



ELVIS II+ - kehitysalusta

Juho Oja

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Tietotekniikka
Sulautetut järjestelmät ja
elektroniikka
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

Tekijä	Juho Oja
Työn nimi	ELVIS II+ - kehitysalusta
Sivumäärä	42 + 7 liitesivua
Valmistumisaika	28.5.2011
Työn valvoja	yliopettaja Mauri Inha
Työn tarjoaja	Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

ELVIS II+ on insinööritaitojen opetukseen suunniteltu tiedonhankintajärjestelmä. Se on hieman paranneltu versio ELVIS II:ta ja suurin niiden välinen ero on ELVIS II+:n parempilaatuinen oskilloskooppi.

Kehitysalusta sisältää useita liittimiä ja signaali- ja virtalähteitä varten omat säätimet. ELVIS II+:aan on mahdollista liittää useita lisälaitteita ja ohjelmia, mistä suurin osa on kolmannen osapuolen valmistamia.

Tärkeimmät ohjelmistot ELVIS II+:lle ovat kuitenkin National Instruments:n kehittämiä. LabVIEW, Signal Express ja Multisim ovat kaikki ohjelmia, joiden ympärille ELVIS II+:n toiminta on suunniteltu. Normaalisissa laboratoriotilanteissa käyttäjä rakentaa ELVIS II+:n kytkentälaudalle kytkennän, jota sitten tutkii LabVIEW:lla tehdyillä mittaustyökaluilla.

LabVIEW on DAQ-pohjainen sovellus. DAQ on prosessi, jossa laite kerää näytteenotto signaaleilla analogista reaaliaikaista dataa ja kääntää sen digitaaliseen muotoon tietokoneelle, millä sitä voidaan käsitellä.

Työssä on demonstroitu LabVIEW:n ominaisuuksia oskilloskoopin lohkokaaaviota esimerkkinä käyttäen. Lisäksi on tehty keskeytyspalvelua käyttävä oma mittaussovellus.

Writer	Juho Oja
Thesis	ELVIS II+ - Evaluation Board
Pages	42 + 7 pages of appendices
Graduation time	28.5.2011
Thesis Supervisor	Senior lecturer Mauri Inha
Company	Tampere University of Applied Sciences

ABSTRACT

ELVIS II+ is a data acquisition system designed to teach engineering skills. It is an improved version of ELVIS II and the biggest difference between them is the better oscilloscope of ELVIS II+.

The evaluation board includes several plug-ins for I/O and knobs for tuning function generator and power supplies. It is possible to include several third party manufactured hardware and software to ELVIS II+.

However, the most important applications for ELVIS II+ have been made by National Instruments. LabVIEW, Signal Express and Multisim are all programs to which ELVIS II+ is designed for. In a normal laboratory environment a user wires a circuit to ELVIS II+ prototyping board and then measures it via tools made by LabVIEW.

LabVIEW is a DAQ-based application. DAQ is a process, in which a device gathers samples of analog data in real-time and then converts it to digital form. After that it is transferred to an end-device.

LabVIEW's features are demonstrated in this thesis with the help of a block diagram of an oscilloscope. Also a custom interrupt-based measurement application has been designed.

Keywords ELVIS II+, LabVIEW, DAQ

Esipuhe

Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä ELVIS II+ - kehitysalustan käyttökohteita ja opetella LabVIEW:n hyödyntämistä mittauksissa. G-kielisen ohjelmoinnin opettelu oli miellyttävä haaste.

Haluan kiittää Tampereen ammattikorkeakoulua työhön tarvittavien resurssien tarjoamisesta sekä yliopettaja Mauri Inhaa työn aiheesta ja opastuksesta.

Kiitän myös kaikkia, jotka auttoivat opinnäytetyön oikolukemisessa.

Tampereella huhtikuussa 2011

Juho Oja

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	7
2 ELVIS II+	8
2.1 Yleistä.....	8
2.2 Tekniset tiedot	9
2.2.1 Yksikköalusta.....	10
2.2.2 KytKentäalusta.....	12
3 DAQ.....	14
4 ELVIS II+ LISÄLAITTEET.....	15
4.1 Lääketieteelliset työkalut.....	15
4.2 Digitaalinen elektroniikka	15
4.3 Control Design Mechatronics (QNET)	16
4.4 Sulautetut järjestelmät	17
4.5 "Vihreä" tekniikka	18
4.6 Tietoliikennetekniikka.....	18
5 ELVIS II+ OHJELMISTOT	19
5.1 LabVIEW	19
5.2 SignalExpress	20
5.3 NI Multisim	20
5.4 ELVIS II+:n omat mittaustyökalut.....	21
6 LABVIEW ESIMERKKI.....	23
7 LABVIEW MITTAUKSET	28
8 YHTEENVETO	41
LÄHTEET.....	42
LIITTEET	42

Lyhenteiden ja termien luettelo

ELVIS	Educational Laboratory Virtual Instrument Suite
ULIS	Universal Laboratory Instructional Station
IDE	Integrated Development Environment
FPGA	Field-programmable gate array
VHDL	VHSIC Hardware Description Language
VHSIC	Very High Speed Integrated Circuit
QNET	Quanser Engineering Trainer
HVACT	Heating-Ventilation Trainer
DCMCT	DC Motor Control Trainer
ROTPENT	Rotary Inverted Pendulum Trainer
MECHKIT	Mechatronic Sensors Trainer
VTOL	Vertical Take-Off and Landing Trainer
EMG	Electromyography
VI	Virtual Instrumentation
DAQ	Data Acquisition
WDM	Wavelength Division Multiplexer
MCU	Microcontroller
DIP	Dual In-line Package
SFP	Soft Front Panel
SPICE	Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa ELVIS II+ - koeyhteyksien alustan ominaisuuksia siihen tehdyn kytkennän ja LabVIEW - sovellusten avulla. Lisäksi on käyty läpi useita ominaisuuksia, jotka ELVIS II+ voi hyödyntää lisälaitteiden tai ohjelmistojen avulla.

Luvussa 2 kerrotaan ELVIS - kehitysalustan historiaa ja tarkastellaan ELVIS II+:n teknisiä tietoja.

Luvussa 4 käydään läpi ELVIS II+:n laaja lisälaittevalikoima.

ELVIS II+:n ominaisuudet painottuvat vahvasti ohjelmistojen varaan, joten luvussa 5 selostetaan kaikki tärkeimmät sovellukset, joiden ympärille ELVIS II+ on kehitelty.

Seuraavissa luvuissa paneudutaan tarkemmin tärkeimpään ja laajimpaan kehitysalustaan liittyvään ohjelmistoon eli LabVIEW:iin. Ensin tutkitaan valmista esimerkkiä toimivasta VI:sta ja selostetaan se perusteellisesti. Tämän jälkeen tehdään sama omatekoiselle mittaussovellukselle.

Työ tehtiin kevään 2011 aikana Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa ja lisäksi aiheesta tehtiin laboratoriotyö 4. vuosikurssin opiskelijoille.

2 ELVIS II+

2.1 Yleistä

Kalifornian yliopiston San Bernardinon fysiikanlaitos kehitti alun perin ELVIS:en opetustyökaluksi. Kehitys alkoi vuonna 1994 National Science Foundationin rahoituksella.

National Instruments kiinnostui ELVIS:stä vuonna 2000. Yhteistyö aloitettiin ja uusi prototyyppi nimeltään Universal Laboratory Instructional Station (ULIS) valmistettiin. Vuosi myöhemmin NI hankki mallin omistusoikeudet ja kehitti siitä hieman modifioidun version nimeltään Educational Laboratory Virtual Instrument Suite (ELVIS). ELVIS II julkaistiin vuonna 2008. ELVIS II sisälsi useita parannuksia vanhempaan malliin verrattuna, mutta oli silti kehitelty samaan tarkoitukseen: opettamaan insinööritaitoja opiskelijoille laboratorioympäristössä. (A comparison between NI Elvis II and Applied Circuits MiniLab E100 2009, 2)

ELVIS II+ on tiedonhankintajärjestelmä. Se kehiteltiin työkaluksi, joka kerää tietoa ja opettaa LabVIEW - ohjelmointia. Sen ohjelmisto pyörii LabVIEW:n sisällä ja on hyvin riittävä perustason insinööriopinnoille. Vaikka siitä puuttuu suorituskyky kehittyneempiin elektronisiin mittauksiin, se sisältää hyvän valikoiman mittausräjäinstrumenttejä. Alusta sisältää analogisten instrumenttien lisäksi myös digitaalisen lukijan ja kirjoittimen.



Kuvio 1: ELVIS II+ ja siihen liitetty kytkentäalusta

Elvis II+ on kaksiosainen järjestelmä, johon kuuluu itse yksikkö ja siihen liitettävä valinnainen osa. Tässä työssä on käytetty liitettävää koekytkentäalustaa. Perusyksikkö sisältää kaikki mittausinstrumentit ja liitännät. Perusyksikön on tarkoitettu pysyvän laboratoriossa, kun taas irrotettavan koekytkentäalustan oppilas voi viedä kotiinsa ja tehdä kaikki tarvittavat johdotukset ennalta.

ELVIS II+ parantele vielä vanhempaa versiota lisäämällä 100 MS/s tarkkuudella toimivan oskilloskoopin korkeataajuuksisia mittauksia varten. Oskilloskoopin toimintoja laajennetaan lisäksi pystysuoran DC offsetin säädön, vaakasuoran liipaisintoiminnan ja 20 MHz:n vapaavalintaisen suotimen avulla. (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 8)

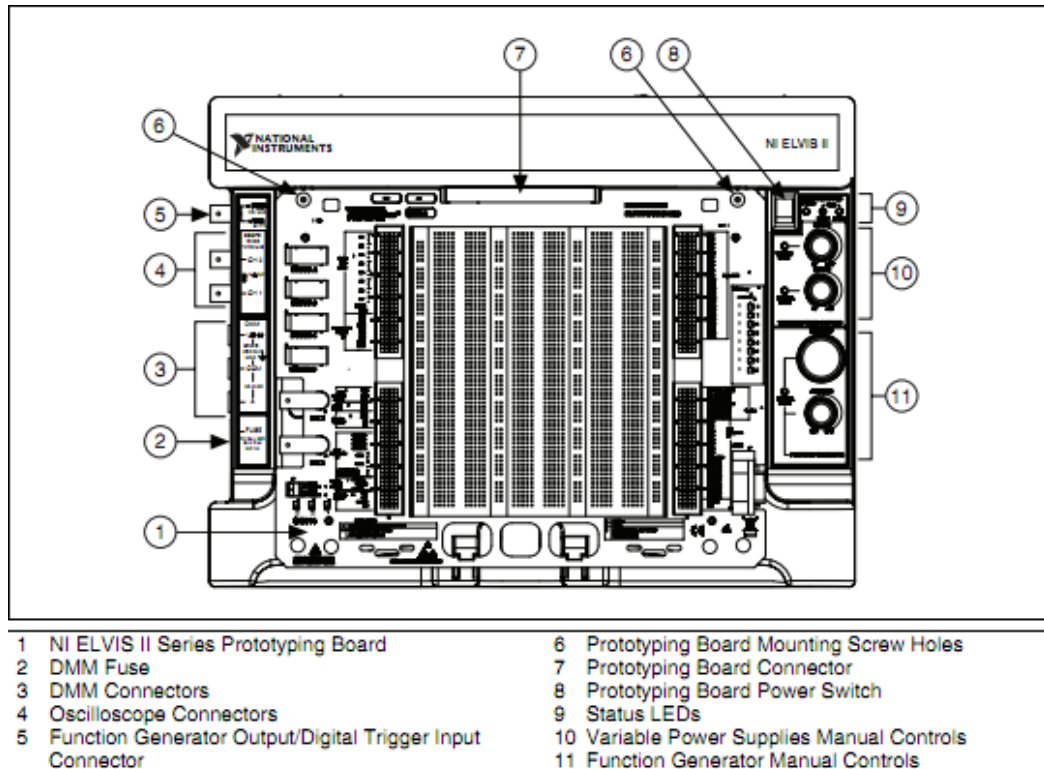
2.2 Tekniset tiedot

ELVIS II+:n tekniset ratkaisut perustuvat laajaan valikoimaan erilaisia liittimiä ja muihin mittaustoimenpiteitä auttaviin sisäänrakennettuihin toimintoihin. Yksikköalustaan liitettävä valinnainen osa luo pohjan varsinaisen kytkennän tekemiselle.

2.2.1 Yksikköalusta

Laite on fyysisiltä mitoiltaan 37 x 28 x 7,5 cm kokoinen ja painaa 1,9 kilogrammaa.

Kortilla on kaksi USB:n tilaa indikoivaa LED:iä ja yksi virtakytkimen LED. Kuviossa 2 on selitetty yksikköalustan tärkeimmät osat. (A comparison between NI Elvis II and Applied Circuits MiniLab E100 2009, 3)



Kuvio 2: Yksikköalustan liittimet (NI ELVIS II Hardware user manual 2009, 16)

– Ready - näyttää, että laitteisto on oikein asennettu ja on valmis liitettäväksi tietokoneeseen.

– Active - näyttää, että USB yhteys on tällä hetkellä käytössä.

Säädettävälle jännitelähteelle löytyy kaksi säädintä, joilla voi säätää joko positiivista tai negatiivista DC jännitettä asteikolla ± 12 . Säätimet ovat aktiivisia ainoastaan, kun virtalähde on asetettu manuaalisesti kontrolloitavaksi ja siitä kertovat vieressä olevat LED:t ovat päällä. Suurin ulostuleva virta on 500 mA ja signaalissa on tasajännitteen vaihtojänniteosaa (rippeli) ja kohinaa 25 mV:n verran. Sulakesuojana on nollautuva virranrajoitin. (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 10)

Funktiogeneraattorille löytyy myös kaksi säädintä, joilla taajuutta ja amplitudia voi muunnella. Myös funktiogeneraattori pitää asettaa manuaaliseen tilaan, jotta säätimet toimivat. Taajuuden resoluutio on 0,186 Hz ja taajuusalue siniaallolle on 0,186 Hz - 5 MHz ja kantti- ja kolmioaallolle 0,186 Hz - 1 MHz. Amplitudi on maksimissaan 10 V huipusta huippuun 1 %:in virhemarginaalilla. Pulssisuhteen saa vapaasti säädettyä väliltä 0 - 100 % ja sen virhemarginaali on myös 1 %. Funktiogeneraattorin ulostulon impedanssi on 50 Ω . (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 7)

Digitaaliselle yleismittarille löytyy kolme banaaniliitintä (60 VDC, 20 Vrms max). Ensimmäinen punainen liitin toimii positiivisena lähtönä jännitepohjaisille mittauksille ja toinen virtamittauksille. Niiden välissä oleva musta liitin on maapiste. Vierestä löytyy myös yleismittarille tarkoitettu nopeasti reagoiva sulake (F 3.1, 5 A, 250 V). Lähdön impedanssi on 11 M Ω . (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 5)

Oskilloskoopin antureita varten löytyy kaksi BNC-liitintä (10 VDC, 7 Vrms max). Kortin kolmas BNC-liitin toimii funktiogeneraattorin vaihtoehtoisena lähtönä tai digitaalisen liipaisimen tulona. Oskilloskoopissa on suurimmat erot astetta vanhempaan ELVIS II - malliin nähden:

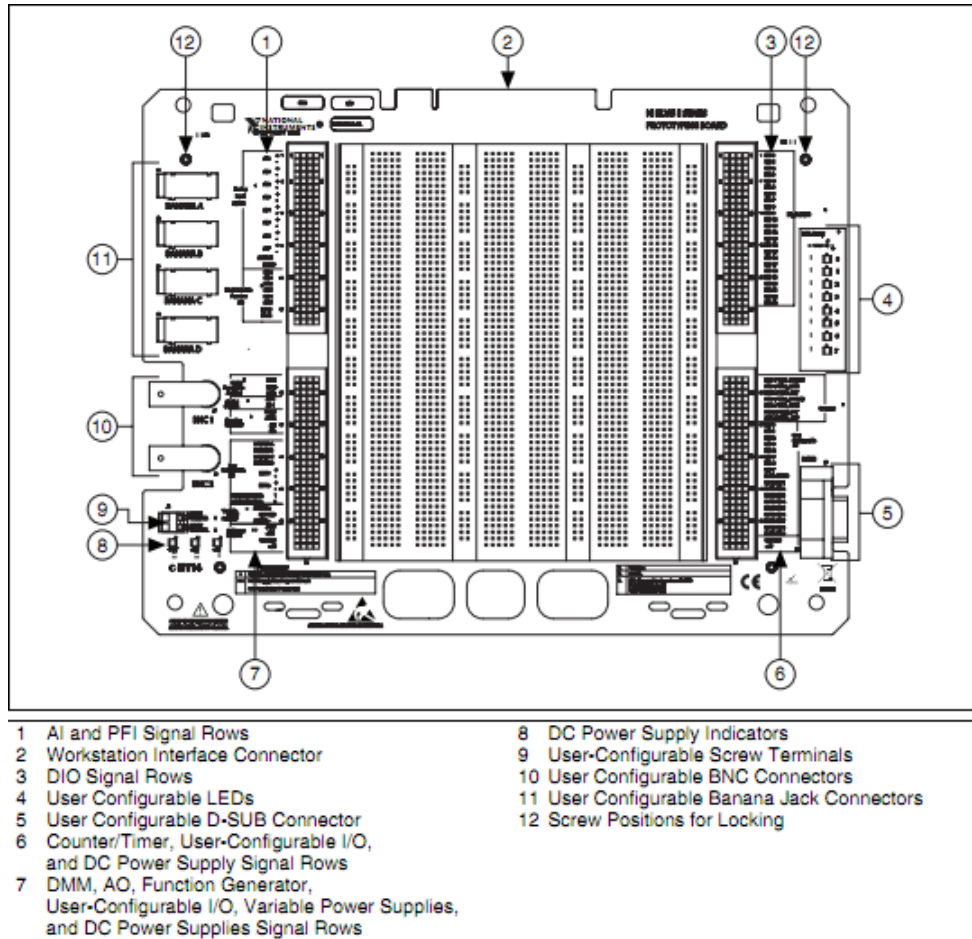
- ELVIS II+ muutti näytteenottomuodon skannatusta yhtäaikaiseksi.
- Lähdön impedanssi muuttui 1 M Ω || 25 pF arvoista 1 M Ω || 25 pF:iin.
- Valinnainen 20 MHz:n kohinasuodin on lisätty laitteeseen.
- Kaistanleveys (-3 dB) on nostettu 1.7 MHz:stä 50 MHz:iin.
- Resoluutio on laskettu 16 bitistä 8 bittiin.
- Suurin näytteenottotaajuus on nostettu 1,25 MS/s:sta 100 MS/s:in.
- Aaltomuotoon on lisätty 16384 näytettä per kanava oleva muisti.

(NI ELVIS II Series Specifications 2009, 8)

Kortin takana on liitin AC/DC - virtalähteelle, laitteen virtakytkin ja USB-portti.

2.2.2 KytKentäalusta

Irrotettava kytKentäalusta tulee ELVIS II+ - peruspaketin mukana. Sen voi korvata mahdollisilla lisälaitteilla. Kuvio 3:een on merkitty kytKentäalustan liittimet ja muut osat.



Kuvio 3: KytKentäalustan osat (NI ELVIS II Hardware user manual 2009, 22)

KytKentäalustalta löytyy neljä banaaniliitintä, kaksi BNC-liitintä ja sokerinpalaliitin, jotka ovat kaikki vapaasti käyttäjän konfiguroitavissa. Lisäksi kortilla on 9-nastainen D-liitin eli sarjaportti. Hyppylangalla saa asetettua jokaisen nastan alustalle erikseen.

Analogisia liitäntöjä löytyy kahdeksan (AI 0-7). Käyttäjä voi konfiguroida ne joko referenced single-ended (RSE) tai non-referenced single-ended (NRSE) tilaan. RSE:ssä kaikilla liitäntöillä on yhteinen maapiste (AIGND), kun taas NRSE:ssä maapiste on leijuva AISENSE. AD-muuntimen resoluutio on 16 bittiä. AI:n näytteenottotaajuus on 1,25 MS/s yksikanavaisena ja 1,00 MS/s monikanavaisena. (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 1)

Lisäksi on kaksi analogista ulostuloa (AO 0-1), joita käytetään satunnaisaaltomuotogeneraattoria varten.

24 digitaalista I/O linjaa (DIO 0-23) on sisäisesti kytketty laitteen 0 porttiin ja ne voidaan asettaa joko lähdöiksi tai tuloiksi.

PFI-linjat ovat TTL-yhteensopivia I/O-portteja, mikä tarkoittaa, että mitattu jännite on joko looginen 1 tai looginen 0 arvosta riippuen. Ne voivat reitittää ajoitusignaaleja AI/AO:lle tai laskimille/ajastimille. Portin nostoon käytetty jännite saa olla väliltä 2,2 V - 5,25 V ja alas vievä jännite 0 V - 0,8 V. (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 4)

Yleismittaria ja impedanssimittauksia varten löytyy BASE, DUT+ ja DUT-. Transistorimittauksissa BASE toimii kantana, DUT+ kollektorina ja DUT- emitterinä.

Funktiogeneraattorille löytyy vaihtoehtoinen ulostulo myös kytkentäalustalta.

DC-jännitettä saa suoraan ulos +15 V, +5 V tai -15 V suuruisena ja lisäksi säädettävän DC-virtalähteen ulostuloista.

Laitteella on vielä kahdeksan kaksiväristä LED:iä (LED 0-7), jotka toimivat yleisinä digitaalisina ulostuloina. Vihreät anodit ovat yhdistettynä 220 ohmin vastuksen kautta virranjakajaan ja katodit suoraan maahan. LED:t palavat siis vihreänä +5 V jännitteellä ja keltaisena -5 V jännitteellä. (NI ELVIS II Hardware user manual 2009, 29)

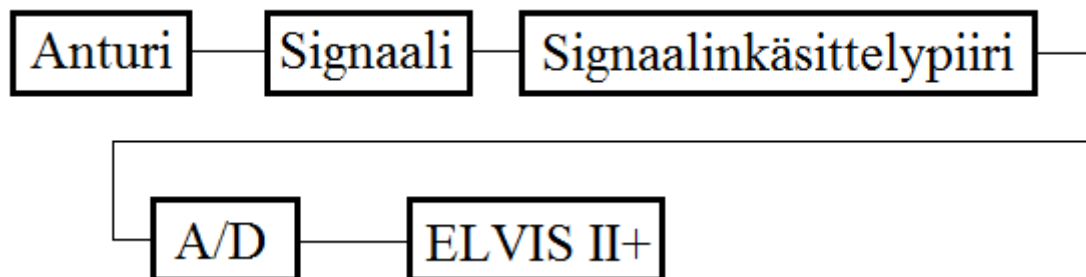
Laskuri/ajastimia on kortilla kaksi kappaletta ja niitä käytetään TTL signaalien laskemiseen, nousureunan havaitsemiseen ja pulssigeneraattorisovelluksiin.

Laskuri/ajastimien resoluutio on 32 bittiä, toimintataajuus suurimmillaan 1 MHz ja kellotaajuus joko 0,1 MHz, 20 MHz tai 80 MHz. (NI ELVIS II Series Specifications 2009, 5)

3 DAQ

DAQ on prosessi, jossa laite kerää näytteenotto signaaleilla analogista reaaliaikaista dataa ja kääntää sen digitaaliseen muotoon tietokoneelle, jolla sitä voidaan käsitellä.

Esimerkiksi valo, lämpötila, paine tai vääntömomentti on suureita, mitä DAQ järjestelmät yleensä mittaavat. Systemi voi myös sisältää ulostulon mitattavan suureen hallintaan analogisessa tai digitaalisessa muodossa.



Kuvio 4: DAQ lohkokaavioesityksenä

DAQ järjestelmän lohkokaavio rakentuu seuraavista osista:

- Antureista, jotka kääntävät fyysiset ilmiöt sähköisesti mitattavaksi suureeksi, kuten jännitteeksi tai virraksi.
- Signaalista, joka toimii anturin ulostulona.
- Signaalinkäsittelypiireistä, jotka muokkaavat signaalia ymmärrettävämpään muotoon esimerkiksi lisäämällä tarkkuutta tai vähentämällä kohinaa. Yleisimmät signaalinkäsittelytavat joko lisäävät tehoa, linearisoivat, eristävät tai suodattavat.
- AD-muuntimesta, joka kääntää signaalin analogisesta digitaalseksi.
- DAQ laitteistosta, joka mittaa ja analysoi saadun tiedon.
- Ohjelmistosta, jolla käsiteltyä tietoa voidaan muokata ja hallinnoida sen mukaan mahdollista järjestelmän ulostuloa.

ELVIS II+ on DAQ laite ja monet ohjelmistot, kuten LabVIEW ja SignalExpress, perustuvat DAQ-pohjaiseen ohjelmointiin.

4 ELVIS II+ LISÄLAITTEET

ELVIS II+ on suunniteltu niin, että sen toiminnot ovat hyvin monipuoliset, mutta vaativat erillisten lisälaitteiden ostamista ja joissain tapauksissa myös lisäohjelmien hankkimista. Varsinainen laite toimii ainoastaan alustana. Myös ohjelmistopuolella LabVIEW:n käyttö on suorastaan pakollista. Useat lisälaitteet on valmistanut kolmas osapuoli.

Kattavan arvion tekeminen kaikkien laitteiden toiminnoista tulisi hyvin kalliiksi. Alla on lyhyesti selitettynä, mihin kaikkeen ELVIS II+ lisälaitteineen pystyy.

4.1 Lääketieteelliset työkalut

Vernier - yhtiön valmistaman lääketieteellisen sensoripaketin ELVIS II+:aan liittämällä laitteella voi suunnitella, simuloida ja rakentaa komponenteista lääketieteellisiä laitteita, kuten instrumentointivahvistimen. Pakettia on tarkoitus käyttää LabVIEW:n ja/tai NI Multisimin avulla. (Enhancing Education With National Instruments 2009, 16)

4.2 Digitaalinen elektroniikka

FPGA on integroitu piiri, joka on suunniteltu asiakkaan tai ohjelmoijan konfiguroitavaksi valmistamisen jälkeen, josta termi "field-programmable" johtuukin. FPGA:n kokoonpano on yleensä määritelty käyttäen HDL:ää eli laitteistonkuvauskieltä.

NI:n valmistaman NI Digital Electronics FPGA Board:in tapauksessa kielenä on VHDL. Normaaleista ohjelmointikielistä (kuten C) poiketen sen tarkoitus on kuvata digitaalipiirien ja digi/analogisten-piirien toimintaa tekstimuotoisesti.

Tuotteen tarkoitus on opettaa käyttäjälleen digitaalisen elektroniikan suunnittelun perusteita. Alustaa voi ohjelmoida LabVIEW:n, LabVIEW:n FPGA moduulin sekä Xilinxin tuottamien ISE työkalujen kautta.

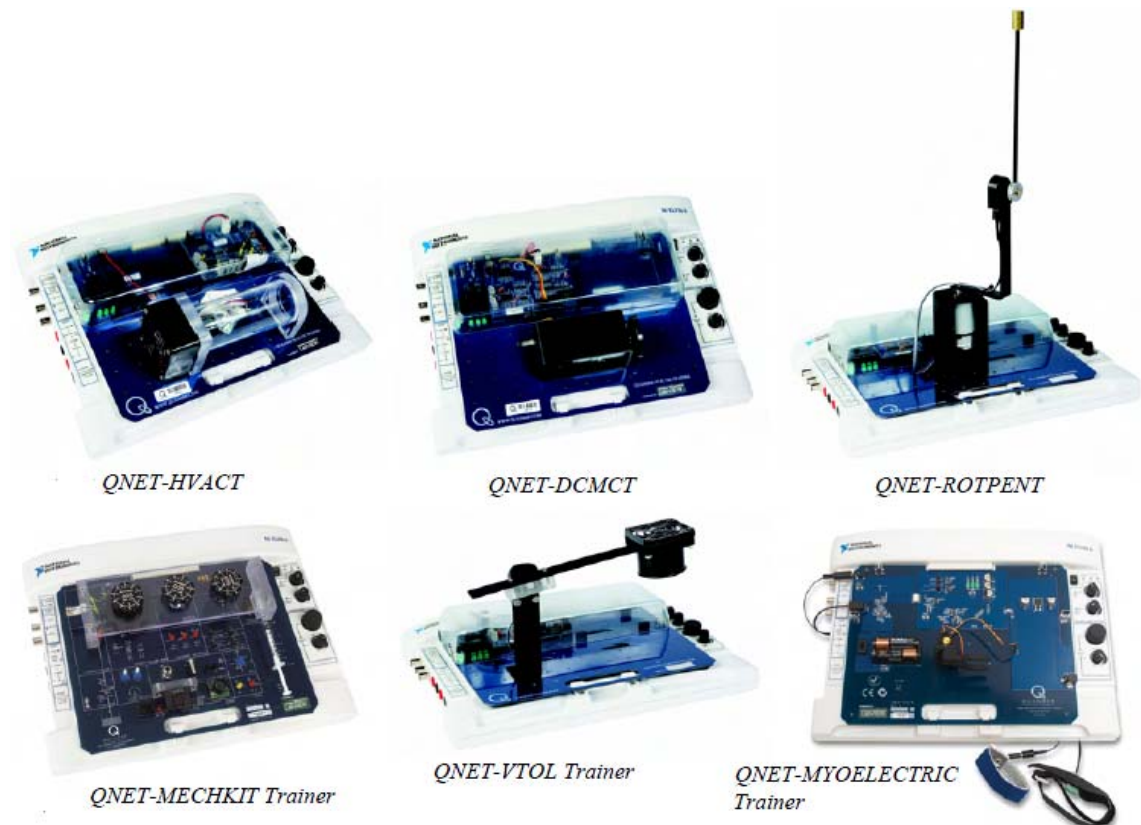
Alusta sisältää oman kytkentäalueen, johon kytkennät voidaan rakentaa, sekä antaa mahdollisuuden käyttää ELVIS II+:n omia integroituja mittaustyökaluja. Lisäksi

alustalta löytyy LED-valoja, DIP-kytkimiä, painokytkimiä, segmenttinäyttöjä sekä enkoodereita. (FPGA Board Programmable with NI LabVIEW 2009, 1)

4.3 Control Design Mechatronics (QNET)

QNET (Quanser Engineering Trainer) on kuudesta eri komponentista koostuva paketti. Lisäosat on valmistanut kolmas osapuoli. Quanser keskittyy teollisiin ja opetuksellisiin ratkaisuihin tuotteissaan.

Kaikki lisäosat hyödyntävät ELVIS II+:n omia instrumentteja sekä LabVIEW:iä mittauksissaan.



Kuvio 3: QNET - osa monipuolisista ELVIS II+:lle saatavista lisälaitteista

HVACT: Laite on ideaalinen havainnollistamaan virtaus- ja termodynamiikan kontrollointiin liittyviä käsitteitä. Se opettaa kuinka suunnitella järjestelmiä, jotka säätelevät esimerkiksi kammion lämpötilaa. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 1)

DCMCT: Moduulin tarkoitus on havainnollistaa täysin toimivan tasavirtamoottorin toimintoja. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 1)

ROTPENT: Lisäosa tarjoaa mahdollisuuden kokea klassisen heilurin kontrolloimisen haasteet. Harjoitteluvälinettä voidaan käyttää demonstroimaan miten tasapainottaa vertikaalinen tanko pyörivän varren päässä. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 1)

MECHKIT Trainer: Opettaa käyttäjää poikkitieteellisiltä aloilta sensorien, mittausten ja sensorien hyödyntämisen parissa. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 2)

VTOL Trainer: Laite tutustuttaa käyttäjän liikkeiden hallintaan (Motion Control), dynamiikkaan ja kinematiikkaan ilmakehään ja avaruuteen liittyen. Järjestelmä koostuu yksiakselisen varren ja tuulettimen yhdistelmästä. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 1)

MYOELECTRIC Trainer: Tutustuttaa käyttäjän lääketieteellisen tekniikan pariin. Laite opettaa kuinka hallita servomekaanista laitetta lihaksia supistamalla käyttäen sähköstimulaation periaatteita. (QNET modules for NI ELVIS 2009, 2)

4.4 Sulautetut järjestelmät

Freescale tarjoaa omat Freescale MCU SLK alustat sulautettujen järjestelmien harjoituksiin. Mikrokontrollereita löytyy useampaa eri sarjaa kuten HCS08, HCS12/HCS12x/DSP, ColdFire prosessoreita ja RF-vastaanottimia. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 2)

Ohjelmointikielenä toimii C ja työkaluna CodeWarrior.

CodeWarrior on sulautettujen järjestelmien ohjelmointiin tarkoitettu työkalu. Metrowerksin aikoihin ohjelmalla pystyi kääntämään myös Pascalia ja Javaa, mutta nykyinen omistaja Freescale on tiputtanut tuetut kielet C, C++ ja Assemblyyn.

Koska laite on liitetty ELVIS II+:aan, ohjelmoija voi hyödyntää 12:ta valmiiksi integroitua työkalua ohjelman vianmääritykseen tai testaukseen mittaamalla esimerkiksi jännitettä.

4.5 "Vihreä" tekniikka

Koska vihreät käsitteet tekniikassa ovat nykyään muotia, myös ELVIS II+:lle saa tilattua Vernier - yhtiön tai Emona Instruments - yhtiön valmistamat vihreisiin arvoihin liittyvät mittauksiin käytettävät anturit.

Anturipaketilla saa mitattua esimerkiksi veden ja ilman laatua, organismien hengitystä, CO₂ päästöjä, ionien sähkönjohtavuutta, tehon laatua ja energian varastoimista. (Enhancing Education With National Instruments 2009, 18)

4.6 Tietoliikennetekniikka

Emona Instruments - nimisen yhtiön valmistamat lisälaitteet markkinoivat itseään ainutlaatuisella lohkokaaaviomenetelmää käyttävällä mallilla, mikä opettaa tietoliikennetekniikkaa ja signaalinkäsittelyä laboratorio-olosuhteissa. Yhtiö on kehittänyt kaksi eri mallia ELVIS II+:aan liitettäväksi.

DATEx niminen lisälaite opettaa tietoliikennetekniikkaa. Laite sisältää yksifunktionaisia rakennuspaloja kytkennöille kuten summaimia, kertojia ja vaiheenmuuttajia. Käyttäjän on tarkoitus hyppylangalla rakentaa kytkentäalustalle havainnollistavia esimerkkejä, jotka opettavat pari kymmentä eri modulaatiokäsitettä kuten amplitudi- ja taajuusmodulaation, pulssimuotoisen modulaation ja signaalin ja kohinan välisen suhteen. (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 2)

FOTEx:ksi nimetty laite havainnollistaa valokuituoptiikkaa antamalla mahdollisuuden tutkia muun muassa optisen signaalin lähetystä, signaalin halkaisua ja yhdistämistä, kaksisuuntaista valokuitulinkkiä ja aallonjaksonpituuden multiplekseriä (WDM). (Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards 2009, 2)

5 ELVIS II+ OHJELMISTOT

Koska ELVIS-laitteistolle on huomattava määrä kolmannen osapuolen tekemiä lisäosia, ohjelmistoja on lähes yhtä monta erilaista. Tärkeimmät ovat kuitenkin NI:n tekemiä laajamittaisia kokonaisuuksia, joiden hyödyntämistä mielessä pitäen ELVIS on alun perin rakennettu.

5.1 LabVIEW

Suurin osa ELVIS II+:lla tehdyistä toimenpiteistä suoritetaan LabVIEW:llä joko suoraan tai sitten epäsuorasti sillä tehdyillä mittaustyökaluilla. LabVIEW taipuu hyvin itsenäisten mittausohjelmien tekoon ja Internet onkin täynnä käyttäjien tekemiä ohjelmistoja DAQ-pohjaisille laitteistoille.

LabVIEW:n ohjelmointikieltä kutsutaan G-kieleksi, joka tarkoittaa graafista ohjelmointitapaa. Se perustuu tiedonsiirtoon, jossa kokonaisia lohkokaaavioiden osina käsiteltyjä komponentteja yhdistellään.

Virtual instrumentation on termi, joka kuvaa käyttäjän suunnittelemaa ja määrittelemää mitta- ja hallinnointilaitteiden yhdistelmiä sekä sovellusohjelmia teollisuusstandardien mukaisessa tietotekniikassa. Tuttavallisemmin tehtyä sovellusta kutsutaan "VI":ksi.

VI:t koostuvat kolmesta eri komponentista: lohkokaaaviosta, etupaneelist ja liitinpaneelist. Liitinpaneelia käytetään edustamaan VI:a muiden VI:en lohkokaaavioissa, jotka mahdollisesti käyttävät sitä hyödyksi.

Etupaneelin hallintalaitteet ja indikaattorit mahdollistavat käyttäjän syöttämään tai ottamaan dataa ulos. Etupaneeli voi myös toimia ohjelmoitavana käyttöliittymänä. Jos käytettävä VI on pääohjelmana, etupaneeli toimii siis käyttöliittymänä. Jos taas VI tiputetaan osaksi toista lohkokaaaviota, sen etupaneeli määrittää kytkennän lähdöt ja tulot liitinpaneelin kautta. Tämä helpottaa yksittäisten VI:ten testausta ennen kuin ne sulautetaan suurempaan järjestelmään aliohjelmaksi.

Myös ohjelmointiin perehtymättömät onnistuvat graafisen kielen ansiosta rakentamaan ohjelmia, kun heille tuttuja laboratoriotyökaluja voi hiirellä klikkailemalla lisäillä ja

yhdistää VI:ssa. LabVIEW sisältää monia esimerkkiohjelmaa ja kattavan dokumentoinnin, mikä tekee yksinkertaisten ohjelmien tekemisestä helppoa. Vaativan ja hyvin suunnitellun G-kielisen toteutuksen tekeminen vaatii kuitenkin osaamista ja taitoa kuten perinteinenkin ohjelmointikieli. LabVIEW sisältää myös monimutkaisia algoritmeja, toimintoja ja muistinhallintaa. Sillä onkin mahdollista rakentaa automaattisia ohjelmia, jotka pyörittävät esimerkiksi tehtaiden tuotantolinjoja. Hyvin tehty ohjelma sisältää virheiden varalta myös hätätoimenpiteitä ja lokin kirjoituksen tai vähintään ohjelman pysäytyksen.

5.2 SignalExpress

SignalExpress on käytännössä osa LabVIEW:n toiminnoista pakattuna nopeammin saatavaan muotoon. Sen tarkoituksena on mitata ja analysoida DAQ-laitteistoista saatavaa signaalia mahdollisimman nopeasti ja se on suunniteltu niin, että sen käyttö onnistuu ilman kokemusta ohjelmoinnista tai LabVIEW:n G-kielystä.

Vaikka ohjelman analysointi- ja muokkaustoiminnot signaaleille ovat hyvin laajat, se sisältää mahdollisuuden ajaa LabVIEW:llä tehtyä sovellusta ja käsitellä signaalia sen kautta. Käyttäjä voi myös kääntää SignalExpressillä tehdyn analysointitoimenpiteen LabVIEW:n lohkokaaavioksi, jossa sitä voi jatkokehittää laajamittaisemmaksi sovellukseksi. Esimerkiksi määritellyt mittausmenetelmät voidaan sisällyttää lohkokaaavioon, jossa ne palvelevat täysimittaisen automaattisen testaustyökalun osana.

5.3 NI Multisim

Multisim on elektroninen piirisuunnittelu- ja simulointisovellus, joka on osa isompaa piirisuunnitteluun keskittyvää ohjelmistokokonaisuutta. Multisim on yksi harvoista SPICE - pohjaisista simulointiohjelmista.

Multisimin kehitti aikoinaan yhtiö nimeltä Electronics Workbench, minkä National Instruments myöhemmin osti itselleen. Ohjelmaa käytetään paljon piirisuunnittelun opetustilanteissa sekä teollisuudessa.

SPICE - pohjaiset ohjelmat mahdollistavat virtuaalisen piirikaavion rakentamisen oikean elämän komponentteja tarkasti matkien. Käyttäjällä on mahdollisuus valita niin passiivi kuin aktiivikomponentit tarkasti sekä ominaisuuksien että valmistajan mukaan. Lisäksi ohjelmasta löytyy interaktiivisia komponentteja, kuten potentiometrejä ja kytkimiä, joiden arvoja voidaan muuttaa lennosta kesken simuloinnin.

Valmista kytkentää voi simuloida ja tutkia kohta kohdalta nähdäkseen, miten esimerkiksi virta tai jännite käyttäytyy kytkennän tietyssä kohdassa.

Multisim:ssä on vielä erikoisuutena se, että kytkentää pystyy testaamaan LabVIEW-pohjaisilla mittaustyökaluilla. Multisim:llä virtuaalisesti rakennetun kytkennän voi siis mittauttaa ja analysoida SignalExpressillä ja saadun kokonaisuuden voi liittää LabVIEW:ssä tehtyyn isomman järjestelmän kokonaisuuteen. (Introduction to Multisim Schematic Capture and SPICE Simulation 2011, 10)

5.4 ELVIS II+:n omat mittaustyökalut

ELVIS II+:n mukana tuleva ohjelmisto sisältää LabVIEW:llä tehdyn 12 työkalun kokonaisuuden. Työkalut ovat niin sanottuja SFP-pohjaisia ohjelmia, mikä tarkoittaa ohjelmistopohjaisia itsenäisiä mittaustyökaluja. Vastaavia ohjelmia voi kuka tahansa käyttäjä tehdä itse esimerkiksi LabVIEW:llä.



Kuvio 5: ELVIS II+ mittausinstrumentit

1. Satunnaisaaltomuotogeneraattori (ARB) - ELVIS-ohjelmiston mukana tulevalla aaltomuotoeditorilla voidaan tehdä täysin kustomoituja aaltomuotoja ja syöttää niitä ARB-työkalun avulla laitteelle. Signaaleja voidaan tuottaa kahta kerrallaan joko jatkuvasti tai yhdellä pyyhkäisyllä.
2. Bode analysointilaite - Funktiogeneraattorin pyyhkäisytoimintoa hyväksikäyttävä työkalu. Bode-kuvaaja saadaan muodostettua kun vaihevaste- ja taajuusvastekäyrät rakennetaan päällekkäin. Taajuusalueiden täytyy olla molemmissa kuvaajissa samat. Kuvaajia voidaan tutkiskella joko logaritmisessa tai lineaarisessa muodossa.

3. ja 4. Digitaalinen kirjoitin ja lukija - kortin digitaaliseen liittimeen voi syöttää bittijonoa joko ennalta määritetyillä kaavoilla, kuten ramppi-muotoisena, tai sekunnin askeleina. Vaihtoehtoisesti voi myös käyttää manuaalisesti rakennettua menetelmää. Työkalu syöttää haluttua bittijonoa joko jatkuvasti tai vain kerran.

5. Digitaalinen yleismittari (DMM) - mittausvaihtoehdot muun muassa jännitteelle, virralle, resistanssille, kapasitanssille, induktanssille ja diodimittauksille.

6. Dynaaminen signaalin analysointi (DSA) - laitteen analogista lähtöä hyödyntävä mittaustyökalu. Signaalia voidaan suodattaa tai ikkunoida ja mitata joko jatkuvasti tai vain tietyllä hetkellä.

7. Funktiogeneraattori (FGEN) - perinteinen funktiogeneraattori tarjoaa sini-, kantti- ja kolmioaallon lisäksi pyyhkäisyn, DC-offsetin säädön ja taajuus- ja amplitudimoduloinnin mahdollisuuden.

8. Impedance Analyzer - on passiivikomponenttien vastustuksen ja reaktanssin mittauksiin tarkoitettu työkalu.

9. Oskilloskooppi - on kaksikanavainen oskilloskooppi signaalien tutkimiseen. Asteikoiden säätö on porrastettu eikä nousureunan tyyppin ja näytteenottotaajuuden muutoksen lisäksi vaihtoehtoja ole montaa.

10. ja 11. Kaksilankainen ja kolmilankainen virta-jännite analysaattorit - työkaluja käytetään diodi ja transistorimittauksissa.

12. Säädetty virtalähde - työkalun avulla voi kontrolloida kytkentäalustalle syötettävää tasajännitettä asteikolla ± 12 .

6 LABVIEW ESIMERKKI

Esimerkkinä LabVIEW:n G-kielisestä ohjelmoinnista on seuraavaksi selostettuna yksikanavaisen oskilloskoopin VI.

Kuviosta 6 nähdään varsinaisen oskilloskoopin lohkokaavio. Keskinäisin osa siitä, eli signaalin saanti DAQ-laitteelta ja päivitystoiminto, on piilotettu erilliseksi aliohjelmaksi, jolla on oma lohkokaavio. Se näkyy lohkokaaavion keskellä SCOPE -nimisenä lohkona. Näin tehdään, jotta ohjelmat saadaan rakennettua selvemmän näköisiksi ja niiden muokkaus ja dokumentointi onnistuu kätevämmiin.

"Physical Channel" on nimensä mukaisesti fyysinen I/O kanava DAQ-laitteelle ja se toimii useimmiten USB-liitännän kautta. Käyttäjä voi hallita ohjelmaa kontrolleiksi kutsutuilla säätimillä. "Polarity" on boolean - tyyppinen TRUE tai FALSE säädin, jolla oskilloskoopin saamaa signaalia voi vaihtaa uni- tai bi-polaariseksi. "Knobs" - kontrolli on kolme erillistä säädintä sisältävä klusteri eli taulukko. Säätimet ovat kaksi 32-bittistä integer - muuttujaa, joilla vaihdellaan etupaneelissa näkyvää aikaa ilmaisevaa x-akselin asteikkoa ja jännitteen kertovaa y-akselin asteikkoa. Kolmas säädin on double - muuttuja, jolla voi säädellä tarkasti signaalin paikkaa y-akselilla.

Lähes kaikki ohjelman toiminnot on aseteltu while - silmukan sisään, mikä pyörittää ohjelmaa, kunnes saa arvon TRUE. Tätä boolean - arvon tulosta hallinnoi oskilloskoopin päivitystoiminnan lohkokaaviolta tuleva virheen ulostulon ja käyttäjän hallinnassa olevan stop - toiminnan OR-operaation tulos. Virheen ulostulo menee myös erilliselle VI-aliohjelmalle, mikä virheen sattuessa ilmoittaa syyn käyttäjälle.

While - silmukkaa ei käydä jatkuvasti läpi, koska sen sisään on lisätty viive. Kyseistä toimintoa käytetään yleisesti ohjelmissa synkronoimaan tehtävien suorittamista, jotta ajoitukset saadaan oikein ja prosessoriakaa säästetään. Toiminto tarkastelee järjestelmän kelloa ja ajaa while - silmukan aina, kun järjestelmän kello on toiminnalle vakiona syötetyn arvon monikerta. Arvot ovat millisekunteina ja tämän lohkokaaavion perusteella while - silmukka ajetaan aina 10 millisekunnin välein.

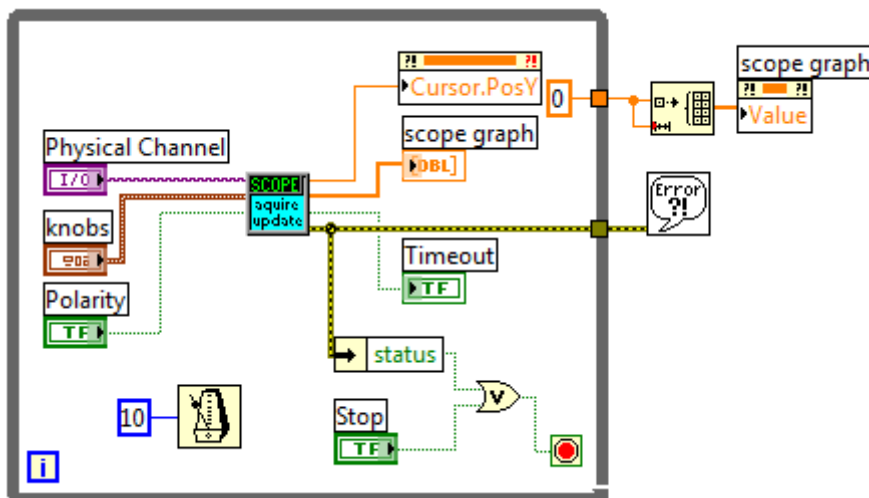
Päivitystoiminnan lohkokaaviossa on ulostulona virheen tarkastelun lisäksi kaksi indikaattoria. Indikaattorit näkyvät käyttäjälle etupaneelissa. Aikakatkaisulle on oma booleanina toimiva LED-muotoinen indikaattori, joka syttyy eli saa arvon TRUE, kun

ohjelma ei tietyn ajan jälkeen saa kaikkea tarvitsemaansa tietoa käsiteltävä. Aikakatkaaisu ei kuitenkaan liity virheen käsittelyyn mitenkään, eikä lopeta ohjelman suorittamista.

Toinen indikaattori on etupaneelissa näkyvä signaalin graafinen esitys. Se saa arvonsa yksiuotteisena taulukkona päivitystoiminnan lohkokaaviosta.

While - silmukan ulkopuolelle on vielä aseteltu taulukon tyhjennys. Taulukko saa arvon 0 jokaiseen alkioonsa while - silmukan sisältä. Koska taulukko sijaitsee sen ulkopuolella, niin sitä ei toteuteta ennen kuin ohjelma keskeytyy. Käyttäjälle toiminto näkyy signaalin katoamisena graafiselta indikaattorilta.

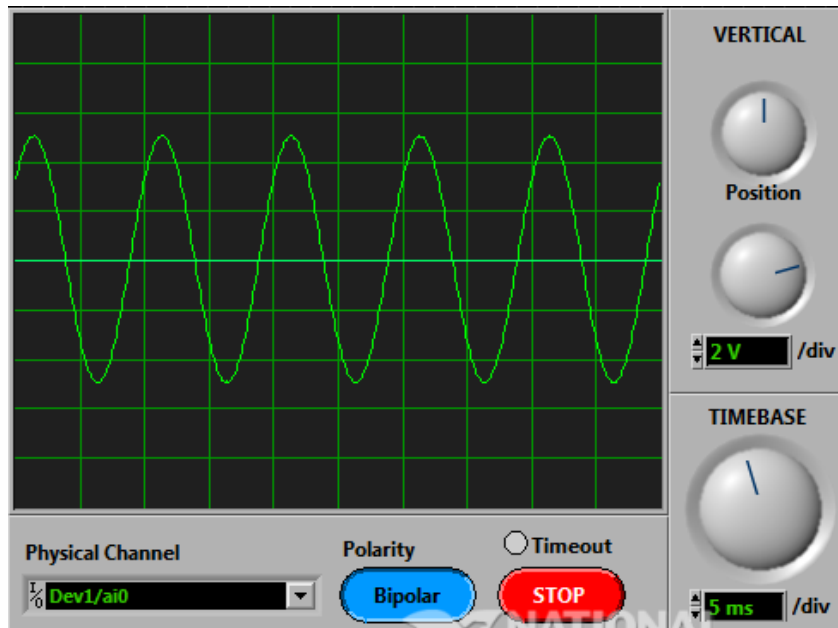
Viimeinen komponentti ohjelmassa on taulukko, mikä saa graafisella indikaattorilla olevan kursorin y-akselin sijaintia jatkuvana syötteenä. Tieto on tärkeä itse oskilloskoopin päivityksen hoitavassa aliohjelmassa eikä ilman sitä signaalia voi piirtää oikein, mutta tiedon tallentaminen taulukkoon ei tee mitään. Käyttäjä ei huomaa taulukon olemassa oloa mitenkään eikä sen poistaminen vaikuta ohjelman suoritukseen.



Kuvio 6: Oskilloskoopin lohkokaavio

Kuviossa 7 on esitelty käyttäjän hallinnassa olevat kontrollit. LabVIEW havaitsee itse tietokoneeseen liitetyt DAQ-laitteet ja osaa listata sen mahdolliset ulostulot.

Polaarisuuden säätö ja ohjelman keskeytys ilmaistaan painonapeilla. Loput arvot säädetään kytkimillä ja ainoastaan signaalin pystysuoran sijainnin säätö on portaaton.



Kuvio 7: Oskilloskoopin etupaneeli

Oskilloskoopin päivityksen käsittelevä VI onkin edellistä lohkokaaaviota monimutkaisempi. Kuviossa 8 on esitelty signaalin kaappaus- ja päivitystoiminnon lohkokaaavioesitys.

Vasemmalla laidalla näkyy kontrollit, mistä instrumentit lukevat käyttäjän syötteet.

"Knobs" - klusteri puretaan taulukoksi, mistä alkiot voidaan jakaa yksi kerrallaan.

Kuvaan merkityssä kohdassa (1) käyttäjän määräämä x-akselin aika-asteikko syötetään indeksitaulukon alkioksi.

Kohdassa (2) luodaan DAQmx - pohjainen kanava analogiseksi sisääntuloksi. Kyseinen työkalu on suunniteltu jännitteen lukemiseen.

Näytteenoton kello määritellään kohdassa (3). Analogisen sisääntulon signaali ajetaan työkalun läpi, jotta ohjelma ymmärtää mihin signaaleihin operaation pitää vaikuttaa.

Itse näytteenottotaajuus määritellään kohdalta (1) tulevan arvon perusteella. Aika-asteikon arvo ajetaan jakolaskuoperaation läpi, jossa se jaetaan signaalin ikkunan koolla eli tässä tapauksessa 500:lla. Tämän jakolaskun tulos menee vielä resiprookkioperaation läpi, jossa luku 1 jaetaan saadulla arvolla ja muodostetaan sen käänteisluku. Tuloksena saadaan näytteenoton kellon nopeus. Koska esimerkin oskilloskooppi ei tarjoa paljoa muita mahdollisuuksia kuin tutkia signaalin muotoa, signaalin ikkunan koon pienentäminen saa ruudulla ainoastaan näkymään useampia jaksoja.

Ennen kuin signaali ajetaan kohdan (4) operaation läpi, se kulkee tehtävän aloitus - funktion kautta. Tätä toimenpidettä ei aina tarvita, mutta joissain tapauksissa se on tarpeen, että mittaukset saadaan suoritettua. Koska signaali luetaan laitteelle pelkän I/O - portin kautta eikä valmiin aliohjelman kautta, tehtävän aloitus - funktiota täytyy käyttää. Varsinainen näytteenottotaajuus määritellään seuraavaksi. Arvona käytetään samaa kiinteää 500:n arvoa kuin näytteenoton kellon määrittelyyn. Jos arvoa pienentää, signaalista ei sinänsä tule epätarkemmin mitattu, vaan graafisella indikaattorilla näytetään vain pienempi osa signaalia. 500:n arvo on tismalleen graafisen indikaattorin ruudun leveys. Näin ollen suurempi näytteenottotaajuus menee hukkaan. Näytteenoton jälkeen signaali jatkaa matkaansa tehtävän pysäytys - funktioon, joka lopettaa mittausoperaation ja palauttaa ohjelman tilaan, jossa se oli ennen kuin tehtävän aloitus - funktio käynnistyi. Tästä muodostuu automaattinen ikisilmukka, missä näytteitä otetaan kunnes käyttäjä pysäyttää ohjelman.

Näytteenoton jälkeen mitattu signaali käy läpi kerroin-operaation. Kerrottava luku tulee käyttäjän syötteestä, jossa y-akselin jänniteasteikko on valittu. Valinta toimii tulona switch-case - rakenteelle, joka toimii kuten C-kielen vastaava. Riippuen käyttäjän syötteestä switch-case - rakenteen ulostulona tulee luku, jolle tehdään vielä resiprookkioperaatio eli tehdään siitä käänteisluku.

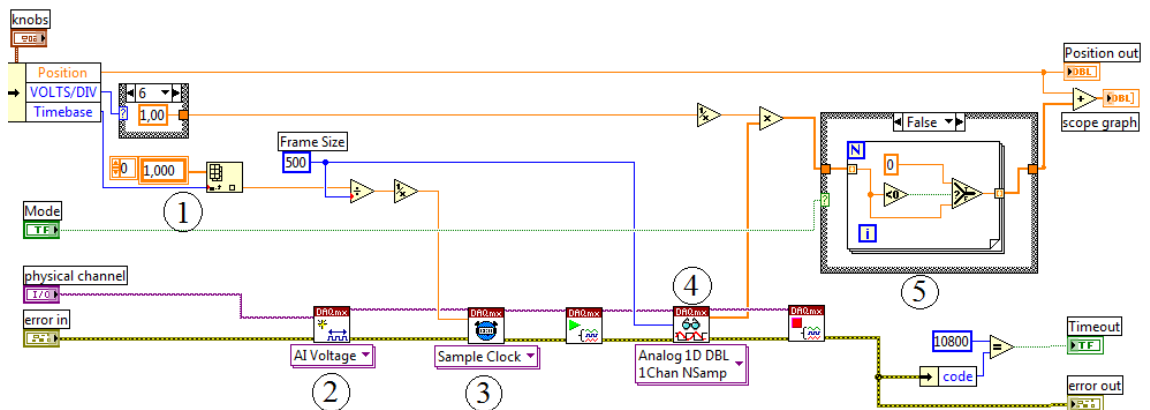
Kerrottujen lukujen tulos menee toiseen switch-case - rakenteeseen, jolla on tilat TRUE ja FALSE. Se, kumpaa tilaa käytetään, määräytyy switch-case - rakenteen toisesta tulosta, mikä on käyttäjän syöte signaalin polaarisuudesta. Jos signaali halutaan pitää bipolaarisena, se kulkee läpi switch-case - rakenteen ilman mitään toimenpiteitä. Jos taas signaali halutaan muuttaa unipolaariseksi, niin se ajetaan for - silmukan läpi. For - silmukka on asetettu itsestään indeksoituvaksi. Se tarkoittaa, että ei tarvitse erikseen määrittellä, kuinka monta kertaa silmukka käydään läpi, vaan se toteutuu automaattisesti niin monta kertaa kuin tulona toimivan taulukon (tässä tapauksessa signaalin yksiulotteisen taulukon) alkioiden lukumäärä on.

Signaalin eteneminen jakautuu for - silmukan sisällä kahden operaation välille. Toinen haara menee suoraan valitsimeen, kun taas toinen käy läpi tarkastusoperaation, jonka tuloksena tulee TRUE tai FALSE sen mukaan, onko signaalin arvo pienempi kuin 0. Tämä boolean arvon tulos syötetään myös valitsimeen, kuten myös arvoa 0 syöttävä vakiomuuttuja. Aina, kun valitsin saa tarkastusoperaatiolta arvon TRUE, se syöttää

eteenpäin arvoa 0. Muussa tapauksessa alkuperäinen signaali pääsee läpi. Käytännössä siis vain positiivinen puoli signaalista tulee näkyään graafisessa indikaattorissa.

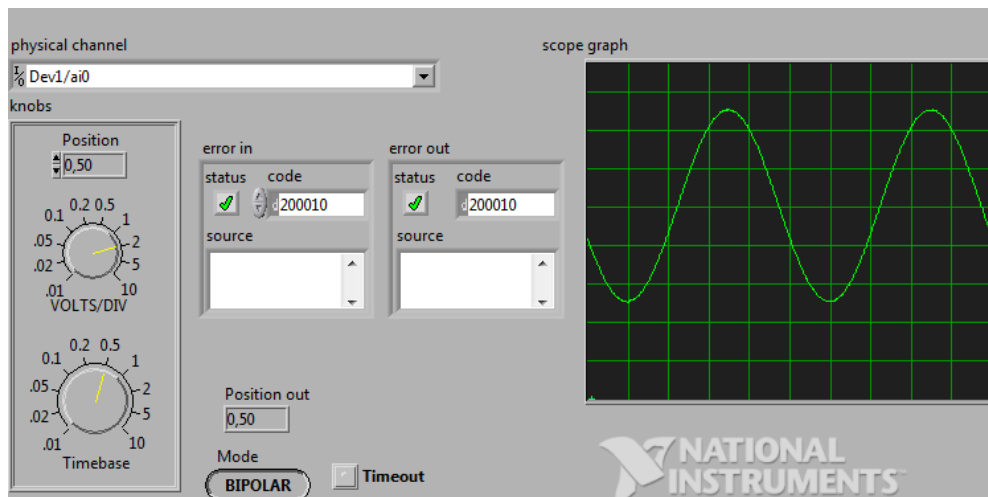
For - silmukan ja switch-case - rakenteen jälkeen signaaliin lisätään vielä käyttäjän syöttämä signaalin pystysuora sijainti, jotta signaali näkyy oikealla korkeudella.

Lopuksi VI:n virheen ulostulon koodinnumero haarautetaan ja ajetaan equal-vertausoperaattorin läpi. Jos arvo on sama kuin vakiomuuttujan arvo 10800, niin etupaneelin aikakatkaisun merkkivalo syttyy. Jokaiselle kytkennässä tapahtuvalle virheelle on oma koodinumeronsa ja arvo 10800 vastaa aikakatkaisua. Ohjelmaan on myös mahdollista lisätä omia virhekoodeja ja selityksiä niille.



Kuvio 8: Oskilloskoopin päivitystoiminnan lohkoakaavio

Myös päivitystoiminnalla on oma etupaneelinsa. Sitä ei ole kuitenkaan tarkoitettu varsinaiseksi käyttöliittymäksi ja esimerkiksi signaali ei edes näy kuin puolittain ruudulla ellei DC-offset:iä tai pystysuoraa sijaintia muuta. Päivitystoimintaa voi ajaa myös erikseen ilman varsinaista oskilloskooppi VI:n käynnistämistä.



Kuvio 9: Päivitystoiminnan etupaneeli

7 LABVIEW MITTAUKSET

Koska ELVIS II+ on tiedonhankintajärjestelmä, on soveliainta esitellä sen ja LabVIEW:n ominaisuuksia mittaussovelluksella. Tässä tapauksessa on tehty keskeytyspalveluilla toimiva VI, joka analysoi laitteelta saatavaa signaalia erilaisilla tavoilla. Keskeytyspalvelun etuna on se, että turhia mittauksia ei tehdä. Resursseja säästyy kun tehdään vain ne mittaustoimenpiteet, jotka käyttäjä sillä hetkellä voi nähdä.

VI:n lohkokaaavioesitys on jaettu osiin. Lohkokaaavion voi nähdä kokonaisuudessaan liitteestä 1.

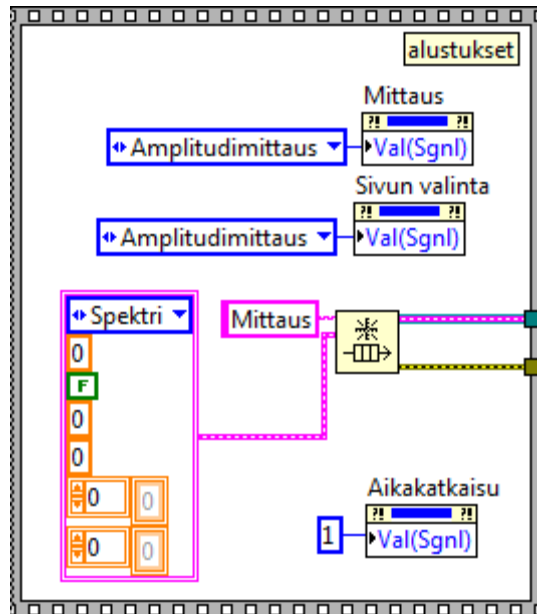
Kuviossa 10 nähdään alkutilanne. Toimenpiteet on sijoitettu "Flat sequence" - rakenteen sisälle. Rakenteen takaa sen, että alustukset suoritetaan aina ensimmäisenä, kun ohjelma käynnistetään. Jos ohjelmassa on useampia rakenteita, niin "Flat sequence" suoritetaan aina ennen niitä, jos se on sijoitettu lohkokaaaviossa vasemmalle. Sama toimii toisinkin päin, jos rakenne on sijoitettu oikealle, niin se suoritetaan viimeisenä.

Mittaus ja Sivun valinta - toiminnot ovat säätimiä. Niille on mahdollista luoda "Property Node" - operaattoreita, jotka käyttäjästä riippumatta vaihtavat säätimen arvoa. Nämä on sijoitettu alustuksiin, jotta ohjelma tietää, mikä sivu kuuluu olla ensimmäisenä näkyvissä etupaneelilla.

Sama toimenpide suoritetaan aikakatkaisulle. Vaikka myös se on säädin, käyttäjä ei voi suoraan muuttaa sen arvoa, vaan se määräytyy sen mukaan onko ohjelma käynnissä vai ei.

Lisäksi alustuksissa luodaan jono. Se saa arvoinaan klusterin, joka sisältää tyhjät parametrit kaikkia ohjelman tarvitsemia mittauksia varten. Lisäksi jono nimetään Mittaus - nimisellä string - muuttujalla.

Jonon lähtö toimii tulona seuraavalle rakenteelle. Samalla luodaan virheen ulostulo, joka tulee kiertämään kaikki kriittiset lohkokaaavion komponentit. Tämä luo ohjelmalle virheensiedon ja vakauttaa sitä.



Kuvio 10: Mittaussovelluksen alustukset

Kuviossa 12 on keskeytyspalvelun lohkokaavio. Se toimii aikakatkaisulla eli aina kun tietty määrä millisekunteja on kulunut, keskeytyspalvelun sisällä olevat toiminnot suoritetaan uudelleen. Aikakatkaisu on määritelty tapahtuvaksi yhden millisekunnin välein.

Kohdassa 1 nähdään mitattavan signaalin lähde eli funktiogeneraattori. Käyttäjän on mahdollista hallita sen toimintaa neljällä eri säätimellä joilla voi muunnella amplitudia, taajuutta, signaalin tyyppiä ja pulssisuhdetta. Funktiogeneraattorilla ei ole varsinaisia ulostuloja. Se toimii pelkkänä lähteenä ja sen tuottama signaali täytyy kaapata kytkennälle muulla tavalla. Laite vaatii toimiakseen tietokoneeseen liitetyn ELVIS II+:n.

Kuten kuvasta näkyy, virhesignaali kiertää kriittisimmät dynaamista signaalia tarvitsevat mittauskomponentit. Jos virhesignaalin johdotusta ei tehtäisi, ohjelma kaatuisi heti kun tiedonsiirrossa tapahtuisi hetkellinen virhe.

Varsinaisen signaalin kaappauksen hoitaa kohdassa 2 oleva oskilloskooppi. Sen vasemmalla puolella näkyy kanavan valitsemiseen käytettävä boolean - säädin ja sen vaatimat operaattorit. Oskilloskooppi on kaksikanavainen ja käyttäjän on mahdollista tutkia niistä kumpaa tahansa. Kanavan valitsimen tuottama TRUE tai FALSE toimii oskilloskoopin toisen kanavan aktivointina. Sama signaali kulkee NOT - operaation läpi ensimmäisen kanavan aktivointiin. Näin ollen vain yksi kanava on kerralla käytössä ja resursseja säästyy.

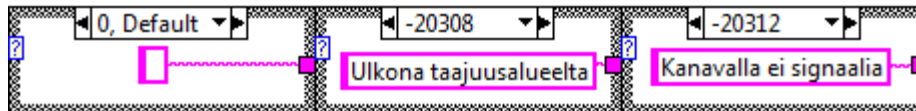
Samaa boolean - muuttujaa käytetään myös kahden valitsin - operaation hallintaan. Ensimmäisen tarkoitus on ilmaista etupaneelilla näkyvällä indikaattorilla kumpi kanavista on aktivoituna ja toinen taas valitsee oskilloskoopista tutkittavan kanavan. Oskilloskoopista tuleva signaali jakautuu kolmen eri analysointitoimenpiteen välille ja menee lisäksi etupaneelilla näkyvän taajuus - välilehden graafiselle indikaattorille. Myös oskilloskoopin signaalin voisi siirtää klusteriin ja jonon kautta purkaa myöhemmin. Näin myös tehdään, mutta voidakseen taata siirretyn signaalin autenttisuuden, on vertailun vuoksi lisätty graafinen indikaattori keskeytyspalveluunkin, jotta oskilloskoopin ja indikaattorin välillä ei ole mitään muunnos - operaatiota.

Oskilloskoopin signaalia käsitellään kytkennän kohdassa 3. Kolmen aliohjelman avulla käsittelemättömästä signaalista saadaan ulos huipusta - huippuun amplitudi, taajuus, pulssin leveys sekä RMS - muotoinen Hanning - ikkunoitu FFT - spektri.

Kohdassa 4 luodaan jo alustuksissa nähty klusteri uudelleen, jotta se voi toimia tulona "Bundle by name" - toiminnalle. Tämä funktio kutsuu nimeltä kaikkia klusterin sisältämiä muuttujia ja antaa mahdollisuuden muuttaa niiden sisältöä. Kohdassa kolme käsitellyt signaalit käyvät läpi muunnoksen, missä niistä tehdään double - muotoisia skalaareita. Signaalin spektri muunnetaan skalaareita sisältäväksi yksiulotteiseksi taulukoksi. Sama operaatio tehdään suoraan oskilloskoopilta tulevalle signaalille. Klusteriin sisällytetään myös käyttäjän valitsema mittaustapa. Valinnan tulos vaihtaa etupaneelilla näkyvää välilehteä.

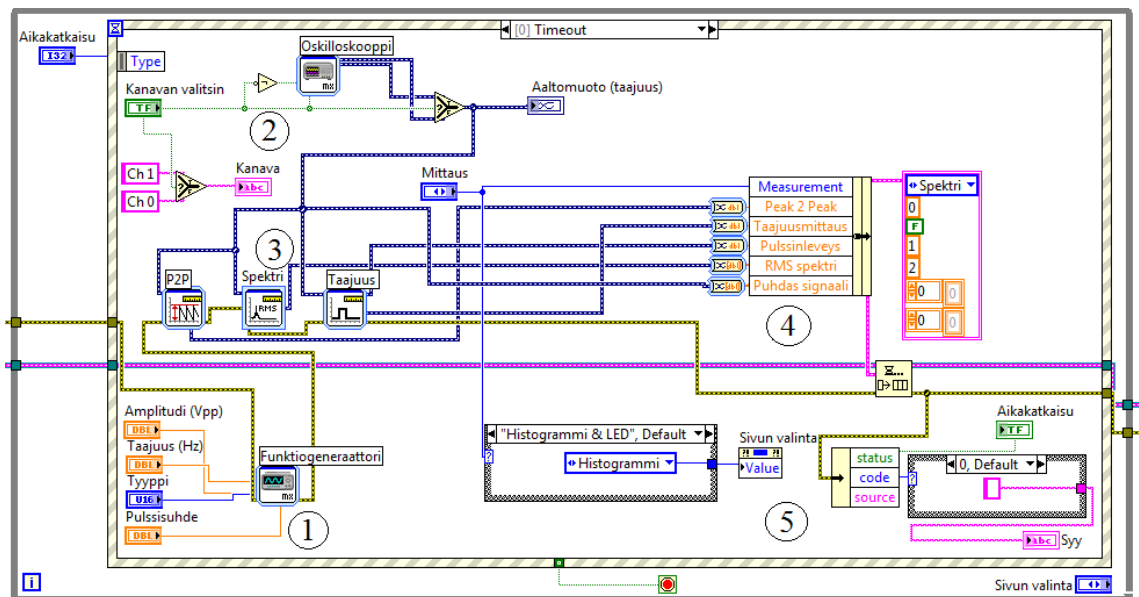
Tuloksena syntyvä täytetty klusteri ajetaan sisään "Enqueue element" - operaatioon, joka lisää saadut mittaustiedot jonon perään.

Keskeytyspalveluun on vielä rakennettu häiriöiden varalle kohdassa 5 näkyvä virheen ilmoitus. Kaikkien kriittisten komponenttien läpikäynyt virhesignaalin klusteri puretaan osiksi. "Status" on boolean - muotoinen muuttuja, joka muuttuu todeksi, jos virhe tapahtuu ja sytyttää etupaneeliin sijoitetun LED - merkkivalon. "Code" on long integer - muotoinen virheen syyn sisältävä muuttuja. Kaikille mahdollisille kytkennässä tapahtuville virheille on oma koodinsa. Tätä käytetään sisäänmenona switch-case - rakenteelle, jossa on läpikäyty kaikki testausvaiheessa tapahtuneet häiriötapaukset. Tulkitut koodit muunnetaan tekstimuotoiseksi ja syötetään etupaneelilla näkyvälle string - indikaattorille. Oletusarvona toimii tyhjä muuttuja, mikä tarkoittaa, että virhettä ei ole esiintynyt.



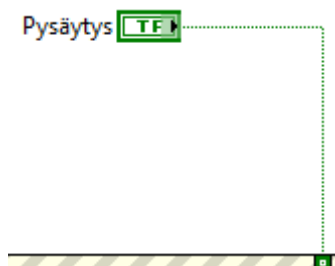
Kuvio 11: Switch-case:n mahdolliset virhetapaukset

Virheen ilmoituksen vasemmalla puolella näkyy vielä toinen Switch-case ja Property node, joita käytetään etupaneelin mittaussivujen hallintaan. Kun käyttäjä vaihtaa sivua, edellä mainitut toimenpiteet varmistavat sen, että sivu vaihtuu ja indikaattorilla näkyy oikean sivun otsikko.



Kuvio 12: Keskeytyspalvelun lohkokaaavioesitys

Keskeytyspalvelun sisällä toimii myös kuviossa 13 näkyvä erillisellä välilehdellä sijaitseva ohjelman pysäytys. Toiminta ei tee muuta, kuin lopettaa hetkellisesti keskeytyspalvelun ajamisen ja antaa ohjelman siirtyä eteenpäin. Saatu boolean - arvo sisällytetään myös klusteriin ja siirretään muun tiedon mukana.



Kuvio 13: Keskeytyspalvelun pysäytys - välilehden toiminto

Kerätty tieto siirretään jonon avulla while - silmukan sisälle. Siellä se puretaan kohdassa 1 "Dequeue element" - toiminnon avulla, joka antaa mahdollisuuden luoda "Unbundle by name" - toiminnon. Se kutsuu jonon sisältämät parametrit nimellä ja purkaa ne omina osinaan. Jaettu tieto siirtyy sisäänmenoina switch-case rakenteelle, missä saadulle signaalille tehdään mahdollisia analysointi - toimenpiteitä ja muunnellaan se esitettävään muotoon etupaneelille. Jonon purku saa lisäksi parametrina ajan millisekunteina. Käyttäjälle parametrin säätö näkyy mittaustulosten päivittymisen nopeutena. Aikavakioksi on asetettu 10 millisekuntia.

Myös keskeytyspalvelun pysäytys - toiminnon arvo siirretään while - silmukalle ja lopettaa sen ajamisen, jos käyttäjä lopettaa mittaukset.

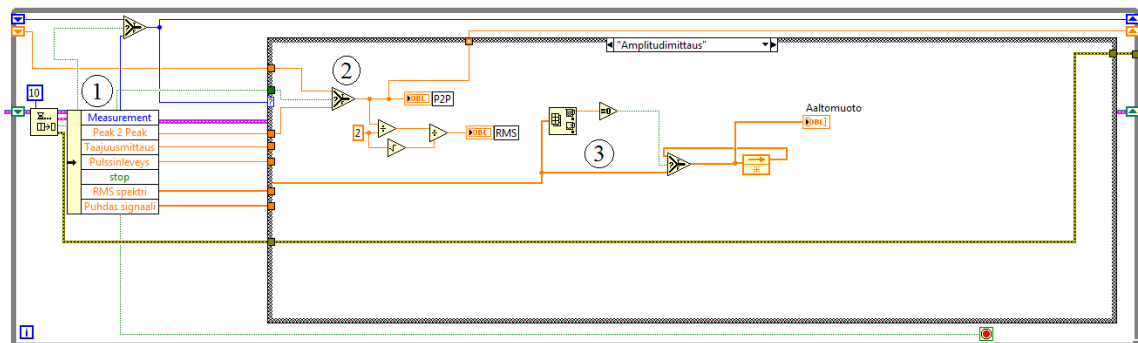
Nopealla päivitystahdilla on haittapuolensa. Jono ei mahdollisesti ole vielä ehtinyt saada seuraavia mittaustuloksia ja tuloksena voi tulla mittaustuloksia eli oikean tiedon sijaan jonosta puretut arvot voivat olla nollaa. Asian voi kuitenkin korjata ja tähän ratkaisuun on päädytty, jotta voidaan demonstroida erilaisia tapoja käsitellä siirrettyä tietoa ja hyötyä nopeasta päivitystahdistista.

Molemmat tavat käsitellä pienen aikavakion ongelma on esitelty amplitudimittauksissa. Kohdassa 2 sisään tuleva huipusta huippuun - amplitudi käsitellään valitsimen läpi. Toinen sisäänmeno tulee puretusta jonosta ja toinen siirtorekisteriltä, joka sisältää ainoastaan halutun amplitudin arvon. Siirtorekisterit toimivat muistipaikkoina, jos while - silmukan iteraatio käydään loppuun saakka ja sen ajo lopetetaan. Siirtorekisteriin tallentuu viimeinen haluttu arvo seuraavaa kertaa varten, kun while - silmukkaan palataan. Valitsimen ulostulo riippuu siitä, onko jonon purku - toiminnolta tuleva aikakatkaisua ilmaiseva boolean - arvo TRUE vai FALSE. Jos aikakatkaisu on tapahtunut, niin mitattava arvo otetaan siirtorekisteriltä. Tuloksena mahdolliset jonon sisältämät nolla - arvot on eliminoitu.

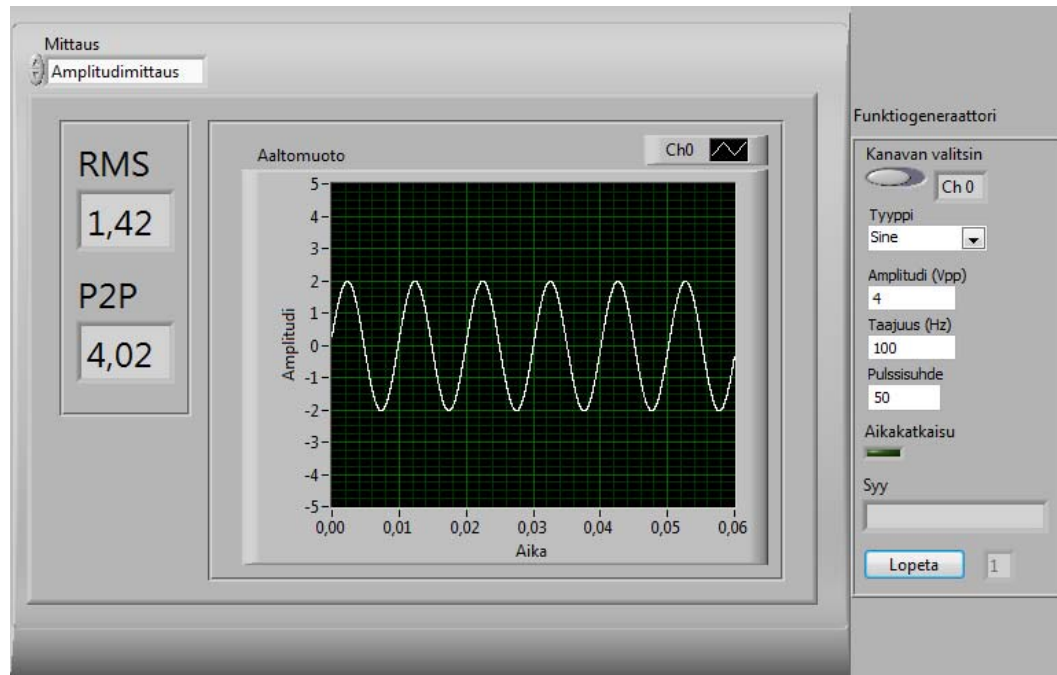
Saatu tieto menee suoraan etupaneelin numeeriselle indikaattorille. Lisäksi P2P - amplitudista saadaan RMS - arvo ajamalla se ensin jakolasku - operaattorin läpi, missä saatu arvo jaetaan vakiolla 2. Saatu tulos ajetaan uuden jakolaskun läpi, missä se jaetaan vakion 2 neliöjuurella. Lopputuloksena saadaan jännitteen RMS - arvo, joka tulostetaan etupaneelin indikaattorilla.

Myös käyttäjän valitsema mittaustapa siirretään while - silmukan sisällä käyttäen siirtorekisterin ja valitsimen apua.

Kohdassa 3 siirretään alun perin oskilloskoopilta tuleva signaali graafiselle indikaattorille. Koska jonon aikakatkaisusta johtuvat virheelliset arvot ovat aina nollaa, käytetään valitsinta takaamaan oikea ulostulo. Valitsimen ensimmäinen tulo on signaalin yksiulotteinen taulukko. Toinen on valitsimen ulostulon takaisinkytkentä. Ulostulosta tuleva signaali kulkee "Feedback Node" - operaation läpi, joka säilyttää edellisen saadun tiedon arvon sisällään. Valitsimen tarvitsema boolean - arvo saadaan jakamalla alkuperäinen signaali "Array Max & Min" - toimintoon, josta otetaan ulostulona taulukon sisältämä maksimiarvo. Tulos kulkee operaation läpi, joka tarkastelee, onko saatu arvo yhtä suuri kuin nolla. Jos on, niin valitsin saa syötteekseen TRUE, mikä tarkoittaa sitä, että valitsimesta lähteekin eteenpäin takaisinkytkennästä saatu edellinen arvo. Päivitysnopeutta ei saa niin suureksi, että jonossa olisi enempää kuin yksi nolla peräkkäin. Tuloksena saadaan graafiselle indikaattorille valmis signaali, jota voi verrata alkuperäiseen etupaneelin taajuusmittausten välilehdeltä löytyvään käsittelemättömään versioon.



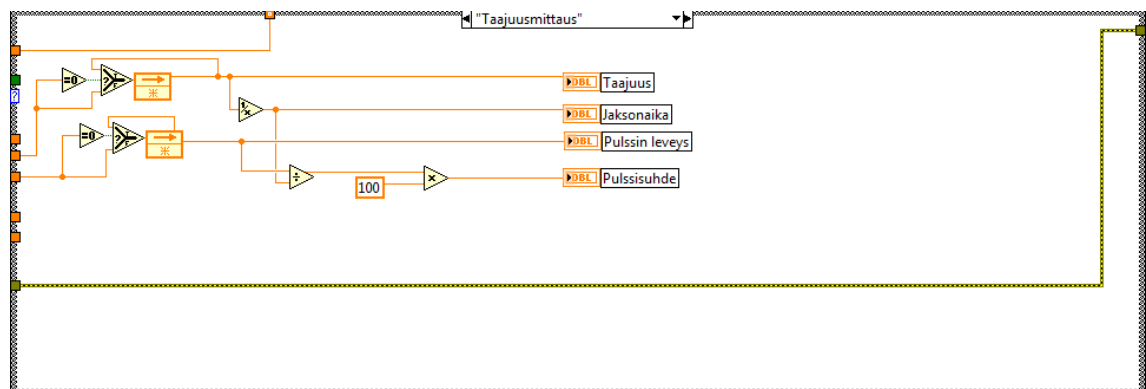
Kuvio 14: While - silmukka ja amplitudimittaukset



Kuvio 15: Amplitudimittauksen etupaneeli

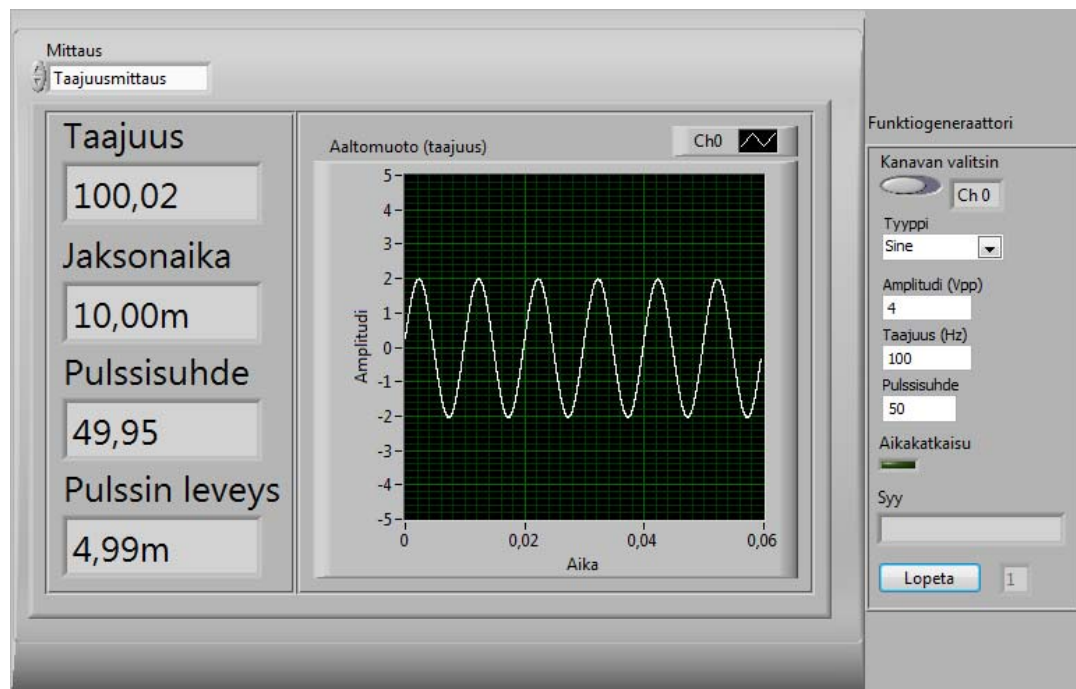
Kuviossa 16 on esitelty taajuusmittaukset. Parametreina switch-case - rakenteen jokaiselle tapaukselle toimii samat puretusta jonosta saadut arvot, jotka on esitelty kuvion 14 kohdassa 1. Taajuusmittauksien tapauksessa ne ovat taajuus ja pulssin leveys. Molemmat arvot ajetaan valitsimien ja takaisinkytkentöjen kautta, jotta saadaan eliminoitua jonosta saadut mahdolliset tyhjät nollat.

Tämän jälkeen taajuudesta otetaan vielä jaksonaika ajamalla saadut arvot resiprookki - operaation läpi. Tulosta jalostetaan lisää jakamalla pulssin leveys saadulla jaksonajalla ja kertomalla saatu tulos sadalla. Näin saadaan selville myös signaalin pulssisuhde. Kaikki neljä saatua tulosta syötetään etupaneelin numeerisille indikaattoreille.



Kuvio 16: Taajuusmittaukset

Kuviota 15 ja kuviota 17 vertaamalla voidaan todeta, että jonon läpi ja useaan otteeseen käsitelty signaali näkyy edelleen identtisenä alkuperäiseen verrattuna.



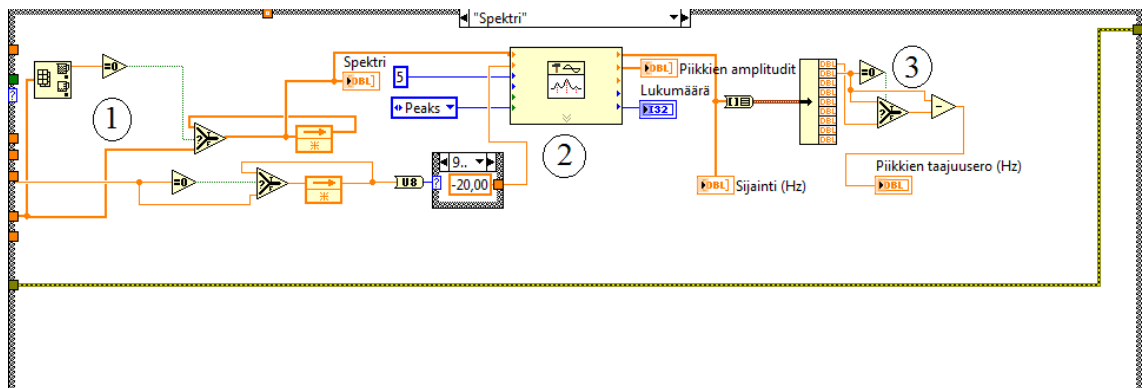
Kuvio 17: Taajuusmittausten etupaneeli

Spektrimittauksissa, jonka lohkokaavio esitellään kuviossa 16, tulona toimii jo aiemmin keskeytyspalvelussa käsitellyn RMS - muotoisen FFT spektrin yksiulotteinen taulukko. Spektri saadaan graafiselle indikaattorille samalla tavoin kuin amplitudimittausten signaali: Verrataan signaalin maksimiarvoa noltaan ja valitaan sen perusteella takaisinkytkennän avulla oikea arvo.

Saadusta spektristä lasketaan myös amplitudipiikkien arvoja. Kohdassa 2 on signaalin huippukohtia varten suunniteltu valmis aliohjelma. Se vaatii parametreikseen oletettujen piikkien leveyden. Vakiomuuttuja 5 on riittävän pieni, että aliohjelma laskee kaikki näkyvät piikit ja samalla riittävän suuri siihen, että VI ei laske yhtä amplitudipiikkiä moneksi. Toinen parametri on luettelo (enum), joka määrittelee etsiikö ohjelma piikkejä vai niiden välejä. Kolmas parametri on varsinaisen mitattavan signaalin yksiulotteinen taulukko. Viimeinen tarvittava parametri on kynnyks. Se on arvo, mihin asti oletetun amplitudipiikin pitää y-akselilla yltää, että se tulisi mitatuksi. Koska spektrin piikit ja pohjakohina nousevat jännitteen noustessa, tarvitsee kynnyksen parametria muuttaa samassa suhteessa. Ratkaisuna spektrimittauksiin otetaan yhdeksi tuloksi vielä signaalin amplitudi, joka tarvittavien takaisinkytkentä - operaatioiden jälkeen ajetaan switch-case - rakenteeseen.

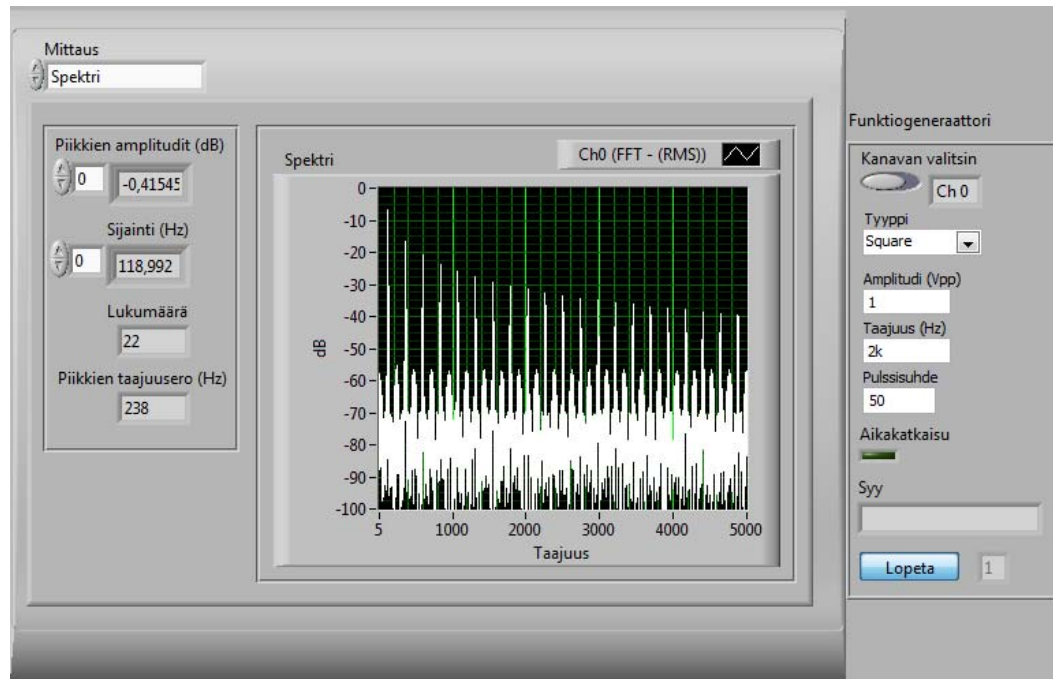
Rakenne vaatii kuitenkin syötteekseen integer - muotoista tietoa, joten double - muotoinen amplitudi käännetään ensin 8-bittiseksi etumerkittömäksi kokonaisluvuksi. Riippuen käyttäjän haluamasta jännitteestä, switch-case - rakenteen ulostulo vaihtelee - 20 desibelistä -40 desibeliin.

Amplitudipiikkien arvot, sijainti ja lukumäärä saadaan aliohjelmalta suoraan tulostettua numeerisille indikaattoreille. Lisäksi on tehty kohdassa 3 näkyviä toimenpiteitä, jotta saadaan laskettua amplitudipiikkien välinen taajuusero. Piikkien sijaintia ilmaiseva yksiulotteinen taulukko muunnetaan klusteriksi, koska se on helpompi purkaa osiin. Näin tehdään "Unbundle" - toiminnolla, joka hajottaa klusterin yksittäisiksi elementeiksi. Koska amplitudipiikkien etäisyys toisistaan on aina yhtä suuri, voidaan se laskea kahden ensimmäisen piikin erotuksena, jossa toisena olevan piikin sijainnista vähennetään ensimmäisen sijainti. Siltä varalta, jos amplitudipiikkejä onkin vain yksi (esimerkiksi jos syötteenä on siniaaltoa), tehdään ennen vähennyslaskua aina valitsin - operaattorilla varmistustoimenpide. Valitsin ottaa ulostulokseen joko puretun klusterin ensimmäisen tai toisen elementin sen perusteella, onko toinen elementti yhtä suuri kuin nolla. Jos se on arvoltaan nolla, valitsin syöttää sen eteenpäin ensimmäisen amplitudipiikin arvon sijaan vähennyslasku - operaattorille, jolloin amplitudipiikkien erotus on myös nolla.



Kuvio 18: Spektrimittaukset

Kuviossa 19 esiteltävässä spektrimittausten välilehdellä on nähtävissä, kuinka spektristä luetut arvot näkyvät. Käyttäjän on mahdollista selata jokaisen näkyvän amplitudipiikin arvot ja sijainnit yksitellen.



Kuvio 19: Spektrimittausten etupaneeli

Mittausvaihtoehtojen viimeisellä välilehdellä voi tutkia signaalin muodostamaa histogrammia. Lisäksi demonstroidaan DAQ - laitteelle päin tapahtuvaa tiedonsiirtoa digitaalisen kirjoittimen avulla.

Histogrammille tuleva yksiulotteinen taulukko käsitellään jälleen valitsimen, takaisinkytkennän ja taulukon maksimiarvon vertailun avulla takaamaan oikeat tulokset. Taulukko muunnetaan vielä tämän jälkeen dynaamiseen muotoon. Histogrammin luonti tapahtuu valmiin ali-VI:n kautta, jonka ulostulona tulee suoraan graafiselle indikaattorille syötetty dynaaminen signaali. Parametrina VI:lle toimii boolean -muotoinen nollaustoiminto, jonka säädin sijaitsee etupaneelilla.

Digitaalinen kirjoitin on rakennettu toimimaan niin, että se lähettää jatkuvasti 8-bittistä syötettä ELVIS II+:n digitaalisille I/O - nastoille. Ne on johdotettu kehitysalustalla sijaitseviin kahdeksaan LED:iin. Ideana on, että LED valot syttyvät ja sammuvat sen mukaan, kuinka signaalin histogrammin palkit nousevat ja laskevat. Tätä varten kirjoitin saa parametreina luettelona kirjoittamiseen käytettävät linjat (0-7) ja boolean -muotoisen FALSE - vakiomuuttujan, joka käskee kirjoitinta olemaan aina päällä.

Lisäksi kirjoitin tarvitsee syötteekseen tiedon siitä, missä nastoissa muutetaan niiden tilaa. Koska syötteen pitää riippua siitä, miten histogrammi käyttäytyy, haarautetaan histogrammin tekevän ali-VI:n ulostulo ja muunnetaan se dynaamisesta taulukoksi.

Taulukon tiedot myös syötetään sellaisenaan etupaneelilla olevalle indikaattorille, mistä käyttäjä voi tarkastella histogrammin arvoja tarkemmin.

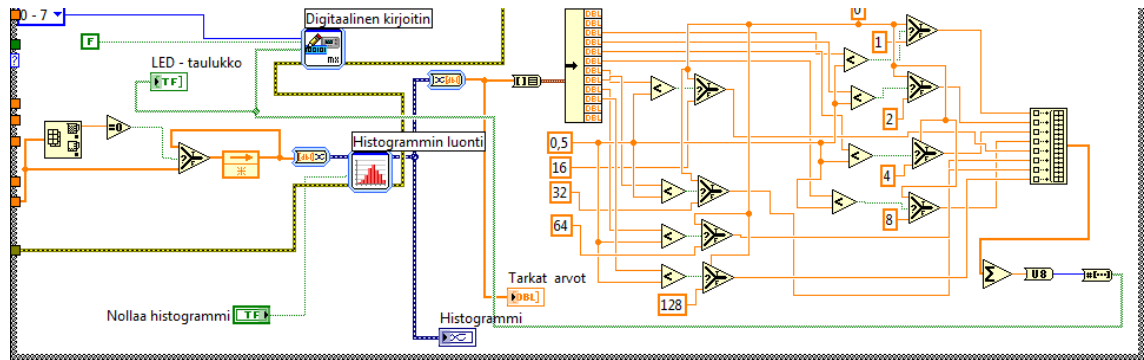
Kirjoitinta varten taulukko muunnetaan vielä klusteriksi, jotta sen voi helpommin pilkkoa osiin. Kytkeään syötettävän signaalin amplitudi voi olla maksimissaan 10 V huipusta huippuun, mikä tarkoittaa 12:ta erillistä palkkia histogrammilla.

Kehitysalustalla on kuitenkin vain 8 LED:ä, joten amplitudimuutoksia rekisteröidään LED:en avulla vain 7 volttiin asti, joka voidaan vielä ilmaista kahdeksalla LED:llä.

Klusteri pilkotaan "Unbundle" -toiminnolla, jossa kaikki 12 signaalin osaa ovat saatavilla. 7 V mielessä pitäen merkitsevät alkiot ovat välillä 2-9. Jokaiselle alkiolle tehdään samanlainen operaatio. Alkiota verrataan vähemmän kuin - operaatiolla vakioon 0,5. Jos arvo ei ylitä sitä niin voidaan olettaa, että alkion sisältämä tieto on korkeintaan jäänteitä histogrammin nollauksen jälkeen eikä kasvava arvo. Toimenpiteen ulostulolla ohjataan valitsinta, joka syöttää eteenpäin joko nollaa tai binääristä arvoa vastaavaa kokonaislukua. Alkiot on jaettu vähiten merkitsevästä eniten merkitsevään ja jokaisella on oma lukuarvonsa (1,2,4,8,16,32,64,128). Saadut lukuarvot syötetään taulukon rakennus - funktioon uusiksi alkioksi. Saatu yksiulotteinen taulukko syötetään operaation läpi, joka summaa yhteen kaikki taulukon alkiot. Tuloksena saatu kokonaisluku muunnetaan vielä etumerkittömäksi 8-bittiseksi integer - muuttujaksi ennen kuin se annetaan syötteeksi operaatiolle, joka muuttaa kokonaisluvun yksiulotteiseksi boolean - taulukoksi.

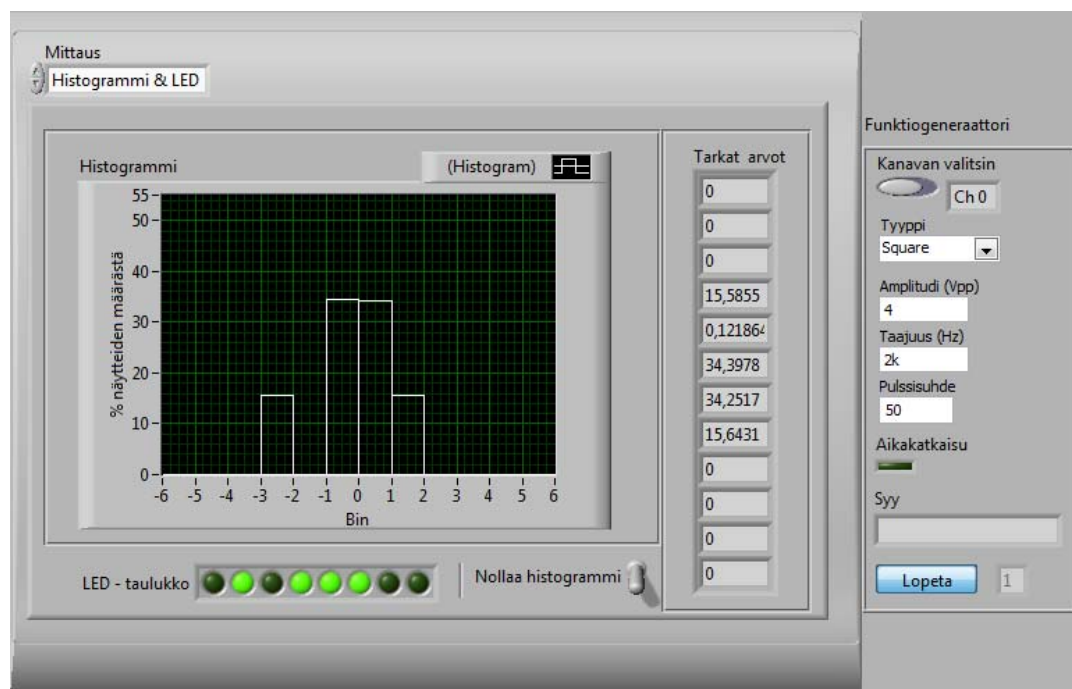
Saatu taulukko toimii tulona digitaaliselle kirjoittimelle ja sytyttää LED:t kehitysalustalla, jos käyttäjä on johdottanut digitaaliset ulostulot oikein. Jos johdotusta ei ole tehty, niin LED:ien käyttäytymistä voi myös tarkastella LabVIEW:n kautta etupaneelilla olevalla LED - indikaattorilla.

Koska histogrammin luova VI ja digitaalinen kirjoitin ovat molemmat dynaamista tietoa käsitteleviä kriittisiä komponentteja, switch-case - rakenteen sisään on luotu toinen virhetilaa käsittelevä johdotus. Ilman tätä ohjelma kaatuisi aina, kun käyttäjä siirtyisi pois histogrammin välilehdeltä, koska tiedonsiirto katkeaa yllättäen.



Kuvio 20: Histogrammi ja digitaalinen kirjoitin

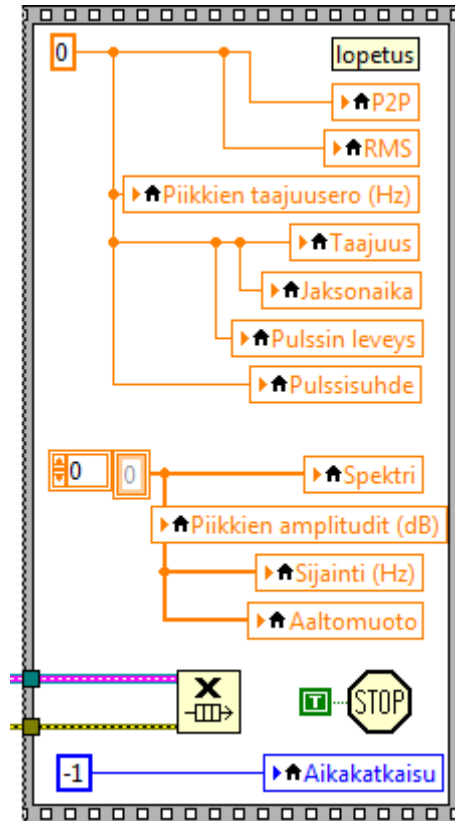
Etupaneelilla, mikä näkyy kuviossa 21, on nähtävissä miten LED - taulukon valot (ja ELVIS II+:n LED:t) ovat syttyneet niiden histogrammin palkkien kohdalta, jotka ovat aktiivisena. Käyttäjä voi nollata histogrammin kytkimellä. Luvut on ilmaistu prosentteina.



Kuvio 21: Histogrammin ja digitaalisen kirjoittimen etupaneeli

Käyttäjän painettua etupaneelilla näkyvää "Lopeta" - painiketta keskeytyspalvelun toiminta päättyy. Se olisi kuitenkin vain hetkellistä, koska keskeytyspalveluun palattaisiin jälleen yhden millisekunnin päästä, kun se aikakatkaistaisiin uudelleen. Se on kuitenkin riittävän pitkä aika siihen, että ohjelma siirtyy lohkokaaavion vasemmalta laidalta löytyvään "flat sequence" - rakenteeseen. Se sisältää monta paikallista muuttujaa, mitkä asettavat arvon 0 kaikille mittauksille. Lisäksi asetetaan arvon 1 sijaan keskeytyspalvelua säätelevälle aikakatkaisulle arvo -1, joka tarkoittaa sitä, että

aikakatkaisua ei tapahdu ikinä ja ohjelman suoritus loppuu täysin. Arvolla on myös oma indikaattorinsa etupaneelilla "Lopeta" - painikkeen vieressä. Rakenteeseen on sijoitettu myös stop - operaatio, joka saa vakioarvot TRUE. Toiminto vastaa LabVIEW:n sovelluksen pysäyttämistä. Lopuksi puretaan vielä ohjelman suorituksessa käytetty jono "release queue" - toiminnolla ja päätetään virheen tarkisteluun linja.



Kuvio 22: Mittausohjelman lopettamistoimenpiteet

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia ELVIS II+:n ominaisuuksia ja lisälaitteita ja sen sovelluksista paneutua tarkemmin LabVIEW:n tarjoamaan kehitysympäristöön. Oman sovelluksen teko LabVIEW:lla onnistui hyvin ja tehty VI toimi vakaasti.

Esimerkkisovelluksen tutkiminen ja oman VI:n rakentaminen tuotti runsaasti kokemusta LabVIEW:n käytöstä ja opetti paljon uutta. Kuten perinteisilläkin ohjelmointikielillä, G-kielillä on mahdollista tehdä samat asiat usealla eri toteutuksella. Ohjelmien rakentaminen LabVIEW:lla oli myös mieluista ja jätti halun oppia aiheesta lisää.

ELVIS II+ ja sen ympärille muodostunut kokonaisuus lisälaitteiden ja sovellusten osalta tekee siitä erittäin monipuolisen, mutta mahdollisesti myös kalliin opetusympäristön. Minimivaatimuksina ELVIS II+ vaatii kytkentäalustan lisäksi vähintäänkin LabVIEW:n. Parhaimmillaan oikeiden ohjelmistojen kanssa kytkennän rakentamista voidaan opetella ja simuloida fyysisesti sekä virtuaalisesti suunnitteluvaiheesta erittäin monipuolisiin mittausvaihtoehtoihin ja signaalinkäsittelyyn asti.

Pelkästään LabVIEW:lla saa kuitenkin jo tehtyä hyvin kattavia ohjelmia, joissa voi hyödyntää ELVIS II+:n ominaisuuksia.

LabVIEW ja sen käyttämä graafinen G-kieli taipuvat hyvin sekä yksinkertaisten että monimutkaisten kokonaisuuksien rakentamiseen.

LÄHTEET

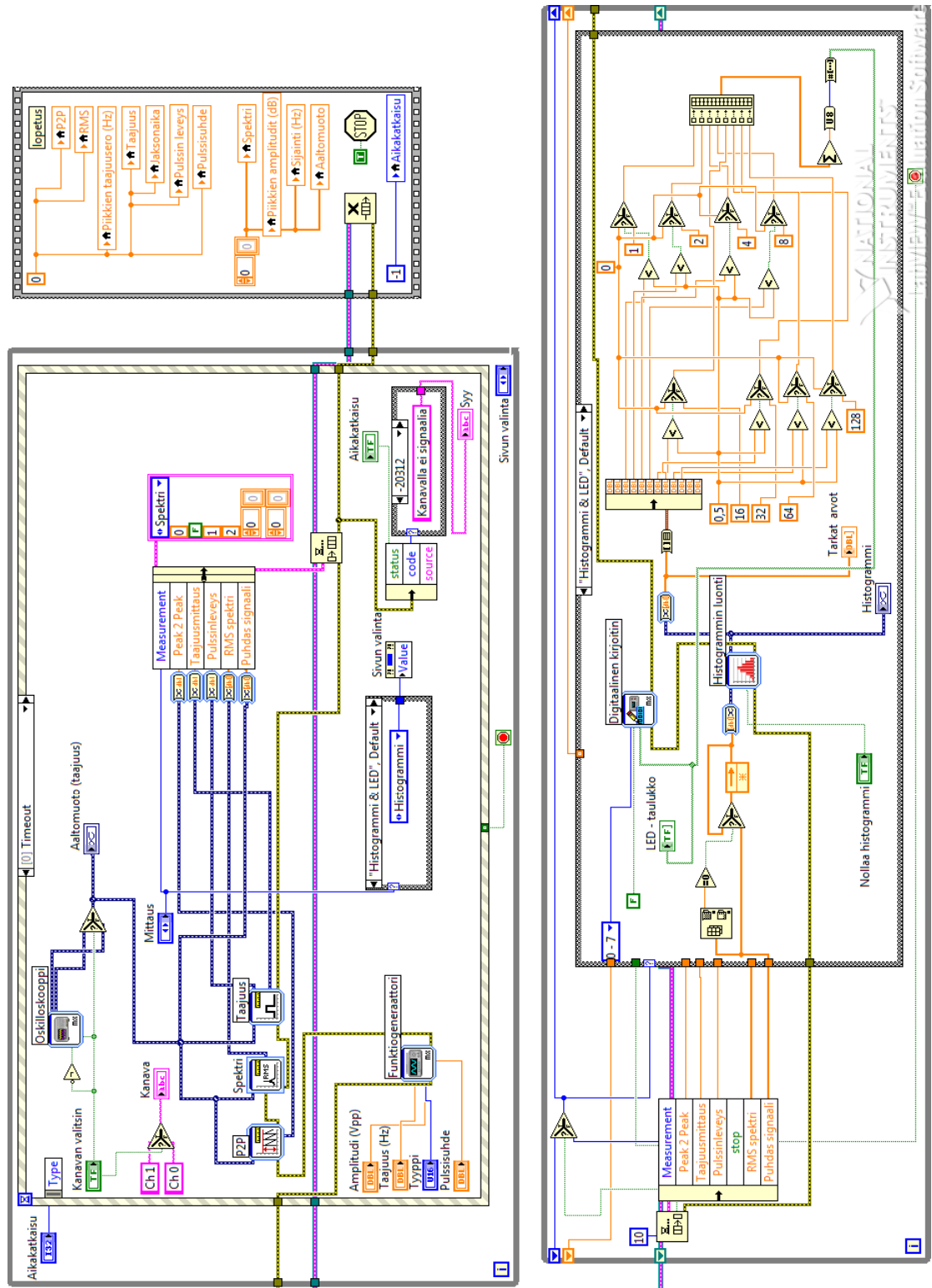
- A comparison between NI Elvis II and Applied Circuits MiniLab E100 [pdf] [viitattu 25.3.2011]
http://appliedcircuits.com/downloads/doc/e100/AN101_E100vsElvisII.pdf
- Affordable Hands-On Learning with NI ELVIS & Plug-In Boards [pdf] [viitattu 28.3.2011]
http://ftp.ni.com/evaluation/academic/ekits/ni_elvis_plug.zip
- NI ELVIS II Hardware user manual [pdf] [viitattu 30.3.2011]
<http://www.ni.com/pdf/manuals/374629b.pdf>
- NI ELVIS II Series Specifications [pdf] [viitattu 30.3.2011]
<http://www.ni.com/pdf/manuals/372590b.pdf>
- Introduction to Multisim Schematic Capture and SPICE Simulation [pdf] [viitattu 30.3.2011]
<http://cnx.org/content/col10369/1.3/pdf>
- QNET modules for NI ELVIS [pdf] [viitattu 32.3.2011]
<http://www.ni.com/pdf/products/us/qnetdatasheet.pdf>
- FPGA Board Programmable with NI LabVIEW [pdf] [viitattu 32.3.2011]
http://www.ni.com/pdf/products/us/cat_defpga.pdf
- Enhancing Education With National Instruments [pdf] [viitattu 32.3.2011]
ftp://ftp.ni.com/pub/branches/northern_region/nidays_2010/enhancing_educ_with_educational_platform.pdf
- Esimerkin oskilloskoopin ohjelmakirjasto [viitattu 5.4.2011]
ftp://ftp.ni.com/pub/devzone/epd/one_channel_simple_scope.llb

LIITTEET

Liite 1: LabVIEW:lla rakennetun sovelluksen lohkokaavio

Liite 2: Laboratoriotyöohje: ELVIS II+ mittaukset

Liite 1: LabVIEW:lla rakennetun sovelluksen lohkokaavio



Liite 2: Laboratoriotyöohje: ELVIS II+ mittaukset

1 Käyttöönotto

1.1 Tarvittavat ohjelmat

- LabVIEW 8.2 tai uudempi
- NI ELVISmx 4.0 tai uudempi
- NI-DAQmx 8.7.1 (löytyy NI ELVISmx:n asennusDVD:ltä)

1.2 ELVIS II asennus

1. Varmista, että virtakytkimet ovat OFF – asennossa
2. Kytke USB- ja käyttöjännitekaapelit
3. Workstation Power Switch ON
4. Prototyping Board Power Switch ON

1.3 Testaus

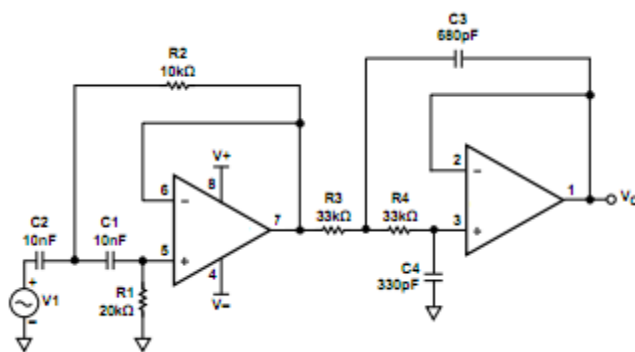
1. Kytke BNC kaapeli FGEN ja SCOPE CH 0 BNC välille
2. Yhdistä johdolla prototyypilaudan välit FGEN - AI 0+ ja AIGND - AI 0-
3. Käynnistä NI ELVISmx Instrument Launcher
4. Valitse Function Generator (FGEN)
5. Konfiguroi seuraavasti ja käynnistä:
 - o Function: Sine
 - o Frequency: 100 Hz
 - o Amplitude 2,00 Vpp
 - o Signal Route FGEN BNC
6. Valitse Scope Instrument Launcherista ja käynnistä
 - o Channel 0 Source: SCOPE CH0
 - o Channel 0 enabled
 - o Channel 0 Scale Volts/Div: 1 V
 - o Timebase Time/Div: 5 ms
7. Ihastele 100 Hz siniaaltoa.
8. Vaihda FGEN:in Signal Route Prototyypilaudaksi
9. Vaihda ELVISmx:n oskilloskoopin lähde Scope CH 0:sta AI 0:ksi
10. 100 Hz siniaalto.

1.4 Kalibrointi

Käynnistä NI Measurement & Automation ja valitse ELVIS II+ Devices & Interfaces alta. Valitse 'self-calibrate'. Muista ensimmäiseksi kytkeä prototyypilauda pois päältä.

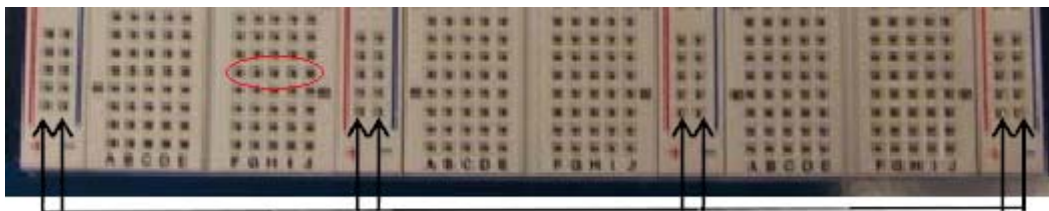
2 Ohjeet kytkennän tekemiseen ja mittausten suorittamiseen

Rakenna komponenteista kuvan 1 mukainen KRC kaistanpäästösuodin prototyypilaudalle. Operaatiovahvistimina kelpaa hyvin esimerkiksi yleiskäyttöön tarkoitetut LM748CN ja LM741CN tai vastaavat.



Kuva 1: KRC kaistanpäästösuodin

Johdota FGEN kiinni kytkentään. Liitä DC jännite johonkin '+' ja '-' -merkityistä väleistä.



Kuva 2: Liitännät

Kaikki nuolilla merkityt sarakkeet on liitetty toisiinsa. Samaan malliin myös ympyröity kirjaimilla merkitty rivi on liitetty yhteen. Muista maadoitus.

Kytkenän mittaukseen voi käyttää BNC-liittimiin liitettyjä ulkoisia probeja tai vaihtoehtoisesti AI:hin johdotettuja mittauspisteitä.

Käynnistä NI ELVISmx Instrument Launcher tai LabView SignalExpress ja testaa toimivuus. Millä taajuudella kytkentä vahvistaa eniten ja kuinka paljon se on?

Tulosten tallennus ja tulostus

ELVISmx: Kun pysäytät instrumentin, tekstimuotoinen logitiedosto on tallennettavissa. Signaaleista saa kuvan ruudunkaappauksella ja tallentamalla Windows Paintilla.

Signal Express: Recordia painamalla voit tehdä login haluamastasi signaalista. Login saa ulos tekstitiedostona tai suoraan Excelille konvertattuna taulukkona. Kuvat saa parhaiten tehtyä print screenillä.

2.1 Taajuusvaste ja vaihevaste

Käynnistä Bode analyzer. Varmista, että FGEN on pois päältä. Säädä asetukset niin, että saat hyvin merkittyä myös rajataajuudet ja kaistanleveyden.

2.2 Askelvaste

Muuta FGEN:n syöttämä signaali kanttiaalloksi. 5 Hz tai 10 Hz on hyvä taajuus mittauksiin.

2.3 LabView

Avaa LabView ja tee vapaavalintainen sovellus, missä kytkennästä saatua signaalia mitataan jollakin metodilla: esimerkiksi amplitudivasteen tai askelvasteen mittaus. Askelvasteen saa tehtyä Control Design paletilla. Saat Prototyypilaudan signaalit esiin etsimällä block diagramista Measurements I/O valikon alta NI Elvis II:en työkalut.

2.4 SignalExpress

Analysoi tai prosessoi signaalia jollakin tavalla LabViewin SignalExpressissä. Elviksen lähettämän signaalin saa kaapattua ohjelmaan Acquire analog signal – komennolla.

2.5 Komponenttien herkkyys

Tutki, mitkä komponentit vaikuttavat ulostulosignaalin rajataajuuteen. Muuta näiden komponenttien arvoja esimerkiksi (5,10,15,20,25)% verran ja kirjaa rajataajuuden muutokset ylös.

3 Aktiivisuodin

Suorita samat mittaustoimenpiteet syksyn laboratorioissa tehdyssä aktiivisuodinkytkenässä.

4 Ominaisuudet

Funktiogeneraattori

Kanavat.....	1
Ulostulon aaltomuoto.	Sini, kantti, kolmio
Taajuusalue.....	0.186 Hz to 5 MHz (sini) 0.186 Hz to 1 MHz (kantti and kolmio)
Taajuuden resoluutio.....	0.186 Hz
Aaltomuodon amplitudialue.....	10 Vpp
Aaltomuodon amplitudin resoluutio...	10 bittiä
Aaltomuodon amplitudin tarkkuus.....	1% ±15 mV
Aaltomuodon offsetalue.....	±5 V
Ulostulon impedanssi.....	50
Ulostulon maksimivirta	100 mA

Modulaatio

Sisäänmenot.....	2 (AM ja FM)
Modulaatioalue	±10 V
Amplitudimodulaation kerroin.....	10%/V
Taajuusmodulaation kerroin	20%/V

Oskilloskooppi

Kanavat.....	2
Sisäänmenon liitäntä	AC, DC, GND
Sisäänmenon impedanssi	1 M Ω 21 pF
Kaistanleveys (-3 dB)	35 MHz (40 mVpp alue) 50 MHz (kaikki muut alueet)
Valinnainen noisefilteri	20 MHz
Resoluutio	8 bittia
Maksimisamplaus.....	100 MS/s (kaksi kanavaa)
Aikapohjainen tarkkuus.....	50 ppm
Aaltomuodon muisti.....	16384 näytettä per kanava

Analoginen sisäänmeno

ADC resoluutio.....	16 bittia
Maksimisamplaus.....	1.25 MS/s yksi kanava, 1.00 MS/s monikanavainen
Sisäänmenon alue.....	± 10 , ± 5 , ± 2 , ± 1 , ± 0.5 , ± 0.2 ja ± 0.1 V
Suurin toimiva jännite analogisille sisäänmenoille (signaali + yhteinen tila)	± 11 V AIGND
Sisäänmenon impedanssi laite päällä \pm AI liitettynä AIGND.....	>10 G Ω 100 pF
Laite pois päältä \pm AI liitettynä AIGND.....	820 Ω
Pienisignaalin kaistanleveys.....	1.2 MHz

Bode Analysoija

Taajuusalue..... 1 Hz - 5 MHz

Virtalähteet

+15 V Lähde

Ulostulon jännite (ei kuormaa) +15 V \pm 5%

Suurin ulostulon virta 500 mA

Sulake Resetoitava kytkennän katkaisin

-15 V Lähde

Ulostulon jännite (ei kuormaa)..... -15 V \pm 5%

Suurin ulostulon virta 500 mA

Sulake Resetoitava kytkennän katkaisin

+5 V Lähde

Ulostulon jännite (ei kuormaa)..... +5 V \pm 5%

Suurin ulostulon virta 2 A

Sulake Resetoitava kytkennän katkaisin

Kalibrointi

Suosittelun lämmittelyaika: 30 minuuttia

Kommunikointi

Bus rajapinta..... USB