚺 24pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🕮 🕬
Degree Fahrenheit
Kelvin
0
Dutitled 1 Block Diagram *
<u>File E</u> dit <u>V</u> iew <u>P</u> roject <u>O</u> perate <u>T</u> ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp
🔊 🛞 🔘 🔢 😵 🖳 🗤 🖻 📭 15pt Application Font 🔻 🚛 🖬 🥵
Degree Celsius

Használjuk a **huzalozási eszköz**t (♥) az összeköttetések kialakításához. Ha az egérrel egy objektum be- vagy kimenetére, illetve egy már meglévő összeköttetés környezetében mutatunk, akkor a **huzalozási eszköz** automatikusan elérhetővé válik.

Untitled 1 Front Panel *	
<u>File Edit View Project Operate Tools Wi</u>	ndow <u>H</u> elp
🕸 🛞 🛑 🔢 24pt Application Font	<u>- 5- 6- 6-</u>
Degree Celsius	Degree Fahrenheit
	,
Untitled 1 Block Diagram *	
<u>File Edit View Project Operate Tools Wi</u>	ndow <u>H</u> elp
¢ 🏵 🖲 🖬 😵 🕵 🖬 🗗 🗊 1	5pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🖬 🕬 🐜
	Degree Fahrenheit

Írjunk egy tetszőleges értéket (pl. **100**) a **Degree Celsius** cimkéjű **numerikus vezérlő**be és nyomjuk meg a **Run** gombot, hogy tesztelhessük a programot.

ົ 🛃 ບ	ntitled 1 Front Panel *		
<u>F</u> ile	<u>Edit View P</u> roject <u>O</u> perate <u>T</u> o	ols <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
	🕹 🔂 🔘 💵 24pt Applicatio	n Font 💌 🚛 💼 🕇	<u>₩</u> -
	Degree Celsius	Degree Fal	ırenheit

A **"Degree Fahrenheit**" és **"Kelvin**" cimkéjű **számkijelzők**ben a helyes értékeknek kell megjelenniük.



Mentsük el a munkánk pl. "Temperature_Conversion" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be a **LabVIEW**-t.

Irodalomjegyzék

1. <u>http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/tools.htm</u>

3. MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE ÉS TÁROLÁSA LABVIEW-BAN HARDVER NÉLKÜL

A LabVIEW felhasználható hardver-szoftver integrációra annak érdekében, hogy adatokat gyűjthessünk, tárolhassunk, elemezhessünk, illetve megjeleníthessünk. Ebben a fejezetben bemutatásra kerül, hogyan használható a LabVIEW célhardver nélkül is ezek megvalósítására.

3.1. Szinusz hullám előállítása

Indítsuk el a **LabVIEW**-t, a **Getting Started** ablak megjelenik.

A **Getting Started** ablak **New** szakaszában kattintsunk a **Blank VI**-ra, hogy új **VI**-t készíthessünk.

Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Input** \rightarrow **Simulate Signal**t és helyezzük a **VI**-t a **blokk** diagramra.

A **Configure Simulate Signal** párbeszédablakban változtassuk meg a **Frequency (Hz)**-t **50**-re és az **Add Noise** melletti jelölőnégyzetet pipáljuk ki, hogy egy **fehér zaj**t adhassunk a jelünkhöz. Változtassuk meg a **Noise amplitude** lehetőséget **0,5**-re, majd kattintsunk az **OK**-ra.

Signal	Result Preview
Signal type	1,5 -
Sine 💌	1 - h h f h h
Enguiency (Hz) Phase (deg)	
50 0	
	별 어제 문제
Amplitude Offset Duty cycle (%)	ξ -0,5- t / M ₁ + ti γ ti μ.
0 50	-1- V V V
And noise	
Noise type	0,099
Uniform White Noise	Time
Hise amplitude Seed number Trials	Time Stamps
0,5 -1 1	Relative to start of management
	 Relative to start of measurement
Timing	O Absolute (date and time)
Samples per second (Hz)	Reset Signal
Number of samples Run as fast as possible	Reset phase, seed, and time stamps
100 V Automatic	Use continuous generation
Integer number of cycles	Signal Name
Actual number of samples	Ise signal type name
100	()
Actual frequency	Signal name
50	Sine with Uniform Noise

Kattintsunk a jobb egér gombbal a Simulate Signal VI Sine with Uniform kimenetére és válasszuk a Create \rightarrow Graph Indicatort. Ekkor egy grafikus kijelző jelenik meg a front panelen.

Futtassuk a programot (**Run**). A jel látható lesz a **grafikus kijelző**n.





3.2. Statisztikai analízis végzése a gyűjtött adatokon

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Signal Analysis** \rightarrow **Statistics** lehetőséget, hogy egy **Statistics VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.

A Configure Statistics párbeszédablakban válasszuk a Root mean square (RMS), Maximum, Minimum és Range (maximum - minimum) lehetőségeket. Kattintsunk az OK-ra, hogy bezárhassuk a párbeszédpanelt.

Statistical Calculations Arithmetic mean Median Mode Sum of values	Variance Kurtosis	Input Signal 1,5- 1- 90,5- 91,5- 1- 1- 1- 1- 1- 1- 1- 1- 1- 1		
Forreme Values ▼ Maximum _ Time of maximum ¬ Index of maximum	Skewness First time First value Last time	₹ -0.5 - -1 - -1,5 - 0 Results	Time	1
Ninimum	Last value	Statistic RMS	Result 0.997021	_ ^
Index of minimum		Maximum	1,41	
🛛 Ringe (maximum - mini	mum)	Range	-1,41 2,82	_
Sampling Characteristics	Time between camples (dt)			

Kössük össze a **Statistics VI Signals** bemenetét a **Simulate Signal VI** és a **grafikus kijelző** közötti összeköttetéssel a **huzalozási eszköz** segítségével.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **Statistics VI RMS, Maximum, Minimum** és **Range** kimeneteire és válasszuk a **Create** \rightarrow **Numeric Indicator**t, majd nyomjuk meg a **Run** gombot. A statisztikai értékek megjelennek a **front panel**en.



3.3. Adatok mentése fájlba

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File**-t, hogy ezt a **VI**-t a **blokk diagram**ra helyezhessünk.

A **Configure Write To Measurement File** párbeszádablakból kiindulva válasszunk egy helyet (ha kell, készítsünk) és fájlnevet (pl. **Sine**), amibe elmenthetjük az adatokat, majd állítsuk az **If a file already exists** lehetőséget **Overwrite file**-ra, végezetül nyomjuk meg az **OK** gombot.

G:\Sine.lvm	File Format © Text (LVM) © Binary (TDMS) © Binary with XML Header (TDM)
Action Save to one file Ask user to choose file Ask only once Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Orerwrite file	Lock file for faster access Segment Headers One header per segment One header only No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter Tabulator
Save to series of files (multiple files) Settings File Description	 Iabulator Comma

Kössük össze a Write to Measurement File VI Signals bemenetét a Simulate Signal VI és a grafikus kijelző közötti összeköttetéssel a huzalozási eszköz segítségével, majd futtassuk a VI-t (Run).

Dutitled 1 Front Panel *	
<u>File Edit View P</u> roject <u>O</u> perate <u>T</u> ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
Capt Application Font 🔽 🚛 🖬 🕸	
Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Noise	RMS 0,746261
	Maximum
ep 0.5-7 ide 	Minimum -1,38524
-1- -1.5- -0.02 0.04 0.06 0.08 0.1	Range 2,81298
12 Untitled 1 Block Diagram *	
File Edit View Project Operate Tools Window Help	
수 🕸 🔍 🛄 😵 🔛 🚾 🗗 15pt Application Font 🔻 🏪 🏧	
Simulate Signal	RMS Maximum Minimum Range Statistics Signals RMS Maximum Range
	Write To Measurement File Signals

Mentsük el a munkánk pl. "**Sine_SW**" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be a **LabVIEW**-t.

Nyissuk meg az adatfájlt (**Sine.lvm**) pl. **Jegyzettömb**bel és győződjünk meg arról, hogy tartalmaz adatokat. A minták számának **100**-nak kell lennie. Ez az érték módosítható a **Configure Simulate Signal** párbeszédablakban, mely elérhető a **Simulate Signal VI**-ra történő kettős kattintással.

Zárjuk be a **Jegyzettömb**öt.

4. MÉRÉS NI USB-9211 HARDVERREL LABVIEW SIGNALEXPRESS KÖRNYEZETBEN

A LabVIEW SignalExpress egy interaktív, adatnaplózási lehetőséget biztosító szoftver adatgyűjtő eszközökből érkező adatok gyors gyűjtéséhez, elemzéséhez és megjelenítéséhez. Ebben a fejezetben bemutatásra kerül, hogyan használható a LabVIEW SignalExpress egy NI USB-9211 típusú célhardverrel.

4.1. NI USB-9211 bemeneti modul termoelemekhez

Az NI USB-9211 adatgyűjtő négy darab 24 bites bemenetet biztosít termoelemek számára integrált jelkondícionálással. Az adatgyűjtő két összetevőből áll: egy NI 9211-es modulból és egy NI USB-9161-es jelzésű keretből (14. ábra).



14. ábra NI USB-9211 adatgyűjtő és terminál blokkja

Specifikációk:

- 4 darab bemenet termoelemek számára,
- 24 bites felbontás,
- 14 S/s mintavételezés,
- beépített hidegpont kompenzáció,
- kompatibiltás K, R, S, T, N, E és B típusú hőelemekkel és
- plug-and-play kapcsolat USB-n keresztül.

Kövessük a következő lépéseket, hogy konfigurálhassuk és tesztelhessük az ismertetett adatgyűjtőt, illetve készíthessünk egy taszkot (ami egy vagy több virtuális csatorna gyűjteményét jelenti), amelyet felhasználunk LabVIEW SignalExpres környezetben.

4.2. Az NI USB-9211 konfigurálása és tesztelése

Illesszünk egy **K típusú hőelem**et a **terminál blokk**hoz (**TCO+** és **TCO-**) és csatlakoztassuk az **adatgyűjtő**t a **számítógép**hez. Ekkor az **adatgyűjtő**n található **LED** folyamatosan villog.

Válasszuk a **Configure and Test This Device**-t a **New Data Acquisition Device** ablakban, majd kattintsunk az **OK**-ra vagy indítsuk el a **Measurement & Automation Explorer** (**MAX**) programot.



Nyissuk ki a **Devices and Interfaces**, majd a **NI-DAQmx Devices** lehetőséget (ha szükséges). Ellenőrizzük, hogy az **NI USB-9211A: "Dev..."** megjelenik a listában, ha nem, akkor nyomjuk meg az **F5** gombot.

3 NI USB-9211A: "Dev1" - Measurement	8 Automation Explorer					
File Edit View Tools Help						
Configuration	Properties 🗙 Delete	😭 Self-Test 🔚 Test Panels 🟠 Reset Device 😥 Crea	te Task 🦥 💦 Hide Help			
My System ▷ Data Neighborhood ∅ Devices and Interfaces ∅ NI-DAO-Pariate ▶ PXI PAT System (11-12-114) ▷ 𝔅 Serial & Parallel ▷ 𝔅 Software ▷ 𝔅 Mutors ▷ 𝔅 Mutors ▷ 𝔅 Remote Systems	Name	Value 0x12AF5D0	Back A Start			
Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-9211A: "Dev…"** lehetőségre és a válasszuk a **Test Panels…** opciót, hogy egy tesztet futtathassunk, majd kattintsunk a **Start** gombra.

alog Input	
Channel Name	Max Input Limit Rate (Hz)
Dev1/ai0 💌	80m 🗳 3 🚔
Mode	Min Input Limit Samples To Read
On Demand 💌	-80m 🗳 3
Input Configuration	
Differential 🗨	
5-	
5- 0- -5-	
5- 0- -5- -10-	99
5- 0- -5- -10- 0	99 Value 0
5- 0- -5- -10- 0 5tart Stop	99 Value 0

Ha a teszt sikeresen lefutott, nyomjuk meg a **Stop**, majd a **Close** gombot.

Test Panels : NI USB-9211A: "Dev1"		
Analog Input		
Channel Name Dev 1/ai0 v Mode On Demand v	Max Input Limit 80m 🗼 Min Input Limit -80m 🖨	Rate (Hz) 3 Samples To Read 3 X
Input Configuration Differential		
Amplitude vs. Samples Chart -60E-6 - -65E-6 - -70E-6 - -75E-6 - -80E-6 -	Aut	o-scale chart 😰
-85E-6-1 3,95	Val	102,95 ue -71,7u
Start Stop	>	
		Help Close

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-9211A: "Dev…"** lehetőségre és válasszuk a **Device Pinouts** opciót, hogy megtekinthessük az eszközünk lábkiosztását.

		2	erminals He	Qmx Device I	g NI-DA
Elrejtés Keresés Vissza Előre <u>B</u> eállítások	ting eállítások	d Előre	<⊱ Vissza	Keresés	Erejtés
Ellegiés Keresés Vissza Előre Beállítások Iartalom Tárgymutató Keresés 4 NI NI USB-9211A 2 NI 9475 1 Al 0+ (TC 0+) Al 0+ (TC 0+) 2 NI 9475 1 Al 0+ (TC 0+) Al 0+ (TC 0+) 2 NI 9475 1 Al 0+ (TC 0+) Al 0+ (TC 0+) 3 NI 9475 1 Al 0+ (TC 0+) Al 0+ (TC 0+) 3 NI 9475 1 Al 0+ (TC 0+) Al 1+ (TC 1+) 3 NI 9475 1 Al 1+ (TC 1+) Al 1+ (TC 1+) 3 NI DAQCard-DIO-24 Al 3+ (TC 2+) Al 3+ (TC 2+) 3 NI ENET-9215 NI NI NI 3 NI ENET-9215 NI NI NI 3 NI ENET-92121 (DSU NI NI NI 3 NI ENET-9472 (DSU NI NI NECHMO-1654 (N NI NUSB-9201 (DSUB 3 NI USB-9201 (DSUB NI USB-9201 (DSUB NI USB-9201 (DSUB NI USB-9201 (DS	Allitások II USB-9211A		Vissza Keresés Card-DIO-24 T-9211 T-9215 T-9215 T-9215 (BNC) T-9219 T-9234 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9421 T-9422 T	Keresés Téggymutató 2 NI 9477 2 NI 9477 2 NI 9477 2 NI 9477 2 NI 9477 2 NI 9478 2 NI 9488 2 NI 0402 2 NI ENE 2 NI E	Elrejtés Iartalom

Zárjuk be az ablakot.

4.3. Taszk készítése a hőelem számára

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-9211A: "Dev…"** lehetőségre és válasszuk a **Create Task…** opciót.

A Create New NI-DAQmx Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Temperature \rightarrow Thermocouple-t.



Válasszuk ki az **ai0**-t, majd kattintsunk a **Next** gombra.

Create New NI-DAQmx Task	
Measurement Automation Ex	& NATIONAL SINSTRUMENTS
Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured global virtual channels of the same measurement type as the task, click the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task, When you copy the global virtual channel to the task, it becomes a local virtual channel. When you add a global virtual channel to the task, the task uses the actual global virtual channel, and any changes to that global virtual channel are reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports <u>multiple</u> channels in a task, you can select multiple channels to add to a task at the same time.	Supported Physical Channels Open USB-9211A) ai0 ai2 ai3
	< Bac Next > Finish Cancel

Írjuk be a taszk nevét: Thermocouple, majd kattintsunk a Finish gombra.



A Thermocouple taszk megjelenik a Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks listában.

Of the second	mation Explorer
File Edit View Tools Operate Hel	p
Configuration	🔚 Save 🛛 😒 Run 👻 🕂 Add Channels 💥 Remove Channels
My System Data Neighborhood Mi-DAOmy Tasks Thermocouple Mi DAOmy Tasks Mi Dhore Dao ing	Temperature 0
 Image: A second second	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Channel Settings Details Channel Settings Temperature Calibration

Állítsuk a **Thermocouple Type** lehetőséget **K**-ra és futtassuk a programot (**Run**).

File Edit View Lools Operate He	
 Ide Edit View Tools Operate He Configuration My System Data Neighborhood M ID-DAQmx Tasks [M Thermocouple] Devices and Interfaces Devices and Interfaces NI-DAQmx Devices MI-DAQmx Devices NI-DAQmx Devices NI-DAQmx Devices NI-DAQmx Devices NI-DAQmx Devices Solution Section (Unidentified) Scials Software M ID Drivers Remote Systems 	Image: Save Run + Add Channels Remove Channels Image: Temperature Image: Configuration Triggering Advanced Timing Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Image: Details Details Details Details Remove Channel Settings Image: Details D

Az aktuális hőmérséklet értéke megjelenik. Nyomjuk meg a **Stop** gombot.

3 Thermocouple - Measurement & Autor	ation Explorer	
File Edit View Tools Operate Hel		
Configuration	🔚 Save 间 Stop 🕂 🕇 Add Channels 💥 Remove Channel	s
My System Data Neighborhood M-DAQmx Tasks	Temperature	24,582616
 Image: Devices and Interfaces Image: Image: Im	<m< td=""><td>. v </td></m<>	. v

Mentsük el a beállítást (**Save**), ami a későbbiekben felhasználható lesz az alkalmazásokhoz.

3 Thermocouple - Measurement & Automation	Explorer	
File Edit View Tools Operate Help		
Configuration	ave 👌 Run 👻 🕂 Add Channels 💢 Remove	Channels
🔇 My System		
a 📑 Data Neighborhood	Temperature	24,569857 🔺
🔺 🚂 NI-DAQmx Tasks		
{́͡͡m Thermocouple		
Devices and Interfaces		
a 📾 NI-DAQmx Devices		
NI USB-9211A: "Dev1"		

4.4. A "Thermocouple" Taszk használata LabVIEW SignalExpress környezetben

A **MAX**-ben nyissuk ki a **Software** lehetőséget, kattintsunk a jobb egér gombbal a **LabVIEW SignalExpress**re, majd kattintsunk a **Launch LabVIEW SignalExpress**re.



Válasszuk ki a Tools \rightarrow Import NI-DAQmx Task from MAX... lehetőséget, hogy a Thermocouple taszkot importálhassuk. Az Import NI-DAQmx Task from MAX ablakban válasszuk a Thermocouple-t és kattintsunk az OK-ra.

Import NI-DAQmx Tasks from MAX
NI-DAQmx Tasks
Thermocouple
OK Cancel

Állítsuk a **Sample Period (s)** lehetőséget **1**-re és váltsunk a **Step Setup** ablakról **Data View** ablakra.

Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress		
File Edit View Tools Add Step Operate	<u>Window</u> <u>H</u> elp	
🔂 Add Step 🔇 Run 👻 🔮 Record 🔛 Er	or List	
Project - 4 ×	Step Setup 🔟 Data View 🗟 Recording Options 🗋 Project Documentation 🎉 Connection Diagram	
Monitor / Record	📸 Lock To Step 🔑 Preview 🎉 Connection Diagram	
	Temperature	0
ldle		
1 顶 DAQmx Acquire		
► Themocouple	Table Display Type	
l' <u></u>		
	Configuration Triggering Advanced Timing Execution Control	
	Details >>> ^ Thermocouple Setup	
	Temperature 🔐 Settings 🚛 Device 🔣 Calibration	n
	Signal Tory & Dispose	
	Max 100 -Scaled Units	
	Min 0 deg C	-
	E Thermocouple Type	
	К	
	CJC Source CJC Value	
	Click the Add Channels button Constant 💌 25	
	(+) to add more channels to the task.	
	Timing Settings Acquisition Mode Samples to Read Sample Peri	iod (s)
]	1 Sample (On Demand)	1
🕞 Logs		

Húzzuk a **Thermocouple**-t a **Data View** ablakba, majd kattintsunk a **Run** gombra, hogy ellenőrizhessük a beállításokat.



Az aktuális hőmérséklet értéke grafikusan megjelenik. A leállításhoz nyomjuk meg a **Stop** gombot.



Más megjelenítési mód (pl. tartály, csúszka) is kiválasztható. Ehhez kattintsunk a jobb egér gombbal a **Data View** ablakra és válasszuk a **View As** opciót.

Adatok rögzítéséhez kattintsunk a **Record** gombra, majd válasszuk a **Thermocouple**-t a **Logging Signals Selection** ablakban. Változtassuk meg a nevet **First test**re, majd kattintsunk az **OK** gombra.

0		
Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress		
<u>File</u> <u>Edit</u> <u>View</u> <u>T</u> ools Add Step <u>O</u> perate	te <u>W</u> indow Data View <u>H</u> elp	
🕢 Add Step 😵 Run 🌔 \varTheta Record 🎾 E	Error List	
Project 🗸 🗸 🗙	🛛 🖓 Step Setup 🗖 Data View 🚯 Recording Options 🏠 Project Documentation 🎉 Connection Diagram	
Monitor / Record	📩 Add Display 👻 Export To 💌 🧮 Properties	
	Chart	
Running	23,06 - Logging Signals Selection	
	23,05 - Signals to include	
	23,04-	
	23,03-	
	23,02-	
	23,01-	
	23-	
	22,99 -	
	22,98 -	
	22,97-	
	8 22,95 - Select All Select None	
	Erst test	
	22,93-	
	22,92-	
	22,91-	
	22,9-	
	22,89 - Recording Options tool from the View menu.	
	22,88-	
	22,87-	
	22,86- OK Cancel Help	
	22,85-	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		

A rögzítés megállításához nyomjuk meg a **Stop** gombot és ha szükséges, az **OK** gombot.





A rögzített adatok megtekintéséthez váltsunk **Monitor/Record** módról **Playback** módra a **First test** napló kiválasztásával, majd a képernyő alján lévő **First test** naplót húzzuk a **Data View** ablakba és futtassuk azt (**Run**).



Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress <u>File Edit View Tools</u> Add Step Operate Window Data View <u>H</u>elp 🕒 Add Step 📋 Stop 🔻 💀 Error List 0000 000:00:00.000 000:00:24.331 000:00:48.662 000:01:12.993 000:01:37.324 000:02:01.655 000:02:25.986 000:02:5 000:01:33.000 000:00:00.000 000:00:24.331 000:00:48.662 000:01:12.993 000:01 Data View 📴 Playback Options 🗋 Project Documentation - 1X Project 🗕 🕂 🗶 Playback 🔽 🗽 Add Display 👻 Export To 🔹 📰 Properties 🗠 Chart First test 23,3-Running 23,25-23,2-Select the "Add Step" toolbar button 23,15to perform processing and analysis 23,1of your logged data 23,05 23. 22.95 22,9 22,85-22,8 22.75-22,7 22,65 22,6 22,55-22,5-22,45-22,4-22,35-22,3-🗆 🥽 Logs 🗄 🎲 First test 22,25 14:56:34,364 🗑 Snapshots 14:58:34,364 15:00:34,364 15:02:34,364 15:05:05,36 Time (s)

Ha a futtatást a vége előtt szeretnénk leállítani, nyomjuk meg a **Stop** gombot.

Mentsük el a munkánk pl. "Thermocouple1_SE" névvel: File \rightarrow Save Project.

Az adatok **Microsoft Excel**be történő exportálásához kattintsunk a jobb egér gombbal **Data View** ablakra és válasszuk az **Export To** \rightarrow **Microsoft Excel** lehetőséget. Mentsük el az így kapott fájlt pl. "Thermocouple1_Excel" névvel.

Zárjuk be a Microsoft Excel és LabVIEW SignalExpress programokat.

4.5. Két csatorna használata LabVIEW SignalExpress környezetben

Illesszünk egy újabb K típusú hőelemet a terminál blokkhoz (TC1+ és TC1-). Válasszuk a Thermocouple taszkok, majd az Add Channels \rightarrow Thermocouple opciót a MAX-ben.

🔇 Thermocouple - Measurement & Autor	mation Explorer	
File Edit View Tools Operate He	elp	
My System John Data Neighborhood Mi-DAOpay Tasks	Temperature 0	
Complete Complet	III	
 PXI PXI System (Unidentified) PXI System (Unidentified) Serial & Parallel A Scales Software M IVI Drivers Remote Systems 	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Channel Settings Details Details Configuration Thermocouple Setup Temperature Configuration Thermocouple Setup Configuration Configuration Channel Settings Channel Setting Channel Setting Channel Setting Channel	bration

Válasszuk ki az **ai1**-et az **Add Channels To Task** ablakban, majd kattintsunk az **OK**-ra.

Add Channels To Task	
Physical	
Supported Physical Channels	
□ Dev1 (USB-9211A)	*
ail	
ai3	
	*
<ctrl> or <shift> dick to select multiple channels.</shift></ctrl>	
Location To Add Channels	
End of the scan	
	el
UK Canc	ei

A **Temperature_0** csatorna megjelenik.



Nyomjuk meg a **Run** gombot. A hőmérséleti értékek megjelennek. Nyomjuk meg a **Stop** gombot és mentsük el az új beállításokat (**Save**).

Indítsuk el a **LabVIEW SignalExpress** programot. Válasszuk a **Tools** \rightarrow **Import NI-DAQmx Task from MAX...** lehetőséget, hogy a **Thermocouple** taszkot importálhassuk. Az **Import NI-DAQmx Task from MAX** ablakban válasszuk a **Thermocouple** taszkot és kattintsunk az **OK**-ra.

Állítsuk a **Sample Period (s)** lehetőséget **1**-re és váltsunk a **Step Setup** ablakról **Data View** ablakra. Kétszer kattintsunk az **Add Display** gombra.



Nyissuk ki a **DAQmx Acquire** alatt megjelenő **Thermocouple**-t és húzzuk a **Temperature**-t az első **Data View** ablakba, a **Temperature_O**-t a második **Data View** ablakba, míg a teljes **Thermocouple**-t a harmadik **Data View** ablakba. Nyomjuk meg a **Run** gombot a futtatáshoz. A két termoelem által szolgáltatott értékek külön-külön, illetve együtt is megjelennek.



Nyomjuk meg a **Stop** gombot és mentsük el a munkánk pl. **"Thermocouple2_SE**" névvel: **File** \rightarrow **Save Project**.

Zárjuk be a LabVIEW SignalExpress és MAX programokat.

Irodalomjegyzék

- 1. User Guide and Specifications NI USB-9211/9211A
- 2. <u>http://www.ni.com/labview/signalexpress/</u> (26/08/2013)

5. MÉRÉSI ADATOK GYŰJTÉSE ÉS TÁROLÁSA LABVIEW-BAN NI USB-9211 ADATGYŰJTŐVEL

Ahogy a 3. fejezetben szerepelt, a LabVIEW felhasználható hardver-szoftver integrációra annak érdekében, hogy adatokat gyűjthessünk, tárolhassunk, elemezhessünk, illetve megjeleníthessünk. Ebben a fejezetben bemutatásra kerül, hogyan használható a LabVIEW célhardverrel ezek megvalósítására.

5.1. A hardver-szoftver integráció konfigurálása

Illesszünk egy **K típusú hőelem**et a **terminál blokk**hoz (**TCO+** és **TCO-**) és csatlakoztassuk az **adatgyűjtő**t a **számítógép**hez. Ekkor az **adatgyűjtő**n található **LED** folyamatosan villog.

Válasszuk a **Configure and Test This Device**-t a **New Data Acquisition Device** ablakban, majd kattintsunk az **OK**-ra vagy indítsuk el a **Measurement & Automation Explorer** (**MAX**) programot.

Nyissuk ki a **Devices and Interfaces**, majd a **NI-DAQmx Devices** lehetőséget (ha szükséges). Ellenőrizzük, hogy az **NI USB-9211A: "Dev..."** megjelenik a listában, ha nem, akkor nyomjuk meg az **F5** gombot.

Indítsuk el a **LabVIEW**-t, a **Getting Started** ablak megjelenik.

A **Getting Started** ablak **New** szakaszában kattintsunk a **Blank VI**-ra, hogy új **VI**-t készíthessünk.

Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** lehetőséget és helyezzük a **VI**-t a **blokk diagram**ra.

A Create New Express Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Temperature \rightarrow Thermocouple-t.



Válasszuk ki **ai0**-t analóg bemeneti csatornának, majd kattintsunk a **Finish** gombra.



Állítsuk a Thermocouple Type lehetőséget K-ra, az Acquisition Mode-ot N Samples-re, a Samples to Readet 20-ra, a Rate (Hz) lehetőséget 10-re és futtassuk a programot (Run).



Az aktuális hőmérsékleti érték megjelenik.



Kattintsunk az **OK** gombra.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **DAQ Assistant data** kimenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Graph Indicator**t. Egy **grafikus kijelző** megjelenik a **front panel**en. Futtassuk a programot (**Run**). Az adatok (20 darab) kirajzolódnak a **grafikus kijelző**n.



5.2. Statisztikai számítások végzése a gyűjtött adatokon

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Signal Analysis** \rightarrow **Statistics** lehetőséget, hogy egy **Statistics VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.

A Configure Statistics párbeszédablakban válasszuk a Root mean square (RMS), Maximum, Minimum és Range (maximum - minimum) lehetőségeket. Kattintsunk az **OK**-ra, hogy bezárhassuk a párbeszédpanelt.

Statistical Calculations		Input Signal		
Arithmetic mean	Riot mean square (RMS)	1,5-		T.
Median	Standard deviation	1-		
Mode	Variance	ළ 0,5-		
Sum of values	Kurtosis	.e	nple Cane	
	Skewness	.0,5 −		
F		-1-		8
Values	🕅 First time	-1,5 -		4
Time of maximum	First value	U	Time	1
Index of maximum	Last time	Results		
🗸 Ninimum	🔲 Last value	Statistic	Result	
Time of minimum		RMS	0,997021	_
Index of minimum		Maximum	1,41	
I Danas (manimum mini	·····	Minimum	-1,41	_
Vinge (maximum - mini	mumj	Range	2,82	_
Sampling Characteristics		n		
Total number of cample	Time between samples (dt)			-

Kössük össze a **Statistics VI Signals** bemenetét a **DAQ Assistant VI** és a **grafikus kijelző** közötti összeköttetéssel a **huzalozási eszköz** segítségével.

Dutitled 1 Block Diagram *	
<u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u>	
수 🐼 🔘 💵 😵 🕵 🛏 🖻 🗊 15pt Application Font 💌 🏣	- 💼 - 🛸
DAQ Assistant data	Statistics Signals RMS Maximum Minimum Range

Kattintsunk a jobb egér gombbal a Statistics VI RMS, Maximum, Minimum és Range kimeneteire és válasszuk a Create \rightarrow Numeric

Untitled 1 Front Panel * <u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u> 🔁 🕘 🔢 24pt Application Font 💌 🚛 🖬 🏙 🤇 RMS Waveform Graph Temperature 0 23,27 23,26-Maximum · 23,25 23,24 -Minimum 0 23,23 23.22 Range 23 21 0 0,25 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75 ó Time 🔁 Untitled 1 Block Diagram * <u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u> 수 🏖 🕘 💵 😵 🚂 🖻 🗊 15pt Application Font 🔽 🚛 📬 🧐 Maximum Minimum RMS Range Į.∖į 1.23 1.23 1.23 Þ 1.23 Statistics Signals RMS C) Maximum Waveform Graph DAQ Assistant Minimum data Range

Indicatort, majd nyomjuk meg a **Run** gombot. A statisztikai értékek megjelennek a **front panel**en.

5.3. Adatok írása fájlba

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File**-t, hogy ezt a **VI**-t a **blokk diagram**ra helyezhessünk.

A **Configure Write To Measurement File** párbeszádablakból kiindulva válasszunk egy helyet (ha kell, készítsünk) és fájlnevet (pl. **Thermocouple**), amibe elmenthetjük az adatokat, majd állítsuk az **If a file already exists** lehetőséget **Overwrite file**-ra, végezetül nyomjuk meg az **OK** gombot.

Filoname G:\Thermocouple.lvm	File Format Text (LVM) Binary (TDMS) Binary with XML Header (TDM) Clark file for faster access
Action Save to one file Ask user to choose file Ask user to choose file Ask only once Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Overwrite file Save to series of files (multiple files) Settings	Segment Headers One header per segment One header only No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter Tabulator Comma
File Description	Advanced

Kössük össze a Write to Measurement File VI Signals bemenetét a DAQ Assistant VI és a grafikus kijelző közötti összeköttetéssel a huzalozási eszköz segítségével, majd futtassuk a VI-t (Run).



Mentsük el a munkánk pl. "Thermocouple_HW" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be ezt a **VI**-t.

Nyissuk meg az adatfájlt (**Thermocouple.lvm**) pl. **Jegyzettömb**bel és győződjünk meg arról, hogy tartalmaz adatokat. A minták számának **20**-nak kell lennie. Ez az érték módosítható a **DAQ Assistant VI**-ra történő kettős kattintással.

Zárjuk be a **Jegyzettömb**öt.

5.4. Adatok folyamatos írása fájlba

Nyissunk meg egy új **VI**-t.

Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow **While Loop** lehetőséget, hogy egy **while ciklus**t hozhassunk létre. Rajzoljunk ennek elérésére egy téglalapot.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Start** lehetőséget, hogy egy **Start VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Stop** lehetőséget, hogy egy **Stop VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Read** lehetőséget, hogy egy **Read VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Task Const** lehetőséget, hogy egy **Task Const VI**-t helyezhessünk a **blokk diagram**ra.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File**-t, hogy ezt a **VI**-t a **blokk diagram**ra helyezhessünk.

A **Configure Write To Measurement File** párbeszádablakból kiindulva válasszunk egy helyet (ha kell, készítsünk) és fájlnevet (pl. **Thermocouple1**), amibe elmenthetjük az adatokat, majd állítsuk az **If a file already exists** lehetőséget **Overwrite file**-ra, végezetül nyomjuk meg az **OK** gombot.

Filesame G:Thermocouple1.lvm	File Format © Text (LVM) © Binary (TDMS)
Action	Binary with XML Header (TDM) I cock file for faster access
Save to one file Ask user to choose file Ask only once Ack each iteration	One header per segment One header only No headers
 Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Orenvrite file 	X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter
Save to series of files (multiple files)	 Tabulator Comma
File Description	Advanced
	OK Cancel Help



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **front panel**re és válasszuk az **Express** \rightarrow **Graph Indicators** \rightarrow **Waveform Chart** lehetőséget, hogy egy **grafikus kijelző**t helyezhessünk a **front panel**re. A **grafikus kijelző** megjelenik a **front panel**en.





Kössük össze a **huzalozási eszköz** segítségével:

- a **Start VI task out** kimenetét a **Read VI task/channels in** bemenetével,
- a Start VI error out kimenetét a Read VI error in bemenetével,
- a Read VI task out kimenetét a Stop VI task/channels in bemenetével,
- a Read VI error out kimenetét a Stop VI error in bemenetével,
- a Task Const VI-t a Start VI task/channels in bemenetével,
- a Read VI data kimenetét a Write to Measurement File VI Signals bementével és
- a grafikus kijelzőt a Write to Measurement File VI Signals bemenetével.



Készítsünk egy új taszkot a **Task Const VI** kapcsolásával és válasszuk a **Browse** lehetőséget. A **Thermocouple** taszk megjelenik. Kattintsunk a **Create New...** opcióra és válasszuk a **MAX Task** lehetőséget.

MAX Tasks Thermocouple	-
	▼

A Create New NI-DAQmx Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Temperature \rightarrow Thermocouple-t, utána az aiO-t, majd kattintsunk a Next gombra. Írjuk be a taszk nevét: Thermocouple1, majd kattintsunk a Finish gombra. Állítsuk a **Thermocouple Type** lehetőséget **K**-ra és nyomjuk meg a **Run** gombot. Az aktuális hőmérsékleti érték megjelenik. Kattintsunk a **Stop** gombra, majd az **OK**-ra. Válasszuk ki a **Thermocouple1** taszkot a **Select item(s)** ablakban, majd kattintsunk az **OK**-ra.

Select item(s)	23
MAX Tasks Thermocouple Thermocouple	-
< Create New OK Car	► ncel

Nyomjuk meg a **Run** gombot. A helyes hőmérsékleti érték folyamatosan kirajzolódik.





Nyomjuk meg a **STOP** gombot a leállításhoz.

A Thermocouple1 taszk megjelenik a Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks listában.

3 Thermocouple1 - Measurement & Automation E	xplorer
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	🔚 Save 🛛 😒 Run 👻 🕂 Add Channels 💢 Remove Channels
 My System Data Neighborhood NI-DAQmx Tasks Thermocouple Thermocouple Thermocouple Thermocouple NI-DAQmx Devices NI-DAQmx Devices NI-USB-9211A: "Dev1" NI USB-6009: "Dev2" NX System (Unidentified) Seria & Parallel Scales Software MI Drivers Remote Systems 	Image: Configuration Triggering Advanced Timing Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Image: Channel Sett

Mentsük el a munkánk pl. "Thermocouple_HW1" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be a **LabVIEW** és **MAX** programokat.

Nyissuk meg az adatfájlt (**Thermocouple1.lvm**) pl. **Jegyzettömb**bel és győződjünk meg arról, hogy tartalmaz adatokat.

Zárjuk be a **Jegyzettömb**öt.

6. ADATGYŰJTÉS NI USB-6009 MULTIFUNKCIÓS I/O ESZKÖZZEL

Ebben a fejezetben bemutatásra kerül az NI USB-6009 multifunkciós I/O eszköz, annak konfigurálása, tesztelése és alapvető alkalmazási lehetőségei LabVIEW környezetben.

6.1. NI USB-6009 multifunkciós I/O eszköz

Az NI USB-6009 multifunkciós I/O eszköz (15. ábra) különféle alkalmazások számára biztosít adatgyűjtési lehetőséget.



15. ábra NI USB-6009 adatgyűjtő és terminál blokkja

Specifikációk:

- 8 analóg bemenet (14-bit, 48 kS/s),
- 2 analóg kimenet (12-bit, 150 S/s),
- 12 digitális I/O,
- 32 bites számláló,
- digitális triggerelés és
- bus-powered.

Az NI USB-6009 adatgyűjtő blokk diagramját a 16. ábra szemlélteti.



16. ábra Az NI USB-6009 adatgyűjtő blokk diagramja

GND: földelés - referencia pont.

AI <0..7>: analóg bemeneti csatornák.

AO <0, 1>: analóg kimeneti csatornák.

P0.<0..7>: digitális I/O csatornák.

P1.<0..3>: digitális I/O csatornák.

PFI 0: PFI 0, mely konfigurálható, mint digitális trigger vagy számláló bemenet.

+2,5 V: +2,5 V külső referencia.

+5 V: +5 V tápfeszültség forrás.

A 6. táblázat az analóg, míg a 7. táblázat a digitális terminál kiosztását mutatja.

Modul	Terminál	Asz. mód	Diff. mód
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
ÉF	5	AI 1	AI 1+
23	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
9 10	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
4 15	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

6. táblázat Analóg terminál kiosztása

7. táblázat Digitális terminál kiosztása

Modul	Terminál	Jel
	17	P0.0
	18	P0.1
H	19	P0.2
	20	P0.3
<u>1</u>	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0 6
	24	P0.7
243	25	P1.0
26.2	26	P1.1
<u>111</u>	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
a to	31	+5 V
	32	GND

6.2. Az NI USB-6009 konfigurálása és tesztelése

Csatlakoztassuk az **"AIO+**" csatornát az **"AOO**" csatornához, illetve az **"AIO-**" csatornát a **"GND**" csatornához a 17. ábra szerint, majd csatlakoztassuk az **adatgyűjtő**t a **számítógép**hez. Ekkor az **adatgyűjtő**n található **LED** folyamatosan villog.



17. ábra A csatornák összekötése

Válasszuk a Configure and Test This Device-t a New Data Acquisition Device ablakban, majd kattintsunk az OK-ra vagy indítsuk el a Measurement & Automation Explorer (MAX) programot.

Nyissuk ki a **Devices and Interfaces**, majd a **NI-DAQmx Devices** lehetőséget (ha szükséges). Ellenőrizzük, hogy az **NI USB-6009: "Dev..."** megjelenik a listában, ha nem, akkor nyomjuk meg az **F5** gombot.

🥹 NI USB-6009: "Dev2" - Measurement & Automa	tion Explorer			
File Edit View Tools Help				
Configuration	🖹 Properties 🛛 🗙 Delet	e 🔀 Self-Test 📲 Test Panels	💁 Reset Device 🛛 🙀 Creat	e Task 🤍 🎲 Hide Help
My System Joata Neighborhood	Name	Value		🛃 Back 🔜 🚖
	Serial Number	0x12AEE12		All Andrews An

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-6009: "Dev…"** lehetőségre és a válasszuk a **Test Panels…** opciót, hogy egy tesztet futtathassunk, majd kattintsnuk a **Start** gombra.

Válasszuk az **Analog Output** fület, állítsunk be pl. **2,35**-ot, mint **Output Value**, majd kattintsunk az **Update** gombra.

Panels : NI USB-6009: "Dev2"		Test Panels : NI USB-6009: "Dev2"
alog Input Analog Output Digital I/	0 Counter I/O	Analog Input Analog Output Digital I/O Counter I/O
Channel Name M Dev2/ai0 Mode N On Demand Input Configuration Differential	Input Limit Rate (Hz) Iminput Limit Samples To Read 10 Imin Input Limit	Channel Name Max Output Limit Rate (Hz) Dev2/ao0 Image: Comparison of the state of the sta
Amplitude vs. Samples Chart 10 - 5 - 0 - -5 - -10 - 0	Auto-scale chart V 99 Value 0	Prequency (Hz) 2,35 ♥ - - - - 0-
Start Stop	Help Close	Update Stop Help Close

Térjünk vissza az **Analog Input** fülre és kattintsunk a **Start** gombra.

Davi2/si0	Max	Input Limit	Rate (Hz)
Dev2/alu	• 10		1000
Mode On Demand	Min I	nput Limit	1000
Input Configuration			
Differential	-		
Amplitude vs. Samples Ch	hart	Auto	o-scale chart 👿
10			
5 -			
0 -			
-5 -			
-5 -			
-5-			
-5 - -10 - 0		Valu	99 e 0
-5- -10- 0		Valu	99 e 0
-5- -10-	Stop	Valu	99 99
-5- -10-	Stop	Valu	99 e 0
-5- -10-1 0	Stop	Valu	99 e 0
-5- -10-1 0	Stop	Valu	99 e 0



Ha a teszt sikeresen lefutott, nyomjuk meg a ${\bf Stop},$ majd a ${\bf Close}$ gombot.

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-6009: "Dev…"** lehetőségre és válasszuk a **Device Pinouts** opciót, hogy megtekinthessük az eszközünk lábkiosztását.

😵 NI-DAQmx Devic	e Terminals H	elp			
	¢	⇒	Ē -		
Elrejtés Keresés	Vissza	Előre	<u>B</u> eáll ítások		
Tartalom Tárgymuta	tó Ke <u>r</u> esés	• •	NI USB-	6009	۲.
2 N 9	472	^	GND	1 17	P0.0
	1472 (DSUB)		AI 0/AI 0+	2 18	P0.1
	4/4		AI 4/AI 0-	3 19	P0.2
	475		GND	4 20	P0.3
	476		AI 1/AI 1+	5 21	P0.4
	477		AI 5/AI 1-	6 22	P0.5
	4/8		GND	7 23	P0.6
	481		AI 2/AI 2+	8 24	P0.7
	485		AI 6/AI 2-	9 25	P1.0
	AQCard-DIU-24	•	GND	10 26	P1.1
	NET-9211		AI 3/AI 3+	11 27	P1.2
	NE1-9215	.	AI //AI 3-	12 28	P1.3
	NE1-9215 (BN	-	GND	13 29	PETO
	NE1-9219		AO 1	15 21	+5.V
	NE1-9234		GND	16 32	GND
	NET-9237		Girlb		
	NE1-9421	.			
	NET-9421 (DSI				
	NE1-9472	.			
	NET-9472 (DSI				
	NE1-9481	=			
	CI-DIO-96				
	CI-MIO-16E-1 (I				
	CI-MIO-16E-4 (I	N			
	CI-MIO-16XE-1	0			
	CI-MIC-16XE-5	U			
	128-6008				
? NI U	JSB-6009	-			

Zárjuk be az ablakot.

6.3. Taszk készítése feszültség jel fogadására

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-6009: "Dev…"** lehetőségre és válasszuk a **Create Task…** opciót.

A Create New NI-DAQmx Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage lehetőséget.

Create New NI-DAQmx Task		
Measurement Automation Ex	& cplorer	
Select the measurement type for the task. A <u>task</u> is a collection of one or more virtual channels with timing, triggering, and other properties. To have <u>multiple measurement types</u> within a single task, you must first create the task with one measurement type. After you create the task, click the Add Channels button to add a new measurement type to the task.		 Acquire Signals Analog Input Voltage Temperature Strain Current Resistance Frequency Position Acceleration Custom Voltage with Excitatio Sound Pressure
		< Back Next > Finish Cancel

Válasszuk ki az **ai0**-t, majd kattintsunk a **Next** gombra.

Create New NI-DAQmx Task	
Measurem Automatio	ent & Sinational Sinstruments
Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured global virtual channels of the same measurement type as the task, click the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task. When you copy the global virtual channel to the task, it becomes a local virtual channel. When you add a global virtual channel to the task, the task uses the actual global virtual channel, and any changes to that global virtual channel are reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports <u>multiple</u> <u>channels</u> in a task, you can select multiple channels to add to a task at the same time.	Supported Physical Channels Depend (JSB-6009) ai0 ai2 ai3 ai4 ai5 ai6 ai7
	< Bac Next > Finish Cancel

Írjuk be a taszk nevét: **Voltage**, majd kattintsunk a **Finish** gombra.


A Voltage taszk megjelenik a Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks listában.

3 Voltage - Measurement & Automation Explorer	
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	Gave → Run → Add Channels X Remove Channels
 My System Data Neighborhood M-DAQmx Tasks Thermocouple Thermocouple1 Voltage 	y 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 →
 ■ Devices and Interfaces ■ INI-DAQmx Devices ptg. NI USB-9211A: "Dev1" ptg. NI USB-6009: "Dev2" ptg. PXI System (Unidentified) ptg. Serial & Parallel ■ Serial & Parallel 	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Uoltage Voltage Voltage Settings Conditional Settings Co
OL Software M IV Drivers Semote Systems	Signal Input Range Max 10 Min -10

Állítsuk a Max of Signal Input Range lehetőséget 5-re, a Min of Signal Input Range lehetőséget 0-ra, az Acquisition Mode lehetőséget 1 Sample (On Demand)-ra és futtassuk a programot (Run).

Solver - Measurement & Automation Explorer	
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	Save Run + Add Channels X Remove Channels
 My System Data Neighborhood MI-DAQmx Tasks Thermocouple Thermocouple1 Voltage 	Voltage 0
 ✓ W Devices and Interfaces ✓ MI DAQmx Devices ▷ MI USB-9211A: "Dev1" ♥ MI USB-6009: "Dev2" ▷ PXI PXI System (Unidentified) ▷ PXI PXI System ▷ Scales ▷ Software ▷ MI Drivers ▷ Remote Systems 	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Voltage Voltage Voltage Signal Input Range Max 5 Volts V
	Click the Add Channels button (+) to add more channels to the task.
	Timing Settings Acquisition Mode Samples to Read 1 Sample (On Demand) 1k

A beállított feszültség értéke (~**2,35**) megjelenik. Nyomjuk meg a **Stop** gombot.

🕙 Voltage - Measurement & Automation Explorer		
File Edit View Tools Operate Help		
Configuration	🔚 Save 🛛 🗃 Stop 👉 🕂 Add Channels 💥 Re	emove Channels
🔺 🥸 My System		
🔺 📑 Data Neighborhood	Voltage	2,34439
Image: A state of the state		
(😥 Thermocouple		
₹ Thermocouple1		•
{₩ Voltage		

Mentsük el a beállítást (**Save**), ami a későbbiekben felhasználható lesz az alkalmazásokhoz.

3 Voltage - Measurement & Automation Explorer		
File Edit View Tools Operate Help		
Configuration	🔚 Save) 🔁 Run 👻 🕂 Add Channels 💥 Remov	e Channels
 System Data Neighborhood NI-DAQmx Tasks Thermocouple Thermocouple1 Voltage 	Voltage	2,345027

6.4. A "Voltage" taszk használata LabVIEW-ban

Nyissuk meg a **Thermocouple_HW1** LabVIEW fájlt, majd válasszuk ki a **Voltage** taszkot a **Task Const VI** átkapcsolásával.



Kattintsunk kettőt a **Write to Measurement File VI**-ra. A **Configure Write To Measurement File** párbeszádablakból kiindulva válasszunk egy helyet (ha kell, készítsünk) és fájlnevet (pl. **Voltage**), amibe elmenthetjük az adatokat, majd nyomjuk meg az **OK** gombot.

G:Voltage.lvm	File Format Text (LVM) Binary (TDMS) Binary with XML Header (TDM)
Action Save to one file Ask user to choose file Ask only once Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Overwrite file Save to series of files (multiple files)	Lock file for faster access Segment Headers One header per segment One header only No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter Tabulator
Settings File Description	Comma

Mentsük el a munkánk pl. "Voltage" névvel: File \rightarrow Save as \rightarrow Substitute copy for original.

Nyomjuk meg a **Run** gombot. A beállított feszültség értéke (~**2,35**) folyamatosan kijelzésre kerül.



A leállításhoz nyomjuk meg a **STOP** gombot.



Nyissuk meg az adatfájlt (**Voltage.lvm**) pl. **Jegyzettömb**bel és győződjünk meg arról, hogy tartalmaz adatokat.

Zárjuk be a **Jegyzettömb**öt és ezt a **VI**-t.

6.5. Taszk készítése analóg bemenethez DAQ Assistant segítségével

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **NI USB-6009: "Dev…"** lehetőségre a **MAX** programban és válasszuk a **Test Panels…** opciót, hogy egy tesztet futtathassunk. Válasszuk az **Analog Output** fület, állítsunk be pl. **4,5**-et, mint **Output Value**, majd kattintsunk az **Update** gombra. Térjünk vissza az **Analog Input** fülre és kattintsunk a **Start** gombra. Ha a teszt sikeresen lefutott, nyomjuk meg a **Stop**, majd a **Close** gombot.

Nyissunk meg egy új **VI**-t. Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** lehetőséget és helyezzük a **VI**-t a **blokk diagram**ra.

A Create New Express Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage lehetőséget.

Válasszuk ki az **ai0**-t, majd kattintsunk a **Finish** gombra.

Állítsuk a Max of Signal Input Range lehetőséget 5-re, a Min of Signal Input Range lehetőséget 0-ra, az Acquisition Mode lehetőséget 1 Sample (On Demand)-ra és futtassuk a programot (Run). A beállított feszültség értéke (~4,5) megjelenik. Nyomjuk meg a Stop, majd az OK gombot.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **DAQ Assistant data** kimenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Numeric Indicator**t. Egy **számkijelző** megjelenik a **front panel**en. Futtassuk a programot (**Run**). A beállított feszültség érték (~4,5) megjelenik a **számkijelző**n.



Nevezzük el a számkijelzőt "Voltage"-nak.



Használjunk while ciklust az NI USB-6009 eszközből történő folyamatos olvasáshoz. Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow While Loop lehetőséget, hogy egy while ciklust hozhassunk létre. Rajzoljunk ennek elérésére egy téglalapot a DAQ Assistant VI és a numerikus kijelző köré.



Nyomjuk meg a **Run** gombot. A beállított feszültség értéke (~**4,5**) folyamatosan kijelzésre kerül. A leállításhoz nyomjuk meg a **STOP** gombot.



Mentsük el a munkánk pl. "Voltage_Input" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be ezt a **VI**-t.

6.6. Taszk készítése analóg kimenethez DAQ Assistant segítségével

Nyissunk meg egy új **VI**-t. Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**. Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** lehetőséget és helyezzük a **VI**-t a **blokk diagram**ra.

A Create New Express Task... párbeszédablakban válasszuk a Generate Signals \rightarrow Analog Output \rightarrow Voltage lehetőséget.



Válasszuk ki az **ao0**-t, majd kattintsunk a **Finish** gombra.

Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured <u>alobal virtual channels</u> of the same measurement type as the task., click the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task. When you copy the global virtual channel to the task., it becomes a local virtual channel. When you add global virtual channel, and any changes to that table virtual channel are to that holal virtual channel are	s
reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports <u>multiple channels</u> in a task, you can select multiple channels to add to a task at the same time.	+ elect multiple channels.

Végezetül nyomjuk meg az **OK** gombot.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **front panel**re és válasszuk az **Express** \rightarrow **Num Ctrls** \rightarrow **Num Ctrl** lehetőséget. A **numerikus vezérlő** megjelenik a **front panel**en. Nevezzük el " **Voltage Output**"-nak.

Dutitled 1 Front Panel *
<u>Eile Edit View Project Operate Iools Window H</u> elp
🗘 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 🖃 🚛 🖬 🛍 🤇
Voltage Output
4
Untitled 1 Block Diagram *
Eile Edit View Project Operate Iools Window Help
Voltage Output DAQ Assistant data

Kössük össze a **DAQ Assistant VI data** bemenetét a **numerikus vezérlő**vel a **huzalozási eszköz** segítségével.



Írjunk be egy tetszőleges értéket (pl. **3**) és nyomjuk meg a **Run** gombot.



Futtassuk a **Voltage_Input.vi** programot (**Run**). A beállított feszültség értéke (~**3**) megjelenik. Nyomjuk meg a **STOP** gombot.

Voltage_Input.vi Front Panel
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp
🔁 🕑 💵 24pt Application Font 🔽 🚛 🙃 🕊 🖽
STOP
V-lt
Voltage
U
Voltage_Input.vi
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp
🔿 🕑 🔲
STOP
Voltage
2,99892

Használjunk while ciklust az NI USB-6009 eszközbe történő folyamatos íráshoz. Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow While Loop lehetőséget, hogy egy while ciklust hozhassunk létre. Rajzoljunk ennek elérésére egy téglalapot a DAQ Assistant VI és a numerikus vezérlő köré.



Futtassuk mindkét programot (**Run**). A beállított feszültség értéke (~**3**) folyamatosan kijelzésre kerül és módosítható. A leállításhoz nyomjuk a **STOP** gombokat.

Mentsük el a munkánk pl. "Voltage_Output" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjuk be ezt a **VI**-t.

6.7. Komplex fájl I/O művelet

Használjuk a Voltage_Output.vi LabVIEW fájlt.

Nagyítsuk meg a **while ciklus**t jelző téglalapot.



Másoljuk át a Start VI, Stop VI, Read VI, Task Const VI és Waveform Chart ikonokat a Voltage.vi fájlból. (SHIFT+bal egér gomb az ikonokra, majd Edit \rightarrow Copy (vagy CTRL+C) és Edit \rightarrow Paste (vagy CTRL+V).)





Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Format into File**-t.



Nagyítsuk meg a **Format into File**-t, hogy 4 darab bemenet jelenjen meg (**input 1**, **input 2**, **input 3** és **input 4**). Kattintsunk a jobb egér gombbal a blokk diagramra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Open/Create/Replace File**-t.



Kattintsunk a jobb egér gombbal az **Open/Create/Replace File file path** (use dialog) bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Control**t.

Kattintsunk a jobb egér gombbal az **Open/Create/Replace File operation** (0: open) bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Constant** lehetőséget, amit állítsunk át **replace or create**-re.



Egy **mező** a fájl megadására megjelenik a **front panel**en.

Voltage_Output.vi Front Panel *		
<u>File Edit View Project Operate Too</u>	ols <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
🔊 🐼 🛑 💵 24pt Application	n Font 💌 🏣 🐨 🚟 🥙 🗸	
STOP	Waveform Chart	Plot 0
	2,347 -	
file path (use dialog)	2,346 -	
	p 2,345 -	
Voltage Output	du 2,344 -	
	2,343 -	
	2,342 -	101
	Time	101



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Close File**-t.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Timing** \rightarrow **Wait Until Next ms Multiple**-t.



Kattintsunk a jobb egér gombbal a **Wait Until Next ms Multiple** millisecond multiple bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Control**t, majd helyezzük a **vezérlő**t a **while ciklus**on kívülre.



Egy új **vezérlő** megjelenik a **front panel**en.



Helyezzünk egy **szorzás** funkciót a **blokk diagram**ra: kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Multiply**-t.



Annak érdekében, hogy az adatokat külön sorokban láthassuk majd, kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **String** \rightarrow **Tab Constant**, majd a **Programming** \rightarrow **String** \rightarrow **String** \rightarrow **End of Line Constant** lehetőségeket.



Kössük össze a **huzalozási eszköz** segítségével:

- a **Start VI task out** kimenetét a **Read VI task/channels in** bemenetével,
- a Start VI error out kimenetét a Read VI error in bemenetével,
- a Read VI task out kimenetét a Stop VI task/channels in bemenetével,
- a Read VI error out kimenetét a Stop VI error in bemenetével,
- a Task Const VI-t a Start VI task/channels in bemenetével,
- a millisecond multiple controlt a While Until Next ms Multiple ikonnal,
- az Open/Create/Replace File refnum out kimenetét a Format into File input file bemenetével,
- az Open/Create/Replace File error out kimenetét a Format into File error in bemenetével,
- a Format into File output file refnum kimenetét a Close File refnum bemenetével,
- a Format into File error out kimenetét a Close File error in bemenetével,
- szorzás funkció x bemenetét a millisecond multiple control és a While Until Next ms Multiple közötti összeköttetéssel,
- a Loop iteration ikont a szorzás funkció y bemenetével,
- a **szorzás** funkció **x*y** kimenetét a **Format into File input 1** bemenetével,
- a Tab Constant ikont a Format into File input 2 bemenetével,
- a Read VI data kimenetét a Format into File input 3 bemenetével,
- a grafikus kijelzőt a Read VI és a Format into File input 3 bemenete közötti összeköttetéssel és
- az End of Line Constant ikont a Format into File input 4 bemenetével.



Mentsük el a munkánk pl. "Voltage_Input_Output" névvel: File \rightarrow Save as \rightarrow Substitute copy for original.

Válasszunk egy helyet (ha kell, készítsünk) és fájlt (pl. **Voltage_Input_Output.txt**), amibe elmenthetjük az adatokat. Állítsunk be pl. **3**-at, mint **Voltage Output** és pl. **100**-at, mint **millisecond multiple**, majd futtassuk a **VI**-t (**Run**).



A beállított feszültség értéke (~**3**) kirajzolódik a **grafikus kijelző**n. A leállításhoz nyomjuk meg a **STOP** gombot.



Nyissuk meg a **Voltage_Input_Output.txt** fájlt pl. **Jegyzettömb**bel, hogy ellenőrizhessük a munkánkat. Az adatok **100 ms**-onként új sorban jelennek meg.

)	2,997651
.00	2,997015
00	2,997651
00	3,000831
00	2 007651
00	2,997031
00	2,990925
000	2,998923
00	2,99/015
000	2,998923
000	2,997651
.000	2,998923
.100	3,000195
200	2,999559
300	3,000831
400	3,000831
500	2,998287
600	2 008023
700	3 000831
800	2 007651
000	2,997031
.900	2,990925
1000	2,998923
100	2,99/051
200	3,000195
300	3,000195
400	3,000195
500	2,998923
600	2,998923
700	2,998287
800	2,999559
900	2,997015
000	2,998923
	2,220222

Zárjuk be a **Jegyzettömb**öt.

Annak érdekében, hogy az idő másodpercben kerüljön rögzítésre, egy **osztás** funkciót is beépítünk. Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Divide** lehetőséget.

Töröljük a **Multiply x** bementéhez tartozó összeköttetést. Kattintsunk a jobb egér gombbal az **osztás** funkció **y** bemenetére és válasszuk a **Create** \rightarrow **Constant** lehetőséget, hogy egy **konstans**t adhassunk ehhez a bemenethez, melynek értéke **1000**.

Kössük össze az osztás funkció x bemenetét a millisecond multiple control és a While Until Next ms Multiple közötti összeköttetéssel a huzalozási eszköz segítségével, majd az osztás funkció x/y kimenetét a szorzás funkció x bemenetével.



Futtassuk a **VI**-t (**Run**), a leállításhoz pedig nyomjuk meg a **STOP** gombot. Nyissuk meg a **Voltage_Input_Output.txt** fájlt pl. **Jegyzettömb**bel. Az adatok továbbra is **100 ms**-onként, de másodperc formátumban jelennek meg.

0.000000	2,999559
0,100000	3,000195
0,200000	2,997015
0,300000	2,998923
0,400000	3,000195
0,500000	2,998923
0,600000	2,998287
0,700000	3,000195
0,800000	2,999559
0,900000	2,998923
1,000000	2,998923
1,100000	2,99828/
1,200000	2,996925
1,400000	2 007015
1,500000	2,997015
1,600000	2,998287
1.700000	2,997015
1,800000	3,000195
1,900000	2,998923
2,000000	2,998923
2,100000	3,000831
2,200000	3,000195
2,300000	3,000831
2,400000	2,99828/
2,500000	3,000195
2,600000	2,998923
2,700000	2,996923
2,900000	2,990525
3,000000	2,998287

Nevezzük el a **front panel** elemeit.



A **blokk diagram** elrendezéséhez nyomjuk meg a **Clean Up Diagram** gombot.



Mentsük el a munkánk: File \rightarrow Save.

Zárjuk be a **VI**-okat és a **Jegyzettömb**öt.

6.8. Taszk készítése potenciométerrel előállított feszültség jel fogadására

Illesszünk egy **potentiométer**t a **terminál blokk**hoz a 18. ábra szerint, majd csatlakoztassuk az **adatgyűjtő**t a **számítógép**hez. Ekkor az **adatgyűjtő**n található **LED** folyamatosan villog.



18. ábra A potenciométer illesztése az adatgyűjtőhöz

Nyissunk meg egy új **VI**-t. Hogy mind a **front panel**, mind a **blokk diagram** egyidőben látható legyen, válasszuk a következőt: **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk a **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** lehetőséget és helyezzük a **VI**-t a **blokk diagram**ra.

A Create New Express Task... párbeszédablakban válasszuk az Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage lehetőséget.

Válasszuk az **ai0**-t, majd kattintsunk a **Next** gombra.

Állítsuk a **Max** of **Signal Input Range** lehetőséget **5**-re, a **Min** of **Signal Input Range** lehetőséget **0**-ra, a **Terminal Configuration** lehetőséget **RSE**-re és futtassuk a programot (**Run**). A kijelzett feszültség értéknek **5**-nél kisebbnek kell lennie.





A feszültség értéke a **potentiométer**rel változtatható.



Végezetül kattintsunk az **OK** gombra.

Kattintsunk a jobb egér gombbal a **front panel**re és válasszuk az **Express** \rightarrow **Graph Indicators** \rightarrow **Waveform Chart** lehetőséget, hogy egy **grafikus kijelző**t helyezhessünk a **front panel**re. A **grafikus kijelző** megjelenik a **front panel**en.

Kössük össze a **DAQ Assistant VI data** kimenetét a **grafikus kijelző**vel a **huzalozási eszköz** segítségével.



Nyomjuk meg a **Run** gombot, hogy tesztelhessük a programot.

Használjunk **while ciklus**t folyamatos olvasáshoz. Kattintsunk a jobb egér gombbal a **blokk diagram**ra és válasszuk az **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow **While Loop** lehetőséget, hogy egy **while ciklus**t hozhassunk létre. Rajzoljunk ennek elérésére egy téglalapot a **DAQ Assistant VI** és a **grafikus kijelző** köré.

Futtassuk a **VI**-t (**Run**). Folyamatos adatmegjelenítés látható a **grafikus kijelző**n. Nyomjuk meg a **STOP** gombot.



A minták száma és a mintavételezési idő módosítható a **DAQ Assistant VI**ra történő kettős kattintással.

Állítsuk a **Samples to Read** és a **Rate** lehetőségeket pl. **100**-ra, majd kattintsunk az **OK** gombra.

😁 DAQ Assistant	X
Undo Redo Run Add Channels Remove Channels	? Hide Help
Image: Connection Diagram Image: Connection Diagram <th>Back Measuring Voltage Most measurement devices are designed for measuring, or reading, voltage. Two</th>	Back Measuring Voltage Most measurement devices are designed for measuring, or reading, voltage. Two
Voltage Details Voltage Voltage Voltage Signal Input Range Signal Input Range Scaled Units Wax 5 Volts Image: Scaled Units Max 0 Volts Image: Scaled Units Tuning Settings Image: Scales Acquisition Mode Samples to Read N Samples 100 Image: Topo 100	Control Constants are DC measurements are DC and AC. DC voltages are useful for measuring phenomena that change slowly with time, such as temperature, pressure, or strain. AC voltages, on the other hand, are waveforms that constantly increase, decrease, and reverse polarity. Most powerines deliver AC voltage. Select a scale from the pull-down list or select Create New to create a new custom scale.
	OK Cancel

Futtassuk a **VI**-t (**Run**), majd a leállításhoz kattintsunk a **STOP** gombra.



A kijelzés ideje számítható: minták száma x mintavételezési idő (1/frekvencia), pl. $100 \cdot 1/100$ Hz = 1 s.

Amikor a **VI** fut, a feszültség értéke tetszőlegesen változtatható a **potentiometer**rel. A leállításhoz kattintsunk a **STOP** gombra.



Mentsük el a munkánk "Voltage_Potentiometer" névvel: File \rightarrow Save.

Zárjunk be minden megnyitott programot.

Irodalomjegyzék

- 1. User Guide and Specifications NI USB-6008/6009
- 2. <u>http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/hu/nid/201987</u> (26/08/2013)

JÓZSEF SÁROSI

MEASUREMENT AND DATA ACQUISITION



MEASUREMENT AND DATA ACQUISITION

Supported by

Instrument for Pre-accession Assistance (IPA) HUSRB/1203/221/075 project JOINT DEVELOPMENT OF CURRICULA AND TEACHING MATERIALS OF MECHANICAL ENGINEER ON MSc LEVEL

Written by

József Sárosi

Editorial work:

József Sárosi

Lectured by

Márton Litkei

Photo on the cover sheet/Graphic designer: József Sárosi

© József Sárosi

"All rights reserved."

Published by University of Szeged, Faculty of Engineering – Szeged (HUNGARY), 2014

ISBN 978-963-306-284-5





CONTENT

FOREWORD	105
1. INTRODUCTION TO DATA ACQUISITION	107
1.1. SI Base and Derived Units, Prefixes	107
1.2. Sensors	111
1.3. Data Acquisition (DAQ)	115
2. TEMPERATURE CONVERSION IN LABVIEW	121
3. ACQUISITION AND STORAGE OF MEASURED DATA IN LABVIEW WITHOUT HARDWARE	129
3.1. Simulating a Sine Wave	129
3.2. Performing Statistical Analysis on the Acquired Data	131
3.3. Saving Data to File	132
4. TAKING AN NI-DAQMX MEASUREMENT WITH NI USB-9211 DEVICE IN LABVIEW SIGNALEXPRESS	135
4.1. NI USB-9211 Thermocouple Input Module	135
4.2. Configuring and Testing NI USB-9211	136
4.3. Creating a Task for Thermocouple	138
4.4. Using "Thermocouple" Task in LabVIEW SignalExpress	141
4.5. Using Two Channels in LabVIEW SignalExpress	147
5. ACQUISITION AND STORAGE OF MEASURED DATA IN LABVIEW WITH HARDWARE (NI USB-9211)	151
5.1. Configuring Hardware-Software Integration	151

5.2. Performing Statistical Calculation on the Acquired Data	154
5.3. Writing Data to File	156
5.4. Writing Data to File Continuously	158
6. DATA ACQUISITION USING NI USB-6009 MULTIFUNCTION I/O DEVICE	166
6.1. NI USB-6009 Multifunction I/O Device	166
6.2. Configuring and Testing NI USB-6009	169
6.3. Creating a Task for Voltage	172
6.4. Using "Voltage" Task in LabVIEW	174
6.5. Creating a Task for Input Using DAQ Assistant	177
6.6. Creating a Task for Output Using DAQ Assistant	180
6.7. Advanced File I/O Operation	183
6.8. Creating a Task for Voltage Input Using Variable Resistance	194

FOREWORD

Technological development, economic mass production and the need for the expected high quality essentially reformed requirements on the collection, storage and registration of measurement data.

Measurement can be considered to be one of the most inevitable disciplines of our age. Several areas of industry demand as part of their daily routines the elaboration and implementation of different measurement procedures. However, the complexity of measurement tasks made it more and more difficult to assess measurement results. Development trends show the emergence of automatic measurement systems through all-purpose measurement tools and specialised tools and equipment which is a major opportunity for solving the above mentioned problem. Measurement uses the most up-to-date technology, on the one hand, and it is based on already applied and well-established measurement methods and techniques, on the other.

With the appearance and speedy development of computers, measurements could have been processed corresponding to the needs of the era, together with the possibility to automatize the whole measurement process. The collection and storage of measurement data can be done automatically and specific software makes it possible to evaluate and print measurements in graphic and numeric format. The majority of the users like to see the measured values immediately in the moment of the measurement, that is, they prefer real-time display. The modern programs include real-time data display.

As a further purpose of the collection and storage of measurement data, we may mention the control of the operation of different systems, the comparison of planned and implemented systems according to data recorded on the long term, the recognition of the potential of the systems, the obtaining of data necessary for implementation and of course the realisation of required amendments for optimal efficiency.

To sum up, we can say that although the paper and the pencil are important everyday tools of our life, still, they are pushed into the background when it comes to the collection, storage and registration of measurement data. This book presents modern measurement data acquisition and storage opportunities.

The chapters are broken down as follows:

Firstly, the SI base and derived units, prefixes and basic principles of sensors and data acquisition are summarized in chapter 1.

Secondly, in chapter 2, a temperature conversion is described in LabVIEW environment.

Next, acquisition and storage of measured data without hardware in LabVIEW environment are presented in chapter 3.

In chapter 4 and chapter 5, data acquisition using NI USB-9211 thermocouple input device in LabVIEW environment is shown.

Finally, chapter 6 gives some examples of data acquisition using NI USB-6009 multifunction I/O device in LabVIEW environment.

1. INTRODUCTION TO DATA ACQUISITION

Measuring is the process of comparing unknown magnitude of certain parameter with the known predefined standard of that parameter.

Measurement is applied in order to determine measured variables. A measured value is the value that is determined and indicated at the output as the representation of a measured variable. It is indicated as the product of a numerical value and the unit of the measured variable (e.g. 30 °C). The next main methods of measurement can be distinguished:

- direct or indirect, and
- analog or digital.

Measurement can be considered as an operation of data acquisition and presentation.

This chapter gives a brief overview of SI base and derived units, prefixes, basic principles of sensors and data acquisition.

1.1. SI Base and Derived Units, Prefixes

The International System of Units (SI) is the standard system of measurement. The SI consists of two classes of units: base units and derived units. There are seven base units of the SI, as given is Table 1.

Quantity	Unit		
Name	Symbol	Name	Symbol
length	1	meter (metre)	m
mass	m	kilogram	kg
time	t	second	S
electric current	Ι	ampere	А
thermodynamic temperature	Т	kelvin	Κ
amount of substance	n	mole	mol
luminous intensity	Iv	candela	cd

Table	1	Basic	SI	units
-------	---	-------	----	-------

Derived units are expressed algebraically in terms of base units or other derived units. Table 2 lists some examples of derived units.

Quantity	Unit		
Name	Name	Symbol	
area	square meter	m^2	
volume	cubic meter	m ³	
speed, velocity	meter per second	m·s⁻¹	
acceleration	meter per second squared	m·s-₂	
wave number	reciprocal meter	m -1	
mass density	kilogram per cubic meter	kg∙m-3	
specific volume	cubic meter per kilogram	m ³ ·kg ⁻¹	
current density	ampere per square meter	A·m⁻²	
magnetic field strength	ampere per meter	A·m⁻¹	
concentration	mole per cubic meter	mol∙m-3	
luminance	candela per square meter	cd∙m-2	

Table 2 Examples of SI derived units

Some SI derived units with special names and symbols are listed in Table 3.

Quantity	Unit		
Name	Name	Symbol	Combination of Base Units
plane angle	radian	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
solid angle	steradian	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
frequency	hertz	Hz	S-1
force	newton	Ν	m·kg·s-2
pressure, stress	pascal	Pa	N/m^2 , m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
energy, work, quantity of heat	joule	J	N·m, m ² ·kg·s ⁻²
power	watt	W	J/s, m ² ·kg·s ⁻³
electric charge, quantity of electricity	coulomb	С	s·A
electric potential difference, electromotive force	volt	V	W/A, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
capacitance	farad	F	$C/V, m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^{4} \cdot A^{2}$
electric resistance	ohm	Ω	V/A, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
electric conductance	siemens	S	A/V, $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^{3} \cdot A^{2}$
magnetic flux	weber	Wb	V·s, m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
magnetic flux density	tesla	Т	Wb/m ² , kg·s ⁻² ·A ⁻¹

Table 3 Examples of SI derived units with special names and symbols
The SI derived units with special names and symbols given in Table 3 may themselves be included in the names and symbols of other SI derived units, as shown in Table 4.

Quantity	Unit		
Name	Name	Symbol	Combination of Base Units
dynamic viscosity	pascal second	Pa∙s	m ⁻¹ ·kg·s ⁻¹
moment of force	newton meter	N∙m	m ² ·kg·s ⁻²
surface tension	newton per meter	N/m	kg∙s-²
angular velocity	radian per second	rad/s	$\mathbf{m} \cdot \mathbf{m}^{-1} \cdot \mathbf{s}^{-1} = \mathbf{s}^{-1}$
angular acceleration	radian per second squared	rad/s ²	$\mathbf{m} \cdot \mathbf{m}^{-1} \cdot \mathbf{s}^{-2} = \mathbf{s}^{-2}$
heat flux density, irradiance	watt per square meter	W/m^2	kg∙s-³
heat capacity, entropy	joule per kelvin	J/K	m ² ·kg·s ⁻² ·K ⁻¹
specific heat capacity, specific entropy	joule per kilogram kelvin	J/(kg·K)	m ² ·s ⁻² ·K ⁻¹
specific energy	joule per kilogram	J/kg	m²⋅s-²
thermal conductivity	watt per meter kelvin	W/(m·K)	m·kg·s ⁻³ ·K ⁻¹
energy density	joule per cubic meter	J/m ³	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
electric field strength	volt per meter	V/m	m·kg·s-3·A-1
electric charge density	coulomb per cubic meter	C/m ³	m⁻₃·s·A
surface charge density	coulomb per square meter	C/m ²	m-2·s·A
permittivity	farad per meter	F/m	m ⁻³ ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ⁻²

Table 4 Examples of SI derived units whose names and symbols include S	SI
derived units with special names and symbols	

The SI prefixes used to form decimal multiples and submultiples of units are given in Table 5.

Factor	Name	Symbol
10-24	yocto	у
10-21	zepto	Z
10-18	atto	а
10-15	femto	f
10-12	pico	р
10-9	nano	n
10-6	micro	μ
10-3	milli	m
10-2	centi	С
10-1	deci	d
101	deca	da
102	hecto	h
10 ³	kilo	k
106	mega	М
109	giga	G
1012	tera	Т
1015	peta	Р
1018	exa	E
1021	zetta	Z
1024	yotta	Y

Table 5 Prefixes

Examples:

- $3 \text{ pF} = 3 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 0,00000000003 \text{ F},$
- $3 \text{ mA} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,003 \text{ A},$
- 3 GW = $3 \cdot 10^9$ W = 3 000 000 000 W,
- P = U·I = 3 mV·3 mA= 3·10⁻³ V·3·10⁻³ A = 9·10⁻⁶ V·A = 9·10⁻⁶ W = 9 μ W or 0,009 mW.

Prefixes must not be used in combination (e.g. $3 \mu kg$):

• $3 \mu kg = 3 mg = 0,003 g.$

1.2. Sensors

The number of quantities is without limit. The sensor (Figure 1) is a converter that measures a physical quantity and converts it into a signal (into an electrical signal) which can be read by a device.



Figure 1 Sensor

Characteristics of sensors can be divided into static and dynamic. Static characteristics: relation between the output and input when the input does not changes or the input is changing with a slow rate.

Some static characteristics of sensors:

- input range,
- accuracy,
- resolution,
- sensitivity,
- linearity,
- hysteresis and
- drift.

Dynamic characteristics: relationship between the system input and output when the measurand is varying rapidly. Three types can be distinguished:

• Zero order systems (e.g. a potentiometer, see Figure 6), where the input and output are related by an equation

$$\mathbf{a}_0 \cdot \mathbf{y} = \mathbf{x}(\mathbf{t}) \;. \tag{1}$$

• First order systems (e.g. a mercury thermometer immersed into fluid), where the input and output related by a first-order differential equation

$$a_1 \cdot \frac{dy}{dt} + a_0 \cdot y = x(t) .$$
⁽²⁾

• Second order systems (e.g. a mass-spring-damper system or a thermometer covered for protection), where the input and output are related by a second-order differential equation

$$a_2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + a_1 \cdot \frac{dy}{dt} + a_0 \cdot y = x(t).$$
⁽³⁾

MATLAB Simulink model of a mass-spring-damper system is presented in Figure 2.



Figure 2 MATLAB Simulink model of a mass-spring-damper system

The second-order step responses are given is Figure 3.



Figure 3 Response types: overdamped, critically damped and underdamped

Temperature is one of the most important quantities, and other quantities (e.g. resistance, voltage, pressure, volume, length) can depend on it.

In chapter 3 and chapter 4, a thermocouple type K as sensor is used for measuring temperature. A thermocouple consists of two dissimilar metals, joined together at one end. When the junction of the two metals is heated or cooled a voltage is produced that can be correlated back to the temperature.

The thermocouple is available in different combinations of metals or calibrations. The four most common used types are J, K, T and E. Type K has a Chromel (90 % nickel and 10 % chromium) positive leg and an Alumel (95 % nickel, 2 % manganese, 2 % aluminium and 1 % silicon) negative leg. Some structural types of thermocouple are given in Figure 4.



Figure 4 Thermocouples for different applications

Besides thermocouples, RTD and thermistor are also used for temperature measurement. RTD (Resistance Temperature Detector) is a temperature sensor which measures temperature using the principle that the resistance of a metal changes with temperature. Platinum is the most commonly used metal for RTD. Thermistor is a semiconductor device whose resistance also varies significantly with temperature. Its name comes from a combination of the words thermal and resistor. There are two types: NTC (Negative Temperature Coefficient) and PTC (Positive Temperature Coefficient).

Figure 5 lists some widely used types of temperature sensor.



Figure 5 Some sensors for measuring temperature

In subchapter 6.8, a variable resistor (potentiometer) is used as voltage divider. A potentiometer is a resistive sensor. There are two types of potentiometer: linear and rotary. The linear potentiometer has a slide. The rotary potentiometer (Figure 6) can be a single turn or multiturn.



Figure 6 Potentiometer as a voltage divider

1.3. Data Acquisition (DAQ)

Data acquisition (DAQ) is the process of measuring a quantity such as voltage or temperature with an instrument (e.g. digital multimeter or special device) supported by software.

Multimeter combines several measurement functions in one unit and it can measure electrical properties, such as voltage, current and resistance. Nowadays, most multimeters include the capability to measure, test and investigate:

- frequency,
- capacity,
- temperature,
- diode,
- transistor and
- continuity.

The two main kinds of a multimeter are analog and digital.

Analog multimeter uses a microammeter whose pointer moves over a calibrated scale (Figure 7). The needle is activated by a magnetic field which causes it to rotate. Accuracy is the most serious drawback of analog multimeter and an analog multimeter can be difficult to read. But, it does not require batteries to operate as long as ohms are not being measured and it is usually cheaper than digital multimeter.



Figure 7 Voltcraft VC-5070 analog multimeter

Digital multimeter uses digital and logic technology (integrated circuits) and DMM enables many new features (e.g. data acquisition, see Figure 8) to be embedded in the design.



Figure 8 Data acquisition using digital multimeter

Principle of digital measurement is illustrated in Figure 9.



Figure 9 Principle of digital measurement

Type METEX M-32 digital multimeter (Figure 10) can be used for data acquisition.



Figure 10 METEX M-32 digital multimeter

Specifications:

- AC voltage (400 mV 750 V),
- DC voltage (400 mV 1000 V),
- AC current (4 mA 20 A),
- DC current (4 mA 20 A),
- resistance (400 Ω 40 M Ω),
- temperature (0 °C 1000 °C),
- capacitance (4 nF 400 nF),
- diode, transistor, continuity test,
- 3 3/4 digit (3999 counts),
- 42 segment analog bar graph display,
- over-load indication,
- automatic polarity indication and
- RS-232C interface.

The METEX M-32 RS-232 port can be connected to a USB port computer using a RS232 to USB adaptor. Scope View software allows to write data (e.g. temperature) to text file (Figure 11).



Figure 11 Scope View software

The acquired data (temperature) with 1 second intervals can be found in different lines (Figure 12).



Figure 12 Acquired data (temperature) in text file

Nowadays, instead of digital multimeter special DAQ device is used to acquire data. The full DAQ system consists of sensor(s), DAQ device (e.g. NI USB-9211, see chapter 4) and computer with software (e.g. LabVIEW) (Figure 13).



Figure 13 Data acquisition using DAQ device

Next chapters describe modern measurement data collection and storage opportunities in LabVIEW environment using National Instruments data acquisition devices.

Literatures

- 1. Dunn P. F.: Measurement, Data Analysis, and Sensor Fundamentals for Engineering and Science, CRC Press, Boca Raton, 2011, 614. p.
- 2. IDC Technologies: Practical Instrumentation for Automation and Process Control for Engineers and Technicians, 2004, 373. p.
- Mari L.: Lectures on Measurement Science, Luis Papers, 2004, vol. 157., pp. 1-38.
- 4. Shieh J., Huber J. E., Fleck N. A., Ashby M. F.: The Selection of Sensors, Progress in Materials Science, 2001, vol. 46., pp. 461-504.
- Siemens: Measuring Technology, Siemens Switzerland Ltd, 86. p. (<u>https://www.hqs.sbt.siemens.com/gip/general/dlc/data/assets/hq/Measuring-Technology_A6V10208877_hq-en.pdf</u>) (26/08/2013)
- Vetelino J., Reghu A.: Introduction to Sensors, CRC Press, Boca Raton, 2011, 208. p.
- 7. http://courses.cs.tamu.edu/rgutier/ceg499_s02/l2.pdf (26/08/2013)
- 8. <u>http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/sec04.html</u> (26/08/2013)
- <u>http://sine.ni.com/np/app/main/p/ap/daq/lang/hu/pg/1/sn/n17:daq/f</u> <u>mid/652/</u> (26/08/2013)
- 10. <u>http://www.conrad-uk.com/ce/en/product/120285/Voltcraft-VC-5070-Analogue-Multimeterű</u> (26/08/2013)
- 11. <u>http://www.idc-</u> <u>online.com/technical_references/pdfs/instrumentation/Static%20and%20D</u> <u>ynamic%20characteristics%20of%20instruments.pdf</u> (26/08/2013)
- 12. http://www.tcdirect.hu/deptprod.asp (26/08/2013)
- 13. http://www.tequipment.net/MetexME-32.html (26/08/2013)

2. TEMPERATURE CONVERSION IN LABVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) created by National Instruments (NI, <u>www.ni.com</u>) is system design software that provides engineers and scientists with the tools needed to create measurement and control systems.

The programming language used in LabVIEW, also referred to as G, is a dataflow programming language. This means that LabVIEW uses icons instead of lines of text to create applications. LabVIEW programs are called Virtual Instruments or VIs for short.

Every LabVIEW program has two parts:

- a front panel and
- a block diagram.

The front panel serves as a graphical interface for the user, while the block diagram contains graphical code elements and connections.

The next simple model in LabVIEW converts degree Celsius to degree Fahrenheit and Kelvin.

Three temperature scales are widely used today: Celsius, Kelvin and Fahrenheit. In the Celsius scale the 0 °C is defined as the freezing point of water and 100 °C is defined as the boiling point of water. This scale has 100 divisions. The Kelvin scale uses the same unit of division as the Celsius scale, but it starts at absolute zero. Absolute zero is 0 K = -273.15 °C. Therefore the freezing point of water is 273,15 K and the boiling point of water as 32 °C and the boiling point of water as 212 °C. This means that between the freezing point and boiling point there are 180 divisions.

The model uses the next equation:

$$t[^{\circ}F] = 1,8 \cdot t[^{\circ}C] + 32, \tag{4}$$

$$T[K] = t[^{\circ}C] + 273,15.$$
(5)

Follow the next easy steps to build your own model for temperature conversion.

Launch **LabVIEW** and the **Getting Started** window appears. This window is used to create new VIs, view the most recently opened LabVIEW files, launch the LabVIEW help and find examples.

In the **New** section of the **Getting Started** window, click **Blank VI** to open a new **VI**.



The **Front Panel** and **Block Diagram** both appear. You can switch between the **Front Panel** window and **Block Diagram** window at any time by pressing the $\langle Ctrl-E \rangle$ keys or select **Window** \rightarrow **Show Front Panel** or **Show Block Diagram**.

🔁 Untitled Clock Diagram			
Eile Dutitled Front Panel			
<u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u>			
🗘 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 🔻 🚛 🖬 🐨	2 🗂		
	^		

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.



Right-click on the **Front Panel** and select **Modern** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Numeric Control**. Place the **Numeric Control** on the **Front Panel** by moving the mouse to the desired location and left-clicking on that spot, then name the **Numeric Control "Degree Celsius"**.



Right-click on the Front Panel and select Modern \rightarrow Numeric \rightarrow Numeric Indicator. Place the Numeric Indicator on the Front Panel and name the Numeric Indicator "Degree Fahrenheit". Select Modern \rightarrow Numeric \rightarrow Numeric Indicator. Place the Numeric Indicator on the Front Panel and name the Numeric Indicator "Kelvin".

Untitled 1 Front Panel *				
<u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u>				
🗘 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 🗐 🚛 🖬 🐨				
Degree Fahrenheit				
Kelvin				
0				
Untitled 1 Block Diagram *				
<u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u>				
🗘 🕗 🔲 🕼 😨 🕵 🚾 🗗 15pt Application Font 🔽 🏪 🏧 🖏				
Degree Fahrenheit Degree Celsius				
Kelvin				

Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Multiply** to place **Multiply** function on the **Block Diagram**.

Untitled 1 Front Panel *				
<u>File Edit View Project Operate Too</u>	ls <u>W</u> indow <u>H</u> elp			
🔊 🕑 🛑 🔢 24pt Application	Font 💌 🏣 💼 🕊 🐡			
Degree Fahrenheit				
	Kelvin			
	0			
•				
Untitled 1 Block Diagram *				
<u>File Edit View Project Operate Too</u>	ls <u>W</u> indow <u>H</u> elp			
🔊 🕾 🔵 💵 😰 🕵 ५ 🖻	🗊 15pt Application Font 💌 🚛 🖬 🏹			
Degree Celsius	Degree Fahrenheit			
	Kelvin			
	> 1.23			

Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Add** to place the **Add** function on the **Block Diagram**.



Right-click on the **y** input of the **Multiply** function and select **Create** \rightarrow **Constant** to wire a **Numeric Constant** to the input. Enter **1,8** as numeric constant.



Right-click on the **x** input of the **Add** function and select **Create** \rightarrow **Constant** to wire a **Numeric Constant** to the input. Enter **32** as numeric constant.



Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Add** to place the **Add** function on the **Block Diagram**. Right-click on the **y** input of the **Add** function and select **Create** \rightarrow **Constant** to wire a **Numeric Constant** to the input. Enter **273,15** as numeric constant.

Eile Edit View Project Operate Tools Window Help				
🔊 🐵 🔳 24pt Application Font 🖃 🚛 🖬 🕮 🖉				
Degree Fahrenheit				
Kelvin				
JO				
•				
Untitled 1 Block Diagram *				
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp				
🕪 💿 🔳 😰 🕵 🦛 🔂 15pt Application Font 🔽 🚛 🖏	1			
Degree Fahrenheit				
1230				

Use the **Wiring tool** (\checkmark) to wire objects together on the block diagram. When the mouse hovers over the exit or entry point of a terminal or over a wire, the cursor automatically accesses the **Wiring tool**.

Untitled 1 Front Panel *
<u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u>
수 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 🖃 🏣 🏧 🏧 🍏
Degree Fahrenheit
<
File Edit View Project Operate Tools Window Help
Image: Second
Degree Celsius

Enter a numeric value (e.g. **100**) into the **Numeric Control** on the **Front Panel** labelled **Degree Celsius**. Press the **Run** button to test the program.



The correct values should be displayed in the Numeric Indicators.



Save the project under a name like **"Temperature_Conversion"**: File \rightarrow Save.

Close LabVIEW.

Literature

1. <u>http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/tools.htm</u>

3. ACQUISITION AND STORAGE OF MEASURED DATA IN LABVIEW WITHOUT HARDWARE

LabVIEW can be used to easily integrate hardware and software to acquire, analyse and present data. This chapter describes how you can use LabVIEW without hardware for this purpose. Follow the next easy steps to build your own model.

3.1. Simulating a Sine Wave

Launch LabVIEW and the Getting Started window appears.

In the **New** section of the **Getting Started** window, click **Blank VI** to open a new **VI**.

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Express** \rightarrow **Input** \rightarrow **Simulate Signal** and place the **VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Simulate Signal** dialog box, change the **Frequency (Hz)** to **50** and put a **check mark** in the box next to **Add Noise** to add **Uniform White Noise** to the signal, change the **Noise amplitude** to **0,5**, and then click **OK**.

Signal	Result Preview
Signal type	1,5 -
Sine 💌	1 - A = h = A = h
Enquiency (Hz) Phase (deg)	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
50 0	
	ä °− Luna kaina
Amplitude Offset Duty cycle (%)	₹-0,5- \/ Mut ti Wi Vi
	-1- V W 1 4
Ald noise	-15-
Noise type	0,099
Uniform White Noise	Time
Hise amplitude Seed number Trials	Time Stamps
0,5 -1 1	Relative to start of measurement
Timing	Absolute (date and time)
Samples per second (Hz)	Reset Signal
	Reset phase seed and time stamps
Number of samples	 Reset phase, seed, and time stamps
100 V Automatic	Se continuous generation
Integer number of cycles	Signal Name
Actual number of samples	Use signal type name
100	Simulation
Actual frequency	Sine with Uniform Noise
50	

Right-click on the **Sine with Uniform** output of the **Simulate Signal VI** and select **Create** \rightarrow **Graph Indicator**. The **Graph Indicator** appears on the **Front Panel**.

Run the VI (Run). Data appears on the Front Panel's Graph Indicator.





3.2. Performing Statistical Analysis on the Acquired Data

Right-click on the **Block Diagram** and select **Express** \rightarrow **Signal Analysis** \rightarrow **Statistics** to put the **Statistics VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Statistics** dialog box, select **Root mean square (RMS)**, **Maximum**, **Minimum** and **Range (maximum - minimum)**. Click **OK** to close the dialog box.

Statistical Calculations		Input Signal		
Arithmetic mean	Rhot mean square (RMS)	1,5-		
Median	Standard deviation			
Mode	Variance	광 0,5-		
Sum of values	Kurtosis	. <mark>.</mark> ≣		
	Skewness	ē -0,5-		
		-1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1		
Extreme Values		-1,5 -		
V Maximum	First time	Ó	1	
lime of maximum	First value		Time	
Index of maximum	Last time	Results		
🛛 Ninimum	Last value	Statistic	Result	
Time of minimum		RMS	0,997021	
Index of minimum		Maximum	1,41	
		Minimum	-1,41	
🗸 Kinge (maximum - minimu	m)	Range	2,82	
Sampling Characteristics				
Total number of samples	Time between samples (dt)			Ŧ

Wire the **Signals** input of the **Statistics VI** to the connection between the **Simulate Signal VI** and **Graph Indicator** with the **Wiring tool**.



Right-click on the **RMS**, **Maximum**, **Minimum** and **Range** outputs of the **Statistics VI** and select **Create** \rightarrow **Numeric Indicator**, then press the **Run** button. The correct values should be displayed.



3.3. Saving Data to File

Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File** to place this **VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Write To Measurement File** dialog box, select a location (if necessary, create one) and file name (e.g. **Sine**) to store your data, set **If a file already exists** to **Overwrite file**, then click **OK**.

ritename G:\Sine.lvm	File Format Text (LVM) Binary (TDMS)
Action	 Binary with XML Header (TDM) Lock file for faster access
Save to one file Ask user to choose file Ask only once Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Grenwrite file	Segment Headers One header per segment No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter
Save to series of files (multiple files)	Tabulator Comma
File Description	Advanced

Wire the **Signals** input of the **Write to Measurement File VI** to the connection between the **Simulate Signal VI** and **Graph Indicator** with the **Wiring tool** and then run the **VI** (**Run**).

E Untited 1 Front Panel* File Edit Yew Project Operate Tools Window Help Image: Sine with Uniform Noise Image: Sine with Uniform Noise Image: Sine with Uniform Noise Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Noise Image: Sine with Uniform Noise Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Image: Sine with Uniform Sine with Uniform Image: Sine w		
Elle Edit View Project Operate I cols Window Help Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Noise RMS 0,740260 Maximum 1,2774 Minimum 1,2774 Minimum 1,38524 Range 2,81288 Time Time V Time Time Time Elle Edit View Project Operate Tools Vintited 1 Block Diagram* Elle Edit View Project Operate Tools File Edit View Project Operate Tools Window Help Sinulate Signals Sinulate Signal Sinulate	12 Untitled 1 Front Panel *	
Since with Uniform Noise Since With Uniform	Eile Edit View Project Operate Tools Window Help	
Sine with Uniform Noise Sine With Uniform Noi	🔁 💽 💷 24pt Application Font 💌 🎫 🖼 🥨	
Interview Project Operate Iools Window Help Image: Sine with Uniform Noise Sine with Uniform	Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Noise	RMS 0.746265 Maximum 1.42774 Minimum 1.38524 Range 2.81298
Image Sine with Unifor Sine with Unifor Sine with Unifor		III
Eile Edit View Project Operate Iools Window Help Image: Statistic Signal Sine with Uniform Noise Sine with Uniform	Untitled 1 Block Diagram *	
Image: Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Noise Sine with Uniform Sine with Uniform	<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp	
Simulate Signal Sine with Uniforn Noise Sine with Uniforn Noise Sine with Uniforn Noise	수 🐼 🔘 💵 😵 🕵 🏎 🗃 🗗 15pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🖏	
Signals	Simulate Signal Sine with Unifor	RMS Maximum Minimum Range

Save the project under a name like **"Sine_SW"**: File \rightarrow Save.

Close LabVIEW.

Open the data file (**Sine.lvm**) to check your work. The number of samples should be **100** in **Sine.lvm**. The number can be modified in the **Configure Simulate Signal** dialog box by double-clicking on the **Simulate Signal VI**.

Close Notepad.

4. TAKING AN NI-DAQMX MEASUREMENT WITH NI USB-9211 DEVICE IN LABVIEW SIGNALEXPRESS

LabVIEW SignalExpress is interactive, data-logging software for quickly acquiring, analysing and presenting data from hundreds of data acquisition devices and instruments. This chapter describes how you can use LabVIEW SignalExpress with NI data acquisition device type NI USB-9211.

4.1. NI USB-9211 Thermocouple Input Module

The NI USB-9211 data acquisition device provides a USB interface for four channels of 24-bit thermocouple inputs with integrated signal conditioning. The NI USB-9211 consists of two components: an NI 9211 module and an NI USB-9161 carrier (Figure 14).



Figure 14 NI USB-9211 DAQ device

Specifications:

- 4 thermocouple inputs,
- 24-bit resolution, 50/60 Hz noise rejection,
- 14 S/s sample rate,
- built-in sensors for cold-junction compensation,
- compatibility with J, K, R, S, T, N, E, and B thermocouple types and
- plug-and-play connectivity via USB.

Follow the next easy steps to configure and test the device, create a task and use it in LabVIEW SignalExpres. The task is a collection of one or more virtual channels with timing, triggering and other properties.

4.2. Configuring and Testing NI USB-9211

Attach a **thermocouple type K** to the **terminal block** (**TCO+** and **TCO-**) and plug the **USB cable** into the **PC**. When the device is connected to a USB port, the **LED** blinks steadily.

Select Configure and Test This Device in the New Data Acquisition Device window, then click OK or launch Measurement & Automation Explorer (MAX) program.



Expand the **Devices and Interfaces** item, and then expand the **NI-DAQmx Devices** item (if necessary). Check that **NI USB-9211** device appears. If the device does not appear, press **<F5>** to refresh the view in **MAX**.



Right-click on the **NI USB-9211A: "Dev..."** item and select **Test Panels...** to run a test, then click **Start**.

st Panels : NI USB-9211A: "Dev1" Analog Input	
Channel Name Dev 1/ai0	Max Input Limit Rate (Hz) 80m 3
Mode On Demand	Min Input Limit Samples To Read -80m 3
Input Configuration Differential	
Amplitude vs. Samples Chart	Auto-scale chart 📝
5 -	
0 -	
-5 -	
-10- 0	99 Value 0
Start Stop	
	Help Close

If the test passed without problems, click **Stop**, then **Close**.

Test Panels : NI USB-9211A: "Dev1" Analog Input	
Channel Name Dev 1/al0 v Mode On Demand v Input Configuration Differential v	Max Input Limit Rate (Hz) 80m 3 Min Input Limit Samples To Read -80m 3
Amplitude vs. Samples Chart -60E-6 - -65E-6 - -70E-6 - -75E-6 - -75E-6 -	Auto-scale chart 📝
-85E-6-1 3,95	102,95 Value -71,7u
	Help Close

Right-click on the **NI USB-9211A: "Dev..."** item and select **Device Pinouts** to get information about pinouts of this device.



Close this window.

4.3. Creating a Task for Thermocouple

Right-click on the NI USB-9211A: "Dev..." item and select Create Task....

In the Create New NI-DAQmx Task... dialog box, select Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Temperature \rightarrow Thermocouple.



Select **aiO**, and then click **Next**.

	olorer instruction
Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured global virtual channels of the same measurement type as the task, click the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task. When you copy the global virtual channel to the task, it becomes a local virtual channel to the task, the task uses the actual global virtual channel, when you add a global virtual channel any changes to that global virtual channel are reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports <u>multiple</u> channels in a task, you can select multiple channels to add to a task at the same time.	Supported Physical Channels ai ai2 ai3 Cttl> or <shift> dick to select multiple channels.</shift>

Enter a name for the task: Thermocouple, then click Finish.



The **Thermocouple** task appears under the **Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks** item.

3 Thermocouple - Measurement & Automation Explorer		
File Edit View Tools Operate Hel	p	
Configuration	🔚 Save 🛛 😎 🛨 Add Channels 💥 Remove Channels	
My System Data Neighborhood	Temperature 0	
MI-DAOmy Tasks Mi-DAOmy Tasks Minimum Thermocouple		
▲ MI-DAQmx Devices I MI USB-9211A: "Dev1"		
PXI PXI System (Unidentified) J Serial & Parallel Scaler	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings	
Software M Drivers	Temperature Details Constraints Temperature Details Constraints Temperature Calibration	
Remote Systems		

Set **Thermocouple Type** to **K** and press the **Run** button.

File Edit View Lools Operate H	
Configuration S My System	Save Run + Add Channels X Remove Channels
 Data Neighborhood MI-DAQmx Tasks Thermocouple 	Temperature 0 ^
 Image: A state of the state of	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Details Details Temperature Signal Input Range Max 100 deg C Min 0

The current temperature should be displayed. Press the **Stop** button.

3 Thermocouple - Measurement & Automation Explorer			
File Edit View Tools Operate Help			
Configuration	🚽 Save 🛛 📔 Stop 🔽 🕂 Add Channels 💥 Remove Channels	5	
My System	Tomographica	24 592516	
Data Neighborhood A MI-DAQmx Tasks		24,302010	
Devices and Interfaces			
Image: A market and the second s	< III		
NI USB-9211A: "Dev1"			

Save the configuration (Save). This configuration can be used at any time.



4.4. Using "Thermocouple" Task in LabVIEW SignalExpress

In MAX, expand the **Software** item and right-click on the **LabVIEW SignalExpress**, and then click **Launch LabVIEW SignalExpress**.



Select Tools \rightarrow Import NI-DAQmx Task from MAX... to import task Thermocouple. In Import NI-DAQmx Task from MAX window, select task Thermocouple and click OK.



Set **Sample Period** (s) to 1, and then change the **Step Setup** window to **Data View** window.

Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress	
<u>File Edit View T</u> ools Add <u>S</u> tep <u>O</u> perate	2 <u>Wi</u> ndow <u>H</u> elp
🕒 Add Step 💊 Run 🕶 \varTheta Record 💀 E	rror List
🖹 Project 🚽 🕂 🗙	🔋 Step Setup 👿 Data View 🗟 Recording Options 📋 Project Documentation 🎉 Connection Diagram
Monitor / Record	Lock To Step Preven Connection Diagram 0 Table Table Configuration Triggering Advanced Timing Execution Control
	Channel Settings Temperature Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Timing Settings Acquisition Mode Calibration Thermocouple Setup Thermocouple Setup Signal Input Range Scaled Units Max 100 Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to the task. Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels to Citick the Add Channels button (+) to add more channels to Citick the Add Channels
👔 🧔 Logs	

Drag the **Thermocouple** item to the **Data View** window. Click **Run** to check your set.

Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress				
<u>File Edit View Tools Add Step Operate Window Data View Help</u>				
🕒 Add Step 🔁 Run 🧉 Record 💀 E	rror List			
Troject - 4 X	🕞 Step Setup 🗖 Data View 🖏 Recording Options 🗋 Project Documentation			
Monitor / Record	📩 Add Display 👻 Export To 👻 🖽 Properties			
	🔽 Time Graph			
Idle	10-			
	9-			
	8-			
	7-			
	6-			
	5-			

The current temperature should be shown. Click **Stop**.



Gauge, Large Display, Meter, Slider, Table, Tank, Thermometer, Scalar Graph and Scalar XY Graph can be selected instead of chart (right-click on the Data View window and select View As).

To record data, click **Record**, then select **Thermocouple** item in the **Logging Signals Selection** window. Change the name to **First test**, and then click **OK**.
Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress	
<u>File</u> <u>Edit</u> <u>View</u> <u>T</u> ools Add Step <u>O</u> perate	e <u>W</u> indow Data View <u>H</u> elp
🕤 Add Step 🗞 Run 🌔 Record 🎾 E	Error List
Project 🗸 🗸 🗙	📔 Step Setup 🖉 Data View 🐻 Recording Options 🎦 Project Documentation 🎉 Connection Diagram
Monitor / Record	📩 Add Display 👻 Export To 🔹 🔚 Properties
	Chart
Running	23,06 - Logging Signals Selection
	23,05 - Signals to include
	23,04-
	23,03-
	23,02-
	23,01-
	23-
	22,99 -
	22,98 -
	22,97-
	8 22,95- Select All Select None
	22,94-
	Name instruet
	E 22,92-
	22,91-
	22,89 - Recording Options tool from the View menu.
	22,88 -
	22,87-
	22,86 - OK Cancel Help
	22,85-
·	

To stop recording, click \boldsymbol{Stop} and press \boldsymbol{OK} (if necessary).





To monitor recorded data, change the **Monitor/Record** to **Playback** by clicking on log **First test**, then drag the **First test** item to the **Data View** window and run it (**Run**).



To stop running before the end, click **Stop**.



Save the project under a name like "Thermocouple1_SE": File \rightarrow Save Project.

To export data to **Microsoft Excel**, right-click on the **Data View** window and select **Export To** \rightarrow **Microsoft Excel**. Save the file under a name like "Thermocouple1_Excel".

Close Microsoft Excel and LabVIEW SignalExpress.

4.5. Using Two Channels in LabVIEW SignalExpress

Attach a second thermocouple type K to the terminal block (TC1+ and TC1-). Select Thermocouple task, then Add Channels \rightarrow Thermocouple in MAX.

-		
4	S Thermocouple - Measurement & Automa	tion Explorer
	File Edit View Tools Operate Help	
	Configuration	🚽 Save 📔 🔁 Run 🔻 🕂 Add Channels 💥 Remove Channels
	My System Data Neighborhood Mi DAOppy Tasks Mi DAOppy Tasks Mi Thermocouple Mi Devices and interfaces	Temperature 0
	 ▲ INI-DAQmx Devices INI USB-9211A: "Dev1" ▶ XXI PXI System (Unidentified) ▶ Serial & Parallel 	Configuration Triggering Advanced Timing
	 ✓ Scales ▷ □ Software ▷ □ IVI Drivers ▷ ■ Remote Systems 	Channel Settings Details Thermocouple Setup Temperature Settings Calibration

Select ail in the Add Channels To Task window, and then click OK.

Add Channels To Task	
Physical	
Supported Physical Channels	
Dev1 (USB-9211A)	*
ailail	
al	
ai3	
	~
<ctrl> or <shift> dick to select multiple channels.</shift></ctrl>	
Location To Add Channels	
End of the scan	
OK Cano	el

Temperature_0 channel appears in the window.



Press the **Run** button. The current temperature values should be displayed. Press the **Stop** button and save the new configuration (**Save**).

Launch LabVIEW SignalExpress. Select Tools \rightarrow Import NI-DAQmx Task from MAX... to import task Thermocouple. In Import NI-DAQmx Task from MAX window, select task Thermocouple and click OK.

Set **Sample Period** (s) to 1, and then change the **Step Setup** window to **Data View** window. Click **Add Display** twice.



Expand the **Thermocouple** item, and then drag the **Temperature** item to the first **Data View** window, the **Temperature_0** item to the second **Data View** window and all **Thermocouple** item to the third **Data View** window. Click **Run** button.



Press the **Stop** button and save the project under a name like "Thermocouple2_SE": File \rightarrow Save Project.

Close LabVIEW SignalExpress and MAX.

Literatures

- 1. User Guide and Specifications NI USB-9211/9211A
- 2. <u>http://www.ni.com/labview/signalexpress/</u> (26/08/2013)

5. ACQUISITION AND STORAGE OF MEASURED DATA IN LABVIEW WITH HARDWARE (NI USB-9211)

LabVIEW can be used to easily integrate hardware and software to acquire, analyse and present data. This chapter describes how you can use LabVIEW with hardware device type NI USB-9211. Follow the next easy steps to build your own models.

5.1. Configuring Hardware-Software Integration

Attach a **thermocouple type K** to the **terminal block** (**TCO+** and **TCO-**) and plug the **USB cable** into the **PC**. When the device is connected to a USB port, the **LED** blinks steadily.

Select Configure and Test This Device in the New Data Acquisition Device window, then click OK or launch Measurement & Automation Explorer (MAX) program.

Expand the **Devices and Interfaces** item, and then expand the **NI-DAQmx Devices** item (if necessary). Check that **NI USB-9211** device appears. If the device does not appear, press **<F5>** to refresh the view in **MAX**.

Launch LabVIEW and the Getting Started window appears.

In the **New** section of the **Getting Started** window, click **Blank VI** to open a new **VI**.

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** and place the **VI** on the **Block Diagram**.

In the Create New Express Task... dialog box, select Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Temperature \rightarrow Thermocouple.



Select **aiO** for the analog input channel, and then click **Finish**.



Set Thermocouple Type to K, Acquisition Mode to N Samples, Samples to Read to 20, Rate (Hz) to 10, and then press the Run button.



The current temperature should be displayed.



Finally, click **OK**.

Right-click on the **data** output of the **DAQ Assistant** and select **Create** \rightarrow **Graph Indicator**. A **Waveform Graph** appears on the **Front Panel**. Run the **VI (Run)**. Data appears on the **Front Panel**'s **Graph Indicator**.



5.2. Performing Statistical Calculation on the Acquired Data

Right-click on the **Block Diagram** and select **Express** \rightarrow **Signal Analysis** \rightarrow **Statistics** to put the **Statistics VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Statistics** dialog box, select **Root mean square (RMS)**, **Maximum**, **Minimum** and **Range (maximum - minimum)**. Click **OK** to close the dialog box.

Statistical Calculations	\frown	Input Signal		
Arithmetic mean	👿 Root mean square (RMS)	1,5-		
Median	Standard deviation	1-		
Mode	Variance			
Sum of values	Kurtosis		nple Data 🛒 🖄	
	Skewness	-0,5- ····		
		-1-	46)/8769/876	11
Extreme Values		-1,5 -	<u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>	
V Maximum	First time	Ó		i
lime of maximum	First value		Time	
Index of maximum	Last time	Results		
🔽 Ninimum	Last value	Statistic	Result	
Time of minimum		RMS	0,997021	_
Index of minimum		Maximum	1,41	
I Directo (manimum anim	·	Minimum	-1,41	_
V Ringe (maximum - min	imum)	Range	2,82	
Sampling Characteristics				_
				-

Wire the **Signals** input of the **Statistics VI** to the connection between the **DAQ Assistant VI** and **Waveform Graph** with the **Wiring tool**.



Right-click on the **RMS**, **Maximum**, **Minimum and Range** outputs of the **Statistics VI** and select **Create** \rightarrow **Numeric Indicator**, then press the **Run** button. The correct values should be displayed.



5.3. Writing Data to File

Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File** to place this **VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Write To Measurement File** dialog box, select a location (if necessary, create one) and file name (e.g. **Thermocouple**) to store your data, set **If a file already exists** to **Overwrite file**, then click **OK**.

 Lock file for faster access Segment Headers One header per segment
One header per segment
 One header only No headers
X Value Columns One column per channel One column only Empty time column
Delimiter
Comma
Advanced

Wire the **Signals** input of the **Write to Measurement File VI** to the connection between the **DAQ Assistant VI** and **Waveform Graph** with the **Wiring tool**, and then run the **VI** (**Run**).



Save the project under a name like **"Thermocouple_HW"**: File \rightarrow Save.

Close this **VI**.

Open the data file (**Thermocouple.lvm**) to check your work. The number of samples should be **20** in **Thermocouple.lvm**. The number can be modified by double-clicking on the **DAQ Assistant VI**.

Close Notepad.

5.4. Writing Data to File Continuously

Open a new **VI**.

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow **While Loop** to create a **while loop** on the **Block Diagram**. Use the cursor to draw a rectangle.



Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement** $I/O \rightarrow NI-$ **DAQmx** \rightarrow **Start** to put the **Start VI** on the **Block Diagram**.



Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement** $I/O \rightarrow NI-$ **DAQmx** \rightarrow **Stop** to put the **Stop VI** on the **Block Diagram**.



Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Read** to put the **Read VI** on the **Block Diagram**.

Untitled 1 Block Diagram *		
<u>File Edit View Project Operate T</u> ools	<u>W</u> indow <u>H</u> elp	
n 🔿 🖉 🔵 💵 😵 🚛 🖛 🗗 🗗	15pt Application Font 💌 🚛 🖬 🕬	2
	Analog DBL IChan ISamp stop	

Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **Task Const** to put the **Task Const VI** on the **Block Diagram**.



Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Write to Measurement File** to place this **VI** on the **Block Diagram**.

In the **Configure Write To Measurement File** dialog box, select a location (if necessary, create one) and file name (e.g. **Thermocouple1**) to store your data, set **If a file already exists** to **Overwrite file**, then click **OK**.

Filosome G:\Thermocouple1.lvm	File Format Text (LVM) Binary (TDMS) Binary with XML Header (TDM)
Action	Cock file for faster access
 Save to one file Ask user to choose file Ask only once Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Perwrite file Save to series of files (multiple files) Settings 	 One header per segment One header only No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column Delimiter Tabulator Comma
File Description	Advanced



Right-click on the **Front Panel** and select **Express** \rightarrow **Graph Indicators** \rightarrow **Waveform Chart** to place this **VI** on the **Front Panel**. The **Waveform Chart** appears on the **Front Panel**.





With the **Wiring tool** wire:

- the **task out** output of the **Start VI** to the **task/channels in** input of the **Read VI**,
- the error out output of the Start VI to the error in input of the Read VI,
- the **task out** output of the **Read VI** to the **task/channels in** input of the **Stop VI**,
- the error out output of the Read VI to the error in input of the Stop VI,
- the Task Const VI to the task/channels in input of the Start VI,
- the data output of the Read VI to the Signals input of the Write to Measurement File VI and
- the Waveform Chart to the Signals input of the Write to Measurement File VI.



Create a new task by switching the **Task Const VI** and select **Browse**. The **Thermocouple** task appears. Click **Create New...** and select **MAX Task**.



In the **Create New NI-DAQmx Task...** dialog box, select **Acquire Signals** \rightarrow **Analog Input** \rightarrow **Temperature** \rightarrow **Thermocouple**, and then select **aiO**, and then click **Next**. Enter a name for the task: **Thermocouple1**, then click **Finish**.

Set **Thermocouple Type** to **K** and press the **Run** button. The current temperature should be displayed. Click **Stop**, and then click **OK**. Select **Thermocouple1** task in the **Select item(s)** window and then click **OK**.

🔁 Select item(s)	×
MAX Tasks	-
	-
•	•
Create New OK Ca	ncel

Press the **Run** button. The correct values should be displayed continuously.



Press the **STOP** button.



The **Thermocouple1** task appears under the **Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks** item.

O Thermocouple1 - Measurement & Automation E	plorer
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	🔚 Save 🛛 😧 Run 👻 🕂 Add Channels 💥 Remove Channels
 ▲ My System ▲ Data Neighborhood ▲ NI-DAQmx Tasks ↓ Thermocouple 	Temperature 0
Image: Second Secon	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Channel Settings Details Channel Settings Channel

Save the project under a name like **"Thermocouple_HW1"**: File \rightarrow Save.

Close LabVIEW and MAX.

Open the data file (**Thermocouple1.lvm**) to check your work, and then close **Notepad**.

6. DATA ACQUISITION USING NI USB-6009 MULTIFUNCTION I/O DEVICE

This chapter describes how you can configure, test and use NI USB-6009 Multifunction device in LabVIEW environment.

6.1. NI USB-6009 Multifunction I/O Device

The NI USB-6009 Multifunction I/O device (Figure 15) provides basic data acquisition functionality for applications.



Figure 15 NI USB-6009 DAQ device

Specifications:

- 8 analog inputs (14-bit, 48 kS/s),
- 2 analog outputs (12-bit, 150 S/s),
- 12 digital I/O,
- 32-bit counter,
- digital triggering and
- bus-powered.

The components of NI USB-6009 can be seen in Figure 16.



Figure 16 Block diagram of NI USB-6009

GND: Ground - The reference point for the single-ended analog input measurements, analog output voltages, digital signals, +5 VDC supply, and +2,5 VDC at the I/O connector, and the bias current return point for differential mode measurements.

AI <0...7>: Analog Input Channels 0 to 7 - For single-ended measurements, each signal is an analog input voltage channel. For differential measurements, AI 0 and AI 4 are the positive and negative inputs of differential analog input channel 0. The following signal pairs also form differential input channels: AI<1, 5>, AI<2, 6>, and AI<3, 7>.

AO <0, 1>: Analog Output Channels 0 and 1 - Supplies the voltage output of AO channel 0 or AO channel 1.

P0. <0...7>: Port 0 Digital I/O Channels 0 to 7 - Each signal can be individually configured as an input or output.

P1. <0...3>: Port 1 Digital I/O Channels 0 to 3 - Each signal can be individually configured as an input or output.

PFI 0: PFI 0 - This pin is configurable as either a digital trigger or an event counter input.

+2,5 V: +2,5 V External Reference - Provides a reference for wrap-back testing.

+5 V: +5 V Power Source - Provides +5 V power up to 200 mA.

Table 6 and Table 7 list the analog and digital terminal assignments.

Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
ÉF	5	AI 1	AI 1+
23	6	AI 5	AI 1–
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

 Table 6 Analog terminal assignments

Table 7	Digital	terminal	assignments
	<u> </u>		0

Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
51 20	23	P0 6
3 22	24	P0.7
242	25	P1.0
26.2	26	P1.1
28 27	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

Follow the next easy steps to build your own models.

6.2. Configuring and Testing NI USB-6009

Connect **"AIO+**" channel to the **"AOO**" channel and **"AIO-**" channel to the **"GND**" channel (Figure 17), then plug the **USB cable** into **PC**.



Figure 17 AI0 and AO0 channels wired together

Select Configure and Test This Device in the New Data Acquisition Device window, then click OK or launch Measurement & Automation Explorer (MAX) program.

Expand the **Devices and Interfaces** item, and then expand the **NI-DAQmx Devices** item (if necessary). Check that **NI USB-6009** device appears. If the device does not appear, press <**F5**> to refresh the view in **MAX**.

3 NI USB-6009: "Dev2" - Measurement & Automa	tion Explorer			
File Edit View Tools Help				
Configuration	🖹 Properties 🗙 Delete	Self-Test 📲 Test Panels.	🔩 Reset Device 🛛 🕷 Crea	te Task 🦥 💦 Hide Help
My System	Name	Value		Back 🔜 📩
A Book regime in the first set of	Serial Number	0x12AEE12		NI-DAQmx Device Basics What do you want to do? PRun the NI-DAQmx Test Panels PRemove the device View or change device properties

Right-click on the **NI USB-6009: "Dev..."** item and select **Test Panels...** to run a test.

Select **Analog Output** tab and select (e.g.) **2,35** as **Output Value**, then click **Update**.

, and the second						1
Channel Name	Max Input Limit	Rate (Hz)		Channel Name	Max Out	out Limit Rate (Hz)
Dev2/ai0	▼ 10	€ 1000	÷	Dev2/ao0	▼ 5	1000
1ode	Min Input Limit	Samples To Re	ad	Mode	Min Outp	ut Limit
On Demand	-10	€ 1000	÷	DC Value	- 0	-
input Configuration				Transfer Mechanism		
Differential	-			<default></default>	-	
· ·					-	
-5- -10-10 0	Stop	Value 0	99	Update		

Select **Analog Input** tab, then click **Start**.

og Input Analog Output Digit	al I/O Counter I/O
Channel Name	Max Input Limit Rate (Hz)
Dev2/ai0	10 🔷 1000 🔶
Mode	Min Input Limit Samples To Read
On Demand 💌	-10 200
nput Configuration Differential	
Amplitude vs. Samples Chart	Auto-scale chart 👿
10 -	
5 -	
0 -	
-5 -	
-5	
-10-	
0	
	Value 0
Start Stop	



If the test passed without problems, click **Stop**, then **Close**.

Right-click on the **NI USB-6009: "Dev..."** item and select **Device Pinouts** to get information about pinouts of this device.

😵 NI-DAQmx Device Terminals Help	
	6 -
Elrejtés Keresés Vissza Előre	<u>B</u> eáll ítások
Tartalom Tárgymutató Keresés	NI USB-6009
2 NI 94/2	GND 1 17 P0.0
2 NI 5472 (DSUB)	AI 0/AI 0+ 2 18 P0.1
2 NI 5474	AI 4/AI 0- 3 19 P0.2
2 NI 5475	GND 4 20 P0.3
2 NI 5476	AI 1/AI 1+ 5 21 P0.4
2 NI 5477	AI 5/AI 1- 6 22 P0.5
2 NI 5476	GND 7 23 P0.6
2 NI 5461	AI 2/AI 2+ 8 24 P0.7
2 NI 5465	AI 6/AI 2- 9 25 P1.0
2 NI DAQCald-DIO-24	GND 10 26 P1.1
2 NI ENET 0215	AI 3/AI 3+ 11 27 P1.2
INI ENET-5215	ALT/ALG= 12 20 FLG
2 NI ENET 0210	AO.0 14 30 +25V
1 NI ENET-3213	AQ 1 15 31 +5 V
2 NI ENET-9234	GND 16 32 GND
1 NI ENET 0421	
2 NI ENET-9421	
NI ENET-9421 (DSU	
NI ENET-9472	
NI ENET-9472 (DSU	
1 NI ENE 1-9481	
NI PCI-DIO-96	
2 NI PCI-MIO-16E-1 (N	
1 NI PCI-MIO-16E-4 (N	
NI PCI-MIO-16XE-10	
1 NI PCI-MIO-16XE-50	
2 NI USB-6008	
🛛 NI USB-6009 🗸	

Close this window.

6.3. Creating a Task for Voltage

Right-click on the NI USB-6009: "Dev..." item and select Create Task....

In the Create New NI-DAQmx Task... dialog box, select Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage.

Measurement Automation Ex	& plore	r		NT
Select the measurement type for the task. A <u>task</u> is a collection of one or more virtual channels with timing, triggering, and other properties. To have <u>multiple measurement types</u> within a single task, you must first create the task with one measurement type. After you create the task, dick the Add Channels button to add a new measurement type to the task.		 ⇒ Acquire ⇒ An. ♥ ♥	E Signals alog Input Voltage Temperature Strain Current Resistance Frequency Position Acceleration Custom Voltage with Excitation Sound Pressure	E

Select **ai0**, and then click **Next**.

Measureme	t & Xanational
Automation	Explorer Xinstrumen
Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured <u>alobal virtual channels</u> of the same measurement type as the task, dick the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task. When you copy the global virtual channel to the task, it becomes a local virtual channel. When you add a global virtual channel to the task, the task uses the actual global virtual channel, and any changes to that global virtual channel are reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports <u>multiple</u> <u>channels</u> in a task, you can select multiple channels to add to a task at the same time.	Supported Physical Channels

Enter a name for the task: **Voltage**, then click **Finish**.



The **Voltage** task appears under the **Data Neighborhood/NI-DAQmx Tasks** item.

3 Voltage - Measurement & Automation Explorer	
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	🔚 Save 🛛 🛥 Run 👻 🕂 Add Channels 💥 Remove Channels
 ▲ Wy System ▲ Data Neighborhood ▲ MI-DAQmx Tasks ★ Thermocouple ★ Thermocouple ★ Voltage ▲ Devices and Interfaces ▲ NI-DAQmx Devices ▶ NI-USB-9211A: "Dev1" ♥ NI USB-6009: "Dev2" ▶ XI System (Unidentified) ▶ Serial & Parallel ▲ Scales ▶ Software ♥ NI UDrivers ▶ Semote Systems 	Units Units <td< th=""></td<>

Set Max of Signal Input Range to 5, Min of Signal Input Range to 0, Acquisition Mode to 1 Sample (On Demand), and then press the Run button.

3 Voltage - Measurement & Automation Explorer	
File Edit View Tools Operate Help	
Configuration	Save Run + Add Channels X Remove Channels
 My System Data Neighborhood NI-DAQmx Tasks Thermocouple Thermocouple1 Voltage 	Voltage 0
 ■ Wi-DAQmx Devices ▷ NI-DAQmx Devices ▷ NI USB-6009: "Dev2" ▷ PXI PXI System (Unidentified) ▷ PXI erial & Parallel ▷ Software ○ Software ○ NI Drivers ○ Remote Systems 	Configuration Triggering Advanced Timing Channel Settings Voltage Voltage Voltage Settings Signal Input Range Max S Volts Volt
	Click the Add Channels button (+) to add more channels to the task.
	Timing Settings Acquisition Mode Samples to Read Rate (Hz) Sample (On Demand)

The current voltage (~2,35) should be displayed. Press the **Stop** button.

S Voltage - Measurement & Automation Explorer		
File Edit View Tools Operate Help		
Configuration	🔚 Save 🚺 Stop 🕂 Add Channels	🗙 Remove Channels
 ▲ Wy System ▲ Data Neighborhood ▲ But-DAQmx Tasks ★ Thermocouple ★ Thermocouple1 ★ Voltage 	Voltage	2,34439

Save the configuration (**Save**). This configuration can be used at any time.

S Voltage - Measurement & Automation Explorer		
File Edit View Tools Operate Help		
Configuration	Save 🔁 Run 👻 🕂 Add Channels 💥 Ren	move Channels
 ▲ System ▲ Data Neighborhood ▲ MI-DAQmx Tasks ↓ Thermocourde 	Voltage	2,345027
₩ Thermocouple1		

6.4. Using "Voltage" Task in LabVIEW

Open **Thermocouple_HW1** LabVIEW file. Select **Voltage** task by switching the **Task Const VI**.



Double-clicking on the **Write to Measurement File VI**. In the **Configure Write To Measurement File** dialog box, select a location (if necessary, create one) and file name (e.g. **Voltage**) to store your data, then click **OK**.

Filename G:Voltage.lvm	File Format Text (LVM) Binary (TDMS) Binary with XML Header (TDM)
Action Save to one file Ask user to choose file Ask user to choose file Ask each iteration If a file already exists Rename existing file Use next available filename Append to file Overwrite file	 ✓ Lock file for faster access Segment Headers One header per segment One header only No headers X Value Columns One column per channel One column only Empty time column
© Save to series of files (multiple files) Settings File Description	 Tabulator Comma
	Advanced

Save the project under a name like "Voltage": File \rightarrow Save as \rightarrow Substitute copy for original.

Press the **Run** button. The correct voltage (~2,35) should be displayed continuously.



Press the **STOP** button.



Open the data file (**Voltage.lvm**) to check your work, and then close **Notepad**.

Close this VI.

6.5. Creating a Task for Input Using DAQ Assistant

Right-click on the **NI USB-6009: "Dev..."** item in **MAX** and select **Test Panels...** to run a test.

Select **Analog Output** tab and select (e.g.) **4,5** as **Output Value**, then click **Update**.

Select **Analog Input** tab, then click **Start**. If the test passed without problems, click **Stop**, then **Close**.

Open a new **VI**.

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** and place the **VI** on the **Block Diagram**.

In the Create New NI-DAQmx Task... dialog box, select Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage.

Select **ai0**, and then click **Finish**.

Set Max of Signal Input Range to 5, Min of Signal Input Range to 0, Acquisition Mode to 1 Sample (On Demand), and then press the Run button.

The current voltage (~4,5) should be displayed. Press the **Stop** button.

Finally, click **OK**.



Right-click on the **data** output of the **DAQ Assistant** and select **Create** \rightarrow **Numeric Indicator**. A **Numeric Indicator** appears on the **Front Panel**. Run the **VI (Run)**. Data (~4,5) appears on the **Front Panel**'s **Graph Indicator**.



Name the Numeric Indicator "Voltage".



Use while loop for continuous reading from NI USB-6009 device. Rightclick on the Block Diagram and select Express \rightarrow Exec Control \rightarrow While Loop to create a while loop on the Block Diagram. Use the cursor to drag a selection rectangle around the DAQ Assistant VI and Numeric Indicator.



Press the **Run** button. The correct values (~4,5) should be displayed continuously. Press the **STOP** button.



Save the project under a name like **"Voltage_Input"**: File \rightarrow Save. Close this **VI**.

6.6. Creating a Task for Output Using DAQ Assistant

Open a new **VI**.

To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** and place the **VI** on the **Block Diagram**.

In the Create New NI-DAQmx Task... dialog box, select Generate Signals \rightarrow Analog Output \rightarrow Voltage.



Select **ao0**, and then click **Finish**.

DAQ Assistant		
Select the physical channel(s) to add to the task. If you have previously configured <u>alobal virtual channels</u> of the same measurement type as the task, click the Virtual tab to add or copy global virtual channels to the task. When you copy the global virtual channels to the task, it becomes a local virtual channel. When you add a global virtual channel to the task, the task uses the actual global virtual channel and any changes to that global virtual channel are reflected in the task. If you have TEDS configured, click the TEDS tab to add TEDS channels to the task. For hardware that supports multiple channels to add to a task at the same time.	E	Supported Physical Channels
Click **OK**.



Right-click on the Front Panel and select $Express \rightarrow Num Ctrls \rightarrow Num Ctrl. A Numeric Control appears on the Front Panel. Name the Numeric Control "Voltage Output".$

Dutitled 1 Front Panel *
<u>Eile Edit View Project Operate Iools Window Help</u>
🗘 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 🖃 🚛 🖬 🛍 🦉
Voltage Output
4
Dutitled 1 Block Diagram *
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp
🗘 🐼 🖲 💷 😰 🥵 😓 📅 🗊 15pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🖏
Voltage Output I 123b Voltage Output DAQ Assistant data

Wire the **data** input of the **DAQ Assistant VI** to the output of the **Numeric Control** with the **Wiring tool**.



Enter **3** and run the **VI** (**Run**).



Run **Voltage_Input.vi** (**Run**). The correct value (~**3**) should be displayed. Press the **STOP** button.

Soltage_Input.vi Front Panel				
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp				
🔁 💽 🔲 24pt Application Font 🔽 🏣 🖬 🗰				
STOP				
Voltage				
0				
Voltage_Input.vi				
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp				
الله الله الله الله الله الله الله ال				
STOP				
\mathbf{r}				
Voltage				
2 99892				

Use while loop for continuous writing to NI USB-6009 device. Right-click on the Block Diagram and select Express \rightarrow Exec Control \rightarrow While Loop to create a while loop on the Block Diagram. Use the cursor to drag a selection rectangle around the DAQ Assistant VI and Numeric Control.



Run the programs (**Run**). The correct value (~**3**) should be displayed and can be modified continuously. Finally, press the **STOP** buttons.

Save the project under a name like **"Voltage_Output**": File \rightarrow Save.

Close this **VI**.

6.7. Advanced File I/O Operation

Use the Voltage_Output.vi.

Enlarge the rectangle of the **while loop**.



Copy Start VI, Stop VI, Read VI, Task Const VI and Waveform Chart from Voltage.vi. (SHIFT+left-click on the items, then Edit \rightarrow Copy (or CTRL+C) and Edit \rightarrow Paste (or CTRL+V).)







Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Format into File**.

Enlarge the Format into File item to see four inputs (input 1, input 2, input 3 and input 4). Right-click on the Block Diagram and select Programming \rightarrow File I/O \rightarrow Open/Create/Replace File.



Right-click on the file path (use dialog) input of the Open/Create/Replace File item and select Create \rightarrow Control.

Right-click on the operation (0: open) input of the Open/Create/Replace File item and select Create \rightarrow Constant and then replace or create.



A file path appears on the Front Panel.





Right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **File I/O** \rightarrow **Close File**.

Right-click on the Block Diagram and select Programming \rightarrow Timing \rightarrow Wait Until Next ms Multiple.



Right-click on the **millisecond multiple** input of the **Wait Until Next ms Multiple** item and select **Create** \rightarrow **Control** and place **it** outside the **while loop**.



A millisecond multiple control appears on the Front Panel.



Place a **Multiply** item on the **Block Diagram**: right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Multiply**.



To see the data separately and in new lines later, right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **String** \rightarrow **Tab Constant**, then **Programming** \rightarrow **String** \rightarrow **End of Line Constant**.



With the **Wiring tool** wire:

- the **task out** output of the **Start VI** to the **task/channels in** input of the **Read VI**,
- the error out output of the Start VI to the error in input of the Read VI,
- the **task out** output of the **Read VI** to the **task/channels in** input of the **Stop VI**,
- the error out output of the Read VI to the error in input of the Stop VI,
- the Task Const VI to task/channels in input of the Start VI,
- the millisecond multiple control to the While Until Next ms Multiple,
- the **refnum out** output of the **Open/Create/Replace File** to the **input** file input of the Format into File,
- the error out output of the Open/Create/Replace File to the error in input of the Format into File,
- the **output file refnum** output of the **Format into File** to the **refnum** input of the **Close File**,
- the error out output of the Format into File to the error in input of the Close File,
- the **x** input of the **Multiply** to the connection between **millisecond multiple control** and **While Until Next ms Multiple**,
- the **Loop iteration** to the **y** input of **Multiply**,
- the x*y output of the Multiply to the input 1 input of the Format into File,
- the Tab Constant to the input 2 input of the Format into File,
- the data output of the Read VI to the input 3 input of the Format into File,
- the **Waveform Chart** to the connection between **Read VI** and **input 3** input of the **Format into File** and
- the End of Line Constant to the input 4 input of the Format into File.



Save the project under a name like "Voltage_Input_Output": File \rightarrow Save as \rightarrow Substitute copy for original.

Select a location (if necessary, create one) and file (e.g. **Voltage_Input_Output.txt**) to store your data. Set (e.g.) **3** as **Voltage Output** and (e.g.) **100** as **millisecond multiple**. Run the **VI** (**Run**).



The correct value (~3) should be shown in the **Waveform Chart**. Click **STOP**.



Open the data file (**Voltage_Input_Output.txt**) to check your work. The acquired data with **100 ms** intervals can be found in different lines.

Close Notepad.

To see the time in seconds, a **Divide** item is needed: right-click on the **Block Diagram** and select **Programming** \rightarrow **Numeric** \rightarrow **Divide**.

Delete the connection from the **x** input of the **Multiply**. Right-click on the **y** input of the **Divide** function and select **Create** \rightarrow **Constant** to wire a **Numeric Constant** to the input. Enter **1000** as numeric constant.

With the **Wiring tool** wire the x input of the **Divide** to the connection between the **millisecond multiple Control** and **While Until Next ms Multiple**, and then x/y output of the **Divide** to the x input of the **Multiply**.



Run the **VI** (**Run**), and then click **STOP**. Open the data file (**Voltage_Input_Output.txt**). The acquired data in second with **100 millisecond** intervals can be found.

0.000000	2,999559
0.100000	3,000195
0,200000	2,997015
0.300000	2,998923
0.400000	3,000195
0.500000	2,998923
0.600000	2,998287
0,700000	3,000195
0,800000	2,999559
0,900000	2,998923
1,000000	2,998923
1,100000	2,998287
1,200000	2,998923
1,300000	3,000831
1,400000	2,997015
1,500000	2,997015
1,600000	2,998287
1,700000	2,997015
1,800000	3,000195
1,900000	2,998923
2,000000	2,998923
2,100000	3,000831
2,200000	3,000195
2,300000	3,000831
2,400000	2,998287
2,500000	3,000195
2,600000	2,998923
2,700000	2,998923
2,800000	2,998923
2,900000	2,999559
3,000000	2,998287

Name the items.



To clean the **Block Diagram**, use **Clean Up Diagram** button.



Save the project: **File** \rightarrow **Save**.

Close the **VIs** and **Notepad**.

6.8. Creating a Task for Voltage Input Using Variable Resistance

Attach a **potentiometer** to the **terminal block** as shown is Figure 18 and plug the **USB cable** into the **PC**. When the device is connected to a USB port, the **LED** blinks steadily.



Figure 18 Connecting potentiometer to the DAQ device

Open a new VI. To see both the **Front Panel** and **Block Diagram** at the same time, select **Window** \rightarrow **Tile Up and Down**.

Right-click on the **Block Diagram** and select **Measurement I/O** \rightarrow **NI-DAQmx** \rightarrow **DAQ Assistant** and place the **VI** on the **Block Diagram**.

In the Create New Express Task... dialog box, select Acquire Signals \rightarrow Analog Input \rightarrow Voltage.

Select **aiO**, and then click **Next**.

Set Max of Signal Input Range to 5, Min of Signal Input Range to 0, Terminal Configuration to RSE, and then press the Run button. The value of voltage has to be lower than 5.





This value can be changed by **potentiometer**.



Finally, click **OK**.

Right-click on the Front Panel and select Express \rightarrow Graph Indicators \rightarrow Waveform Graph to place this VI on the Front Panel. The Waveform Graph appears on the Front Panel.

Wire the **data** output of the **DAQ Assistant VI** to the **Waveform Graph** with the **Wiring tool**.

🔁 Untitled 1 Front Panel * <u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u> 🚯 🕘 💵 24pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🕮 🤇 Waveform Graph Plot 0 📈 10-5-Amplitude 0--5--10---0 20 40 60 80 100 Time 😰 Untitled 1 Block Diagram * <u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u>elp 🕏 🛞 🗐 🖩 😵 🔛 📅 🗊 15pt Application Font 🔽 🏣 🏧 🖏 C) Waveform Graph DAQ Assistant data Untitled 1 Front Panel * <u>File Edit View Project Operate Tools Window Help</u> 수 🐼 🔘 💵 24pt Application Font 💌 🚛 🖬 🕮 🏷 Voltage 📈 Waveform Graph 2.54 2.53 ਚ 2,52 j 2,51 2,5 2,49ó 0,2 0,4 0,6 0,8 1 Time

Press the **Run** button to test the program.

Use while loop for continuous reading. Right-click on the **Block Diagram** and select **Express** \rightarrow **Exec Control** \rightarrow While Loop to create a while loop on the **Block Diagram**. Use the cursor to drag a selection rectangle around the **DAQ Assistant VI** and **Waveform Graph**.

Run the **VI** (**Run**). Continuous data flow can be seen in **Waveform Graph**. Click **STOP**.

12 Untitled 1 Front Panel *
<u>File Edit View Project Operate Tools Window H</u> elp
🔁 💿 💷 24pt Application Font 🔽 🚛 🖬 🐨
Waveform Graph
2,65 - 2,6 - 3 2,55 - 4 11 1 4 1 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1
2,5
0 0,2 0,4 0,6 0,8 1 Time
•
12 Untitled 1 Block Diagram *
Eile Edit View Project Operate Tools Window Help
🕹 🛞 🛑 🔢 😰 🕮 📅 🗊 15pt Application Font 🔽 🏪 🐨 🚧
DAQ Assistant data stop

The number of samples and sampling interval can be modified by doubleclicking on the **DAQ Assistant VI**.

Set Samples to Read to 100 and Rate to 100, then click OK.

🛞 DAQ Assistant	X
Undo Redo Run Add Channels Remove Channels	? Hide Help
🙀 Express Task 🏒 Connection Diagram	🛃 Back 📰 😤
gg 2,6 gg 2,5 gg 2,5 gg 2,45 gg 0,1 gg 0,2 gg 0,3 gg 0,5 gg 0,6 gg 0,1 gg 0,2 gg 0,3 gg 0,6 gg 0,6 gg 0,6 gg 0,6 gg 0,6 gg 0,6 gg 0,7 gg 0,7 <t< th=""><th>Measuring Voltage Most measurement devices are designed for measuring, or reading, voltage. Two common voltage measurements are DC and AC. DC voltages are useful for measuring phenomena that change slowly with time, such as temperature, pressure, or strain. AC voltages, on the other hand, are waveforms that constantly increase, detery, and everse powerlines deliver AC voltage.</th></t<>	Measuring Voltage Most measurement devices are designed for measuring, or reading, voltage. Two common voltage measurements are DC and AC. DC voltages are useful for measuring phenomena that change slowly with time, such as temperature, pressure, or strain. AC voltages, on the other hand, are waveforms that constantly increase, detery, and everse powerlines deliver AC voltage.
	OK Cancel

Run the \boldsymbol{VI} ($\boldsymbol{Run}),$ and then click $\boldsymbol{STOP}.$



The time can be calculated: samples x sampling interval (1/rate), e.g. $100 \cdot 1/100$ Hz = 1 s.



When the **VI** runs, the value of voltage can be changed by **potentiometer**. Press the **STOP** button.

Save the project under a name like **"Voltage_Potentiometer"**: File \rightarrow Save.

Close all programs.

Literatures

- 1. User Guide and Specifications NI USB-6008/6009
- 2. <u>http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/hu/nid/201987</u> (26/08/2013)