

# proGIMUS



## AUTOMATISATIE WLAN TESTSysteem

STAGEPLAATS: BELGACOM: VALIDATION TEST LABO TE ASSEBROEK | STAGEMENTOR: MH PATRICK VANDENDRIESSCHE  
| STAGEBEGELEIDER: MEVR ANN DERAEDT

PROJECT AANGEBODEN DOOR

**XAVIER VAN VARENBERG**

VOOR HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN BACHELOR IN DE

**NEW MEDIA AND COMMUNICATION TECHNOLOGY**

HOWEST | ACADEMIEJAAR 2014-2015







# proGIMUS



## AUTOMATISATIE WLAN TESTSysteem

STAGEPLAATS: BELGACOM: VALIDATION TEST LABO TE ASSEBROEK | STAGEMENTOR: MH PATRICK VANDENDRIESSCHE  
| STAGEBEGELEIDER: MEVR ANN DERAEDT

PROJECT AANGEBODEN DOOR

**XAVIER VAN VARENBERG**

VOOR HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN BACHELOR IN DE

**NEW MEDIA AND COMMUNICATION TECHNOLOGY**

HOWEST | ACADEMIEJAAR 2014-2015







## Voorwoord

In het laatste jaar van de opleiding New Multimedia And Communication Technology (NMCT) moeten studenten een stage volgen en een bachelorproef schrijven. In mijn laatste jaar heb ik gekozen voor vakken waarvan de nadruk ligt op netwerken.

Dankzij enkele jaren vakantiewerk bij Belgacom is er daar een opdracht uit de bus gekomen. Er werd gevraagd of het mogelijk was om een huidig testsysteem te automatiseren. Ondanks de netwerk keuze in het laatste jaar, heb ik deze stage toch geaccepteerd, en bleek een goede uitdaging te zijn waarbij ik veel nieuwe dingen moest leren.

Graag zou ik Patrick Vandendriessche (stagebegeleider) willen bedanken voor de aangename samenwerking, het openstaan voor nieuwe ideeën of alternatieve oplossingen en de kans om deze stage te mogen realiseren.

Voor het nalezen van de bachelorproef zou ik ook de volgende personen willen bedanken: Annita Van Varenberg en Luc Malfliet(ouders), David Van Steenberghe (medestudent), Heidi Senesael (schoonzus) en Lauranne Van Loo (vriendin).

Ten slotte wil ik ook de stagecoördinator Ann Deraedt bedanken om deze stage te begeleiden, en samen met Linda Bruyneel een taalfeedback te geven en Jef Daels voor een tussentijdse controle tijdens de programmatie.



# Inhoudsopgave

Voorwoord .....	
Lijst met afkortingen .....	
Lijst met figuren.....	
Inleiding .....	
1   Voorstelling bedrijf.....	3
1.1   Organisatie .....	3
1.2   Bedrijven binnen de Belgacom Group.....	5
1.2.1   Proximus.....	5
1.2.2   Scarlet.....	5
1.2.3   Skynet .....	6
1.2.4   Tango .....	6
1.2.5   Telindus .....	6
1.2.6   BICS.....	6
2   Technology Validation Laboratory .....	7
2.1   EMC-testen.....	7
2.2   Environment-testen .....	9
2.3   WLAN-testen .....	10
2.3.1   Gebouwentest.....	10
2.4   Huidige situatie.....	11
3   Communicatie protocollen en terminologie .....	12
3.1   Radio Frequentie (RF).....	12
3.1.1   Received Signal Strength Indicator (RSSI).....	12
3.1.2   Signal Noise Ratio (S/N / SNR).....	13
3.2   Wi-Fi .....	14
3.2.1   IEEE 802.11 .....	14
3.3   General Purpose Interface Bus (GPIB).....	15
3.5   Seriële poorten.....	16
3.6   Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI).....	17
3.7   Virtual Instrument Software Architecture (VISA).....	17
4   Hardware en software voor metingen .....	18
4.1   octoScope octoBox.....	18
4.2   Vaunix Attenuator .....	19
4.2.1   Software .....	20
4.3   IPERF .....	21

4.4	Agilent N1911A Powermeter .....	22
4.4.1	Web Interface.....	23
4.4.2	Keysight VEE Pro.....	24
4.4.3	Keysight Interactive IO / IOLibSuite.....	24
4.4.4	Command Expert.....	26
4.5	Tektronix RSA3308A Spectrum Analyzer.....	27
4.5.1	TekVISA.....	28
4.5.2	Firmware.....	30
4.5.3	Remote Desktop.....	31
4.6	Hoe connecteren? .....	32
4.7	Andere .....	33
4.7.1	LabVIEW.....	33
4.7.2	AirMagnet WiFi Analyzer.....	35
5	Netwerk.....	38
5.1	Regels en beperkingen binnen het bedrijf.....	38
5.2	Planning .....	39
5.3	Toestellen en servers.....	41
5.3.1	Switch .....	41
5.3.2	File-server .....	42
5.3.3	Database.....	43
5.3.4	IPERF pc's.....	44
5.3.5	Gebruikers-pc .....	44
6	Programmeren .....	45
6.1	Taal .....	45
6.2	NuGet Manager .....	45
6.3	MVVM Light.....	45
6.3.1	MVVM.....	45
6.3.2	Messaging.....	46
6.3.3	Threading.....	46
6.4	NLog.....	46
6.5	DLLs.....	47
6.5.1	VISA COM 5.2.....	47
6.5.2	SSH.Net.....	47
6.5.3	VNX_atten.dll .....	47
6.6	Database.....	48
7	Automatisering.....	49

7.1	Wat moet er geautomatiseerd worden?	49
7.2	Menu	51
7.3	Powermeter	52
7.4	Spectruumanalyzer	53
7.5	Attenuator	54
7.6	IPERF	55
8	Conclusie	56
	Bijlagen	1
1	SCPI-commando's	1
1.1	Algemene SCPI-commando's	1
1.2	Powermeter SCPI-commando's	2
1.3	Spectruumanalyzer SCPI-commando's	3
2	Verzwakkers	7
2.1	Operating features and controls	7
2.1.1	Manual attenuation	7
2.1.2	Configuring the manual attenuation step size	7
2.1.3	Configuring the automated attenuation step function	8
2.2	Programming	8
2.2.1	SDK	8
2.2.2	Overall Strategy and API Achitecture	9
2.2.3	Status Codes	10
2.2.4	Functions – Selecting the Device	10
2.2.5	Functions – Setting parameters on the Attenuator	11
2.2.6	Functions – Reading parameters from the Attenuator	13
3	IPERF	14
3.1	Commando's	14
3.2	Running the server as a daemon	19
3.3	Using Iperf as a Service under Win32	19
4	SSH commando's	20
4.1	Ubuntu	20
4.2	Windows	22
	Bronnen	25



# Lijst met afkortingen

## A

- AM amplitude modulatie
- AP Access Point
- API Application Programming Interface

## C

- CLI Command Line Interface

## D

- DHCP Dynamic Host Configuration Protocol
- DNS Domain Name Server
- DUT Device Under Test

## E

- EMC Elektromagnetische Compatibiliteit

## F

- FM frequentie modulatie
- FTP File Transfer Protocol

## G

- GE Gigabit Ethernet
- GHz Gigahertz
- GPIB General Purpose Interface Bus
- GPS Global Positioning System
- GSM Global System for Mobile Communications
- GUI Graphical Unit Interface

## H

- HPIB HP Interface Bus

## I

- ICT informatie- en communicatietechnologie

**IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**IO** I/O input output

**IP** Internet Protocol

**ISP** internet service provider

**IT** Information Technology

**IVI** Interchangeable Virtual Instrumentation

## **L**

**LAN** Local Area Network

## **M**

**MIMO** Multiple In Multiple Out

**MPE** Multi Path Emulator

## **N**

**NGN** Next Generation Network

**NIC** Network Interface Card

## **O**

**ODBC** Open Database Connectivity

## **P**

**PCI** Peripheral Component Interconnect

## **R**

**RF** Radio Frequentie

**RFID** Radio Frequency Identification

**RSSI** Received Signal Strength Indication

## **S**

**S/N** Signal Noise Ratio

**SCPI** Standard Commands for Programmable Instruments

**SNMP** Simple Network Management Protocol

**SNR** Signal Noise Ratio

**S**QL Structured Query Language

**T**

TCP Transmission Control Protocol

TVL Test Validation Labo

**U**

UDP User Datagram Protocol

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UPS Uninterruptible Power Supply

USB Universal Serial Bus

**V**

VISA Virtual Instrument Software Architecture

VLAN Virtual Local Area Network

VM Virtuele Machine

**W**

WiFi Alliance

wifi WLAN / draadloos internet

WLAN Wireless Local Area Network



## Lijst met figuren

Figuur 1 Management comité .....	3
Figuur 2 Organigram TVL.....	4
Figuur 3 Proximus logo .....	5
Figuur 4 Scarlet logo .....	5
Figuur 5 Skynet logo .....	6
Figuur 6 Tango logo .....	6
Figuur 7 Telindus logo .....	6
Figuur 8 BICS logo.....	6
Figuur 9 anechoïsche kamer voor EMC-testen .....	7
Figuur 10 straatverdeler in klimaatkast .....	9
Figuur 11 Testkar voor gebouwetest .....	10
Figuur 12 Golflengte .....	12
Figuur 13 Relatie tussen RSSI en afstand .....	12
Figuur 14 Signal to Noise Ratio.....	13
Figuur 15 Wi-Fi-Certified logo .....	14
Figuur 16 802.11 netwerkstandaarden .....	14
Figuur 17 IEEE-488 aansluiting .....	15
Figuur 18 GPIB naar USB-kabel .....	15
Figuur 19 GPIB PCI-uitbreidingskaart .....	15
Figuur 20 RS-232 aansluiting .....	16
Figuur 21 Serieel naar USB-kabel .....	16
Figuur 22 Serieel PCI-uitbreidingskaart.....	16
Figuur 23 octoBox testbed diagram .....	18
Figuur 24 Vaunix Labbrick Digital Attenuator .....	19
Figuur 25 Lab Brick Programmable Attenuator GUI.....	20
Figuur 26 IPERF in CMD .....	21
Figuur 27 Agilent N1911A Powermeter .....	22
Figuur 28 Powermeter web interface .....	23
Figuur 29 Keysight Connection Expert .....	24
Figuur 30 Keysight Interactive IO .....	25
Figuur 31 Command Expert.....	26
Figuur 32 Tektronix RSA3308A.....	27
Figuur 33 OpenChoise Instrument Manager.....	28
Figuur 34 OpenChoise Talker Listener.....	29
Figuur 35 OpenChoise Call Monitor .....	30
Figuur 36 Spectrumanalyzer remote desktop .....	31
Figuur 37 connectie gids voor Agilent .....	32
Figuur 38 LabVIEW voorbeeld .....	33
Figuur 39 LabVIEW schema voorbeeld.....	34
Figuur 40 Airmagnet: Dashboard .....	35
Figuur 41 AirMagnet: rapport .....	36

Figuur 42 Netwerkschema .....	40
Figuur 43 DES-3550 switch.....	41
Figuur 44 DES-3550 web-management.....	41
Figuur 45 FileZilla.....	42
Figuur 46 HeidiSQL als MySQL-Client .....	43
Figuur 47 MVVM-model.....	45
Figuur 48 UML-schema van MySQL WorkBench.....	48
Figuur 49 Automatisatiecyclus .....	50
Figuur 50 Programma: IP-settings.....	51
Figuur 51 Programma: powermeter.....	52
Figuur 52 Programma: spectrumanalyzer .....	53
Figuur 53 Programma: verzwakkers.....	54
Figuur 54 Programma: IPERF.....	55
Figuur 55 Lab Brick Programmable Attenuator GUI.....	7





## Inleiding

Het internet en de daar bijhorende toepassingen en technologieën, zal de komende jaren sterk blijven evolueren. Een van deze technologieën voor draadloos internet is wifi.

Bij de opkomst van wifi, was er bijna niemand die een wifi-compliant toestel in huis had. Dus valideren werd een noodzaak. Vandaag de dag kan het aantal toestellen al snel oplopen tot een tiental. Portables, GSM's, tablets, printers, tv's, media spelers (chromecast), access points, repeaters, video-bridges, enz., zijn enkele van de meest voorkomende toestellen die vandaag de dag iedereen in huis heeft.

Met de komst van een nieuwe wifi technologie wordt deze gevalideerd in het Labo van Belgacom. Dit kan gaan van een firmware update voor een nieuwe internet service, tot een hardware upgrade voor bijvoorbeeld de standaard wifi-ac.

De huidige testen kunnen enkele dagen tot enkele weken duren. Om de evolutie te kunnen blijven volgen, moet er naar een oplossing worden gezocht om deze testen te vereenvoudigen.

De stageopdracht bestaat eruit om te kijken of een automatisering mogelijk is en deze toe te passen binnen het labo.

Dit boek bestaat uit twee delen, het eerste deel is de bachelorproef waarin een beperkte hoeveelheid achtergrondinformatie te vinden is over enkele gebruikte technologieën, de verschillende toestellen en programma's.

De bachelorproef is beperkt tot een basis begrip voor algemene gang van zaken binnen het labo, het aansturen en het basis gebruik van de verschillende toestellen. Er moet geen kennis worden verschaft om gegevens correct te interpreteren, of iedere functie van ieder toestel ten volle te begrijpen.

Er wordt gekeken of een automatisering mogelijk is en wat er zou moeten veranderd worden indien niet.

Het tweede deel omvat een beknopte installatiegids voor de setup volledig opnieuw herop te bouwen.



# 1 Voorstelling bedrijf

Belgacom, of het “nieuwe” Proximus voor de buitenwereld, is de grootste speler op de Belgische markt voor telecommunicatie. Binnen het bedrijf blijft Belgacom bestaan, en blijven we dus verwijzen naar Belgacom binnen dit document.

Met hun aanbod voor telefonie, internet en tv is het bedrijf bij iedereen bekend. Maar onder Belgacom horen ook andere merken thuis die steunen op de business-to-business mark, waar de particulier niet echt veel kennis over heeft.

## 1.1 Organisatie



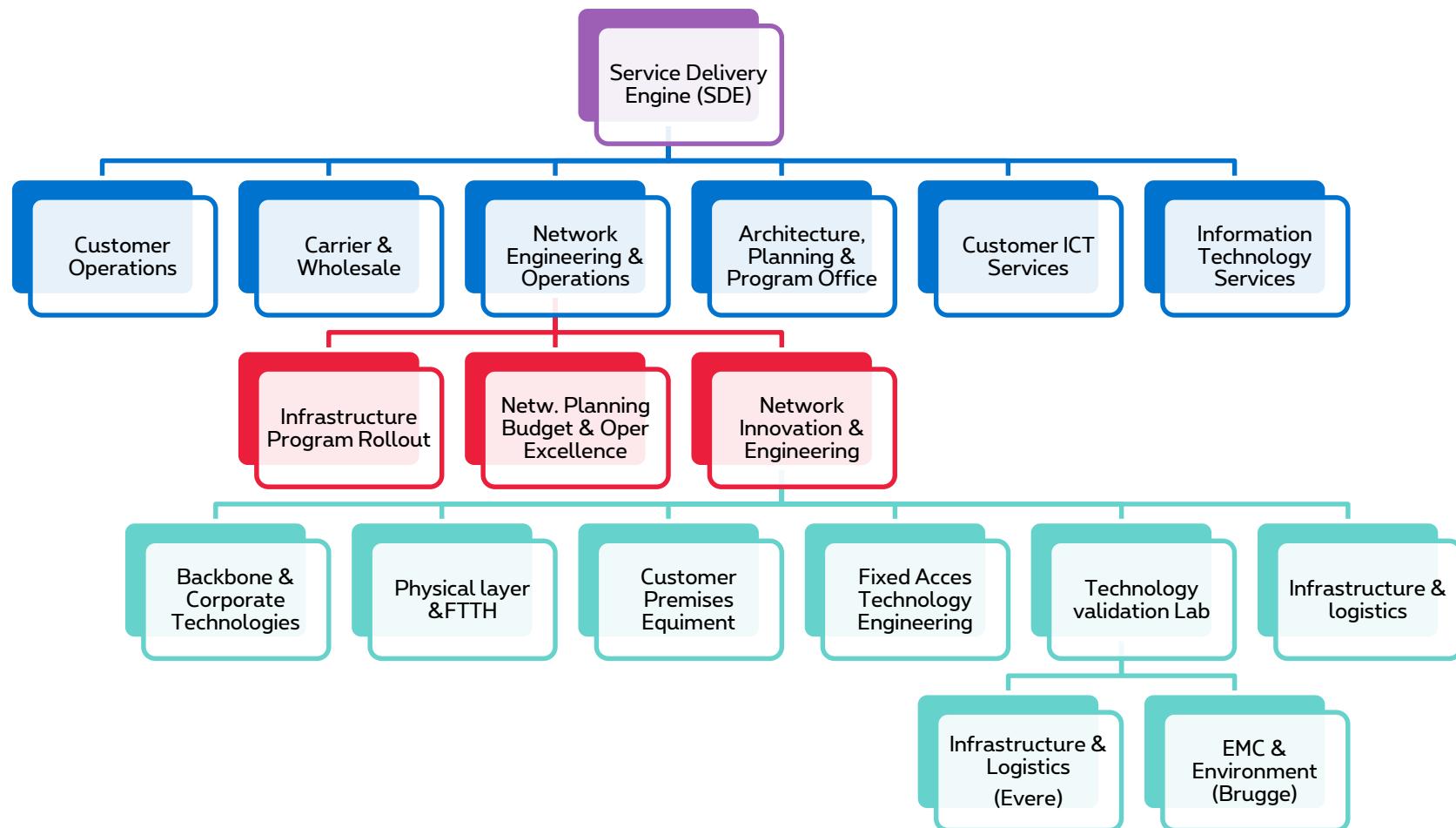
Figuur 1 Management comité

De Groep Belgacom voerde in 2007 een nieuwe operationele structuur in die berust op vier pijlers:

- de Consumer Business Unit (CBU )
- de Enterprise Business Unit (EBU)
- de Service Delivery Unit (SDE)
- de Staff & Support Unit (S&S)

Naast deze vier pijlers is er BICS, een joint venture van Belgacom, Swisscom en MTN, dat gespecialiseerd is in internationale carrieractiviteiten.

Technology Validation Lab, waar de stage plaatsvindt, bevindt zich onder de SDE-afdeling van Belgacom.



Figuur 2 Organigram TVL

## 1.2 Bedrijven binnen de Belgacom Group

Proximus, Scarlet en Skynet zijn vooral spelers op de Belgische markt en richten zich tot particulieren. Tango, Telindus en BICS zijn spelers op de internationale markt, en zijn meer gericht naar de professionele markt.

### 1.2.1 Proximus



Figuur 3 Proximus logo

In 1994 lanceerde Belgacom onder het merk Proximus de eerste mobiele telefoniediensten, gebaseerd op gsm-technologie. Twintig jaar later, vanaf september 2014, krijgen alle vaste en mobiele telefoniediensten, internet, digitale televisie en ICT die tot dan door Belgacom werden aangeboden, de merknaam Proximus.

Terwijl Belgacom nv de naam van het bedrijf blijft, wordt Proximus in België de belangrijkste leverancier van totale en competitieve telecomaanbiedingen en vertrouwenspartner voor haar convergente oplossingen van zeer hoge kwaliteit.

### 1.2.2 Scarlet

In 1992 werd Scarlet opgericht in Nederland. Sinds 1997 is Scarlet ook actief op de Belgische markt. Tiscali, een Italiaans telecommunicatie bedrijf, kwam naar de Belgische markt in het jaar 2000. In 2004 trok het bedrijf zich terug en werden de klanten en infrastructuur door Scarlet overgenomen.

In 2008 werd Scarlet door Belgacom overgenomen, waardoor de Belgacom Groep toegang kreeg tot een nieuw marktsegment.

Scarlet blijft nog steeds een aanbieder voor telecommunicatie en digitale TV.



Figuur 4 Scarlet logo

### 1.2.3 Skynet



Figuur 5 Skynet logo

Bij haar ontstaan in 1995 was Skynet de eerste internettoegangsleverancier in België. In 2005 nam Belgacom de internetactiviteiten over, maar behield het merk Skynet voor alle webactiviteiten van de Groep.

De oprichters van Skynet hebben dan VMS-Keytrade opgericht, vooral bekend binnen de banksector.

Belgacom Skynet is intussen geëvolueerd naar het aanbieden van webcontentdiensten en marketingoplossingen.

### 1.2.4 Tango

Tango werd gelanceerd in 1998 door Tele2. Het bedrijf lanceerde als eerste een UMTS aanbod op de markt in 2002. Belgacom nam de onderneming over in 2008.

Vandaag de dag is Tango de merknaam waaronder de Belgacom Groep zijn activiteiten op de Luxemburgse markt brengt. Tango is de tweede grootste mobiele speler in Luxemburg.



Figuur 6 Tango logo

### 1.2.5 Telindus



Figuur 7 Telindus logo

Sinds de oprichting van Telindus in 1969 is het bedrijf geëvolueerd van technologieleverancier tot integrator/partner voor sourcing en levering van oplossingen. In 2010 werd het bedrijf volledig geïntegreerd in Belgacom. Telindus is verantwoordelijk voor de ICT-activiteiten van de Belgacom Groep.

### 1.2.6 BICS

In het merk BICS heeft Belgacom haar internationale carrieractiviteiten ondergebracht.

Deze joint venture van Belgacom, Swisscom en MTN rolde recent haar transformatieve Next Generation Networks (NGN) uit.



Figuur 8 BICS logo

## 2 Technology Validation Laboratory

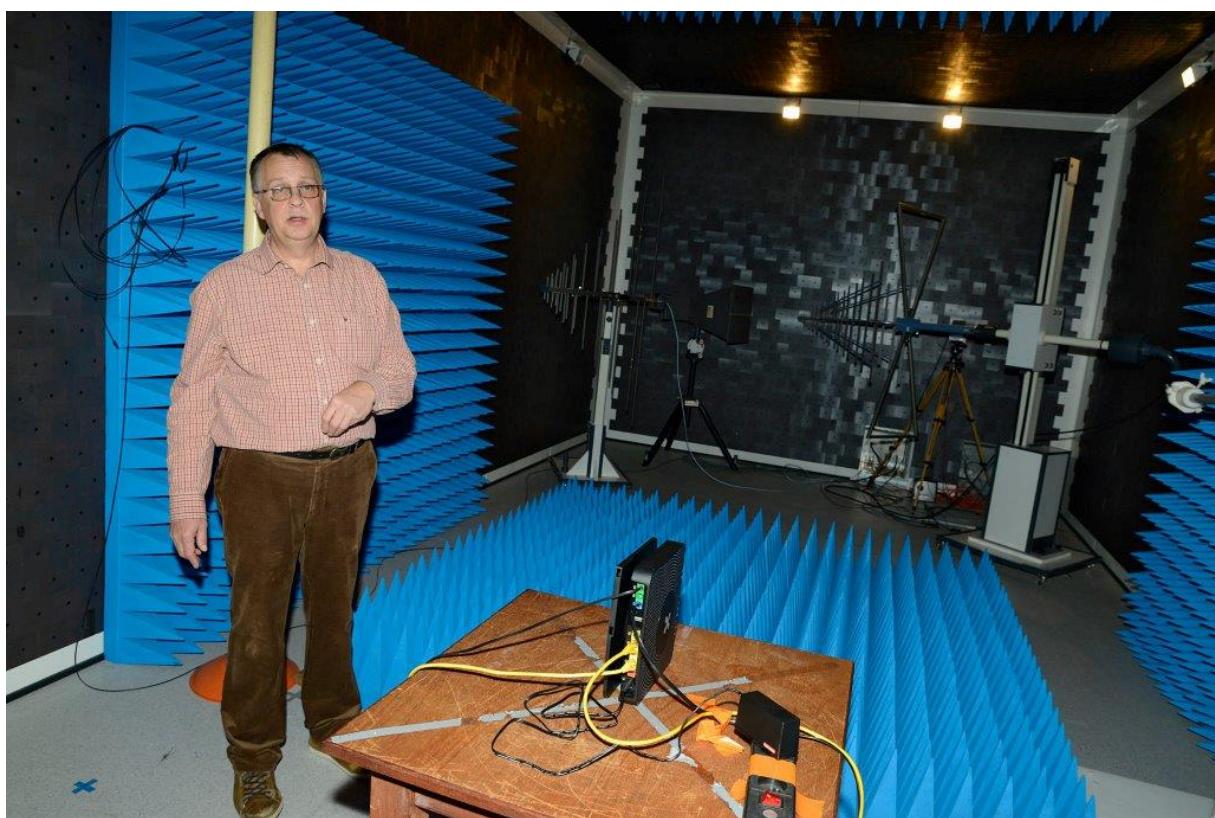
In het Technology Validation Labo wordt eindapparatuur en netwerkapparatuur getest, die zal worden gebruikt door Belgacom en haar klanten. De labo's zijn gevestigd in Evere en Assebroek. Het labo in Evere is gespecialiseerd in validatietesten van eindapparatuur en nieuwe technologieën m.b.t. telecommunicatie.

In Assebroek worden Elektromagnetische Compatibiliteit (EMC), Environment en Wireless Local Area Network (WLAN) testen uitgevoerd. Het labo is gesitueerd in Assebroek omdat er in de omgeving minder storende elementen zijn om de testen uit te voeren t.o.v. een grote stad zoals Brussel.

### 2.1 EMC-testen

EMC is het naast elkaar kunnen gebruiken van toestellen zonder dat deze elkaar storen. Een voorbeeld hiervan zijn geluidsspeakers die kraken wanneer er een Global System for Mobile Communications (GSM) in de buurt wordt gebruikt.

Tijdens een EMC-test wordt er gekeken welke emissie een bepaald toestel produceert, en hoe immuun een toestel is tegen emissies afkomstig van andere toestellen.



Figuur 9 anechoïsche kamer voor EMC-testen

Het uitvoeren van deze emissietesten gebeurt in een grote kooi van Faraday. De kooi van Faraday is gemaakt uit elektrisch geleidend materiaal en zorgt ervoor dat statisch elektrische velden niet tot binnen de kooi doordringen. Deze kooi biedt ook een afscherming tegen radiosignalen die van buitenaf komen.

Om er voor te zorgen dat er geen reflecties van stralingen binnenin de kooi voorkomen, is deze kamer opgebouwd uit ferriet tegels en koolstofkegels. De kegels zijn zodanig gemaakt en geplaatst, dat wanneer er toch een reflectie niet volledig wordt geabsorbeerd, deze afkaatst op een andere kegel. Door het meten in deze ruimte is er een accurate zekerheid van de gemeten waardes.

Een voorbeeld van een emissietest: De test begint door het toestel in meerdere posities te zetten, namelijk 0, 90, 180 en 270 graden. Er wordt gemeten van 30MHz tot 3GHz. Indien er bij dezen vier metingen een piek voorkomt die boven de norm ligt, wordt er meer specifiek gemeten. Er wordt gezocht naar de precieze hoek waarbij deze piek voorkomt. Als het toestel over de volledige bandbreedte onder de norm ligt, is het toestel op deze test geslaagd.

Een tweede tak van de EMC-test is een immuniteitstest. Hierbij wordt er met een generator een stoorsignaal gegenereerd. Met een versterker wordt er een groot elektromagnetisch veld opgewekt. Het stoorsignaal wordt via een antenne gestuurd naar een toestel onder test. Er wordt gekeken of de werking van het toestel onder test wordt beïnvloed.

Bij Electro Static Discharge (ESD) testen wordt er gekeken of een toestel bestand is tegen elektrostatische ontladingen. Wanneer een persoon of voorwerp, geladen met statische elektriciteit, het toestel aanraakt, mag de werking van het toestel even verstoord zijn maar moet het de lading overleven. Nadien moet het toestel terug normaal kunnen werken. Voor het genereren van statische elektriciteit wordt er een speciale generator gebruikt.

De laatste test is een Electrical Fast Transient (EFT) test. Toestellen moeten variaties en storingen op het lichtnet kunnen overleven. Met enkele generatoren kunnen drops, bursts en andere storingen worden geproduceerd. Het toestel moet piekspanning van 500V en veranderingen in het sinusregime kunnen verdragen. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen wanneer er TL-lampen of motoren worden aangestoken.

Wanneer een toestel niet slaagt voor een van de bovenstaande testen wordt er een uitgebreid rapport gemaakt. Het toestel en het rapport worden teruggestuurd naar de fabrikant.

Bij Belgacom wordt gebruik gemaakt van twee verschillende producenten, soms worden deze tegen elkaar uitgespeeld.

## 2.2 Environment-testen

De klimaattest wordt gebruikt om te testen of een toestel kan overleven in bepaalde omstandigheden. Voor ieder toestel is dit verschillend. Verdelers op straat moeten bijvoorbeeld tegen heel koude, warme, vochtige en droge weersomstandigheden kunnen functioneren. Terwijl dit voor huisrouters een totaal andere situatie is.



Figuur 10 straatverdeeler in klimaatkast

In het testlabo zijn verschillende klimaatkasten aanwezig, in deze kast kan de temperatuur en vochtigheid worden geregeld, inclusief vrij extreme waarden zoals 300°C. Deze testen zijn vooral duurtesten. Een toestel wordt één tot meerdere dagen in een kast gestoken.

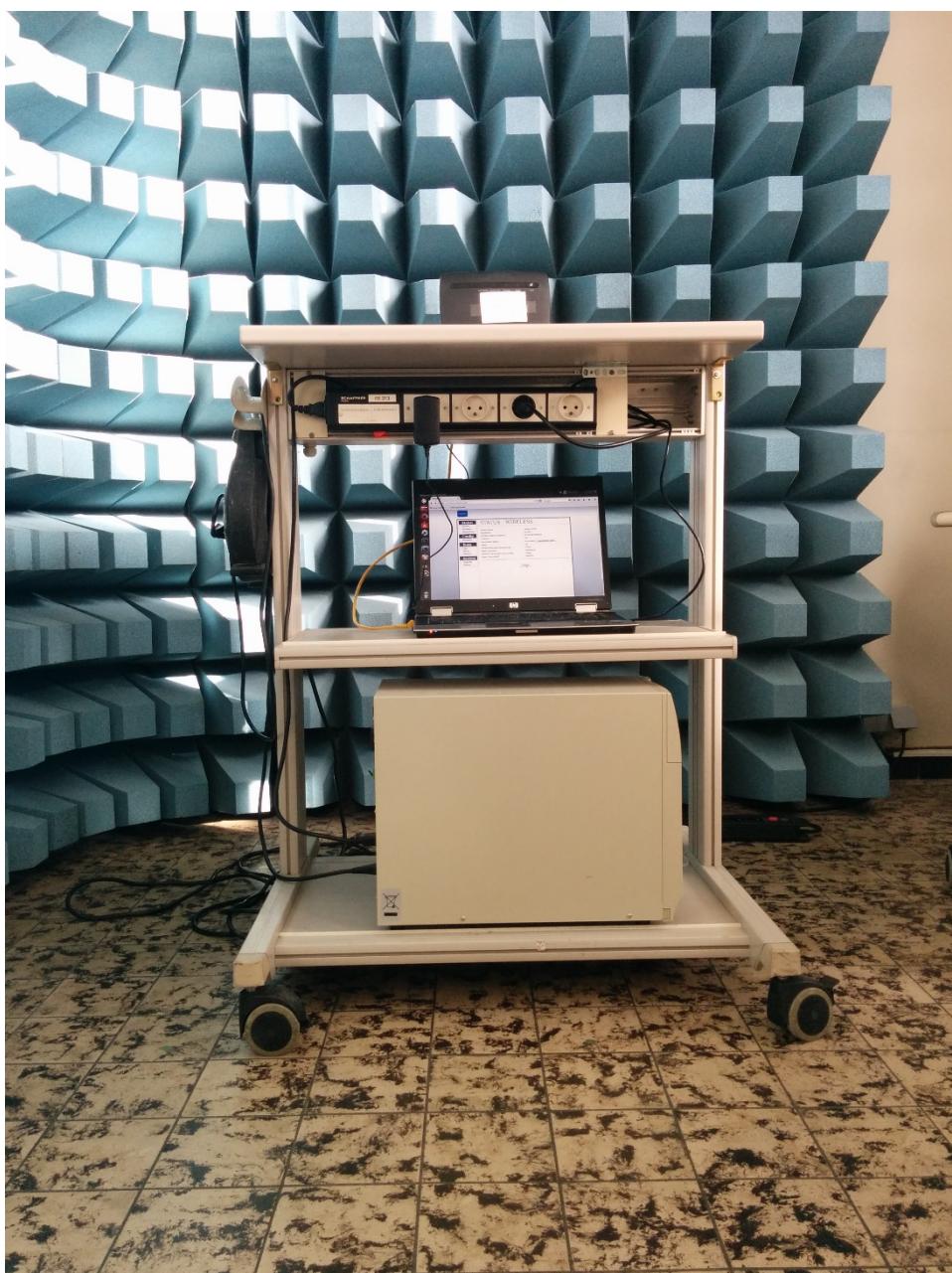
## 2.3 WLAN-testen

### 2.3.1 Gebouwentest

De gebouwentest is een test waarmee er met een laptop door het gebouw wordt gereden. Op verschillende vastgelegde punten binnen het gebouw wordt er dan trafiek via het netwerk verstuurd naar een access point (AP). Deze AP staat in verbinding met een server.

In het gebouw zijn er 10 vaste testpunten bepaald. Bij elke serie testen krijgt iedere testpunt een received signal strength indication (RSSI) als referentie punt voor de referentiemeting. Hiervoor moet er op voorhand eens langs elke testpunt worden gereden.

De reden hiervoor is wanneer er enige tijd is verstreken tussen de testen, kunnen er extra storingen zijn bijgekomen. Zo een storing zou bijvoorbeeld kunnen zijn, een extra persoon die gebruik maakt van het draadloos netwerk. Deze stap is dus zeker nodig bij aanvang van iedere test.



Figuur 11 Testkar voor gebouwentest

Op het karretje staat aan uninterruptible power supply (UPS) (onderaan), laptop om data via IPERF te versturen, en een client.

De eigenlijke meting gebeurt op soortgelijke manier. Op een laptop draait er een IPERF programma die als client fungeert. Met deze client wordt door het gebouw gereden langs iedere testpunt. Bij iedere testpunt wordt er met IPERF via de laptop netwerk trafiek verzonden en wordt er een meting uitgevoerd.

Op een normale thuis router, met een bandbreedte van 2.4 Gigahertz (GHz) zijn er 13 kanalen. Wanneer er een test moet gebeuren op ieder kanaal, langs ieder testpunt, neemt dit enkele dagen in beslag nemen. In het beste geval moet er in dit geval al 14 keer door het volledige gebouw worden gereden. Met de opkomst van 5GHz, loopt het aantal kanalen op. Het is onhaalbaar om de gebouwentest op ieder kanaal, voor ieder toestel uit te voeren, en zal dus nooit gebeuren.

Er zijn 3 testpunten gekozen waarop alle kanalen worden getest. Wanneer er een volledige gebouwtest wordt uitgevoerd, wordt er voor gekozen om deze test uit te voeren op autochannel.

In het gebouw is er voor geopteerd dat alle wifi punten op kanaal 1 en 11 staan, kanaal 6 is gereserveerd voor de testen. Hierdoor zal autochannel meestal op kanaal 6 terecht komen.

## 2.4 Huidige situatie

De situatie beschreven in de gebouwen test is allesbehalve ideaal en productief.

Resultaten behaald op deze wijze kunnen soms een verschillende uitkomst hebben, ook al wordt de test meerdere keren uitgevoerd op exact dezelfde manier.

Factoren die hierin een rol kunnen spelen zijn:

- access points / clients zijn verplaatst
- storing van andere wifi toestellen
- andere toestellen (magnetron, deurbellen, radars, ... )
- wifi kanaal in gebruik.

In de huidige testen worden er verschillende meetinstrumenten en applicaties gebruikt tijdens een meting. Een powermeter, spectруmanalyzer, IPERF, en AirMagnet WiFi Analyzer. IPERF zorgt voor het versturen van data tijdens de testen. De overige worden gebruikt voor de meting.

Voor de automatische test komen hier twee extra soorten toestellen bij kijken, twee anechoïsche kasten en verzwakkers. Werken met deze kasten zorgt ervoor dat er niet meer met toestellen door het gebouw zal moeten rondgelopen worden om metingen uit te voeren.

Enkele voordelen van een nieuwe testsetup zijn:

- geen storing van buitenaf
- reproduceerbare testen en resultaten
- mogelijkheid tot automatisering
- bestuurbaar vanop afstand

In dit eerste deel van deze bachelorproef worden de hierboven vermelde apparaten en programma's gedetailleerder beschreven en wordt er gekeken wat er juist geautomatiseerd zou kunnen worden.

De taak bestaat eruit om de automatisering te verwezenlijken.

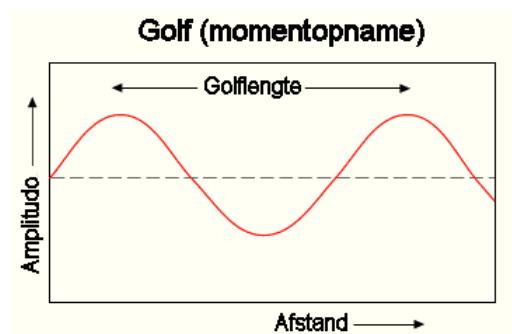
### 3 Communicatie protocollen en terminologie

Een beetje achtergrondinformatie en enkele termen zijn nodig om te kunnen begrijpen wat er in het labo juist wordt getest. In dit hoofdstuk kan er meer informatie worden gevonden over radiogolven en hoe de efficiëntie van een connectie kan worden gemeten. Ook de Wi-Fi standaard, de Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 802.11 standaard, wordt in kleine mate besproken.

#### 3.1 Radio Frequentie (RF)

Draadloze communicatie is vandaag de dag niet meer uit het leven te denken. Wifi op laptop, Bluetooth om draadloos te bellen, radio frequency identification (RFID) tags voor evenementen, ZigBee sensoren voor beveiliging zijn enkele van de vele voorbeelden die allemaal gebruik maken van radiogolven.

Radiogolven, ook radiofrequente straling genoemd, zijn golven in de vorm van elektromagnetische straling met golflengten uiteenlopend van duizend kilometer tot een millimeter. Dit komt overeen met het frequentiegebied van enkele honderden Hz tot enkele honderden GHz, die gebruikt worden in de communicatietechniek om informatie over te brengen van een radiozender naar een of meer ontvangers.



Figuur 12 Golflengte

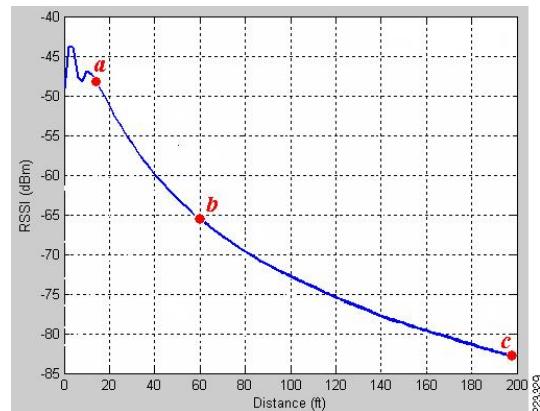
De golflengte (symbool:  $\lambda$ ) van een periodiek verschijnsel is de lengte van een golf. Dat wil zeggen de afstand tussen twee opeenvolgende punten met dezelfde fase, zoals de toppen van een sinusvormige golf.

Er is een directe relatie tussen de golflengte  $\lambda$  (in m), de frequentie  $f$  (in Hz) en de voortplantingssnelheid  $v$  van de golf (in m/s) in het betrokken medium.

$$\lambda = v \setminus f$$

De zender zendt via een antenne de radiogolven uit. Na voortplanting door de ruimte worden de radiogolven opgevangen door de antenne van de ontvanger. De radiogolf dient als drager voor de te zenden informatie.

##### 3.1.1 Received Signal Strength Indicator (RSSI)



Figuur 13 Relatie tussen RSSI en afstand

RF signaalsterkte of RSSI is een indicatie van het vermogen in een radio signaal die door een antenne wordt ontvangen. Dit wordt uitgedrukt in decibel (dBm). De m staat als referentie waarde voor 1 milliwatt; 0 dBm = 1 mW.

Hoe verder de ontvanger is verwijderd van de zender, des te zwakker het signaal wordt.

Wanneer er meerdere obstakels, zoals muren, in het pad van het signaal liggen, zal het signaal per obstakel aanzienlijk verzwakken.

RSSI in dB	signaalsterkte
0 -40	buitengewoon
-40 - -55	zeer goed
-55 -70	goed
-70 -80	gemiddeld
-80 -x	Mogelijk geen connectiviteit

Bovenstaande RSSI-tabel is een voorbeeld van een Aerospord sensor.

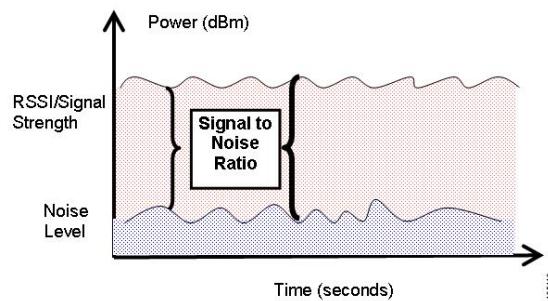
Er is geen regel vastgelegd in de 802.11 standaard die zegt dat er een relatie moet zijn tussen een RSSI waarde en een vermogen in dBm.

Hierdoor kan een RSSI tabel verschillend zijn per fabrikant.

Voorbeeld: Cisco gebruikt waarden van nul tot honderd terwijl Atheros waarden gebruikt van nul tot honderdzevenentwintig.

### 3.1.2 Signal Noise Ratio (S/N / SNR)

Op een verbinding tussen twee punten kan een storing, ook genaamd ruis zitten. Teveel ruis op een signaal zal er voor zorgen dat een datapakketje dat over het draadloze netwerk wordt verzonden opnieuw moet verstuurd worden. Dit resulteert in een lagere throughput van de verbinding. In het slechtste geval is er totaal geen verbinding meer mogelijk.



S/N of signaal-ruisverhouding geeft de kwaliteit van een signaal weer waarin storende ruis aanwezig is. De SNR geeft het vermogen van het gewenste signaal in verhouding tot het vermogen van de aanwezige ruis. SNR wordt uitgedrukt in positieve decibel.

Figuur 14 Signal to Noise Ratio

Bij wifi is het een goede praktijk om 20 tot 25 dB verschil te hebben tussen de noise en RSSI. Voorbeeld: bij een noise van -85 dBm zou de RSSI rond -60 dBm moeten liggen om een goede kwaliteit te hebben.

Er zijn meerdere elementen die ruis kunnen veroorzaken:

- richting die de antennes aanwijzen
- signaal pad
- stoerbronnen (muren, vloeren, microgolf ovens, enz.)
- kanaalfrequentie gebruikt door andere gebruikers

## 3.2 Wi-Fi



Wi-Fi is een certificatielabel voor producten die werken volgens de internationale standaard IEEE 802.11.

Producten die volgens deze standaard werken maken gebruik van radiofrequenties in de 2,4GHz- en/of 5,0GHz-band die onder voorwaarden zonder licentie gebruikt mogen worden. De eisen voor dit logo worden vastgelegd door de Wi-Fi Alliance.

Figuur 15 Wi-Fi-Certified logo

Het logo wordt uitgereikt door een certificatiebureau wanneer er is aangetoond dat bepaalde functionaliteits-, prestatie- en interoperabiliteitseisen zijn voldaan. Dit laatste is van belang voor de consument, omdat dit garandeert dat producten met het Wi-Fi-logo samenwerken met producten van andere fabrikanten.

### 3.2.1 IEEE 802.11

IEEE 802.11 of wifi is een verzameling van standaarden voor draadloze netwerken. Het is ontwikkeld door groep 11 van het IEEE LAN/MAN standaarden-comité. 802.11 Legacy is de originele 802.11 standaard.

De huidige 802.11-familie bestaat uit meerdere modulatie-technieken die allemaal hetzelfde protocol gebruiken. 802.11a, - b, - g , -n, –ac zijn uitbreidingen op de originele 802.11 standaard. 802.11b was de eerste standaard die door een breed publiek gebruikt werd, gevolgd door 802.11a, - g, -n en in de toekomst 802.11ac.

802.11 Protocol	Uitgebracht <sup>[3]</sup>	Freq. (GHz)	Bandbreedte (MHz)	Data rate per stream (Mbit/s) <sup>[4]</sup>	Toegestane MIMO streams	Modulatie	Binnenshuis m	Buitenshuis m	
-	Juni 1997	2,4	20	1, 2	1	DSSS, FHSS	20	100	
a	September 1999	5 3,7	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	1	OFDM	35	120	
b	September 1999						--	5000	
g	Juni 2003	2,4	20	5,5, 11	1	DSSS	38	140	
g	Juni 2003	2,4	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	1	OFDM, DSSS	38	140	
n	Okttober 2009	2,4/5	20 40	7,2, 14,4, 21,7, 28,9, 43,3, 57,8, 65, 72,2 15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150	4	OFDM	70	250 <sup>[5]</sup>	
ac	December 2013						70	250 <sup>[5]</sup>	
ac		5	20 40 80 160	tot 86,7 tot 200 tot 433,3 tot 866,7	8				
ac									
ac									
ac									

Figuur 16 802.11 netwerkstandaarden

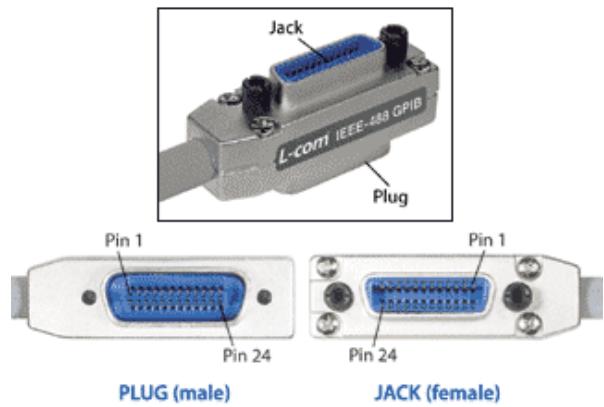
802.11b, -g, -n maken gebruik van de vrije 2,4 gigahertzband. De 5GHz-band wordt gebruikt door 802.11a, -n. De 802.11n-standaard kan dus in beide frequenties werkzaam zijn. Als dit gelijktijdig gebeurt, spreekt men over dualband.

Omdat er voor de 2,4GHz-band bijna geen regelgeving bestaat kan 802.11b- en 802.11g-apparatuur soms storingen ondervinden van apparaten die dezelfde band gebruiken, zoals onder andere magnetrons, draadloze telefoons, Bluetooth toestellen.

### 3.3 General Purpose Interface Bus (GPIB)

GPIB is een IEEE (IEEE-488) gestandaardiseerde parallelle 8 bits bus voor korte afstanden. Het is ontstaan in 1960 en werd vooral gebruikt voor het aansturen van meettoestellen.

De bus kenmerkt zich onder andere door stugge kabels met stekkers die kunnen worden gestapeld.



Figuur 17 IEEE-488 aansluiting

Hewlett-Packard gebruikte deze bus om harde schijven en andere randapparaten voor computers aan te sluiten. HP noemde dit HP Interface Bus (HPIB), terwijl andere fabrikanten deze bus onder de naam GPIB op de markt brachten.

Voor het aansluiten van computerapparatuur is de bus in onbruik geraakt. Vandaag wordt het wel nog gebruikt voor het aansluiten van meet- en laboratoriuminstrumenten.

Deze aansluitingen kunnen bijna niet meer gevonden worden op huidige computers.

Wanneer er toch nog een toestel moet worden aangestuurd dat enkel een GPIB-bus heeft, moet je een convertor gebruiken. Er zijn verschillende convertors op de markt. De meest voorkomende is een kabel die aan de ene kant een Universal Serial Bus (USB)-poort heeft, aan de andere een GPIB-aansluiting.

Op de achterkant zat een extensie waar je een andere kabel op kon aansluiten. Er kunnen maximaal vijftien toestellen op de bus aangesloten worden.

De maximale kabellengte was twintig meter met maximaal twee meter per aangesloten apparaat.

De snelheid was beperkt tot 1Mbps, in een latere versie van de standaard werd dit verhoogt naar 8Mbps.



Figuur 18 GPIB naar USB-kabel



Figuur 19 GPIB PCI-uitbreidingskaart

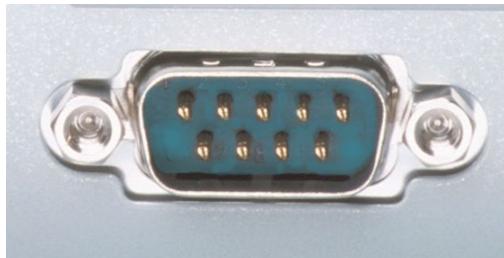
Naast een convertor kan je ook een uitbreidingskaart of Peripheral Component Interconnect (PCI)-kaart in je computer steken.

De prijs van deze kaarten lopen al snel op.

Er kunnen maar een beperkt aantal kaarten in een computer.

### 3.5 Seriële poorten

Het grote verschil met een parallele poort is dat de bits van de gegevens één voor één achter elkaar worden verstuurd. Als gevolg zijn er minder draadjes nodig zijn om de gegevens te transporteren.



*Figuur 20 RS-232 aansluiting*

De officiële RS-232 poort werd vooral gebruikt door modems. Op moderne professionele routers of meetapparatuur is deze poort nog steeds aanwezig. Een variant op deze poort zijn de PS/2 aansluiting voor toetsenbord en muis.

Deze poort is bijna niet te vinden op commerciële pc's of laptoppen.  
De meest gebruikte oplossing is een serieel naar USB-kabel.

Seriële poorten werden geïntroduceerd in 1980. Vandaag de dag maken Ethernet, FireWire en USB gebruik van seriële gegevensoverdracht.

Met seriële poort wordt er verwijzen naar hardware die overeenstemt met de RS-232 standaard.



*Figuur 21 Serieel naar USB-kabel*



*Figuur 22 Serieel PCI-uitbreidingskaart*

Net zoals bij GPIB kan je naast een convertor ook een uitbreidingskaart of PCI-kaart in je computer steken.

Deze zijn niet zo duur als bij GPIB, maar er zijn nog steeds maar een maximum aantal PCI sloten beschikbaar in een pc.

## 3.6 Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI)

SCPI (uitgesproken als “skippy”), is een standaard voor syntax en commando’s te gebruiken in programmeerbare test- en meettoestellen.

In 1990 werd SCPI gedefinieerd in de IEEE 488.2 specificaties. Het introduceert commando’s die op alle toestellen bruikbaar zijn zoals “CONFigure” en “MEASure”. SCPI definieert ook verschillende groepen van instrumenten. Ieder instrument in dezelfde groep heeft bepaalde commando’s die de fabrikant verplicht moet integreren in het toestel.

Ondanks SCPI gecreëerd is voor GPIB, wordt het ook gebruikt voor RS-232, Ethernet, USB, VXI, enz.

Er zijn 2 verschillende soorten commando’s, namelijk get en set commando’s.

Get commando’s hebben op het einde van het commando een vraagteken (“TRIGger:MODE?”).

Set commando’s krijgen een parameter (“TRIGger:MODE NORMAL”).

Commando’s kunnen zowel voluit als afgekort geschreven worden. De hoofdletters in ieder voluit geschreven commando vormen de afkorting van dat commando. Ieder dubbelpunt tussen twee commando’s staat voor een subcategorie binnen het commando.

Zie bijlage 1: SCPI commando’s

## 3.7 Virtual Instrument Software Architecture (VISA)

VISA is een I/O application programming interface (API) voor test- en meettoestellen om te communiceren met deze toestellen vanop een pc.

VISA is een industrietstandaard geïmplementeerd door bedrijven zoals Agilent, Tektronix, National Instruments, enz. De VISA library heeft de presentatie van haar activiteiten gestandaardiseerd over verschillende software mechanismen:

- C API Windows DLL
- visa32.dll
- Microsoft COM-technologie.

Oorspronkelijk was VISA gestandaardiseerd door de VXIplug&play Alliance. VXIplug&play is een deel geworden van Interchangeable Virtual Instrumentation (IVI) Foundation. De huidige standaard, versie 5.0, wordt beheerd door de IVI Foundation.

VISA.NET is een andere implementatie en is ontwikkeld door IVI.

## 4 Hardware en software voor metingen

In dit hoofdstuk worden de verschillende toestellen en programma's beschreven die worden gebruikt om de testen kunnen uit te voeren.

De powermeter en spectruumanalyzer worden in het labo vooral gebruikt om het vermogen van een signaal te meten. Om de gebouwen test te simuleren wordt er gebruik gemaakt van twee anechoïsche kasten en verschillende verzwakkers.

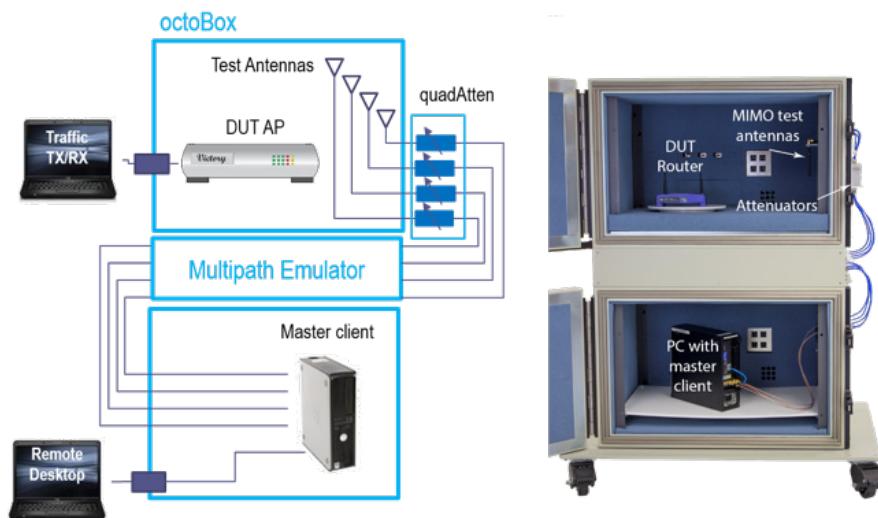
Ten slotte is er bij ieder toestel software meegeleverd om de toestellen aan te spreken via computers.

### 4.1 octoScope octoBox

De octoBox van octoScoop is een anechoïsche kast die wordt gebruikt om draadloze toestellen te testen. Bijvoorbeeld het meten van de throughput tussen client en ontvanger.

De kast isoleert het testtoestel van de buiten wereld. Signalen die de test van buitenaf kunnen beïnvloeden worden tegengehouden, alle signalen binnenin kunnen tevens ook niet naar buiten. Dit creëert een stabielere testomgeving. Theoretisch gezien zou bij het uitvoeren van exact dezelfde test, telkens opnieuw hetzelfde resultaat verkregen worden.

De kast biedt ideale condities voor het testen van multi-stream Multiple In Multiple Out (MIMO) throughput en ondersteunt frequenties van 700 MHz tot 6GHz.



Figuur 23 octoBox testbed diagram

Enkele technologieën die kunnen worden getest zijn:

- video over wifi
- 2G, 3G, 4G
- roaming
- Bluetooth
- Global Positioning System (GPS)
- Self-forming, self-healing (mesh functions)

In een typische testopstelling, worden twee kasten op elkaar geplaatst, tussen de kast zit een Multi Path Emulator (MPE). De MPE wordt in het labo niet gebruikt.

In de bovenste kast zit een Device Under Test (DUT). De antennes zijn verbonden met de verzwakkers die aan de buitenkant van de kast hangen.

De verzwakkers zijn op hun beurt verbonden met de antennes van de onderste kast.

Deze testopstelling is ook van toepassing in het labo, met de uitzondering dat de verzwakkers van Vaunix zijn. In de vroege productiefase van de octoBoxen werden deze verzwakkers meegeleverd. Nadien bleek het dat er toch enkele problemen waren, om die reden worden er nu verzwakkers van de fabrikant meegeleverd. Deze gevallen geven echter geen probleem voor de functionaliteit in het labo.

## 4.2 Vaunix Attenuator

De attenuatoren of verzwakkers zijn de belangrijkste benodigdheden om deze automatisering te kunnen verwezenlijken. De doosjes zorgen ervoor dat er niet meer moet rondgelopen worden om draadloze signalen te kunnen testen. Een verzwakking van het signaal door een of meerdere muren of vloeren wordt d.m.v. een verzwakker gesimuleerd.



Figuur 24 Vaunix Labbrick Digital Attenuator

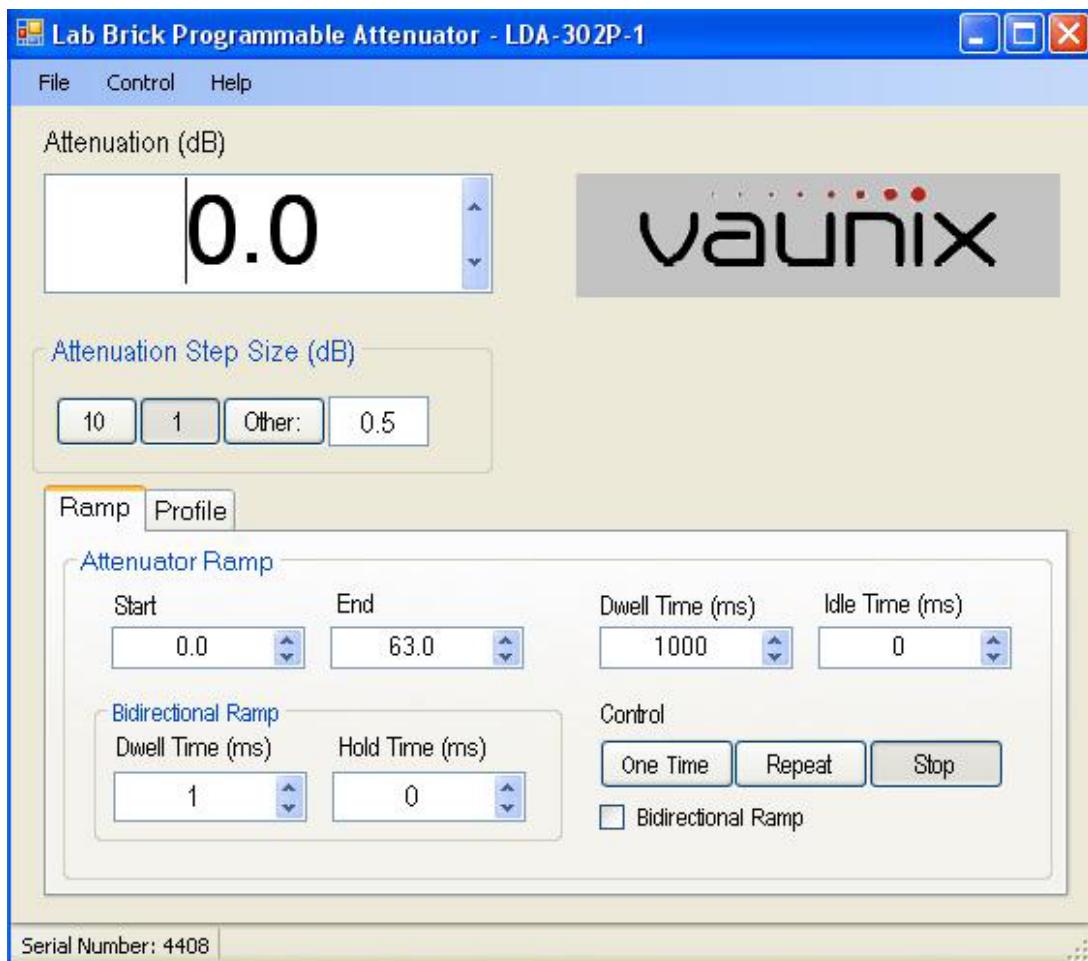
Er wordt op voorhand vastgesteld hoeveel verzwakking een muur of een vloer te bieden heeft, deze verzwakking wordt dan toegevoegd bij het signaal. Een verzwakking wordt in deze context gezien als een storing op het signaal, ruis.

De verzwakkers zijn per vier geleverd door de leverancier en zijn al gemonteerd op een paneel. De verzwakkers hebben een mini-USB-poort. Deze poort dient voor alle communicatie en voorziet tevens ook de stroom voor de verzwakker.

Ieder paneel heeft een powered-USB hub waarop alle verzwakkers zijn aangesloten. De stroom voor deze hub moet worden voorzien door het stroomnet. Het is deze hub die wordt aangesloten aan een computer die de communicatie beheert.

#### 4.2.1 Software

Vaunix heeft een programma meegeleverd die alle verzwakkers kan besturen. Dit programma is aanspreekbaar via Command Line Interface (CLI), of via een Graphical User Interface (GUI). Iedere keer dat het programma wordt uitgevoerd zoekt het naar een nieuwe verzwakker die nog niet in gebruik is.



Figuur 25 Lab Brick Programmable Attenuator GUI

Dit programma biedt enkele automatisering functies voor de verzwakkers:

- Er kan een minimum en maximum waarde voor de verzwakking worden opgegeven;
- Een “step size” zegt hoeveel dB er per stap opgeteld of afgetrokken moet worden;
- Iedere stap kan een ingesteld aantal seconden duren;
- Na het aflopen van alle stappen kan er automatisch een nieuwe ronde gestart worden.

Er zijn twee grote redenen waarom deze applicatie niet voldoende is om te gebruiken voor de automatisering. Een eerste reden is dat er een aparte applicatie wordt gestart voor iedere verzwakker die aangesloten is. d.w.z. dat er op iedere applicatie moet worden geklikt om de geprogrammeerde verzwakking uit te voeren. Alles kan dus niet tegelijkertijd uitgevoerd worden. Dit probleem is opgelost wanneer er gebruik wordt gemaakt van de CLI.

De tweede en belangrijkste reden is dat er zowel in de GUI als de CLI geen mogelijkheid is om andere meettoestellen aan te spreken.

Zie bijlage 2: Verzwakkers.

### 4.3 IPERF

Een meting van een signaal is uitermate zinloos als geen gegevens door dit signaal worden verstuurd om de throughput van het signaal te testen. Hiervoor wordt in het labo IPERF gebruikt.

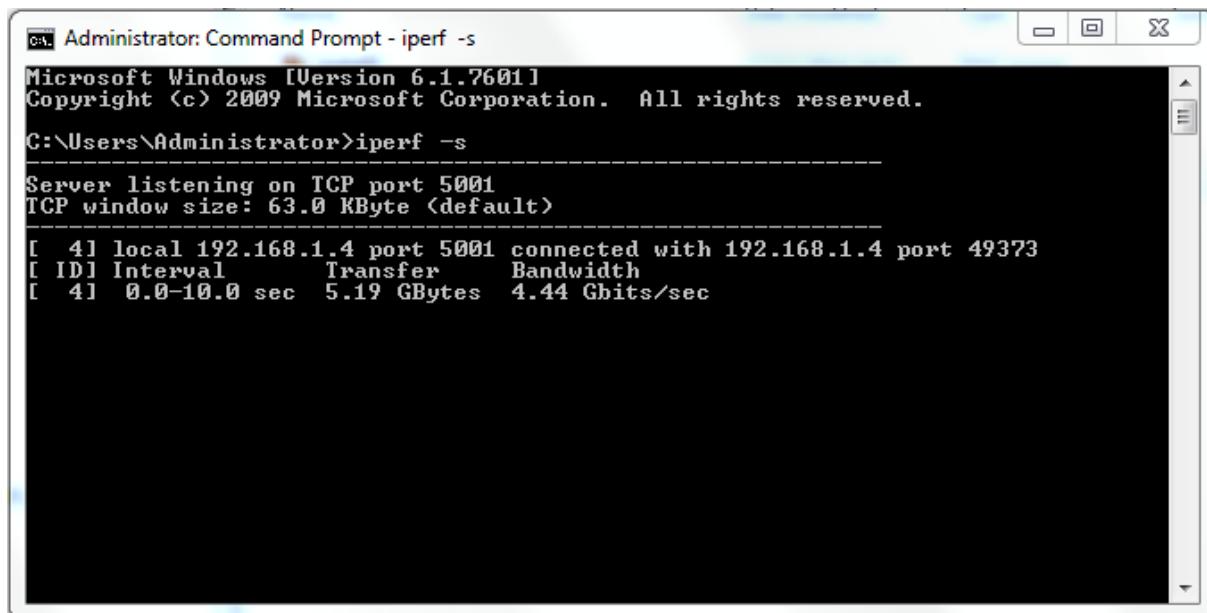
IPERF is een veel gebruikte netwerk testtool dat Transmission Control Protocol (TCP) en User Datagram Protocol (UDP) datastromen kan creëren. Met IPERF wordt de throughput van een netwerk gemeten. Het programma is geschreven in C.

Het is een compatibele implementatie van het TTCP programma dat werd ontwikkeld door het Distributed Applications Support Team (DAST) bij National Laboratory for Applied Network Research (NLANR).

Verschillende parameters kunnen worden gebruikt voor het testen van een netwerk, of voor het optimaliseren van een netwerk. IPERF heeft een client en server functionaliteit, en kan de throughput tussen de twee uiteinden meten, hetzij uni- of bi-directioneel. Het is open-source software en draait op verschillende platformen, waaronder Linux, Unix en Windows (hetzij native of binnen Cygwin).

Wanneer dezelfde tool wordt gebruikt voor het testen van de UDP capaciteit, kan de gebruiker de datagram grootte opgeven. Als resultaat wordt de throughput en packet loss weergegeven.

Wanneer gebruikt voor het testen van de TCP capaciteit, meet IPERF de throughput van de payload. meet de doorvoer van het laadvermogen. IPERF maakt gebruik van  $1024 \times 1024$  voor megabytes en  $1000 \times 1000$  voor mega bit. De output bevat de hoeveelheid overgedragen gegevens en de gemeten throughput.



The screenshot shows a Microsoft Windows Command Prompt window titled "Administrator: Command Prompt - iperf -s". The window displays the following text:

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Administrator>iperf -s
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 63.0 KByte (default)
[  4] local 192.168.1.4 port 5001 connected with 192.168.1.4 port 49373
[ ID] Interval Transfer Bandwidth
[  4] 0.0-10.0 sec  5.19 GBytes  4.44 Gbits/sec
```

Figuur 26 IPERF in CMD

IPERF is belangrijk omdat het een cross-platform tool is die over ieder netwerk werkt, en de output gestandaardiseerd prestatiemetingen weergeeft. Het kan worden gebruikt voor vergelijking tussen bekabelde en draadloze netwerkapparatuur en technologieën. Sinds het ook open source is, kan de meetmethode worden onderzocht door de gebruiker.

Zie bijlage 3: IPERF commando's.

## 4.4 Agilent N1911A Powermeter

Belangrijk om te weten is dat Keysight Technologies Agilent heeft overgenomen. Dit speelt een grote rol voor het zoeken van documentatie, oplossingen, of het verkrijgen van support als er problemen optreden.

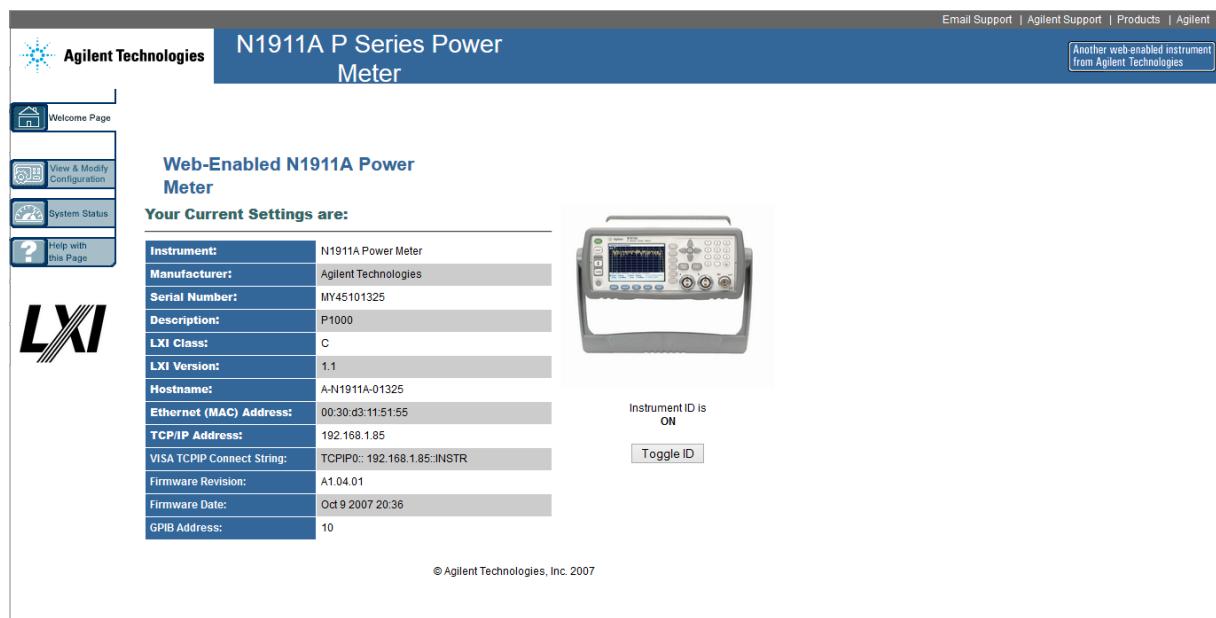


Figuur 27 Agilent N1911A Powermeter

In het labo wordt de powermeter alleen gebruikt om het vermogen te meten. Buiten het kunnen kalibreren van het toestel moet er geen extra functionaliteit worden voorzien. Toch zijn er nog enkele andere instellingen die kunnen worden ingesteld zoals de frequentie, het gemiddelde, de video bandbreedte, remote access, enz.

#### 4.4.1 Web Interface

Toegang tot de web-interface is zeer eenvoudig. Eens het Internet Protocol (IP) adres op de powermeter is ingesteld, kan er eenvoudig naar worden gesurft met de webbrowser naar keuze. De lay-out is te vergelijken met die van een typische huisrouter.



© Agilent Technologies, Inc. 2007

Figuur 28 Powermeter web interface

Ondanks dat het heel gemakkelijk zou zijn om het toestel op deze manier te bedienen, zijn er echter maar een beperkt aantal functies. Op de homepage kan er algemene informatie bekijken worden.

Op de configuratie pagina kunnen enkele instellingen worden veranderd namelijk: IP-adres, subnet, hostname, Domain Name Server (DNS) en NETBios. Met andere woorden, enkel gegevens die betrekking hebben tot netwerk instellingen.

Er kunnen geen meetfuncties ingesteld worden, of resultaten worden uitgelezen.

Het is ook mogelijk om via Telnet in te loggen. Hiervoor zijn commando's beschikbaar die te vinden zijn in de "programming guide". Dit document is te vinden tussen de online documentatie van de producent.

## 4.4.2 Keysight VEE Pro

Keysight VEE Pro, ook genaamd Agilent VEE Pro, is een betalend programma, verkrijgbaar op de site van de fabrikant. Dit programma heeft een gratis evaluatieperiode van 30 dagen. Er is ook een studentenversie beschikbaar, maar mag niet worden gebruikt in een productieve omgeving.

De functionaliteit die ontbreekt in de web interface, kan in deze applicatie terug gevonden worden. Het programma scant eerst alle communicatiepoorten op de computer. Wanneer er een toestel is gevonden kan dit worden toegevoegd aan een lijst van bruikbare toestellen.

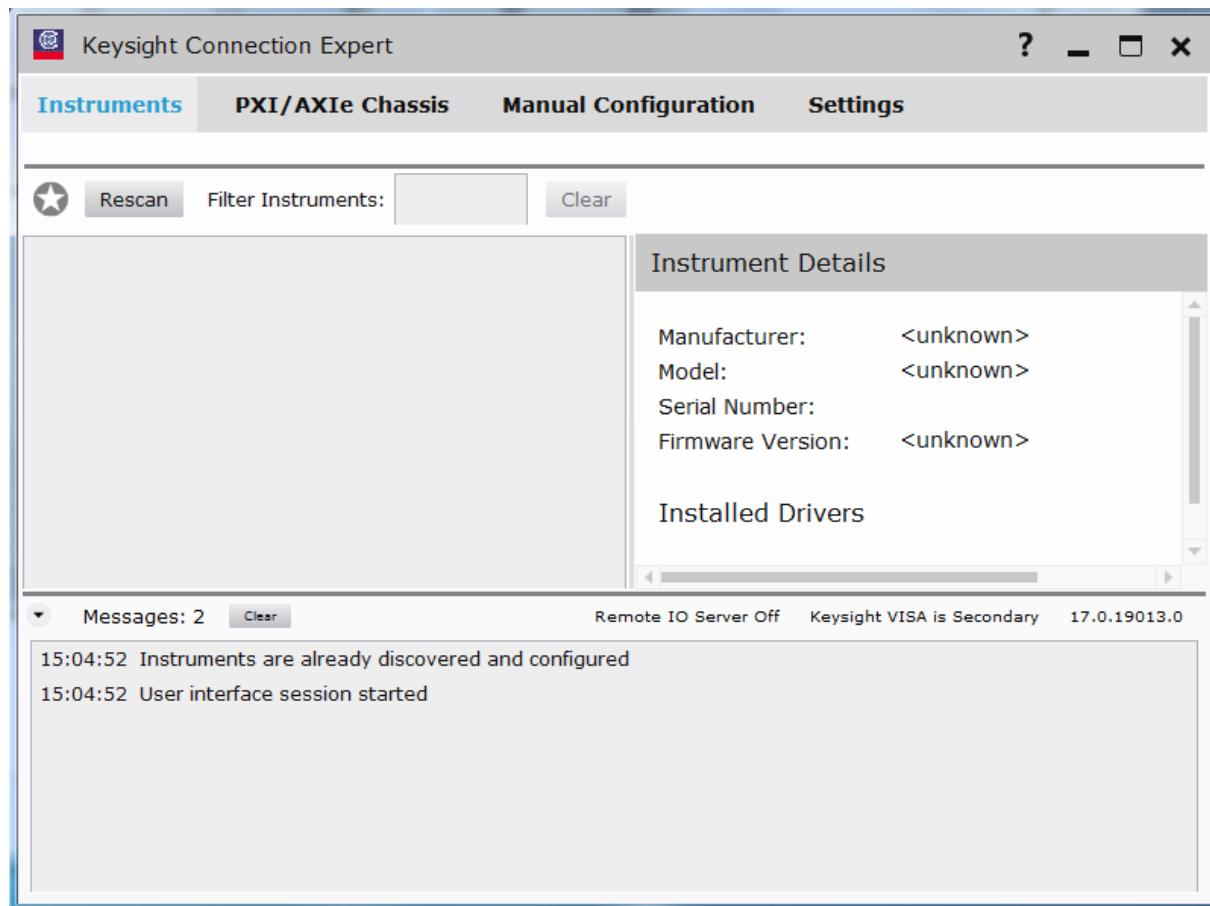
Na het toevoegen van het toestel kunnen we opnieuw alle algemene gegevens bekijken van het meettoestel, en de connectie testen. Van hieruit kan de firmware van het toestel ook geüpdatet worden.

Vanuit deze applicatie kunnen commando's worden verstuurd.

## 4.4.3 Keysight Interactive IO / IOLibSuite

Keysight Interactive IO is een softwarepakket die uit meerdere tools bestaat. Na de installatie lijkt er geen programma te zijn geïnstalleerd. Er is enkel een klein icoontje aan de taskbar van windows toegevoegd.

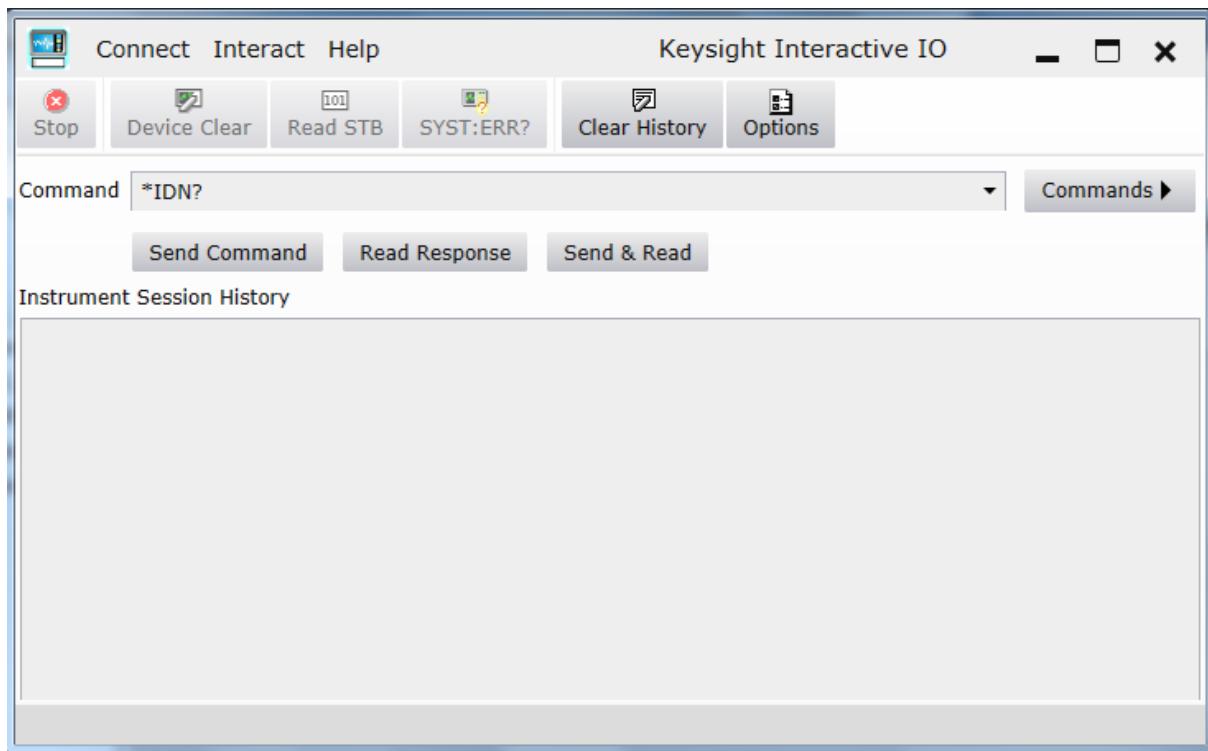
In de hoofdtool, Keysight Connection Expert, kan er worden gezocht naar alle aangesloten instrumenten, op eender welke poort, die VISA ondersteunt. Hier worden ook alle instellingen weergegeven i.v.m. connectiviteit en algemene instellingen.



Figuur 29 Keysight Connection Expert

Verder is er ook een Event Viewer, die standaard in Windows zit. Deze bevat informatie over alles wat op een pc gebeurd. Keysight heeft er voor gekozen om alle foutmeldingen hierin op te slaan.

De meest zinvolle tool in het pakket is Keysight Interactive IO. Met deze tool kunnen er commando's naar de gevonden toestellen worden verstuurd. Deze gaan van standaard SCPI-commando's die iedere machine kennen, tot al de commando's van ieder VISA toestel, zolang het toestel het commando ondersteunt.



*Figuur 30 Keysight Interactive IO*

Het is handig om al de commando's op voorhand eens te testen in deze tool, vooraleer er gebruik van te maken tijdens het programmeren.

Ook is het mogelijk om een reeks van commando's na elkaar, of in een loop uit te voeren. Foutmeldingen die zijn opgeslagen in het geheugen van het meettoestel kunnen hier ook bekijken worden. Als laatste kan het toestel ook worden gereset.

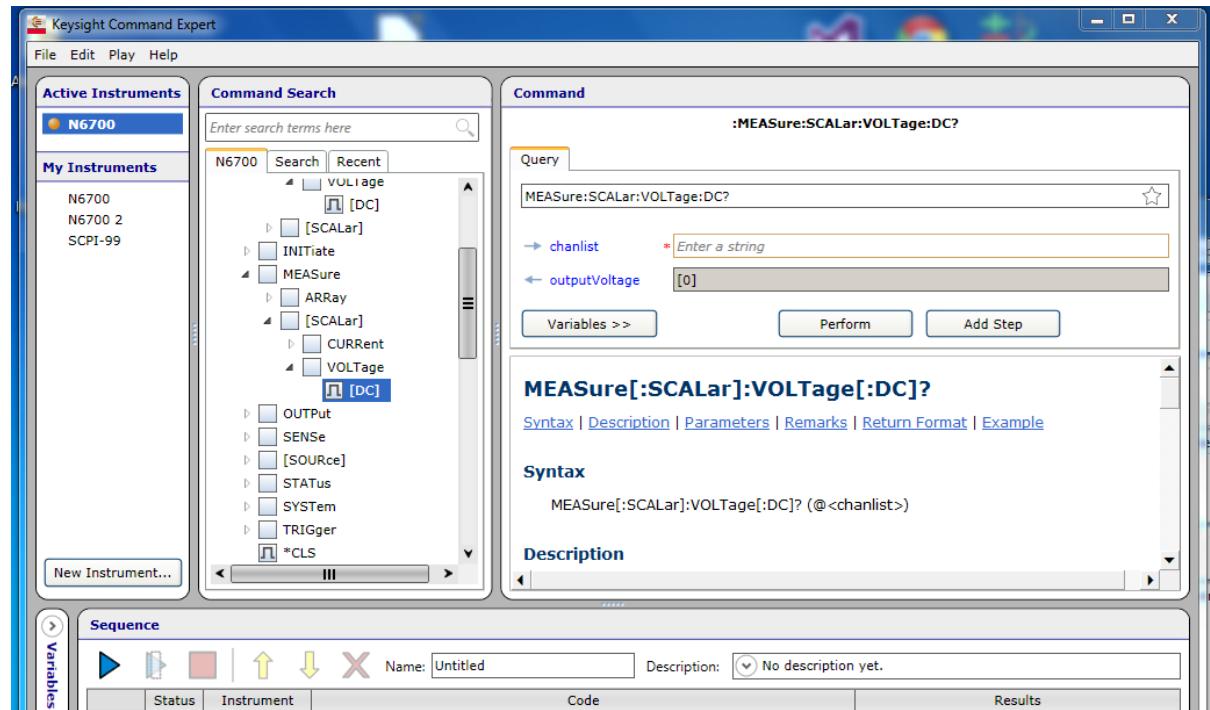
Keysight IO Monitor vangt alle berichten op die ieder toestel stuurt tijdens de communicatie.

#### 4.4.4 Command Expert

Dit programma is een handige tool om commando's op te zoeken zonder de gebruikershandleiding te doorbladeren.

Door de ingebouwde simulatiemeters kunnen alle commando's worden getest zonder dat er terplekke een powermeter aanwezig hoeft te zijn.

Of het nu gaat om een emulatie of een echte meter, het toestel moet eerst worden toegevoegd via de "new instrument" setup.



Figuur 31 Command Expert

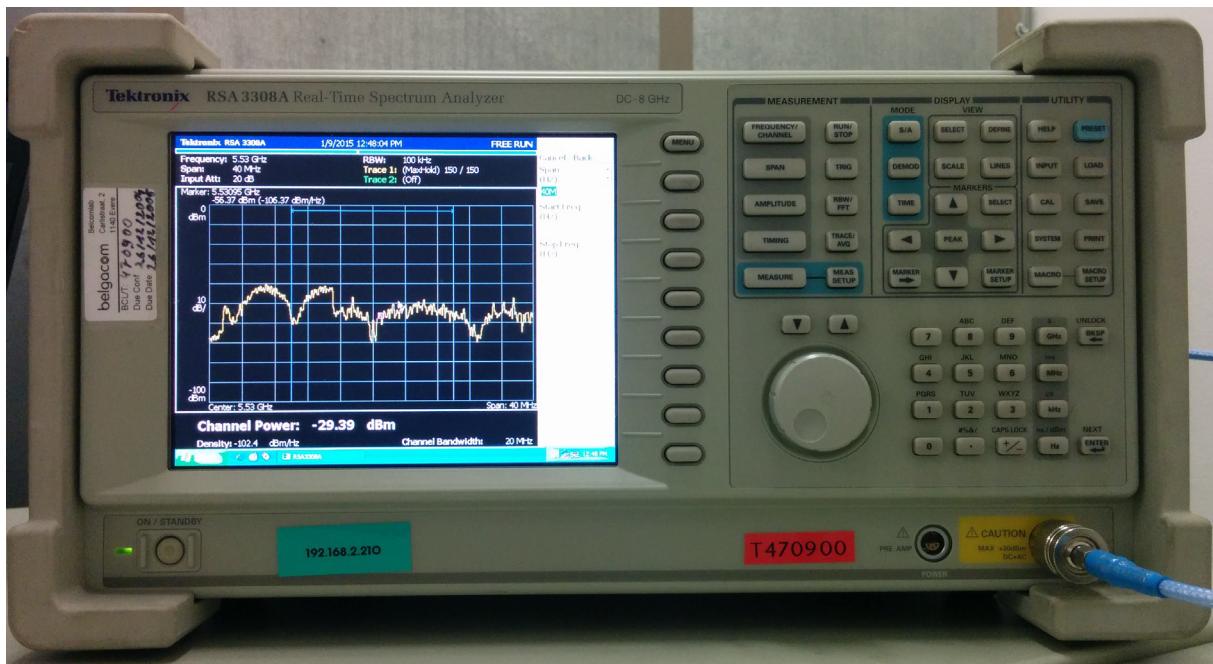
Indien een lab om één meter zou gaan, kan deze tool ook worden gebruikt voor een automatisering, en verschillende commando's in een loop na elkaar uit te voeren.

Opmerking: Vooraleer dit programma kan gebruikt worden moet de Keysight Interactive IO Library worden geïnstalleerd.

## 4.5 Tektronix RSA3308A Spectrum Analyzer

De RSA3308A is een real-time spectrumanalyzer met een RF meetwaarde tot 8GHz. De architectuur is verschillend met die van traditionele instrumenten en is in staat om continu, intermitterende en willekeurige signalen uit te lezen. De golfvormen kunnen worden weergegeven in verschillende formaten zoals frequentie versus amplitude, tijd versus amplitude, tijd versus frequentie, enz.

In de eerste instantie wordt de spectrumanalyzer gebruikt zoals de powermeter om het aantal dBm uit te lezen. Hier zijn echter nog vele andere mogelijkheden en instellingen die een rol spelen. De bachelorproef en de stageopdracht zijn echter gelimiteerd tot het kunnen aanspreken en onderzoeken van deze toestellen, zonder exact te weten wat elke functie doet. Deze zijn allemaal zijn toch weer te vinden in de handleiding.



Figuur 32 Tektronix RSA3308A

Het eigenaardige aan de spectruumanalyzer is dat deze op een normale Windows XP draait, met enkele extra drivers en tools voor de verschillende in- en uitgangspoorten en de verschillende knoppen.

Bij het aansluiten van een toetsenbord en een muis kan de spectruumanalyzer als een normale pc worden gebruikt. Dit wil zeggen dat er extra toepassingen bij deze machine kunnen worden geïnstalleerd, of kleine aanpassingen kunnen worden gedaan zoals het aansluiten van netwerkdrives. Het programma, dat ook te zien is op bovenstaande afbeelding, is een normale Windows toepassing, maar fungeert tevens als firmware voor de spectruumanalyzer.

Indien gewenst kunnen de knoppen op de panelen worden genegeerd, en kan het programma dus ook bestuurd worden met toetsenbord en muis.

## 4.5.1 TekVISA

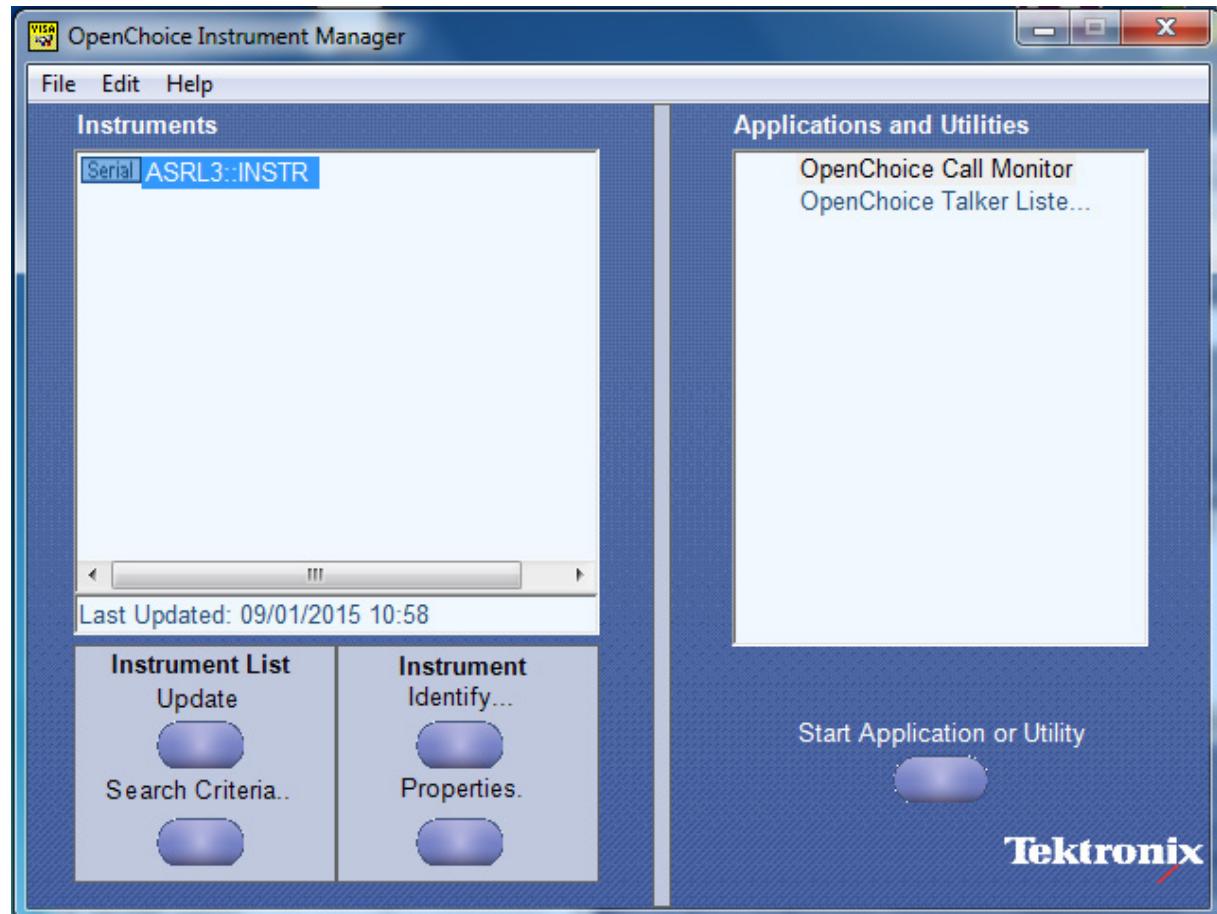
TekVISA is vergelijkbaar met Keysight Interactive IO. Beide hebben ongeveer dezelfde functies. Software pakket bestaat uit drie onderdelen: OpenChoice Instrument Manager (VISA resource manager), OpenChoice Call Monitor en OpenChoice Talker Listener.

### 4.5.1.1 OpenChoice Instrument Manager

Instrument Manager kan ieder instrument met VISA ondersteuning die op dat moment op een of andere manier aangesloten is aan de computer waar de tool op geïnstalleerd is opzoeken.

Voor ieder toestel kunnen een enkele eigenschappen worden bekijken zoals de soort connectie, naam, VISA adres en website indien web-management beschikbaar is

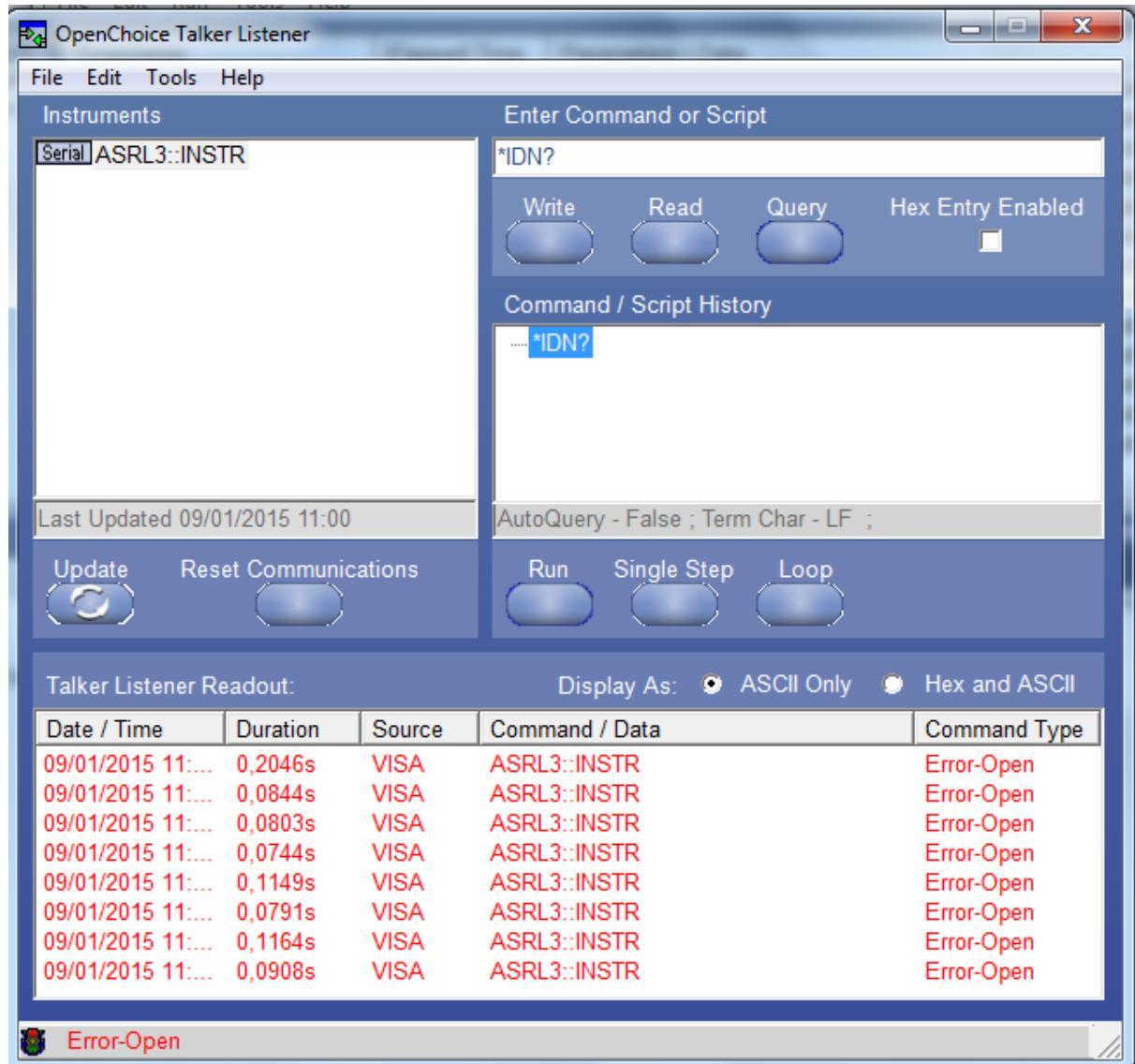
In het rechter gedeelte kunnen de overige twee programma's opgestart worden.



Figuur 33 OpenChoice Instrument Manager

#### 4.5.1.2 OpenChoice Talker Listener

Deze laatste tool, Talker Listener is, is de belangrijkste van de drie OpenChoice programma's.



Figuur 34 OpenChoice Talker Listener

Net zoals in de Instrument Manager worden hier al de verschillende instrumenten opgesomd. Daarbovenop kunnen er ook nog eens commando's worden verstuurd. In tegenstelling tot Command Expert van Keysight, zijn deze commando's nergens in de tool zelf terug te vinden. Alle commando's zijn terug te vinden in de programming guides van de meettoestellen.

Ook hier is het mogelijk om een gedeeltelijke automatisering uit te voeren door verschillende commando's na elkaar uit te voeren of een loop te maken. De resultaten van de commando's komen onder in het scherm weer, samen met de foutmeldingen, indien deze optreden.

#### 4.5.1.3 OpenChoice Call Monitor

Call Monitor houdt iedere actieve connectie met een meettoestel in de gaten. Indien er commando's worden gebruikt, of er fouten voorkomen wordt er in deze tool een soort log bijgehouden.

Er is een mogelijkheid om logs ook op te slaan in tekstbestanden.

The screenshot shows a Windows application window titled "OpenChoice Call Monitor". The menu bar includes File, Edit, Run, Tools, and Help. The main area is a table with three columns: "Timestamp", "Elapsed Time", and "Parameters / Data". The table contains 15 rows of data, each representing a call event. The "Elapsed Time" column shows values like 0.0209s, 0.0227s, etc. The "Parameters / Data" column shows repeated calls to "viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)" at various timestamps. The bottom right corner of the window features the Tektronix logo.

Timestamp	Elapsed Time	Parameters / Data
09/01/2015 11:01 29.643	0.0209s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 34.303	0.0227s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 34.343	0.0112s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 34.383	0.0153s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 34.423	0.0209s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.023	0.0169s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.093	0.0112s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.143	0.0100s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.183	0.0109s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.583	0.0186s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.653	0.0209s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.703	0.0117s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)
09/01/2015 11:01 35.753	0.0208s	viOpen(0x4f90d20, "ASRL3::INSTR", 0, 5000, 0x0) - (0xbfff0...)

Figuur 35 OpenChoice Call Monitor

#### 4.5.2 Firmware

Voor het gebruik maken van remote connecties via LAN waren er enkele problemen. Deze konden alleen maar worden opgelost door de firmware van het toestel te updaten.

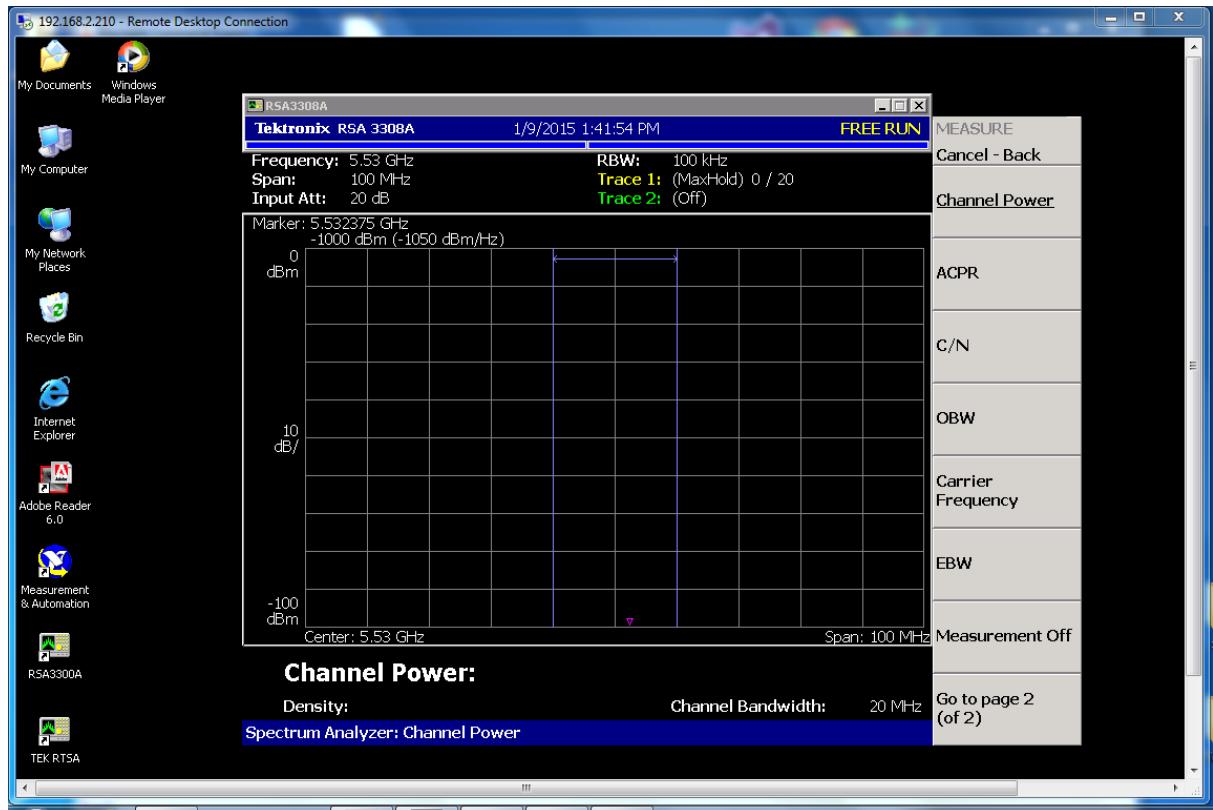
Tijdens een firmware-update kan er altijd een onverwachte fout optreden. In het labo kan men het toestel geen enkele maanden missen indien er een fout zou optreden. Omwille van deze reden moest er eerst contact opgenomen worden met de klantendienst. Deze bevestigde dat de kans dat een update fout loopt minimaal is. De firmware-update zelf was zeer eenvoudig. Na het volgen van het stappenplan voor de update, werd het programma van de spectruumanalyzer opnieuw geïnstalleerd.

Na deze update kon er eindelijk gebruikt worden gemaakt van remote connecties over LAN en VXI.

### 4.5.3 Remote Desktop

Mits de spectруmanalyzer draait bovenop een Windows XP besturingssysteem, kunnen er buiten het nodige programma andere dingen worden geïnstalleerd en is het volledige Windows systeem beschikbaar.

Een handige tool voor remote control is Remote Desktop ingebouwd in Windows. Na het aanmaken van een gebruiker voor Remote Desktop, kan via deze connectie ook het programma die de spectруmanalyzer bestuurd ook bediend worden.



Figuur 36 Spectруmanalyzer remote desktop

Deze besturing was echter beperkt tot het aanpassen van instellingen. Het starten van een test gaf het resultaat van de test niet weer op de Remote Desktop.

Het is wel een handige tool, en zelf als er een mogelijkheid was om via Remote Desktop de testresultaten uit te lezen, is er geen automatisering mogelijk via deze weg.

## 4.6 Hoe connecteren?

For control via instrument - U						
For control via instrument - RS-232 interface						
For control via instrument GPIB interface						
Instrument	Model	GPIB to PC via PCI/PCIe®	GPIB to PC via USB	GPIB to PC via LAN	RS-232 to PC via LAN	E5810A
Frequency Counters	53140 Series, 53150 Series		•		•	E5810B
Power Meters	EPM Series, EPM-P Series NI191xA P-Series N432A 8990B		•	•		E5810A

Figuur 37 connectie gids voor Agilent

Bij gebrek aan / door de hoge kostprijs van, GPIB en seriële PCI-kaarten of kabels kunnen deze niet worden gebruikt. Zelfs dan is het zeker en vast af te raden omwille van verschillende redenen:

- Deze kabels zijn beperkt qua lengte.
- Bij aankoop van een extra meettoestel is er geen uitbreiding meer mogelijk.
- Adressen kunnen niet altijd op voorhand worden vastgelegd.
- Het geschreven programma is verplicht om te draaien op de machine waar alle apparaten zijn op aangesloten.

De LAN-poort is de ideale oplossing voor alle bovenstaande problemen. In de meeste gevallen is er op een computer maar één LAN-poort beschikbaar, en deze is al in gebruik voor een netwerk. Maar een hub is maar een kleine kost. Het kost ook geen moeite om een hub bij te plaatsen in een kleine testomgeving.

Een cat5 LAN-kabel heeft een door de standaard vastgestelde maximum lengte van honderd meter, t.o.v. enkele meters. Deze lengte zou nog eens kunnen worden verlengd door een extra repeater toe te voegen.

Door het instellen van vaste IP-adressen hebben beide meters een vooraf gekend adres, die vanop iedere computer kan worden aangesproken.

Het programma kan op elke computer werken, zolang deze computer op het netwerk wordt aangesloten. Binnen Belgacom wil dit zeggen dat men een speciale technische-pc of test-pc moet aanvragen.

Dit gezegd zijnde kan er nadien nog steeds gekozen worden voor een van de andere aansluitingen. Zolang het VISA-adres veranderd wordt, zou theoretisch gezien iedere toepassing moeten blijven werken.

Er zijn 4 soorten poorten op de powermeter waarmee er mogelijk een connectie zou kunnen worden gestart:

- GPIB
- Serieel
- USB
- LAN

Dezelfde poorten zijn ook beschikbaar op de spectrometanaalizer.

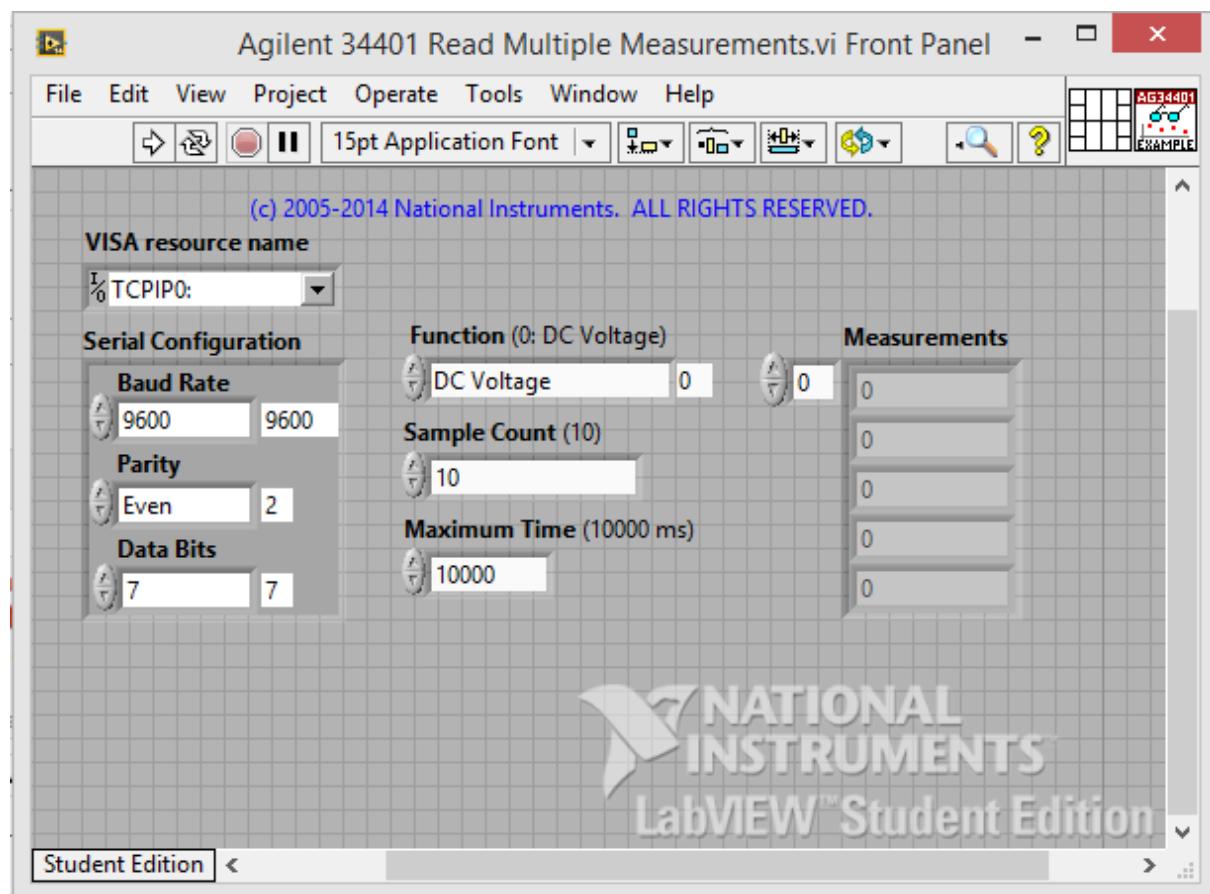
## 4.7 Andere

### 4.7.1 LabVIEW

LabVIEW is een programma van National Instruments. De meeste toestellen die VISA ondersteunen kunnen worden aangesproken in LabVIEW.

Soms levert de fabrikant van een niet VISA-ondersteunend toestel een aparte driver voor functionaliteiten in LabVIEW. Dit is zo het geval bij de verzwakkers van Vaunix.

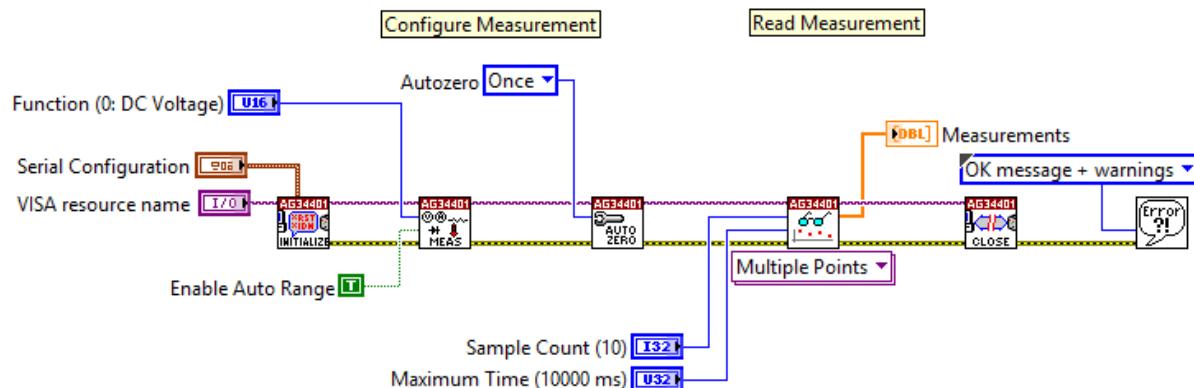
De volledige automatisering zou hierdoor dus perfect mogelijk te ontwikkelen zijn in deze omgeving. Het voordeel om op deze manier te werken is, dat er een minieme programmeerkennis nodig is. Het is een tool waar er grafisch mee kan worden ontwikkeld. Klik op een element, en de code wordt geschreven.



Figuur 38 LabVIEW voorbeeld

Toch wordt er nog steeds verwacht dat er basis programmeerkennis is, zoals wat een if-structuur doet. Verschillende voorbeeldprojecten die zijn meegeleverd met de software kunnen daarbij helpen.

Logica is ook niet overbodig. Voor een programmeur klinkt het misschien logisch waarom sommige procedures eerst worden uitgevoerd omdat anderen niet kunnen werken. Voor anderen personen weer niet. Dit kan zowel gebeuren bij het opstellen van een routine in LabVIEW, als het gebruiken van SCPI commando's om data op te halen of instellingen te veranderen.



Figuur 39 LabVIEW schema voorbeeld

LabVIEW beschikt ook over de nodige functionaliteit om gegevens te exporteren naar verschillende applicaties en databases.

Via de LabVIEW Database Connectivity Toolkit kunnen er snel connecties naar databases worden gelegd en vereenvoudigd database bewerkingen. Zonder enige kennis van Structured Query Language (SQL) kunnen de meest voorkomende queries worden uitgevoerd. Indien er complexere zaken moeten gebeuren, kunnen SQL queries worden gebruikt.

De toolkit heeft ook een API die verschillende soorten databases kunnen aanspreken:

- Microsoft Access
- Microsoft SQL Server
- Oracle MySQL
- Visual FoxPro
- dBase
- Paradox

Het grootste voordeel, t.o.v. zelf een programma te schrijven is dat LabVIEW crossplatform zou moeten werken. Dit wil zeggen dat er bijvoorbeeld een embedded toestel zoals een Raspberry Pi zou kunnen worden gebruikt om de functies uit te voeren, maar ook een normale desktop pc die draait op Windows.

Er zijn twee redenen waarom er niet gekozen is om LabVIEW te gebruiken voor deze stage. De eerste reden is de kostprijs en het aanvragen van licenties binnen Belgacom. De kostprijs start op 995 euro en kan oplopen tot 8960 euro.

De procedure om nieuwe software aan te vragen binnen het bedrijf kan zeer lang duren. Het duurde drie weken voordat Visual Studio officieel kon worden gebruikt op een pc, terwijl die licenties al in het bedrijf aanwezig waren.

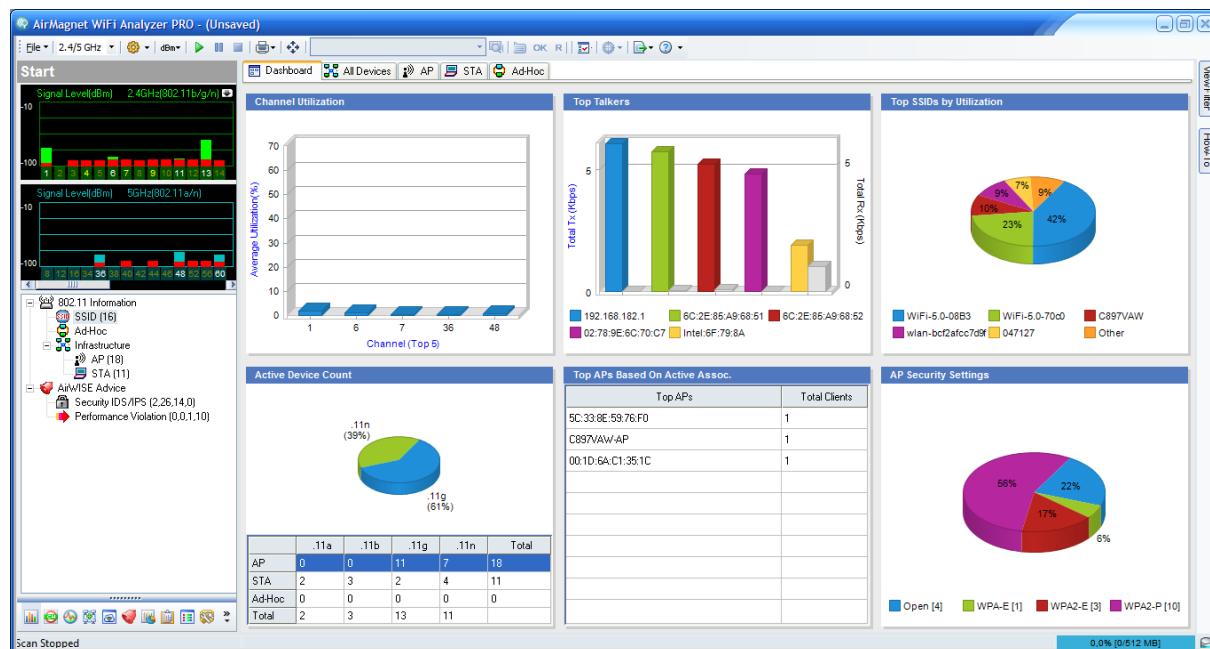
Nadien bleek dat LabVIEW wel in het labo aanwezig was, maar de programmering in .NET was al volop bezig.

De tweede reden is dat er kennis van het programma nodig is om vlot metingen te kunnen uitvoeren. Het is niet de bedoeling dat er eerst een cursus wordt gegeven in het labo voor dat er kan gewerkt worden met een uitgewerkte automatisering. Windows programma's met een simpele gebruikersinterface zijn voor de meeste mensen nog altijd het makkelijkst te gebruiken.

## 4.7.2 AirMagnet WiFi Analyzer

AirMagnet WiFi Analyzer is de industrie standaard tool voor het maken van mobiele audits en het opsporen van problemen in draadloze bedrijfsnetwerken. AirMagnet WiFi Analyzer helpt de IT-medewerkers snel problemen op te lossen voor de eindgebruiker, terwijl het automatisch bedreigingen op het draadloos netwerk detecteert. De analyzer stelt netwerkbeheerders in staat om gemakkelijk testen uit te voeren en een diagnose op te stellen. Er wordt getest op: throughput, connectiviteitsproblemen, toestelconflicten en multipath problemen.

Het programma kan rapporten genereren, inclusief draadloze PCI compliance, SOX en ISO. Dit brengt automatisch alle netwerk informatie in kaart. De analyzer ondersteunt ook de nieuwste wifi standaard (802.11ac).



Figuur 40 Airmagnet: Dashboard

### 4.7.2.1 Data files AirMagnet

Airmagnet toont de data in real time terwijl het programma gegevens aan het verzamelen is. De buffer in het programma is gelimiteerd, hierdoor wordt oude data automatisch overschreven met nieuwe data indien de buffer vol zit. Om deze data toch te behouden moet de data worden opgeslagen.

AirMagnet WiFi Analyzer ondersteunt de volgende bestandsindelingen:

- amc: AirMagnet's proprietary file format, which can play back the saved data as if you were playing a video. It lets you revisit the data in the way they were captured. ~ trace file
- epc: Ethereal's file format.
- cap: Sniffer's file format.
- amm: AirMagnet proprietary file format used for supporting Capture to Disk and Multi-adapter. Saving to this format is available only when one of these functions is enabled.
- pcap: Files saved with the 802.11+ radio option.

Deze bestanden zijn vooral te gebruiken binnen AirMagnet zelf.

#### 4.7.2.2 Data CSV

Er is ook een mogelijkheid om data te exporteren naar CSV-bestanden. Dit is echter niet goed geïmplementeerd. Er zijn in totaal 10 verschillende bestanden tijdens een export. Vele van deze gegevens komen dubbel voor in verschillende bestanden.

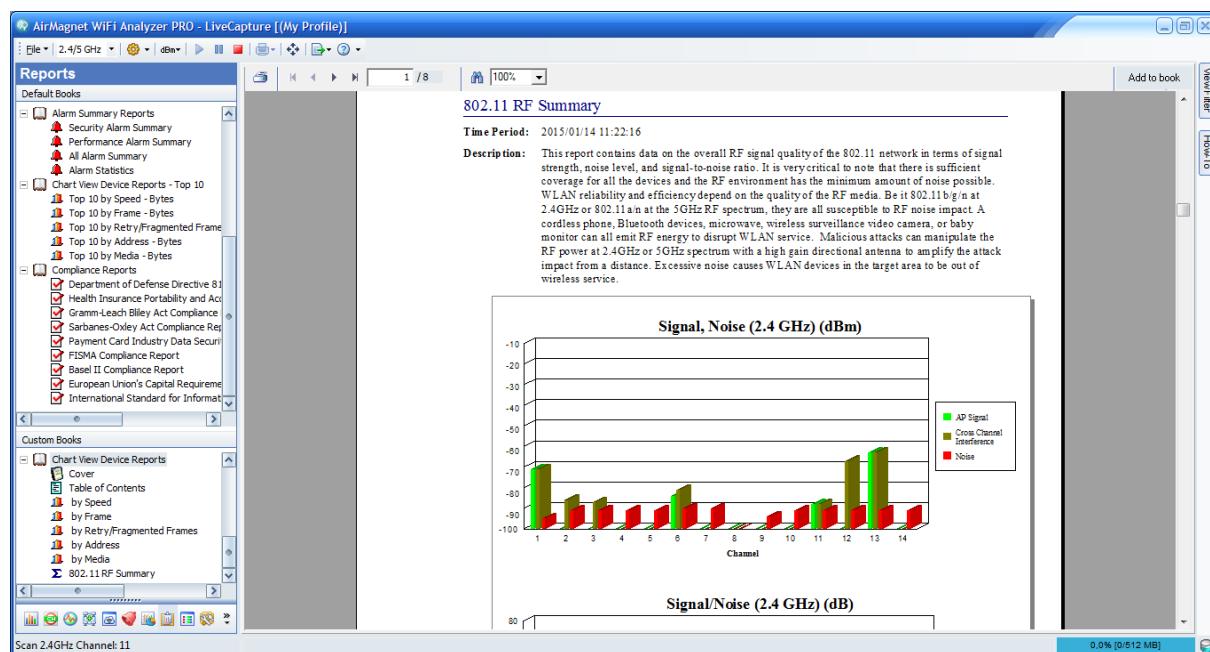
Meer dan de helft van deze bestanden volgen ook niet de typische indeling voor dit type bestand. Een goede indeling zou op de eerste lijn een beschrijving hebben van iedere kolom, gescheiden door een leesteken en daaronder data.

Bijvoorbeeld:

naam, voornaam, jaar, klas  
Van Varenberg, Xavier, 1991, NMCT  
Van Steenberghe, David,,NMCT

In de slechte versies van Airmagnet wordt er per datalijn horizontaal een kolom geplaatst. Per resultaat variëren deze kolommen. Hierdoor wordt dit al veel moeilijker om deze bestand programmatisch te overlopen.

Uiteindelijk zijn er maar twee van de tien bestanden die nuttige info verschaffen voor het labo, beide bestanden bevatten ongeveer dezelfde gegevens.



Figuur 41 AirMagnet: rapport

#### **4.7.2.3 Licentie**

De licentie voor Airmagnet wordt gekoppeld aan een netwerkkaart of aan een PC.

Wanneer de licentie is gekoppeld aan een externe netwerkkaart kan airmagnet, samen met de netwerkkaart op eender welke PC geïnstalleerd worden.

Indien de licentie is gekoppeld aan een interne netwerkkaart kan Airmagnet enkel gebruikt worden op die PC.

Als Airmagnet is gekoppeld aan een PC, kan deze licentie worden gebruikt op iedere netwerkkaart, voor in de PC.

Om toch de licentie over te dragen naar een andere PC moet er eerst contact opgenomen worden met de support dienst. Het MAC-adres dat gelinked is aan het programma, zal dan gereset worden. Misschien dat het programma ook werkt op een andere PC indien het MAC-adres van de kaart handmatig wordt gewijzigd naar het adres dat gelinked is aan het programma.

In ieder zal Airmagnet niet kunnen draaien op de algemene PC die de automatisering zal uitvoeren.

Voor het ondersteunen van 802.11ac, moet er in het labo een update aangevraagd worden, alsook een nieuwe licentie voor deze update.

#### **4.7.2.4 Probleem voor automatisering**

Ondanks Airmagnet het mogelijk maakt om data op te slaan via enkele bestandenformaten, is dit geen oplossing om data op te slaan voor iedere cyclus binnen de automatisering. Er zou handmatig tussen iedere cyclus data moeten worden opgeslagen.

Op het einde van iedere test, zou er wel eventueel handmatig een geëxporteerde CSV-bestand kunnen worden opgeslagen in een database. Zoals besproken zijn vele van deze bestanden niet nuttig. Bovendien wordt het programma binnenkort geüpdatet en is er dan ook nog eens kans dat de bestanden anders zijn ingedeeld.

Er is ook geen API of SDK beschikbaar die het mogelijk maakt om het programma vanuit een programmeer omgeving aan te sturen. Het is ook niet mogelijk het programma aan te spreken d.m.v. command-line.

Airmagnet beweert de beste te zijn voor grote bedrijven en het professionele testen en auditen van netwerken. Door het ontbreken van eender welke mogelijkheid om het programma aan te spreken en rechtstreeks data uit te lezen, is deze bewering minder waar.

Dit programma wordt weggelaten uit de automatisering, en wordt dus verder ook niet meer besproken.

## 5 Netwerk

Het netwerk voor deze testopstelling is een zeer basisnetwerk. Dit komt door verscheidene factoren en limieten binnen in het labo en het bedrijf.

### 5.1 Regels en beperkingen binnen het bedrijf.

Om te beginnen zijn er twee soorten netwerken aanwezig binnen het testlabo. Een normale internetlijn, en een lijn naar het intranetwerk te Brussel. Volgens de kleurencode zijn al de kabels voor deze tweede lijn oranje.

Ook zijn er twee soorten computers die kunnen worden gebruikt. Een eerste soort is de normale werk-pc of boost-pc die iedere werknemer heeft. Deze pc mag enkel en alleen op het intranet worden aangesloten. Het inloggen gebeurt aan de hand van het per-nummer. (Een per-nummer is een identificatie nummer voor iedere werknemer.) Er kan enkel worden ingelogd binnen het Windows-domein. Binnen de hoofdgebouwen van Belgacom is dit geen probleem aangezien het hele netwerk een intranetwerk is.

Op deze pc's mag en kan er niets worden geïnstalleerd zonder goedkeuring en toestemming van IT. Freeware programma's worden meestal binnen de dag, of de volgende dag goedgekeurd. Gelicentieerde programma's zoals Visual Studio Professional of Ultimate duren echter langer om aan te vragen. Al zijn deze licenties aanwezig binnen de organisatie. Ondank het gaat om een bedrijfslicentie, heeft het toch drie weken geduurd om er één te krijgen.

Een tweede soort pc die verkrijgbaar is, is een technisch-pc. Deze pc mag enkel en alleen op de buitenlijn worden aangesloten. Indien deze wordt aangesloten op het intranet zal er een alarm afgaan op de server. Deze pc's worden uitgeleend op naam en kunnen ieder moment worden teruggeroepen. Om de paar weken moeten deze verplicht worden geüpdatet.

Op deze pc zijn er administratie rechten toegekend aan de gebruiker. Er kunnen programma's worden geïnstalleerd en instellingen worden aangepast zonder telkens IT support te contacteren. Licenties zijn echter nog steeds verplicht.

Op deze pc's staat standaard Windows 7 geïnstalleerd. Indien er een ander besturingssysteem gewenst wordt, moet dit op voorhand worden gemeld.

## 5.2 Planning

Er zijn praktisch geen netwerk toestellen aanwezig. Deze toestellen aanvragen is ook weer niet zo eenvoudig, gebeurt ook langs de IT dienst, of moeten besteld worden. In het labo waren er enkele LAN-hubs en één layer-2 switch aanwezig.

Het eerste idee was om met 3 Virtual Local Area Networks (VLAN) te werken. Eén voor de meettoestellen, één voor alle pc's (met toegang tot het internet), en een laatste voor IPERF. Met enkel een layer-2 switch waar ook geen intern routing beschikbaar is, is dit echter niet mogelijk. In het labo te Brussel was er nog een extra switch aanwezig die is overgekomen naar Assebroek. Deze bleek echter ook een layer-2 switch te zijn.

Bij het gebrek aan een layer-3 switch of een deftige router, ging er een voorstel naar de stagebegeleider om zelf een router te maken van een pc via pfSense of DD-WRTX86. Dit idee was afgekeurd met de reden dat het een zo simpel mogelijke oplossing moest blijven. Als er ooit problemen waren met het netwerk moest dit oplosbaar zijn door de mensen aanwezig in het labo.

Uiteindelijk is er dan maar gebruik gemaakt van de layer-2 switch en subnetting. Er zijn 2 subnetten aanwezig in het netwerk. De ene is een vast subnet (192.168.2.x/24) die wordt gebruikt voor alle meetapparaten en pc's.

Het andere subnet voor IPERF en de toestellen die daar aan zijn verbonden. Die laatste hangt af van het subnet waarin de router of videobrigde, die wordt getest, zich bevindt. Bij het testen van een wifi op een bbox zal dit het 192.168.1.0/24 subnet zijn. In het vaste subnet wordt er geen internet voorzien. Indien er internet vereist is, wordt dit in het subnet voorzien langs de IPERF kant.

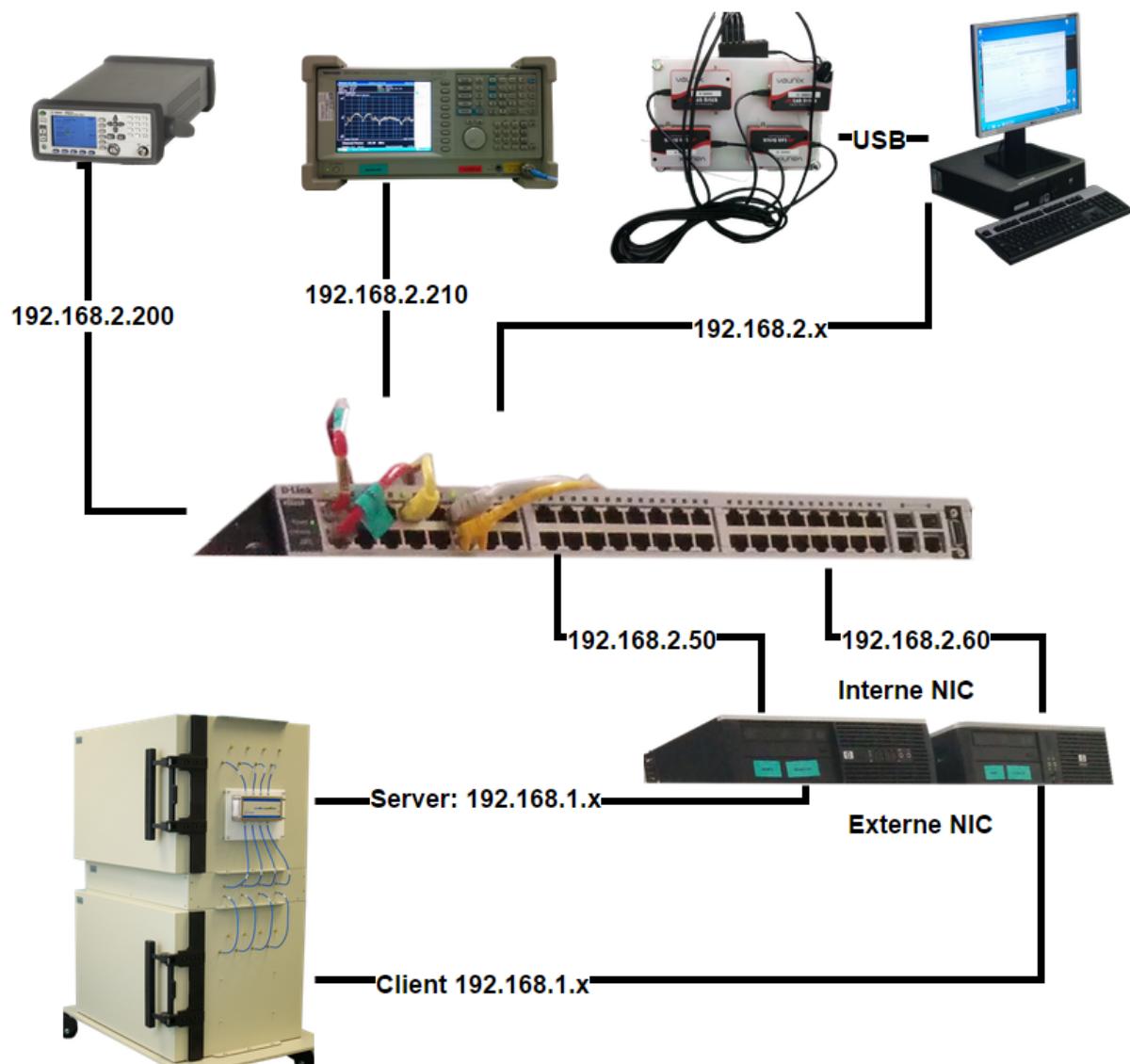
Er was ook het idee om IPERF op één pc te draaien, i.p.v. twee zoals nu het geval is. Dit zou kunnen worden gerealiseerd door gebruik te maken van 3 netwerkkaarten en twee virtuele machines (VM) op één pc. Een verbinding van de ene netwerk kaart naar de server kant van IPERF, de andere naar de client kant van IPERF.

De laatste kaart dient dan om aangesloten te worden op het netwerk om via de pc die alles zal besturen SSH commando's te kunnen versturen. Ook dit werd afgekeurd met dezelfde reden dat wanneer er problemen zouden zijn deze moeten kunnen worden opgelost binnen het labo. Er is geen kennis aanwezig over VMs.

Uiteindelijk is er gekozen om twee subnetten te gebruiken, en 2 technische-pc's voor IPERF met elk twee netwerkkaarten. De interne kaart wordt gebruikt op het 192.168.2.0 subnet. De reden hiervoor is dat de interne netwerkkaarten geen GigabitEthernet (GE) poorten zijn, en deze dus niet kunnen worden gebruikt voor IPERF.

De verzwakkers worden via de USB-hubs rechtstreeks aan de PC gekoppeld.

De IPERF pcs zullen altijd gebruikt worden over SSH en hier hoeft dus geen beeldscherm voor voorzien worden. Indien er toch iets moet veranderd worden via de GUI, kan er gebruik gemaakt worden van de KVM-switch.



Figuur 42 Netwerkschema

## 5.3 Toestellen en servers

In dit gedeelte wordt er enkel beschreven welke toestellen er zijn, waarvoor die worden gebruikt, en een kleine redenering of achtergrond waarom er voor deze methoden zijn gekozen. Voor meer info over het instellen van deze toestellen, wordt er verwezen naar het tweede deel van de bachelorproef.

### 5.3.1 Switch

DES-3550 van D-LINK is de enige switch die beschikbaar was. Deze switch is een layer-2 switch en zal instaan voor het verbinden van alle toestellen en een klein LAN-netwerk op te bouwen. Deze switch heeft 48 10/100 Mb-poorten en twee Gb-poorten.

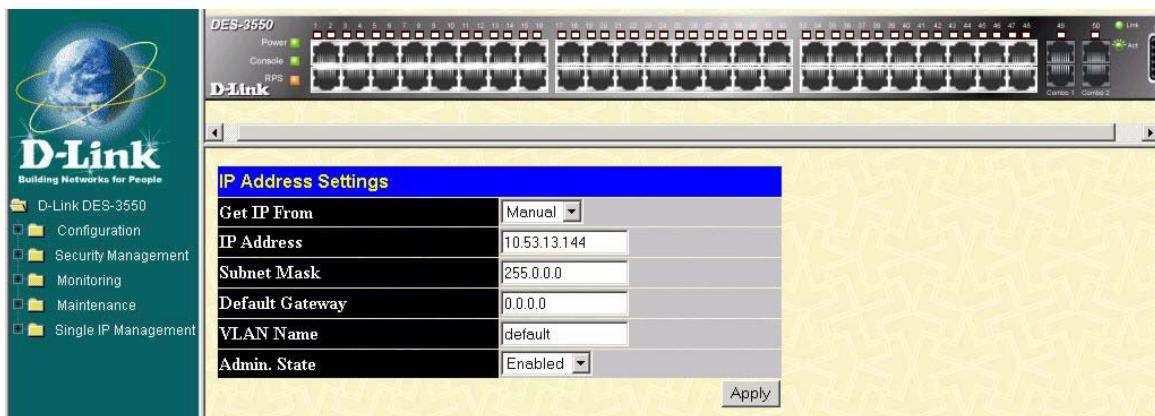


Figuur 43 DES-3550 switch

Voor de eerste initialisatie moet er gebruikt gemaakt worden van de seriële poort. In het labo is er geen seriële naar USB convertor, maar de meeste technische-pc's zijn gelukkig uitgerust met een seriële poort.

De verbinding tussen pc en switch via seriële poort kan worden opgezet met PuTTY. De eerste instelling die moet worden aangepast, is het management IP-adres van de switch.

Eens het management IP-adres is ingesteld kan de rest van de configuratie gebeuren, of via deze poort, een nieuwe connectie over LAN via PuTTY, of via de webbrowser. De webbrowser biedt een GUI aan voor de meeste commando's in de CLI.



Figuur 44 DES-3550 web-management

De switch ondersteunt vele zaken die weer te vinden zijn op andere professionele switches zoals: SNMP, link aggregation, port configuration, spanning trees, IGMP, STP, MST, VLANS, ... Deze termen zullen niet verder worden uitgelegd of worden gebruikt in deze bachelorproef.

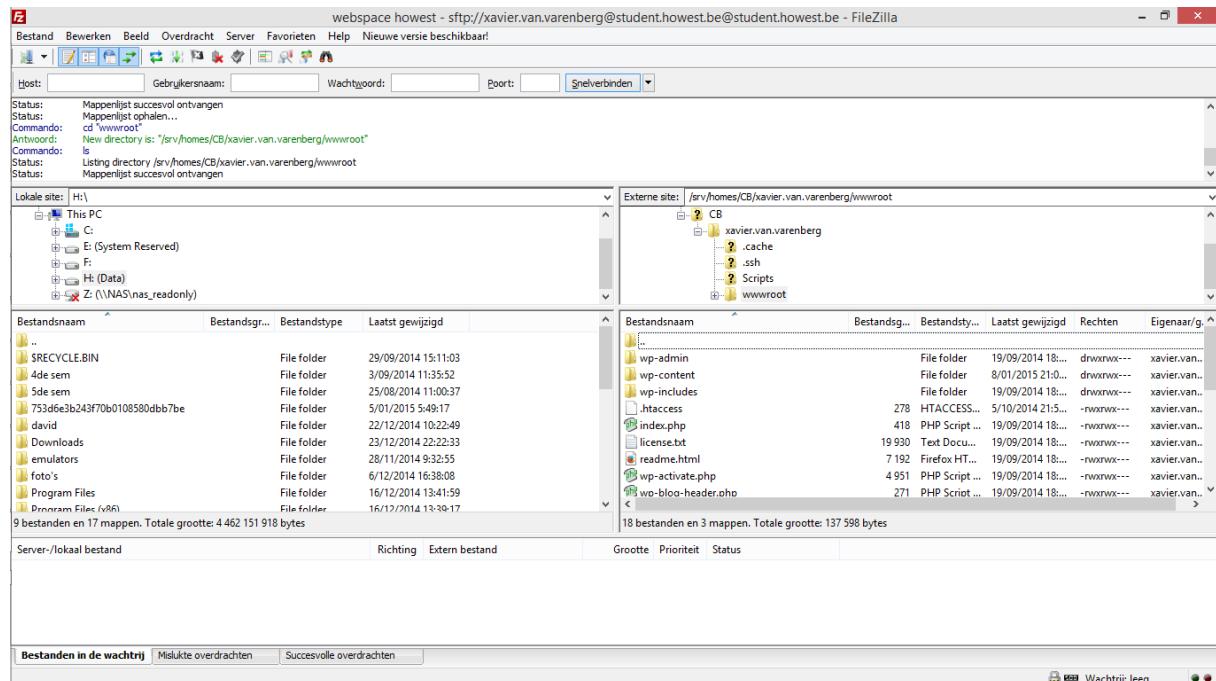
Bij het gebrek aan een Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)-server moet er op elke machine een statisch IP-adres worden toegekend. Op ieder toestel is er een sticker voorzien met een IP-adres voor dat toestel.

### 5.3.2 File-server

Voor het opslaan van de datafiles gegenereerd door AirMagnet WiFi Analyzer en de afbeeldingen van de spectrumanalyzer moet er een opslagplaats voorzien worden.

Hiervoor zijn er zowel in Windows als Linux verschillende manieren mogelijk. Bij Windows kan er gebruikt worden gemaakt van “delen in de thuisgroep”. Dit zit standaard in iedere Windows-omgeving, ook kan er thirdparty software gebruikt worden voor File Transfer Protocol (FTP) servers zoals FileZilla.

In Linux zijn de meest bekende tools samba, NFS en FTP.



Figuur 45 FileZilla

Na de installatie van de FileZilla Server moet er enkel nog een gebruiker aangemaakt worden. Op de machines waar toegang op moet voorzien worden, kunnen dan netwerkschijven worden aangemaakt a.d.h.v. de FTP-login gegevens.

### 5.3.3 Database

Ondanks er geen tijd meer was tijdens de stage om databases als opslagmedium voor de resultaten van de meting te gebruiken, is er gekozen om MySQL van Oracle te gebruiken.

De reden hiervoor is de kennis en ervaring met MySQL. Er zijn veel verschillende interfaces die kunnen worden gebruikt t.o.v. SQL Server van Microsoft.

De persoonlijke ervaring met SQL Server van Microsoft is alles behalve positief, dit vooral met dank aan de door Microsoft voorziene client genaamd SQL Management Studio.

Zowel Microsoft als Oracle hebben een gratis en een betalende versie voor hun servers.

MySQL is bovendien ook crossplatform, en kan dus zowel op Linux als Windows systemen werken.

Er is geen kennis van SQL nodig voor de personen die met de automatisering moeten werken. Met deze GUI kunnen ze perfect alle data opvragen, en desnoods ook verwijderen.

The screenshot shows the HeidiSQL interface. On the left is a tree view of the database schema, including the 'sakila' database which contains the 'actor' table. The main area displays the contents of the 'actor' table:

actor_id	first_name	last_name	last_update
1	PENELOPE	GUINNESS	2006-02-15 04:34:33
2	NICK	WAHLBERG	2006-02-15 04:34:33
3	ED	CHASE	2006-02-15 04:34:33
4	JENNIFER	DAVIS	2006-02-15 04:34:33
5	JOHNNY	LOLOBRIGIDA	2006-02-15 04:34:33
6	BETTE	NICHOLSON	2006-02-15 04:34:33
7	GRACE	MOSTEL	2006-02-15 04:34:33
8	MATTHEW	JOHANSSON	2006-02-15 04:34:33
9	JOE	SWANK	2006-02-15 04:34:33
10	CHRISTIAN	GABLE	2006-02-15 04:34:33
11	ZERO	CAGE	2006-02-15 04:34:33
12	KARL	BERRY	2006-02-15 04:34:33
13	UMA	WOOD	2006-02-15 04:34:33
14	VIVIEN	BERGEN	2006-02-15 04:34:33
15	CUBA	OLIVIER	2006-02-15 04:34:33
16	FRED	COSTNER	2006-02-15 04:34:33
17	HELEN	VOIGHT	2006-02-15 04:34:33
18	DAN	TORN	2006-02-15 04:34:33
19	BOB	FAWCETT	2006-02-15 04:34:33
20	LUCILLE	TRACY	2006-02-15 04:34:33
21	KIRSTEN	PALTROW	2006-02-15 04:34:33
22	ELVIS	MARX	2006-02-15 04:34:33
23	SANDRA	KILMER	2006-02-15 04:34:33
24	CAMERON	STREEP	2006-02-15 04:34:33
25	KEVIN	BLOOM	2006-02-15 04:34:33
26	RIP	CRAWFORD	2006-02-15 04:34:33
27	JULIA	MCQUEEN	2006-02-15 04:34:33
28	WOODY	HOFFMAN	2006-02-15 04:34:33
29	ALEC	WAYNE	2006-02-15 04:34:33

At the bottom, there is a command window with the following history:

```
30 SHOW COLLATION;
31 SHOW ENGINES;
32 SELECT * FROM `sakila`.`actor` LIMIT 1000;
33 SHOW CREATE TABLE `sakila`.`actor`;
```

Figuur 46 HeidiSQL als MySQL-Client

### **5.3.4 IPERF pc's**

Zoals eerder vermeld zijn beide IPERF pc's technische-pc's. De instellingen, buiten het uit te voeren IPERF commando blijft hetzelfde of dit nu gaat om een IPERF-server of client.

Voor testredenen moet er op beide IPERF pc's dual-boot voorzien worden met Windows die standaard al op de pc staat en Ubuntu. Er moet op ieder besturingssysteem kunnen worden ingelogd met SSH.

Aangezien Windows standaard geen SSH-server noch client heeft, moet er gebruikt gemaakt worden van thirdparty tools. Tijdens deze stage is er gekozen voor freeSSHd. Het is een freeware tool, en voldoet aan de eisen waarvoor we het nodig hebben. Een standaard wachtwoord zonder RSA-keys volstaat voor deze omgeving. In deze tool moet een gebruiker worden aangemaakt, en moeten er rechten worden toegekend om kenbaar te maken tot welke diensten de gebruiker toegang heeft.

Er moet tevens een systeempad worden voorzien naar de IPERF map om gemakkelijk de IPERF commandotool te gebruiken zonder telkens opnieuw naar de map te navigeren.

In Linux moet er ook een SSH-server worden geïnstalleerd als deze ontbreekt, de SSH-client zit in vele distributies al standaard ingebouwd. Zowel de IPERF-tool als SSH services worden in Linux verkregen via het apt-get commando.

### **5.3.5 Gebruikers-pc**

Op deze pc worden de volgende zaken geïnstalleerd:

- Alle bruikbare tools te vinden op de sites van de producenten;
- Alle drivers die nodig zijn voor de communicatie;
- Verzameling van alle documentatie omtrent ieder toestel en de programming guides;
- Het programma gemaakt tijdens de stage;
- PuTTY voor het instellen van de switch;
- FileZilla Server en MySQL, HeidiSQL

**Bij het opstarten van het lab, moet deze PC eerst worden opgestart. Indien er een aparte server PC komt in de toekomst, dient deze eerst worden opgestart.**

**Na het opstarten van de gebruikers pc worden alle gebruikte toestellen ingeschakeld. Pas na alle toestellen volledig zijn opgestart, kan het programma gebruikt worden.**

# 6 Programmeren

Door de netwerk gerelateerde keuzevakken in het 3<sup>de</sup> jaar, was er een tekort aan nodige programmeer kennis. Voor dit project is er nog veel opzoekingswerk nodig geweest bij gemiste kennis aan WPF & c#, MVVM, binding, threading, ...

## 6.1 Taal

Er is gekozen voor C# als programmeer taal. Ondanks de ontbrekende kennis omdat dit persoonlijk een nieuwe taal is, was de overgang van Java en Visual Basic (VB) naar C# echter niet zo een grote aanpassing.

De reden waarom er voor C# gekozen is ligt vooral aan de vrije keuze van de te gebruiken taal. De meeste nieuwe Windows programmeurs focussen zich vooral op deze taal. In NMCT en andere richting is dit te merken aan de aanpassingen van modules en overstappen van talen. Als editor werd er gebruikt gemaakt van Visual Studio.

“Windows Presentation Foundation (WPF) is een next-generatie presentatie systeem voor het bouwen van Windows-client toepassingen, met visueel verbluffende gebruikerservaringen. Met WPF kunt u een breed scala van zowel standalone en - browser gehoste applicaties creëren”

WPF GUI's worden geschreven in XAML. Als editor kan ook Visual Studio worden gebruikt, maar Microsoft heeft een programma genaamd Expression Blend voor het maken en designen van een GUI.

## 6.2 NuGet Manager

NuGet Manager wordt gebruikt in Visual Studio om packages aan een project toe te voegen. Deze packages bevatten ook libraries om extra functionaliteit toe te voegen zonder, al de code zelf te hoeven schrijven. Voor meer info over libraries, zie DLLs.

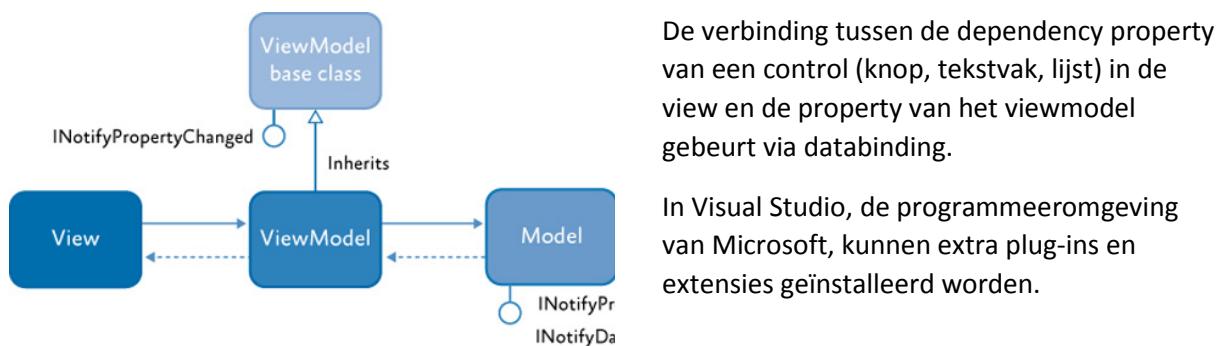
MVVM-Light en NLog zijn voorbeelden van twee packages die worden gebruikt in dit project.

## 6.3 MVVM Light

Een korte uitleg over het MVVM principe en communicatie tussen view en Viewmodel.

### 6.3.1 MVVM

Zoals eerder vermeld was er onvoldoende kennis inzake MVVM. MVVM of voluit Model-View-ViewModel is een programming model die de view (de GUI, gebruikersinterface) scheidt van de eigenlijke code.



Figuur 47 MVVM-model

Een extensie die een zeer grote hulp was om MVVM principe beter te begrijpen en toe te passen, na de nodige documentatie en voorbeelden te lezen was MVVM-Light. Deze extensie implementeert basis-klassen voor het mvvm principe.

Bij het aanmaken van nieuwe klasses wordt deze klasse geïmplementeerd in de nieuwe klasse. Dit zorgt ervoor dat we niet telkens in iedere klasse de code opnieuw moeten schrijven voor MVVM.

### 6.3.2 Messaging

Met MVVM-Light Messaging kan je van eender waar in de applicatie een bericht (event) sturen. Eender waar in het programma kan er geluisterd worden naar dit event. Bij het ontvangen van het event kan er een functie worden uitgevoerd voor dit deel van de applicatie. Er is ook de mogelijkheid om na het uitvoeren van de functie een antwoord terug te sturen. Messaging moet binnen dezelfde thread gebeuren.

### 6.3.3 Threading

Om het simpel te houden bestaat een programma uit één of meerdere processen. Iedere proces, bestaat op zijn beurt uit één of meerdere threads.

Bij het opstarten van een programma wordt er altijd gebruikt gemaakt van de main thread. Wanneer er een intensieve of langdurige taak moet worden uitgevoerd zoals het ophalen van data uit een database, is het beter om dit op een aparte thread te uit te voeren.

Enkele voorbeelden van threading zijn: background worker, tasks, timer, enz.

## 6.4 NLog

NLog is ook een extensie, deze maakt het gemakkelijker om logging te voorzien in een programma. Logs kunnen worden uitgelezen naar verschillende targets:

- bestanden
- Windows event log
- database
- command-line
- e-mail
- trace
- custom targets zoals controllers
- ...

Er is ook cross-platform support voor: .NET Framework, .NET Compact Framework en Mono (op Windows en UNIX).

## 6.5 DLLs

Een Dynamic Link Library (DLL)-bestand is een bestand dat door programma's wordt gebruikt om code en andere bronnen te delen die nodig zijn om bepaalde taken uit te voeren. Microsoft Windows bevat diverse DLL-bestanden met functies die programma's nodig hebben om in de Windows-omgeving te kunnen functioneren.

Dit kan gaan van het openen, sluiten en data ophalen van databases en toestellen, tot een zelfgeschreven DLL die verschillende kleine functies bevat en in meerdere programma's kan worden hergebruikt.

### 6.5.1 VISA COM 5.2

Om de powermeter en spectrumanalyzer aan te spreken wordt er gebruikt gemaakt van Ivi.Visa.Interop.dll.

Dit is een DLL van IVI Foundation, en zou moeten werken op ieder toestel die VISA ondersteunt.

Deze DLL zorgt ervoor dat er gemakkelijk een connectie kan worden gelegd tussen een PC en een VISA-compliant toestel, SCPI-commando's kunnen worden verstuurd om instellingen te veranderen en data op te halen, alsook het beheren van verschillende toestellen m.b.v. een resource manager.

Er is ook een mogelijkheid om te luisteren naar verschillende events die een toestel kan uitzenden, mits dit mogelijk is op het toestel zelf.

Zowel Tektronix als Agilent, hebben beide een variant DLL voor hun toestellen, met iets specifieker functies voor enkele toestellen: bijvoorbeeld een functie voor enkele commando's waar men anders zelf het commando moet sturen. Tijdens het testen van de DLLs werd er opgemerkt dat wanneer de powermeter (Agilent DLL) en de spectrumanalyzer (TekVISA DLL), samen werden gebruikt, alle toepassingen betreffende de spectrumanalyzer crashten.

Hierdoor zijn zowel de code voor de powermeter als de spectrum analyzer aangepast om gebruik te maken van de algemene IVI VISA DLL.

### 6.5.2 SSH.Net

Renchi.Ssh.Net is een SSH Library voor .NET, geoptimaliseerd voor parallelisme. Gedownload is dit een library project. Dit project moet worden ingeladen, en gebuild. Als output wordt er dan een DLL opgebouwd.

Met deze DLL kunnen nieuwe SSH clients worden opgezet en worden uitgelezen, zonder al de code hiervoor zelf te moeten schrijven. In de library zijn echter veel meer dingen voorzien (SSH, SFTP, key authenticatie, encryptie, ...), maar voor dit project is dit het enige wat we nodig hebben.

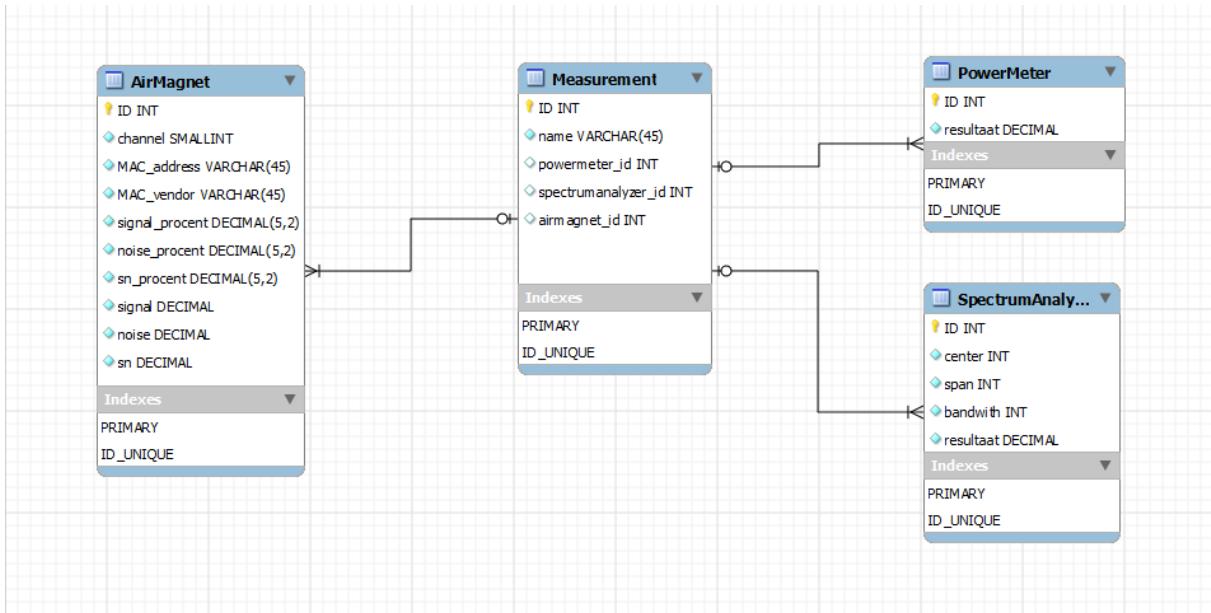
### 6.5.3 VNX\_atten.dll

Vaunix voorziet een DLL waar alle nodige functies instaan om een connectie te start en af te sluiten met een verzwakker, en alle functies voor de attenuator in te stellen. Zonder deze DLL zouden er functies moeten geschreven worden met bit operaties.

De DLL is geschreven in c++ en wordt niet ondersteund als een COM-object in Visual Studio. De DLL moet dus worden toegevoegd in het project als een resource. Om de DLL aan te spreken wordt er gebruik gemaakt van DLLImport binnen C#. Voor iedere functie in de DLL die moet worden aangesproken moet deze functie worden geïmporteerd.

## 6.6 Database

Ondanks er geen database is toegepast op de stage mits tijdtekort, zou deze als volgt worden opgebouwd. Een tabel voor ieder meettoestel en een algemene tabel om alle meettoestellen te linken.



Figuur 48 UML-schema van MySQL WorkBench

Zoals hierboven in het UML-schema te zien is, is er voor ieder meettoestel een tabel voorzien. De reden hiervoor is groeperen van data die niet noodzakelijk bij elkaar horen. En ieder meettoestel moet apart data kunnen opslaan.

Alle IDs zijn auto-increment, en worden dus automatisch door de database ingevuld. In de hoofdkolom, measurement, moet een naam worden ingevuld. In het labo is er afgesproken om hier een datum bij toe te voegen. Verder is er een ID voor iedere meting per meettoestel te zien.

Zoals eerder gezegd wordt de powermeter maar voor één zaak gebruikt, en heeft deze dus maar 1 extra tabel, namelijk het gemeten resultaat.

De meetresultaten van de spectrumanalyzer hangen zeer vast aan de gekozen instellingen. Hiervoor zijn er buiten de meetresultaten ook velden te vinden voor deze instellingen.

Bij een eventuele uitbreiding zou er nog een extra kolom kunnen aangemaakt worden voor alle overige instellingen. Na enkele templates te maken, zouden deze dan kunnen worden opgeslagen om later opnieuw gebruikt te worden. Indien dit gebeurt, moet de SpectrumAnalyzer tabel worden aangepast met een templateID

De tabel voor AirMagnet hangt af van de gekozen export file. Zoals eerder vermeld waren er maar twee zeer nuttige files, en beiden bevatten dezelfde info. De tabel is opgebouwd a.d.h.v. de headers in het geëxporteerde CSV-bestand.

## 7 Automatisering

Ieder toestel, programma en andere benodigdheden zijn al besproken, maar hoe zit het nu met de automatisering?

Opmerking: de IP-adressen hoeven maar eenmalig toegekend te worden. Indien het programma op een nieuwe computer wordt gebruikt, moeten deze per computer opnieuw worden ingesteld. Indien dit vergeten wordt, wordt het instellingen menu automatisch geopend.

### 7.1 Wat moet er geautomatiseerd worden?

Bij het starten van een meting, met één of meerdere cyclussen, moet het mogelijk zijn om enkele instellingen te veranderen:

- Welke toestellen er worden gebruikt
- spectrumanalyzer: centerfrequentie, span en bandbreedte
- verzwakkers: step, start en stop ramp
- IPERF: het te gebruiken commando

Na het instellen van de verschillende instellingen, kan de cyclus worden gestart.

De eerste stap van de cyclus is om in een logbestand weer te geven welke instellingen er worden gebruikt. De instellingen van IPERF en de spectrumanalyzer zullen telkens dezelfde zijn, maar bij een volautomatische test, worden de verzwakkers bij iedere cyclus telkens met een waarde verhoogd of verlaagd. Deze nieuwe waarde komt in de log terecht.

De tweede stap is om de verzwakker in te stellen naar deze nieuwe waarde.

Na het instellen van deze waarde moet er een opgegeven tijd worden gewacht, deze tijd is nodig om zeker te zijn dat de verzwakker op het juiste aantal dB staat.

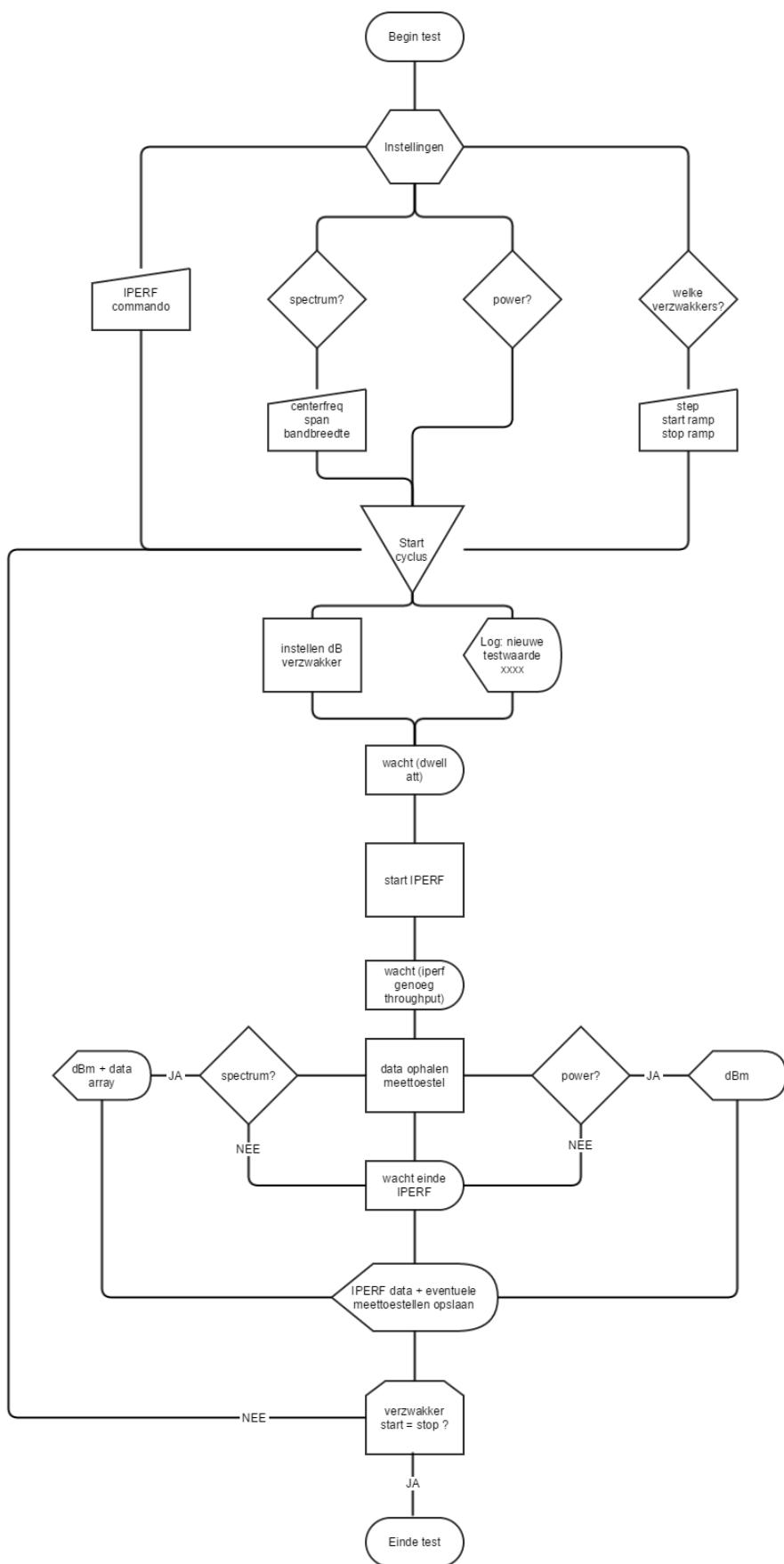
Als deze tijd is verlopen, wordt het IPERF commando uitgevoerd. IPERF loopt gedurende een op voorhand opgegeven tijd.

Na enkele seconden genereert IPERF al voldoende data om de spectrumanalyzer of powermeter functies uit te voeren. Het is niet programmatisch haalbaar om op voorhand te weten hoelang het duurt voor de spectrumanalyzer zijn test te laten uitvoeren. Er moet dus zeker handmatig genoeg tijd voorzien worden bij het IPERF commando.

Wanneer het resultaat is opgehaald, en IPERF gedaan heeft, wordt tijdens deze laatste stap het resultaat uitgeschreven en opgeslagen in een log of database.

Hierna begint de cyclus terug vanaf het begin en wordt het aantal dB van de verzwakker verhoogd of verlaagd a.d.h.v de step.

De test is volledig ten einde wanneer de start en stop ramp waarden van de verzwakker gelijk staan.

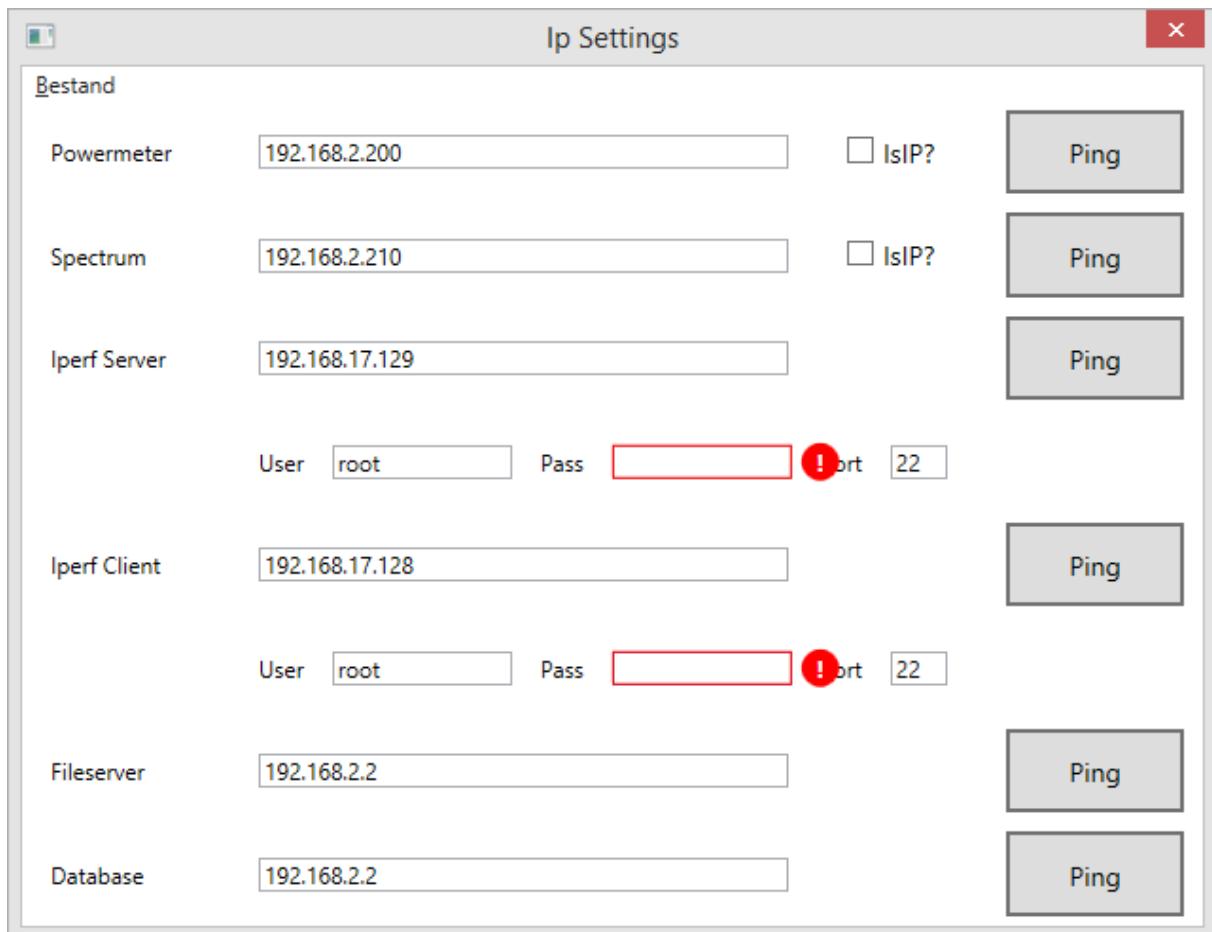


Figuur 49 Automatisatiecyclus

## 7.2 Menu

Beginnende bij het menu bovenaan, hier zijn drie verschillende opties beschikbaar. De belangrijkste twee zijn de view en setting menu items.

Vooraleer er controle over de verschillende toestellen kan zijn, moeten de IP adressen, gebruikersnamen en wachtwoorden worden ingesteld. Dit kan gerealiseerd worden onder het settings menu item, in het submenu voor IP-adressen. Indien er direct moet getest worden of het adres juist is, kan er gebruik worden gemaakt van de ping tool naast elk IP-adres.



Figuur 50 Programma: IP-settings

Het tweede menu item onder settings dient voor alle instellingen die betrekking hebben tot het instellen van de spectrumanalyzer. Deze kunnen pas worden ingesteld wanneer de spectrumanalyzer is opgestart.

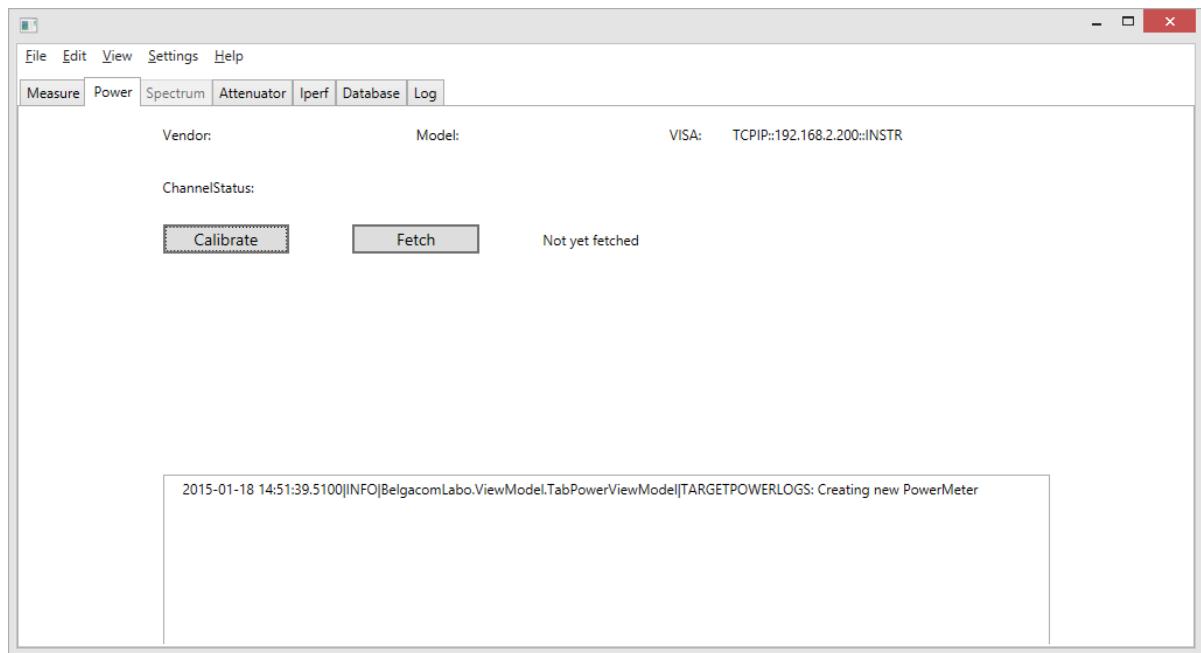
Eens de IP-adressen zijn ingesteld kan er van start worden gegaan met het gebruiken van ieder meettoestel. Onder view menu kunnen de verschillende toestellen die nodig zijn bij de test worden geactiveerd.

Bij het activeren van een toestel wordt het tabblad van dit toestel geactiveerd. Manuele controle voor dit toestel, zonder gebruik te maken van de volledige automatisering, is mogelijk.

In het laatste menu item, help, kan voor ieder toestel alle documentatie worden geraadpleegd.

### 7.3 Powermeter

Voor de powermeter waren er maar enkele vereisten: zeroing en kalibreren van het toestel, en het resultaat uitlezen. De drie overeenkomstige knoppen die op het scherm te vinden zijn voeren deze functies uit.

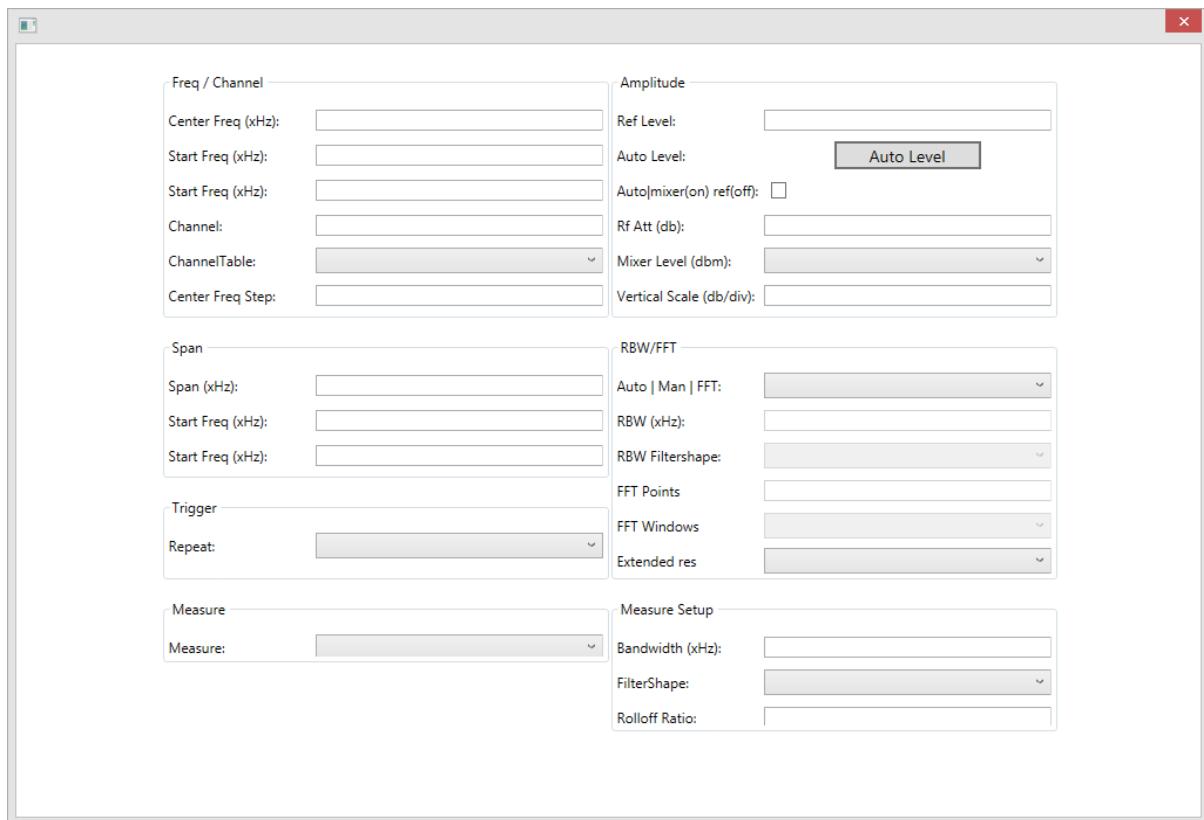


Figuur 51 Programma: powermeter

## 7.4 Spectруmanalyzer

De spectруmanalyzer had veel meer vereisten t.o.v. de powermeter. Vele van deze settings worden veelal heel weinig gebruikt. Eens ingesteld blijven deze ongewijzigd staan en worden ze gebruikt gedurende meerdere testen.

Deze instellingen zijn te vinden in het settings menu voor de spectруmanalyzer.



Figuur 52 Programma: spectруmanalyzer

In het tabblad spectруmanalyzer, kunnen de meest gebruikte settings weergevonden worden die veelal worden aangepast bij iedere meting, namelijk center frequentie, span en bandbreedte

De spectруmanalyzer kan soms blijven hangen indien er een error gebeurd, of een commando te lang duurt om te worden uitgevoerd. In dit geval hoeft het programma die op de spectrum analyzer zelf draait eens heropgestart worden.

## 7.5 Attenuator

Bij het klikken op de refresh knop, worden alle aangesloten verzwakkers ingeladen, per verzwakker verschijnt er in het tabblad een control voor deze attenuator. Iedere attenuator kan afhankelijk bestuurd worden.

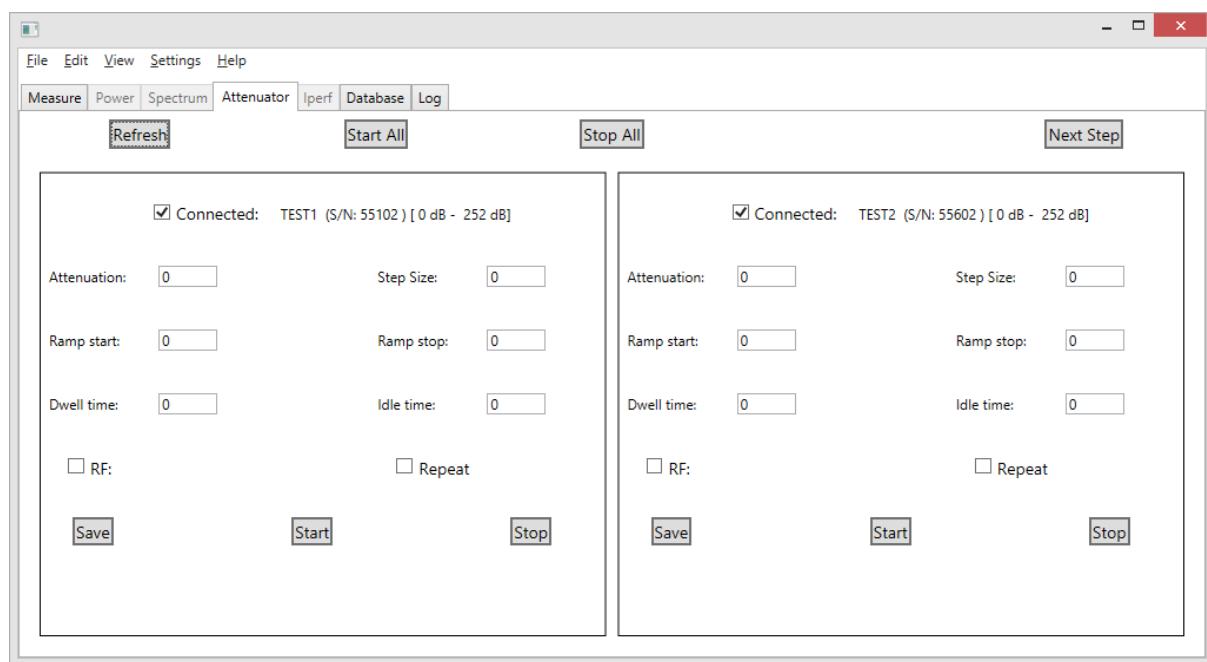
De opbouw van iedere control is gelijkaardig aan deze van de officiële applicatie.

Wanneer er op start wordt gedrukt, wordt er een sweep uitgevoerd. De sweep begint vanaf de ingestelde start ramp waarde, vermeerder met de ingestelde stepwaarde, tot de stop waarde wordt bereikt.

Indien de start waarde kleiner is dan de stop waarde is de stepwaarde positief, omgekeerd is de stepwaarde negatief.

Wanneer er op Start all wordt gedrukt, wordt er eerst gekeken of de verzwakker is “enabled”. Voor iedere verzwakker die enabled is, wordt de start functie van de sweep uitgevoerd.

**Opmerking: Trek geen verzwakkers uit de USB poort wanneer deze een bewerking aan het uitvoeren is.** Dit zal er voor zorgen dat het programma crashed. Omgekeerd, verzwakkers toevoegen, kan geen kwaad. Om de nieuwe verzwakkers op te nemen in het programma, klik op refresh.



Figuur 53 Programma: verzwakkers

Voor meer uitleg zie bijlage 2: Verzwakkers

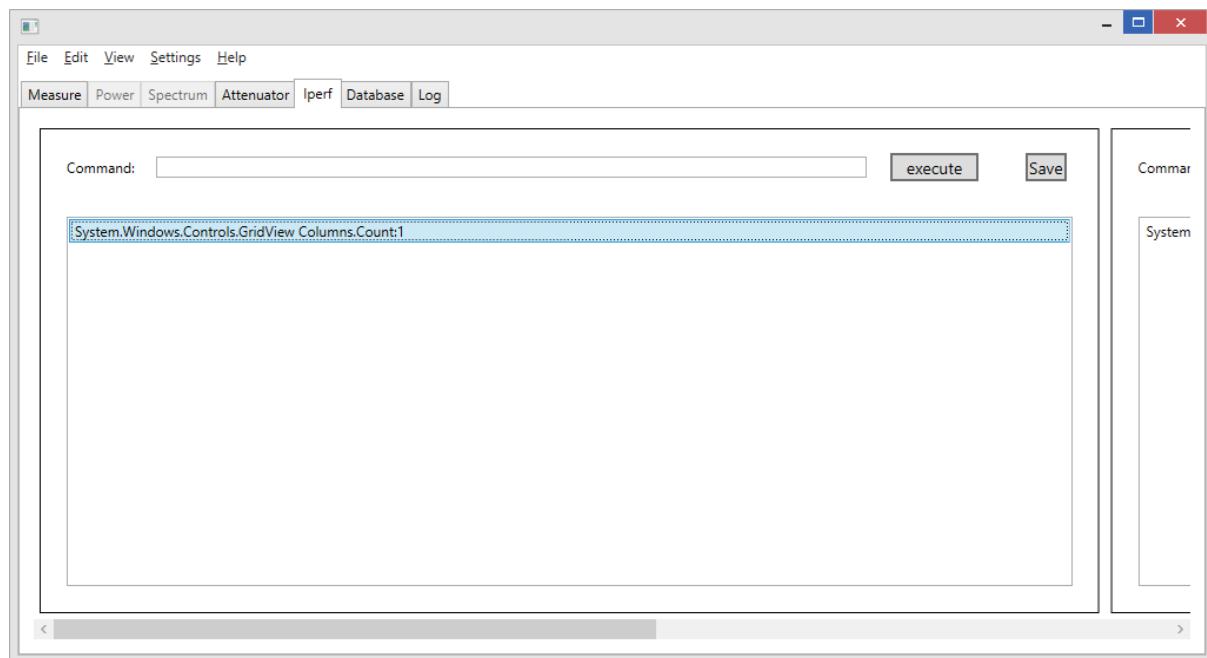
## 7.6 IPERF

In dit tabblad bevinden zich twee SSH-clients. Deze clients kunnen in feite voor alle soort SSH verbindingen worden gebruikt.

De reden waarom hier een SSH client staat en geen uitgebouwde GUI voor alle mogelijk IPERF functies is omdat de IPERF commando's gekend zijn binnen het labo.

Commando's zijn ook veel flexibeler dan een vaste GUI. Indien er een commando over de jaren zou veranderen, zou de code van het programma aangepast moeten worden. Er is ook geen zekerheid welke functies er allemaal moeten ingebouwd worden.

**Aangezien er met twee netwerkkaarten wordt gewerkt, is het aan te raden om de bindoptie (-B) te gebruiken.** Deze optie zorgt ervoor dat IPERF werkt met de juiste netwerkkaarten.



Figuur 54 Programma: IPERF

## 8 Conclusie

Ondanks de verkeerde inschatting van de stageopdracht, de iets te weinige kennis, het vele bijleren en alle zelfstudie, is het project geslaagd.

Een volledige automatisering is echter niet mogelijk. Dit wil niet zeggen dat het werk en het onderzoek voor niets zijn geweest.

Alles toestellen zijn één voor één apart bestuurbaar via het programma. Er hoeft niet meer heen en weer tussen de toestellen worden gelopen. Er zijn vele nieuwe tools aan het licht gekomen die voordien niet werden gebruikt.

Mits het weglaten van de AirMagnet WiFi Analyzer is een volledige automatisering degelijk mogelijk. De enige reden dat dit voorlopig niet mogelijk is, is omdat AirMagnet geen enkele manier voorziet om de analyzer op een of andere manier aan te spreken.

De reden waarom dit project wel geslaagd is, is omdat AirMagnet kan weggelaten worden. Het zou zelf mogelijk zijn, mits een kleine aanpassing, om nog steeds gebruik te maken van AirMagnet. Er is dan wel een gebruikers interactie binnen de test cyclus nodig.

Door het gebruik maken van de geautomatiseerde testsetup, wordt er veel tijd uitgespaard. Voor de mensen binnen het labo is dit de belangrijkste factor en bijdrage die geleverd werd.

Een belangrijke les en ervaring binnen een grote onderneming zoals Belgacom, is dat het niet altijd even eenvoudig om toestellen en software aan te vragen. Er moeten vele procedures worden doorlopen. Het is dus zeker van groot belang om op voorhand goed te plannen en te kijken wat er nodig is om een project te realiseren.





# Bijlagen

## 1 SCPI-commando's

### 1.1 Algemene SCPI-commando's

```
{  
    /// <summary>  
    /// The *IDN? query allows the power meter to identify itself.  
    /// Result: Vendor, Model, S/N, Firmware  
    /// Agilent Programming Guide p773  
    /// </summary>  
    public static string IDN = "*IDN?";  
  
    /// <summary>  
    /// The *CLS (CLear Status) command clears the status data structures.  
    /// Agilent Programming Guide p739  
    /// </summary>  
    public static string CLS = "*CLS";  
  
    /// <summary>  
    /// The *RST (ReSeT) command places the power meter in a known state.  
    /// Agilent Programming Guide p749  
    /// </summary>  
    public static string RST = "*RST"; //Resets the instrument specific  
functionality.  
  
    /// <summary>  
    /// The *ESE (Event Status Enable) <NRF> command sets the Standard Event  
Status Enable Register.  
    /// This register contains a mask value for the bits to be enabled in the  
Standard Event Status Register.  
    /// Agilent Programming Guide p742  
    /// </summary>  
    public static string ESE = "*ESE 1"; //OPC bit van ESER  
  
    /// <summary>  
    /// The *SRE <NRF> command sets the Service Request Enable register bits.  
    /// This register contains a mask value for the bits to be enabled in the  
Status Byte Register.  
    /// Agilent Programming Guide p74  
    /// </summary>  
    public static string SRE = "*SRE 32"; //ESB bit van SRER  
  
    /// <summary>  
    /// The *OPC (OPeration Complete) command causes the power meter to set the  
operation complete bit in the Standard Event Status Register when all pending device  
operations have completed.  
    /// Set the Operation Complete bit in the Event Status Register to '1' when  
all pending commands and/or queries are finished.  
    /// Agilent Programming Guide p774  
    /// </summary>  
    public static string OPC = "*OPC";  
  
    /// <summary>  
    /// OPeration Complete command.  
    /// The controller can read this bit with the *ESR? query.  
    /// The controller can also manipulate the status system in a way that, for  
instance, the instrument will notify the controller with a SRQ.  
    /// Result = 1 -> All commands completed.
```

```

    /// </summary>
    public static string OPC_Q = "*OPC?";

    /// <summary>
    /// The DCL (Device Clear) command causes all GPIB instruments to assume a
    cleared condition.
    /// The definition of device clear is unique for each instrument. For the
    power meter:
        /// • All pending operations are halted, that is, *OPC? and *WAI.
        /// • The parser (the software that interprets the programming codes) is reset
    and now expects to receive the first character of a programming code.
        /// • The output buffer is cleared.
        /// Will clear (initialize) all devices on the bus that have a device clear
    function, whether or not the controller has addressed them
        /// Agilent Programming Guide p786
    /// </summary>
    public static string DLC = "DCL";

    /// <summary>
    /// DCL but Clears or initializes all listen-addressed devices
    /// </summary>
    public static string SDC = "SDC";
}

```

## 1.2 Powermeter SCPI-commando's

```

{
    /// <summary>
    /// This command causes the power meter to perform a calibration sequence on
    Channel A.
    /// Error -231: If the calibration or zeroing was not carried out
    successfully.
    /// Error -241: If there is no sensor connected.
    /// Agilent Programming Guide p231
    /// </summary>
    public static string CALIBRATE = "CAL1:ALL?";

    /// <summary>
    /// Query indicate whether a power sensor has been connected or disconnected.
    /// Agilent Programming Guide p501.
    /// </summary>
    public static string CHANNELSTATUS = "STATus:DEvice:CONDition?";

    /// <summary>
    /// Retrieves the upper window's measurement.
    /// </summary>
    public static string FETCH = "FETC1?";

    /// <summary>
    /// Retrieves the upper window's measurement.
    /// </summary>
    public static string FETCHARG = "FETC1? DEF,DEF,(@1)";
}

```

### 1.3 Spectrumanalyzer SCPI-commando's

```
#region Commands
    /* Channel */
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CENTER(?) p455
    /// </summary>
    public static string FREQ_CENTER = ":SENS:FREQ:CENT";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:STARt(?) p461
    /// </summary>
    public static string FREQ_START = ":SENS:FREQ:STAR";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:STOP(?) p461
    /// </summary>
    public static string FREQ_STOP = ":SENS:FREQ:STOP";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CHANnel(?) p458
    /// </summary>
    public static string FREQ_CHAN = ":SENS:FREQ:CHAN";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CTABle:CATalog? (Query Only) p458
    /// </summary>
    public static string FREQ_CHAN_TAB_CAT = ":SENS:FREQ:CTAB:CAT?";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CTABle[:SElect](?) p459
    /// </summary>
    public static string FREQ_CHAN_TAB_SEL = ":SENS:FREQ:CTAB:SEL";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO(?) p456
    /// </summary>
    public static string FREQ_STEP_AUTO = ":SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO(?) p456
    /// </summary>
    public static string FREQ_STEP_AUTO_ON = ":SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO ON";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO(?) p456
    /// </summary>
    public static string FREQ_STEP_AUTO_OFF = ":SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO OFF";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement](?) p457
    /// Note: doesn't affect frontpanel
    /// </summary>
    public static string STEP_AUTO_INCR = ":SENS:FREQ:CENT:STEP:INCR";

    /*Span*/
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:FREQuency:SPAN(?) p460
    /// </summary>
    public static string SPAN = ":SENS:FREQ:SPAN";

    /* Trigger */
    /// <summary>
    /// :INITiate:CONTinuous (?) p328
    /// Note: NOTE. When the analyzer receives a :FETCH command while operating in
    the continuous mode, it returns an execution error.
    /// If you want to run a :FETCH, use the :INITiate[:IMMEDIATE] command.
    /// </summary>
    public static string INIT_CONT = ":INIT:CONT?";
    public static string REPEAT_CONTINUOUS = ":INIT:CONT ON";
    public static string REPEAT_SINGLE = ":INIT:CONT OFF";
    public static string TRIGGER_MODE_AUTO = ":TRIG:SEQ:MODE AUTO";
```

```

public static string TRIGGER_MODE_NORM = ":TRIG:SEQ:MODE NORM";

/* amplitude */
/// <summary>
/// :INPut:MLEVel (?) p336
/// </summary>
public static string AMP_REF_LEVEL = ":INP:MLEV";
/// <summary>
/// :INPut:ALEVel (No Query Form) p332
/// </summary>
public static string AMP_AUTO_LEVEL = ":INP:ALEV";
/// <summary>
/// :INPut:ATTenuation:AUTO (?) p333
/// </summary>
public static string AMP_ATT_AUTO = ":INP:ATT:AUTO?";
/// <summary>
/// :INPut:ATTenuation:AUTO (?) p333
/// </summary>
public static string AMP_ATT_AUTO_ON = ":INP:ATT:AUTO ON";
/// <summary>
/// :INPut:ATTenuation:AUTO (?) p333
/// </summary>
public static string AMP_ATT_AUTO_OFF = ":INP:ATT:AUTO OFF";
/// <summary>
/// :INPut:ATTenuation (?) p332
/// </summary>
public static string AMP_RF_ATT_DB = ":INP:ATT";
/// <summary>
/// :INPut:MIXer (?) p335
/// </summary>
public static string AMP_MIX_LVL = ":INP:MIX";
/// <summary>
/// :DISPlay:SPECtrum:Y[:SCALe]:PDIVision(?) p220
/// </summary>
public static string AMP_VERT_SCALE = ":DISP:SPEC:Y:SCAL:PDIV";

/*RBW/FFT*/
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth[:RESolution]:AUTO(?) p507
/// </summary>
public static string RBW_AUTO = ":SENS:SPEC:BAND:RES: AUTO?";
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth[:RESolution]:AUTO(?) p507
/// </summary>
public static string RBW_AUTO_ON = ":SENS:SPEC:BAND:RES: AUTO ON";
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth[:RESolution]:AUTO(?) p507
/// </summary>
public static string RBW_AUTO_OFF = ":SENS:SPEC:BAND:RES: AUTO OFF";
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth:STATe(?) p508
/// </summary>
public static string RBW_STATE = ":SENS:SPEC:BAND:STAT?";
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth:STATe(?) p508
/// </summary>
public static string RBW_STATE_ON = ":SENS:SPEC:BAND:STAT ON";
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth|:BWIDth:STATe(?) p508
/// </summary>
public static string RBW_STATE_OFF = ":SENS:SPEC:BAND:STAT OFF";
/// <summary>

```

```

    /// [:SENSe]:SPECtrum:BANDwidth[:BWIDth][:RESolution](?) p507
    /// </summary>
    public static string RBW_MAN = ":SENS:SPEC:BAND:RES";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FILTer:TYPE(?) p512
    /// </summary>
    public static string RBW_FILTER = ":SENS:SPEC:FILT:TYPE"; //{{ RECTangle |
GAUSSian | NYQuist | RNYQuist }
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FFT:LENGth(?) p514
    /// </summary>
    public static string FFT_POINTS = ":SENS:SPEC:FFT:LENG";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FFT:WINDOW[:TYPE](?) p515
    /// </summary>
    public static string FFT_WINDOW_TYPE = ":SENS:SPEC:FFT:WIND:TYPE";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FFT:ERESolution(?) p513
    /// </summary>
    public static string FFT_EXTENDED = ":SENS:SPEC:FFT:ERES?";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FFT:ERESolution(?) p513
    /// </summary>
    public static string FFT_EXTENDED_ON = ":SENS:SPEC:FFT:ERES ON";
    /// <summary>
    /// [:SENSe]:SPECtrum:FFT:ERESolution(?) p513
    /// </summary>
    public static string FFT_EXTENDED_OFF = ":SENS:SPEC:FFT:ERES OFF";

    /* TRACE */
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:MODE (?) p574
    /// </summary>
    public static string TRACE_1_MODE = ":TRAC1:MODE"; //MODE { NORMAl | AVERage |
MAXHold | MINHold | FREeze | OFF }
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:MODE (?) p574
    /// </summary>
    public static string TRACE_2_MODE = ":TRAC2:MODE"; //MODE { NORMAl | AVERage |
MAXHold | MINHold | FREeze | OFF }
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:AVERage:COUNT (?) p572
    /// </summary>
    public static string TRACE_1_COUNT = "TRAC1:AVER:COUN"; //enkel in AVER, MAXH,
MINH
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:AVERage:COUNT (?) p572
    /// </summary>
    public static string TRACE_2_COUNT = "TRAC2:AVER:COUN"; //enkel in AVER, MAXH,
MINH
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:AVERage:CLEar (No Query Form) p572
    /// </summary>
    public static string TRACE_1_CLEAR = "TRAC1:AVER:CLE"; //enkel in AVER, MAXH,
MINH
    /// <summary>
    /// :TRACe<>|:DATA<>:AVERage:CLEar (No Query Form) p572
    /// </summary>
    public static string TRACE_2_CLEAR = "TRAC2:AVER:CLE"; //enkel in AVER, MAXH,
MINH

```

```

/*Meas*/
/// <summary>
/// [:SENSe]:SPECtrum:MEASurement(?) p517
/// </summary>
public static string MEAS = ":SENS:SPEC:MEAS";

/*Meas Setup*/
/* CHP */
/// <summary>
/// [:SENSe]:CHPower:FILTer:COEFFicient(?) p420
/// </summary>
public static string CHP_ROLLOFF = ":SENS:CHP:FILT:COEF";
/// <summary>
/// [:SENSe]:CHPower:FILTer:TYPE(?) p512
/// </summary>
public static string CHP_FILTER_TYPE = ":SENS:CHP:FILT:TYPE"; //{{ RECTangle |
GAUSSian | NYQuist | RNYQuist }
/// <summary>
/// [:SENSe]:CHPower:BANDwidth|:BWIDth:INTegration(?) p419
/// </summary>
public static string CHP_BANDWIDTH = ":SENS:CHP:BAND:INT";

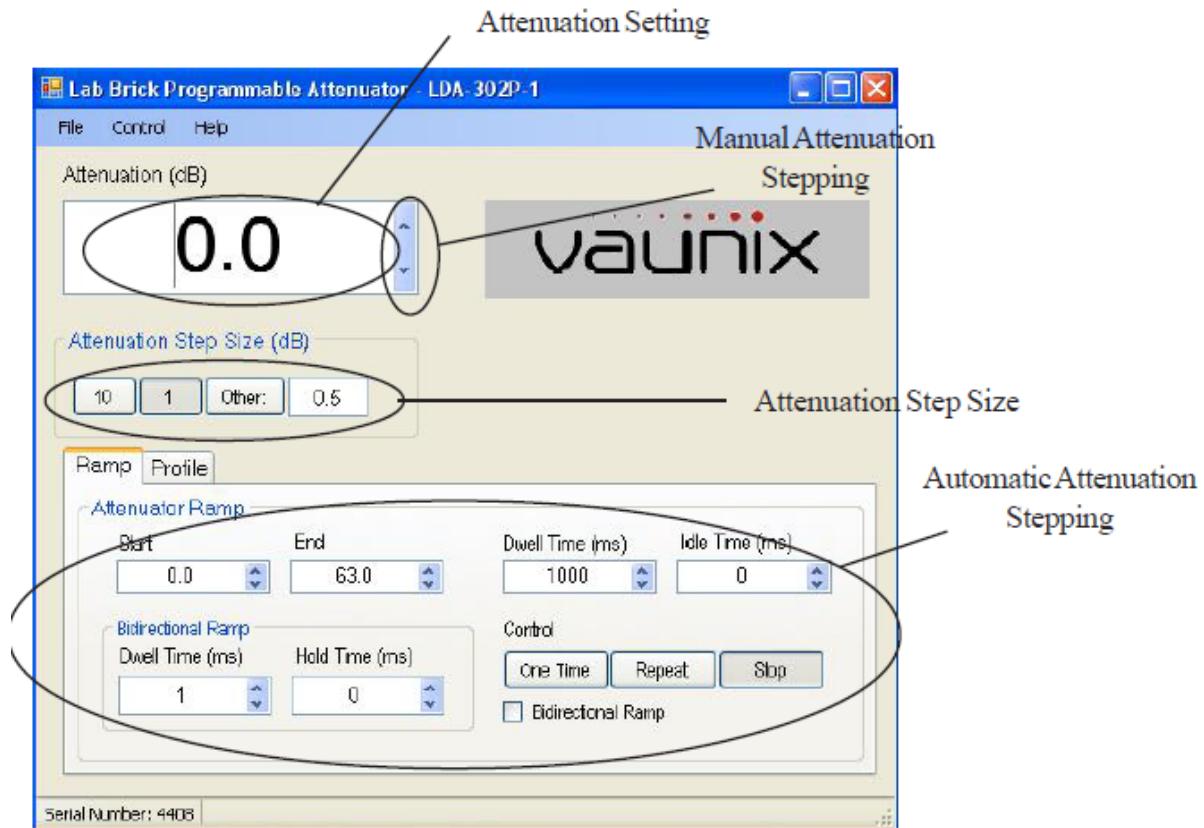
/* Other */
/// <summary>
/// :INSTrument[:SElect] (?) p339
/// </summary>
public static string INSTRUMENT_SELECT = ":INST:SEL";
/// <summary>
/// :READ:SPECtrum? (Query Only) p384
/// </summary>
public static string READ_SPECTRUM = ":READ:SPEC?";
/// <summary>
/// :READ:SPECtrum:CHPower? (Query Only) p386
/// </summary>
public static string READ_SPECTRUM_CHP = ":READ:SPEC:CHP?";
/// <summary>
/// :FETCh:SPECtrum? (Query Only) p303
/// </summary>
public static string FETCH_SPECTRUM = ":FETC:SPEC?";
/// <summary>
/// :FETCh:SPECtrum:CHPower? (Query Only) p305
/// </summary>
public static string FETCH_SPECTRUM_CHP = "FETC:SPEC:CHP?";
#endregion Commands

```

## 2 Verzwakkers

### 2.1 Operating features and controls

The general operation of the Lab Brick Digital Attenuator is designed by the Vaunix engineers to be intuitive and easy to use. This section describes the available features of the Lab Brick Digital Attenuator.



Figuur 55 Lab Brick Programmable Attenuator GUI

#### 2.1.1 Manual attenuation

The output power is set using the Attenuation field found on the top of the GUI. Simply type the desired attenuation level into the window and hit the “Enter” key on your computer keyboard. The attenuation level will immediately be set.

#### 2.1.2 Configuring the manual attenuation step size

The attenuation may also be controlled by using the up and down arrows adjacent to the Power field. Use the controls directly below the Attenuation field to set the desired step size. Quick select buttons are available for fixed step sizes of 10 dB and 1 dB. Custom step sizes may also be used by selecting “Other” and entering the desired step sizes.

### **2.1.3 Configuring the automated attenuation step function**

The Lab Brick can be configured to automatically step through a range of attenuation. The user must specify the starting attenuation level, final attenuation level, step size, dwell time and time between repeating sweeps.

The starting and ending attenuation levels can be configured over the full attenuation range of the device.

The dwell time may be configured from 10 milliseconds to 20000 milliseconds per step.

The step size is configured as described in section 3.1.2. The attenuation level may increase or decrease during the sweep depending if the starting attenuation is higher or lower than the ending attenuation setting.

When the bidirectional ramp box is selected, the bidirectional dwell time and hold time must be specified. The bidirectional dwell time defines the time at each attenuation setting from the end attenuation to the start attenuation. The Hold time refers to the time to wait after the ramp is completed.

By selecting the “One Time” control button, the Lab Brick attenuator will sweep from the start to the end attenuation level. Upon completing the sweep, the Lab Brick output will stay at the end attenuation setting. The user may stop the sweep at any time by selecting the “Stop” button.

By selecting the “Repeat” control button, the Lab Brick will repeatedly sweep from the start to the end attenuation level. The user may stop the sweep at any time by selecting the “Stop” button.

## **2.2 Programming**

The Lab Brick Digital Attenuators are designed to be easily controlled from either their included control software or from applications programs that directly access the digital attenuators.

The Lab Bricks use the USB HID class so that applications software can send commands and receive responses and status messages without the need to install any drivers or other special software components. As with any USB HID device, there are two phases to working with the Lab Bricks.

The first phase is the process of identifying the device you want to work with, and then opening the device to send and receive commands and status messages from it.

The second phase is communicating with the device, using its commands to control it and reading its responses and status messages to determine the state of the Lab Brick.

### **2.2.1 SDK**

The SDK consists of a dll, named VNX\_atten.dll, along with this documentation, a C style header file, a library file for linking to the dll, and a VC 6 example program.

Unzip the SDK into a convenient place on your hard disk, and then copy the dll and library file into the directory of the executable program you are creating. Add the header file (VNX\_atten.h) to your project, and include it with the other header files in your program.

Make sure that the linker directives include the path of the library file.

**Remark: for c# add DLL to project and use DLLImport.**

## 2.2.2 Overall Strategy and API Architecture

The API provides functions for identifying how many and what type of LabBrick attenuators are connected to the system, initializing attenuators so that you can send them commands and read their state, functions to control the operation of the attenuators, and finally a function to close the software connection to the attenuator when you no longer need to communicate with it.

The API can be operated in a test mode, where the functions will simulate normal operation but will not actually communicate with the hardware devices. This feature is provided as a convenience to software developers who may not have a LabBrick attenuator with them, but still want to be able to work on an applications program that uses the LabBrick. Of course it is important to make sure that the API is in its normal mode in order to access the actual hardware!

**Be sure to call fnLDA\_SetTestMode(FALSE), unless of course you want the API to operate in its test mode. In test mode there will be 2 devices, an LDA-102 and an LDA-602.**

The first step is to identify the attenuators connected to the system. Call the function fnLDA\_GetNumDevices() to get the number of attenuators attached to the system.

Note that USB devices can be attached and detached by users at any time. If you are writing a program which needs to handle the situation where devices are attached or detached while the program is operating, you should periodically call fnLDA\_GetNumDevices() to see if any new devices have been attached.

Usually it is a good idea to call fnLDA\_GetNumDevices() at around 1 second intervals. While a short interval reduces the chances, it is still possible that the user will remove one device and replace it with another however, so to completely handle all the cases which can result from users hot plugging devices your application needs to check to see not only if the number of devices is different, but if the same number of devices are present, but they are different devices.

Allocate an array big enough to hold the device ids for the number of devices present. While you should use the DEVID type declared in VNX\_atten.h it's just an array of uints at this point. You may want to just allocate an array large enough to hold MAXDEVICES device ids, so that you do not have to handle the case where the number of attenuators increases. Call fnLDA\_GetDeviceInfo(DEVID \*ActiveDevices), which will fill in the array with the device ids for each connected attenuator. The function returns an integer, which is the number of devices present on the machine.

The next step is to call fnLDA\_GetModelName(DEVID deviceID, char \*modelName) with a null modelName pointer to get the length of the model name, or just use a buffer that can hold MAX\_MODELNAME chars. You can use the model name to identify the type of attenuator. Call fnLDA\_GetSerialNumber(DEVID deviceID) to get the serial number of the attenuator. Based on that information, your program can determine which device to open.

Once you have identified the attenuator you want to send commands to, call fnLDA\_InitDevice(DEVID deviceID) to actually open the device and get its various parameters like attenuation setting, attenuation ramp parameters, etc. After the fnLDA\_InitDevice function has completed you can use any of the get functions to read the settings of the attenuator.

To change one of the settings of the attenuator, use the corresponding set function. For example, to set the attenuation level, call fnLDA\_SetAttenuation(DEVID deviceID, int attenuation). The first argument is the device id of the attenuator, the second is the value of the attenuation you want to set the attenuator to. Attenuation is specified in .25 db units, so 10 db of attenuation is represented as 40, 6 db of attenuation is represented as 24, and .5 db, the minimum attenuation increment, is represented as 2.

When you are done with the device, call fnLDA\_CloseDevice(DEVID deviceID).

### 2.2.3 Status Codes

All of the set functions return a status code indicating whether an error occurred. The get functions normally return an integer value, but in the event of an error they will return an error code. The error codes can be distinguished from normal data by their numeric value, since all error codes have their high bit set, and they are outside of the range of normal data.

A separate function, fnLDA\_GetDeviceStatus(DEVID deviceID) provides access to a set of status bits describing the operating state of the attenuator. This function can be used to check if a device is currently connected or open.

The values of the status codes are defined in the VNX\_atten header file.

### 2.2.4 Functions – Selecting the Device

#### VNX\_ATTEN\_API void fnLDA\_SetTestMode(bool testmode)

Set testmode to FALSE for normal operation. If testmode is TRUE the dll does not communicate with the actual hardware, but simulates the basic operation of the dll functions. It does not simulate the operation of attenuation ramps generated by the actual hardware, but it does simulate the behavior of the functions used to set the parameters for the ramps.

#### VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetNumDevices()

This function returns a count of the number of connected attenuators.

#### VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetDevInfo(DEVID \*ActiveDevices)

This function fills in the ActiveDevices array with the device ids for the connected attenuators. Note that the array must be large enough to hold a device id for the number of devices returned by fnLDA\_GetNumDevices. The function also returns the number of active devices, which can, under some circumstances, be less than the number of devices returned in the previous call to fnLDA\_GetNumDevices.

The device ids are used to identify each device, and are used in the rest of the functions to select the device. Note that while the device ids may be small integers, and may, in some circumstances appear to be numerically related to the devices present, they should only be used as opaque handles.

#### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetModelName(DEVID deviceID, char \*ModelName)**

This function is used to get the model name of the attenuator. If the function is called with a null pointer, it returns just the length of the model name string. If the function is called with a non-null string pointer it copies the model name into the string and returns the length of the string. The string length will never be greater than the constant MAX\_MODELNAME which is defined in VNX\_atten.h This function can be used regardless of whether or not the attenuator has been initialized with the fnLDA\_InitDevice function.

#### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetSerialNumber(DEVID deviceID)**

This function is used to get the serial number of the attenuator. It can be called regardless of whether or not the attenuator has been initialized with the fnLDA\_InitDevice function. If your system has multiple attenuators, your software should use each device's serial number to keep track of each specific device. Do not rely upon the order in which the devices appear in the table of active devices. On a typical system the individual attenuators will typically be found in the same order, but there is no guarantee that this will occur.

#### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetDeviceStatus(DEVID deviceID)**

This function can be used to obtain information about the status of a device, even before the device is initialized. (Note that information on the sweep or ramp activity of the device is not guaranteed to be available before the device is initialized.) Vaunix Technology Corporation Lab Brick Digital Attenuator

#### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_InitDevice(DEVID deviceID)**

This function is used to open the device interface to the attenuator and initialize the dll's copy of the device's settings. If the fnLDA\_InitDevice function succeeds, then you can use the various fnLDA\_Get\* functions to read the attenuator's settings. This function will fail, and return an error code if the attenuator has already been opened by another program.

#### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_CloseDevice(DEVID deviceID)**

This function closes the device interface to the attenuator. It should be called when your program is done using the attenuator.

### **2.2.5 Functions – Setting parameters on the Attenuator**

#### **VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetAttenuation(DEVID deviceID, int attenuation)**

This function is used to set the attenuation level of the programmable attenuator. The attenuation setting is encoded as an integer where each increment represents .25db of attenuation. The encoding is: attenuation \* .25db = Attenuation in db

For example, attenuation = 40 for 10db of attenuation, 2 for .5db of attenuation (the minimum resolution of the LDA-102 and LDA-602 series hardware), and 252 for 63db attenuation.

#### **VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetRampStart(DEVID deviceID, int rampstart)**

This function sets the attenuation level at the beginning of an attenuation ramp or sweep. The encoding of rampstart, the attenuation level, is the same as the fnLDA\_SetAttenuation function.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetRampEnd(DEVID deviceID, int rampstop)**

This function sets the attenuation level at the end of an attenuation ramp or sweep. The encoding of rampstop, the attenuation level, is the same as the fnLDA\_SetAttenuation function.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetAttenuationStep(DEVID deviceID, int attenuationstep)**

This function sets the size of the attenuation step that will be used to generate the attenuation ramp or sweep. The encoding of attenuationstep, is the same as the fnLDA\_SetAttenuation function. The smallest attenuation step size is 2 or .5 db.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetDwellTime(DEVID deviceID, int dwelltime)**

This function sets the length of time that the attenuator will dwell on each attenuation step while it is generating the attenuation ramp. The dwelltime variable is encoded as the number of milliseconds to dwell at each level. The minimum dwell time is 1 millisecond.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetIdleTime(DEVID deviceID, int idletime)**

This function sets the length of time that the attenuator will wait at the end of an attenuation ramp before beginning the ramp again when the ramp mode is set to SWP\_REPEAT. The idletime variable is encoded as the number of milliseconds to dwell at each level. The minimum idle time is 0 milliseconds.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetRFOn(DEVID deviceID, bool on)**

This function allows rapid switching of the attenuator from its set value “on” (on = TRUE) to its maximum attenuation (on = FALSE).

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetRampDirection(DEVID deviceID, bool up)**

This function is used to set the direction of the attenuation ramp. To create a ramp with increasing attenuation, set up = TRUE. Note that the ramp start attenuation value must be less than the ramp end attenuation value for a ramp with increasing attenuation. For a ramp with decreasing attenuation the ramp start value must be greater than the ramp end value.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SetRampMode(DEVID deviceID, bool mode)**

This function is used to select either a single ramp or sweep of attenuation values, or a repeating series of ramps. If mode = TRUE then the ramp will be repeated, if mode = FALSE the ramp will only happen once.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_StartRamp(DEVID deviceID, bool go)**

This function is used to start and stop the attenuation ramps. If go = TRUE the attenuator will begin sweeping, FALSE stops the sweep.

**VNX\_ATTEN\_API LVSTATUS fnLDA\_SaveSettings(DEVID deviceID)**

The LabBrick attenuators can save their settings, and then resume operating with the saved settings when they are powered up. Set the desired parameters, then use this function to save the settings.

## **2.2.6 Functions – Reading parameters from the Attenuator**

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetAttenuation(DEVID deviceID)**

This function returns the current attenuation setting of the selected device. When an attenuation ramp is active this value will change dynamically to reflect the current setting of the device. The return value is in .25 db units.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetRampStart(DEVID deviceID)**

This function returns the current attenuation ramp start value setting of the selected device. The return value is in .25 db units.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetRampEnd(DEVID deviceID)**

This function returns the current attenuation ramp end setting of the selected device.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetAttenuationStep(DEVID deviceID)**

This function returns the current attenuation step size setting of the selected device. The return value is in .25 db units, so for example an attenuation step of 5db would be represented by a return value of 20.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetDwellTime(DEVID deviceID)**

This function returns the current dwell time for each step on the attenuation ramp in milliseconds. A one second dwell time, for example, would be returned as 1000.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetIdleTime(DEVID deviceID)**

This function returns the idle time, which is the delay between attenuation ramps when the device is in the repeating ramp mode, in milliseconds.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetRF\_On(DEVID deviceID)**

This function returns an integer value which is 1 when the attenuator is “on”, or 0 when the attenuator has been set “off” by the fnLDA\_SetRFOn function. Note that the function does not attempt to interpret attenuation settings as either “on” or “off”, so if you set the attenuation level to 63 db, (attenuation = 252) the output signal level would be the same as if you had used the fnLDA\_SetRFOn function with the on = FALSE, but this function would not return 0.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetMaxAttenuation(DEVID deviceID)**

This function returns the maximum attenuation value that the device can provide. For the LDA-102 and LDA-602 programmable attenuators this value is 63 db, which is 252 .25 db units. Since future products may have different maximum attenuation capabilities your software should use this function to obtain the maximum attenuation possible.

### **VNX\_ATTEN\_API int fnLDA\_GetMinAttenuation(DEVID deviceID)**

This function returns the minimum attenuation value that the device can provide. For the LDA-102 and LDA-602 programmable attenuators this value is 0 db. Since future products may have different capabilities your software should use this function to obtain the minimum attenuation possible.

## 3 IPERF

### 3.1 Commando's

Command line option	Environment variable option	Description
<b>Client and Server options</b>		
-f, --format[bkmaBKMA]	\$IPERF_FORMAT	<p>A letter specifying the format to print bandwidth numbers in. Supported formats are</p> <p>'b' = bits/sec      'B' = Bytes/sec 'k' = Kbits/sec      'K' = KBytes/sec 'm' = Mbits/sec      'M' = MBytes/sec 'g' = Gbits/sec      'G' = GBytes/sec 'a' = adaptive bits/sec    'A' = adaptive Bytes/sec</p> <p>The adaptive formats choose between kilo- and mega- as appropriate. Fields other than bandwidth always print bytes, but otherwise follow the requested format. Default is 'a'. <i>NOTE:</i> here Kilo = 1024, Mega = 1024^2 and Giga = 1024^3 when dealing with bytes. Commonly in networking, Kilo = 1000, Mega = 1000^2, and Giga = 1000^3 so we use this when dealing with bits. If this really bothers you, use -f b and do the math.</p>
-i, --interval#	\$IPERF_INTERVAL	Sets the interval time in seconds between periodic bandwidth, jitter, and loss reports. If non-zero, a report is made every <i>interval</i> seconds of the bandwidth since the last report. If zero, no periodic reports are printed. Default is zero.
-l, --len #[KM]	\$IPERF_LEN	The length of buffers to read or write. Iperf works by writing an array of <i>len</i> bytes a number of times. Default is 8 KB for TCP, 1470 bytes for UDP. Note for UDP, this is the datagram size and needs to be lowered when using IPv6 addressing to 1450 or less to avoid fragmentation. See also the <a href="#">-n</a> and <a href="#">-t</a> options.

-m, --print_mss	\$IPERF_PRINT_MSS	Print the reported TCP MSS size (via the TCP_MAXSEG option) and the observed read sizes which often correlate with the MSS. The MSS is usually the MTU - 40 bytes for the TCP/IP header. Often a slightly smaller MSS is reported because of extra header space from IP options. The interface type corresponding to the MTU is also printed (ethernet, FDDI, etc.). This option is not implemented on many OSes, but the read sizes may still indicate the MSS.
-p, --port #	\$IPERF_PORT	The server port for the server to listen on and the client to connect to. This should be the same in both client and server. Default is 5001, the same as ttcp.
-u, --udp	\$IPERF_UDP	Use UDP rather than TCP. See also the <a href="#">-b</a> option.
-w, --window #[KM]	\$TCP_WINDOW_SIZE	Sets the socket buffer sizes to the specified value. For TCP, this sets the TCP window size. For UDP it is just the buffer which datagrams are received in, and so limits the largest receivable datagram size.
-B, --bindhost	\$IPERF_BIND	Bind to <i>host</i> , one of this machine's addresses. For the client this sets the outbound interface. For a server this sets the incoming interface. This is only useful on multihomed hosts, which have multiple network interfaces.  For Iperf in UDP server mode, this is also used to bind and join to a multicast group. Use addresses in the range 224.0.0.0 to 239.255.255.255 for multicast. See also the <a href="#">-T</a> option.
-C, --compatibility	\$IPERF_COMPAT	Compatibility mode allows for use with older version of iperf. This mode is not required for interoperability but it is highly recommended. In some cases when using representative streaming you could cause a 1.7 server to crash or cause undesired connection attempts.
-M, --mss #[KM}	\$IPERF_MSS	Attempt to set the TCP maximum segment size (MSS) via the TCP_MAXSEG option. The MSS is usually the MTU - 40 bytes for the TCP/IP header. For ethernet, the MSS is 1460 bytes (1500 byte

		MTU). This option is not implemented on many OSes.
-N, --nodelay	\$IPERF_NODELAY	Set the TCP no delay option, disabling Nagle's algorithm. Normally this is only disabled for interactive applications like telnet.
-V (from v1.6 or higher)	.	Bind to an IPv6 address Server side: \$ iperf -s -V Client side: \$ iperf -c <Server IPv6 Address> -V  Note: On version 1.6.3 and later a specific IPv6 Address does not need to be bound with the <u>B</u> option, previous 1.6 versions do. Also on most OSes using this option will also respond to IPv4 clients using IPv4 mapped addresses.
<b>Server specific options</b>		
-s, --server	\$IPERF_SERVER	Run Iperf in server mode.
-D (from v1.2 or higher)	.	Run the server as a daemon (Unix platforms) On Win32 platforms where services are available, Iperf will start running as a service.
-R (only for Windows, from v1.2 or higher)	.	Remove the Iperf service (if it's running).
-o (only for Windows, from v1.2 or higher)	.	Redirect output to given file.
-c, --clienthost	\$IPERF_CLIENT	If Iperf is in server mode, then specifying a host with -c will limit the connections that Iperf will accept to the <i>host</i> specified. Does not work well for UDP.
-P, --parallel#	\$IPERF_PARALLEL	The number of connections to handle by the server before closing. Default is 0 (which means to accept connections forever).

Client specific options		
-b, --bandwidth #[KM]	\$IPERF_BANDWIDTH	The UDP bandwidth to send at, in bits/sec. This implies the -u option. Default is 1 Mbit/sec.
-c, --clienthost	\$IPERF_CLIENT	Run Iperf in client mode, connecting to an Iperf server running on <i>host</i> .
-d, --dualtest	\$IPERF_DUALTEST	Run Iperf in dual testing mode. This will cause the server to connect back to the client on the port specified in the <a href="#">-L</a> option (or defaults to the port the client connected to the server on). This is done immediately therefore running the tests simultaneously. If you want an alternating test try <a href="#">-r</a> .
-n, --num #/[KM]	\$IPERF_NUM	The number of buffers to transmit. Normally, Iperf sends for 10 seconds. The -n option overrides this and sends an array of <i>len</i> bytes <i>num</i> times, no matter how long that takes. See also the <a href="#">-l</a> and <a href="#">-t</a> options.
-r, --tradeoff	\$IPERF_TRADEOFF	Run Iperf in tradeoff testing mode. This will cause the server to connect back to the client on the port specified in the <a href="#">-L</a> option (or defaults to the port the client connected to the server on). This is done following the client connection termination, therefore running the tests alternating. If you want an simultaneous test try <a href="#">-d</a> .
-t, --time #	\$IPERF_TIME	The time in seconds to transmit for. Iperf normally works by repeatedly sending an array of <i>len</i> bytes for <i>time</i> seconds. Default is 10 seconds. See also the <a href="#">-l</a> and <a href="#">-n</a> options.
-L, --listenport #	\$IPERF_LISTENPORT	This specifies the port that the server will connect back to the client on. It defaults to the port used to connect to the server from the client.
-P, --parallel#	\$IPERF_PARALLEL	The number of simultaneous connections to make to the server. Default is 1. Requires thread support on both the client and server.
-S, --tos #	\$IPERF_TOS	The type-of-service for outgoing packets. (Many routers ignore the TOS field.) You may specify the value in hex with a '0x' prefix, in octal with a '0' prefix, or in decimal. For example, '0x10' hex = '020' octal = '16' decimal. The TOS numbers specified in RFC 1349 are:

		<p>IPTOS_LOWDELAY minimize delay 0x10</p> <p>IPTOS_THROUGHPUT maximize throughput 0x08</p> <p>IPTOS_RELIABILITY maximize reliability 0x04</p> <p>IPTOS_LOWCOST minimize cost 0x02</p>
-T, --ttl #	\$IPERF_TTL	The time-to-live for outgoing multicast packets. This is essentially the number of router hops to go through, and is also used for scoping. Default is 1, link-local.
-F (from v1.2 or higher)	.	Use a representative stream to measure bandwidth, e.g. :- \$ iperf -c <server address> -F <file-name>
-I (from v1.2 or higher)	.	Same as -F, input from stdin.
<b>Miscellaneous options</b>		
-h, --help		Print out a summary of commands and quit.
-v, --version		Print version information and quit. Prints 'pthreads' if compiled with POSIX threads, 'win32 threads' if compiled with Microsoft Win32 threads, or 'single threaded' if compiled without threads.

## 3.2 Running the server as a daemon

Use the -D command line option to run the server as a daemon. Redirect the output to a file.

E.g. iperf -s -D > iperfLog. This will have the Iperf Server running as a daemon and the server messages will be logged in the file iperfLog.

## 3.3 Using Iperf as a Service under Win32

There are three options for Win32:

**-o outputfilename**

output the messages into the specified file

**-s -D**

install Iperf as a service and run it

**-s -R**

uninstall the Iperf service

### Examples:

**iperf -s -D -o iperflog.txt**

will install the Iperf service and run it. Messages will be reported into  
"%windir%\system32\iperflog.txt"

**iperf -s -R**

will uninstall the Iperf service if it is installed.

Note: If you stop want to restart the Iperf service after having killed it with the Microsoft Management Console or the Windows Task Manager, make sure to use the proper OPTION in the service properties dialog.

## 4 SSH commando's

Enkele basis commando's voor cmd in Windows en Linux

### 4.1 Ubuntu

#### chmod

Change file attributes. '+' adds an attribute, '-' removes it. r=read; w=write; x=execute

#### chattr

<http://manpages.ubuntu.com/manpages/lucid/man1/chattr.1.html>

#### cd

Change directory. When you change directory, the prompt changes, showing the path of the directory you are currently in.

#### ls

List all files in a directory. -R: subdirectories -l: permissions

#### clear

Clear the screen.

#### DEL

Delete one or more files in the current directory. Can be used with the '\*' and the '?' wildcards.

DEL \*.\* will delete ALL files in the current directory, USE WITH CAUTION.

(Note: DEL cannot be used to delete directories. Use RD to remove a directory.)

#### EDIT

Runs DOS EDIT (a simple text editor). Useful for editing batch files and viewing logs. This command requires QBASIC.EXE to be present.

#### man

Displays help for a command

#### mkdir

Make directory. Creates a new directory below the current one.

#### rm

Remove directory. Removes a subdirectory of the current directory. The directory you want to remove must be empty of all files. Rm -r removes subdirectories

#### mv

Rename or move a file. You must use the full file name including the suffix. Mv oldfile.txt newfile.txt

#### nano

Displays the contents of a file on the screen. If you use this command on a file which is not a text file, it will create a new file.

#### >

When you run a command, output is usually sent to the screen. Use > to redirect output from the screen to a file. It runs the command preceding the >, creates a file in the current directory with the name you specify, and sends the information/output returned by the command, to that file.

**shutdown -s now**

Shutdown is the command being executed and the switch -s tells the computer to shutdown.

**restart**

Type "shutdown -r" in the command prompt and press Enter. In this case, the command switch -r is telling the computer to restart after shutdown.

**gnome-session-quit --no-prompt**

Logout current user.

**ifconfig**

Displays network related info: ip-address, subnet, gateway.

**ifconfig eth0 10.0.0.100 netmask 255.255.255.0**

Temporarily configure an IP address.

**Nano /etc/network/interfaces**

```
#permanently configure an IP address
auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.0.0.100
netmask 255.255.255.0
gateway 10.0.0.1
```

**adduser newuser**

Add new local user.

**passwd user**

Change password for user.

## 4.2 Windows

### ATTRIB

Change file attributes. '+' adds an attribute, '-' removes it. Attributes are: A=archive; R=read only; S=system; H=hidden.

### C:

Go to the C: drive. Similarly A: and D: etc.

### CD

Change directory. When you change directory, the prompt changes, showing the path of the directory you are currently in.

Note, directory is the term used by DOS for what Windows calls a folder.

### DIR

list all files in directory

### CLS

Clear the screen.

### DEL

Delete one or more files in the current directory. Can be used with the '\*' and the '?' wildcards.

DEL \*.\* will delete ALL files in the current directory, USE WITH CAUTION.

(Note: DEL cannot be used to delete directories. Use RD to remove a directory.)

### EDIT

Runs DOS EDIT (a simple text editor). Useful for editing batch files and viewing logs. This command requires QBASIC.EXE to be present.

### HELP

Displays DOS Help. For help on an individual command, type HELP then the command for which you want more information.

### MD

Make directory. Creates a new directory below the current one. (The command can also be written as MKDIR)

### PRINT

Prints the specified file (if the printer is supported in DOS - many are not).

### RD

Remove directory. Removes a subdirectory of the current directory. The directory you want to remove must be empty of all files. (The command can also be written as RMDIR)

### RENAME

Rename a file. You must use the full file name including the suffix.

### TYPE

Displays the contents of a file on the screen. If you use this command on a file which is not a text file, the display will be unintelligible. Use with "|MORE" to display the text on a page by page basis, and prevent it scrolling off the screen. "|" is a pipe character.

>

When you run a DOS command, output is usually sent to the screen. Use > to redirect output from the screen to a file. It runs the command preceding the >, creates a file in the current directory with the name you specify, and sends the information/output returned by the command, to that file.

### **Shutdown Local Machine (Your Computer)**

Type "shutdown -s" without the quotes in the command prompt and press Enter. Shutdown is the command being executed and the switch -s tells the computer to shutdown.

### **Restart your Local Computer**

Type "shutdown -r" in the command prompt and press Enter. In this case, the command switch -r is telling the computer to restart after shutdown.

### **Log Off the Current User**

Type "shutdown -l" in the command prompt and press Enter. The -l command switch tells the computer to log off.

### **ipconfig**

Displays network related info: ip-address, subnet, gateway.

Add /all for additional info like MAC-address, hostname, DHCP-server, DNS-server, lease time,

**netsh int ip set address "local area connection" static 192.168.0.101 255.255.255.0 192.168.0.254 1**

Change ip settings for local area connection: ip, subnet, gateway.

**net user username password /ADD**

Add new local user

**net user username \***

Change password for user

Als de IPERF-server niet kan gestart worden, kan dit zijn omdat de server al eerder is gestart op de opgegeven poort. Standaard gebruikt IPERF poort 5001.

Login via SSH en voer de volgende commando's uit.

Indien IPERF op Windows draait:

- tasklist: met dit commando kunnen alle runnende processen worden opgevraagd
- taskkill /im iperf.exe /F

of start een extra iperf server met een andere poort

- iperf -s -B 192.168.1.60 -p 5002

Op Linux

- export pid=`ps aux | grep iperf | awk 'NR==1{print \$2}' | cut -d' ' -f1`;kill -9 \$pid
- of killall iperf



## Bronnen

Alle vermelde documenten betreffende bronnen die geen sites zijn, zijn terug te vinden bij de documentatie folder op de backup-usb.

Agilent - 82351A PCIe™-GPIB Interface Card [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/en/pd-1122120-pn-82351A/pcie-gpib-interface-card?cc=US&lc=eng> (accessed 9.24.14).

Agilent - 82357B USB/GPIB Interface High-Speed USB 2.0 [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/en/pd-851808-pn-82357B/usb-gpib-interface-high-speed-usb-20?nid=-34193.426029&cc=BE&lc=dut> (accessed 9.24.14a).

Agilent - 82357B USB/GPIB Interface High-Speed USB 2.0 [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/ja/pd-851808-pn-82357B/usb-gpib-interface-high-speed-usb-20?&cc=BE&lc=dut> (accessed 9.24.14b).

Agilent - E5810A LAN/GPIB Gateway [Discontinued] [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/en/pd-1000004557%3Aepsg%3Apro-pn-E5810A/lan-gpib-gateway?nid=-34193.536881830.00&cc=BE&lc=dut&cmpid=zzfinde5810a> (accessed 9.24.14).

Agilent - E5810B LAN/GPIB/USB Gateway [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/ja/pd-2253460-pn-E5810B/lan-gpib-usb-gateway> (accessed 9.24.14a).

Agilent - E5810B LAN/GPIB/USB Gateway [WWW Document], n.d. URL

<http://www.keysight.com/ja/pd-2253460-pn-E5810B/lan-gpib-usb-gateway> (accessed 9.24.14b).

AirMagnet WiFi Analyzer - Wireless Network Analyzer and WiFi Troubleshooting | Fluke Networks, n.d.

AirMagnet WiFi Analyzer - Wireless Network Analyzer and WiFi Troubleshooting | Fluke Networks [WWW Document], n.d. URL <http://www.flukenetworks.com/enterprise-network/wireless-network/AirMagnet-WiFi-Analyzer> (accessed 10.13.14b).

Datasheet: AirMagnet WiFi Analyzer, n.d.

Datasheet\_AirMagnet\_WiFi\_Analyzer-14990-en-3945569.pdf, n.d.

PolicyReference.pdf, n.d.

ReleaseNotes.pdf, n.d.

WiFi\_UserGuide.pdf, n.d.

Belgacom Groep - Corporate Governance Charter [WWW Document], n.d. URL

<http://www.belgacom.com/assets/content/mbimport/%7B5241944B-F52F-46E0-B80E-3E1837A02732%7D?transformationID=CustomContent&contentType=content/custom&previewSite=cow> (accessed 9.23.14b).

Belgacom Groep - Geschiedenis [WWW Document], n.d. URL

[http://www.belgacom.com/be-nl/annex/An\\_History.page](http://www.belgacom.com/be-nl/annex/An_History.page) (accessed 9.23.14).

Belgacom Groep - Onze merken [WWW Document], n.d. URL

[http://www.belgacom.com/be-nl/annex\\_organisation/Org\\_Brands.page](http://www.belgacom.com/be-nl/annex_organisation/Org_Brands.page) (accessed 9.23.14).

Catalyst 2950 Switch Getting Started Guide, August 2004 - Catalyst 2950 Switch Getting Started Guide [Cisco Catalyst 2950 Series Switches] - Cisco, n.d.

Catalyst 2950 Switch Getting Started Guide, August 2004 - Catalyst 2950 Switch Getting Started Guide [Cisco Catalyst 2950 Series Switches] - Cisco [WWW Document], n.d. URL

<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2950/hardware/quick/guide/2950gsg/2950gsg2.html#wp46478> (accessed 10.2.14b).

Comunicatie standaard - IEEE488 / GBIP - Wikipedia [WWW Document], n.d. URL  
http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE-488 (accessed 9.24.14).

Comunicatie standaard - RS-232 - Wikipedia [WWW Document], n.d. URL  
http://en.wikipedia.org/wiki/RS-232 (accessed 9.24.14).

DES-3550 xStack 48-Port 10-100Mbps Stackable Switches With 2 Combo 1000BASE-T-SFP Gigabit Ports | D-Link [WWW Document], n.d. URL  
http://www.dlink.com/be/nl/support/product/des-3550-xstack-48-port-10-100mbps-stackable-switches-with-2-combo-1000base-t-sfp-gigabit-ports (accessed 12.17.14).

How does AirMagnet license software? - AirMagnet Knowledge Base [WWW Document], n.d. URL  
[https://airmagnet.flukenetworks.com/faq/index.php?page=index\\_v2&id=273&c=19](https://airmagnet.flukenetworks.com/faq/index.php?page=index_v2&id=273&c=19) (accessed 10.13.14).

IEEE 802.11 - Wikipedia [WWW Document], n.d. URL  
http://nl.wikipedia.org/wiki/IEEE\_802.11 (accessed 12.5.14).

InterVLAN Routing - Routing between VLAN Networks [WWW Document], n.d. URL  
http://www.firewall.cx/networking-topics/vlan-networks/222-intervlan-routing.html (accessed 10.2.14).

IVI Foundation [WWW Document], n.d. URL  
http://www.ivifoundation.org/resources/default.aspx (accessed 9.25.14).

Resources, n.d.

Shared Components, n.d.

5991-2018EN\_3-1-13a.indd - 5991-2018EN.pdf, n.d.

Agilent Technologies N1911A P-Series Power Meter - Instrument Driver - National Instruments, n.d.

E2094T IO Libraries Suite 16.0 [Obsolete] | Keysight (formerly Agilent Test and Measurement), n.d.

IO Libraries Suite | Keysight (formerly Agilent Test and Measurement), n.d.

IVI Foundation - Shared Components [WWW Document], n.d. URL  
http://www.ivifoundation.org/shared\_components/Default.aspx (accessed 9.25.14).

LXI - LAN eXtensions for Instruments | Keysight (formerly Agilent Test and Measurement) [WWW Document], n.d. URL http://www.keysight.com/main/application.jspx?nid=-33861.0.00&cc=US&lc=eng (accessed 9.25.14).

MySQL :: MySQL Connector/Net Developer Guide :: 3 Connector/Net Installation [WWW Document], n.d. URL http://dev.mysql.com/doc/connector-net/en/connector-net-installation.html (accessed 12.10.14).

MySQL :: MySQL Connector/Net Developer Guide [WWW Document], n.d. URL  
http://dev.mysql.com/doc/connector-net/en/index.html (accessed 12.10.14).

MySQL :: MySQL Connectors [WWW Document], n.d. URL  
http://www.mysql.com/products/connector/ (accessed 12.10.14).

octoBox Wireless Testbed [WWW Document], n.d. URL  
http://www.octoscope.com/English/Products/octoBox\_Testbed/octoBox\_Testbed.html (accessed 12.3.14).

Power Meter - Agilent N1911A, n.d.

Power Meter - Agilent N1911A.html, n.d.

Power Meter - Agilent Technologies N1911A P-Series - Instrument Driver - National Instruments [WWW Document], n.d. URL  
http://sine.ni.com/apps/utf8/n iid\_web\_display.model\_page?p\_model\_id=8345 (accessed 9.24.14).

Power Meter - Connectivity Guide, n.d.

Power Meter - Connectivity Guide.pdf, n.d.

- Power Meter - IO Libraries Suite 16.0 [Obsolete] [WWW Document], n.d. URL  
<http://www.keysight.com/en/pd-1918218-pn-E2094T/io-libraries-suite-160?nid=536900526.963148.00&cc=BE&lc=dut&cmpid=zzfindiolibsforivicom> (accessed 9.24.14).
- Power Meter - IO Libraries Suite [WWW Document], n.d. URL  
<http://www.keysight.com/en/pd-1985909/io-libraries-suite-162?nid=33330.977662&cc=BE&lc=dut> (accessed 9.24.14).
- Power Meter - Read Me [WWW Document], n.d. URL  
[http://www.keysight.com/upload/cmc\\_upload/All/readme\\_ivicom\\_RFPowerMeter\\_2\\_0\\_0\\_26.txt](http://www.keysight.com/upload/cmc_upload/All/readme_ivicom_RFPowerMeter_2_0_0_26.txt) (accessed 9.24.14).
- Power Meter - Remote Operation 1 N1911A1912A P-Se.pdf, n.d.
- Power Meter - Remote Operation 1 N1911A/1912A P-Series Power Meters Programming Guide, n.d.
- Power Meter - User Guide, n.d.
- Power Meter - User Guide.pdf, n.d.
- Radiogolf - Wikipedia [WWW Document], n.d. URL <http://nl.wikipedia.org/wiki/Radiogolf> (accessed 12.5.14).
- Real-Time Spectrum Analyzers Tektronix - Datashe.html, n.d.
- Search | Tektronix, n.d.
- Spectrumanalyzer Tektronix RSA33038A, n.d.
- Spectrum RSA3308A - Instructions.pdf, n.d.
- Spectrum RSA3308A - Service Manual Tektronix.pdf, n.d.
- Spectrum RSA3308- User Manual - 37W\_18864\_2.pdf.pdf, n.d.
- Tektronix Open Choice Connectivity Software, n.d.
- Tekvisa.chm, n.d.
- TVC.chm, n.d.
- wifi - What are the units of RSSI, noise and SNR as defined by IEEE 802.11? - Electrical Engineering Stack Exchange [WWW Document], n.d. URL  
<http://electronics.stackexchange.com/questions/87490/what-are-the-units-of-rssi-noise-and-snr-as-defined-by-ieee-802-11> (accessed 12.5.14).







# proGIMUS



## INSTALLATIEGIDS

STAGEPLAATS: BELGACOM: VALIDATION TEST LABO TE ASSEBROEK | STAGEMENTOR: MH PATRICK VANDENDRIESSCHE  
| STAGEBEGELEIDER: MEVR ANN DERAEDT

PROJECT AANGEBODEN DOOR

**XAVIER VAN VARENBERG**

VOOR HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN BACHELOR IN DE

**NEW MEDIA AND COMMUNICATION TECHNOLOGY**

HOWEST | ACADEMIEJAAR 2014-2015







# Inhoudsopgave

Lijst met figuren.....	
Inleiding .....	
Algemene opmerkingen .....	3
1 Documentatie.....	4
2 Instrumenten.....	4
2.1 powermeter.....	4
2.2 Spectrumanalyzer.....	4
3 IPERF PC's .....	5
3.1 Windows.....	5
3.1.1 IPERF.....	5
3.1.2 SSH.....	6
3.1.3 Statisch IP-adres .....	6
3.2 Ubuntu.....	7
3.2.1 IPERF.....	7
3.2.2 SSH-server .....	7
3.2.3 Statisch IP-adres .....	7
4 SERVERS.....	8
4.1 MySQL Server .....	8
4.2 FileZilla-Server .....	9
4.3 Map network drive .....	9
5 USER-PC.....	10
5.1 Statisch IP-adres .....	10
5.2 PuTTY.....	10
5.2.1 Switch .....	10
5.2.2 IPERF.....	10
5.3 NIVISA .....	11
5.4 IO Lib Suit.....	11
5.5 Command expert.....	12
5.6 TEKVISA.....	12
5.7 Verzwakkers .....	12
5.8 Firewall .....	12



## Lijst met figuren

Figuur 1 Powermeter IP-settings.....	4
Figuur 2 Windows IP-settings.....	5
Figuur 3 MySQL welke onderdelen installeren .....	8
Figuur 4 FileZilla server user settings .....	9
Figuur 5 PuTTY Switch settings.....	10
Figuur 6 PuTTY IPERF settings .....	10
Figuur 7 Connection expert: voeg instrument toe.....	11



## Inleiding

Een volledige herinstallatie zal hoogst waarschijnlijk nooit gebeuren, of alle instrumenten en toestellen moeten tegelijk kapot gaan, en deze gids zal dus nooit van kop tot teen worden uitgevoerd.

Toch kan het gebeuren dat er iets kapot gaat door bijvoorbeeld een verkeerde update uit te voeren.

Niet alle programma's zijn correct ingesteld door altijd op volgende of next te drukken tijdens een installatie. Indien er een foute installatie is gebeurd, kan dit soms gevolgen hebben. Bepaalde onderdelen die ontbreken, bestanden die niet zijn geïnstalleerd, verkeerde netwerk instellingen, passwoord, ...

Deze kleine handleiding dient voor het uitvoeren van een correcte installatie met de juiste instellingen.

Op de gezamenlijke workspace van het labo zijn alle bestanden terug te vinden. De mappen zijn genummerd en volgen tevens ook de nummering in dit document.

Ondanks er voor de hele installatieprocedure voor iedere stap een screenshot aanwezig, worden deze hier enkel getoond wanneer er een instelling veranderd en er niet de hele tijd op next kan worden gedrukt.



## Algemene opmerkingen

Bij sommige setupbestanden staat er een opmerking dat deze moeten worden uitgepakt. Dit gebeurt via een tool zoals winrar, of 7zip. Indien het er niet bijstaat, waren er vroeger geen problemen ondervonden. Indien het setupbestand klaagt dat er echter geen geldige installatie pad is gevonden, moet de setup alsnog worden uitgepakt. Meestal werd er geklaagd over de Windows temp folders tijdens het uitvoeren van een setup.

Wanneer er gevraagd wordt een statisch IP-adres te gebruiken, gebruik dan het met de sticker overeenstemmend adres. Deze stickers bevinden zich op alle toestellen.

Gebruik nooit twee maal hetzelfde IP adres.

Indien er internet gewenst is gebeurd dit niet op het 192.168.2.x/24 subnet, maar langs de kant van de aangesloten test apparatuur in de octoBox. Dus niet via de switch!

Het is aan te raden om alle programma's in het Engels te installeren.

#-TekenIn het begin van een lijn in Linux configuratiebestanden betekenen meestal dat deze lijn in commentaar staat en niet wordt uitgevoerd.

Het is aan te raden om eerst alle servers te installeren die nodig zijn om een connectie te leggen voor een client. Dit kan ook omgekeerd, maar de clients kunnen dan niet direct getest worden.

# 1 Documentatie

In de eerste map “1-DOCUMENTATIE” zijn alle datasheets, gebruikershandleiding programming guides, en de bachelorproef weer te vinden. Er is ook voor ieder programma een step-by-step screenshot gids voorzien.

## 2 Instrumenten

Voor zowel de spectrumanalyzer als de powermeter, is de enige nodige instelling die ingesteld moet worden het IP-adres.

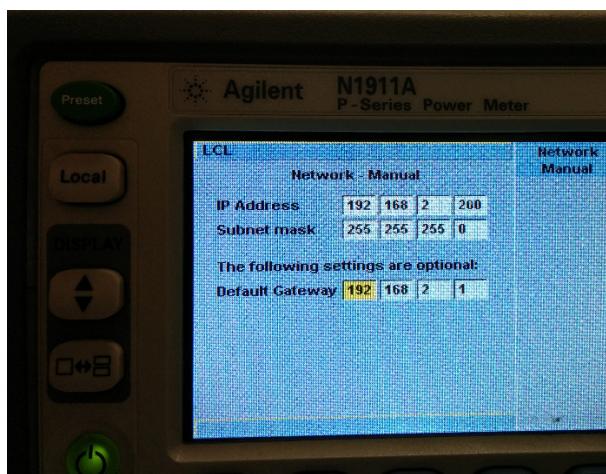
### 2.1 powermeter

Aan de powermeter wordt er enkel een statisch IP-adres toegekend. In het geval van de powermeter moeten alle getallen die geen drie cijfers bevatten, vooraf gaan met een 0.

Bijvoorbeeld: 192.168.1.50 wordt 192.168.001.050.

De powermeter verwijderd zelf de overbodige getallen. De reden hiervoor is, er kan niet genavigeerd worden tussen de drietallen in.

Volg volgende stappen om het IP in te stellen



Figuur 1 Powermeter IP-settings

- Druk op System (meest linkse knop onder het scherm);
- Ga naar remote interfaces (eerste knop onder esc)
- Vervolg naar Network Manual (derde knop)
- Vul het IP en het subnet in: 192.168.2.200 / 255.255.255.0
- Gebruik de esc knop om uit het menu te gaan.

### 2.2 Spectrumanalyzer

Net zoals bij de powermeter wordt er ook hier een statisch IP-adres toegekend.

Dit gebeurt echter niet via een aangepast menu, maar via de netwerkconfiguratie instellingen van Windows XP.

- Open Network Connections
- Klik op de connectie die je wil aanpassen, onder “Network Tasks”, klik “Change settings of this connection”.
- In “the General” tab, klik op Internet Protocol (TCP/IP), gevolgt door “Properties”.
- Klik nu op “Use the following IP address”, en vul het IP address in.

### 3 IPERF PC's

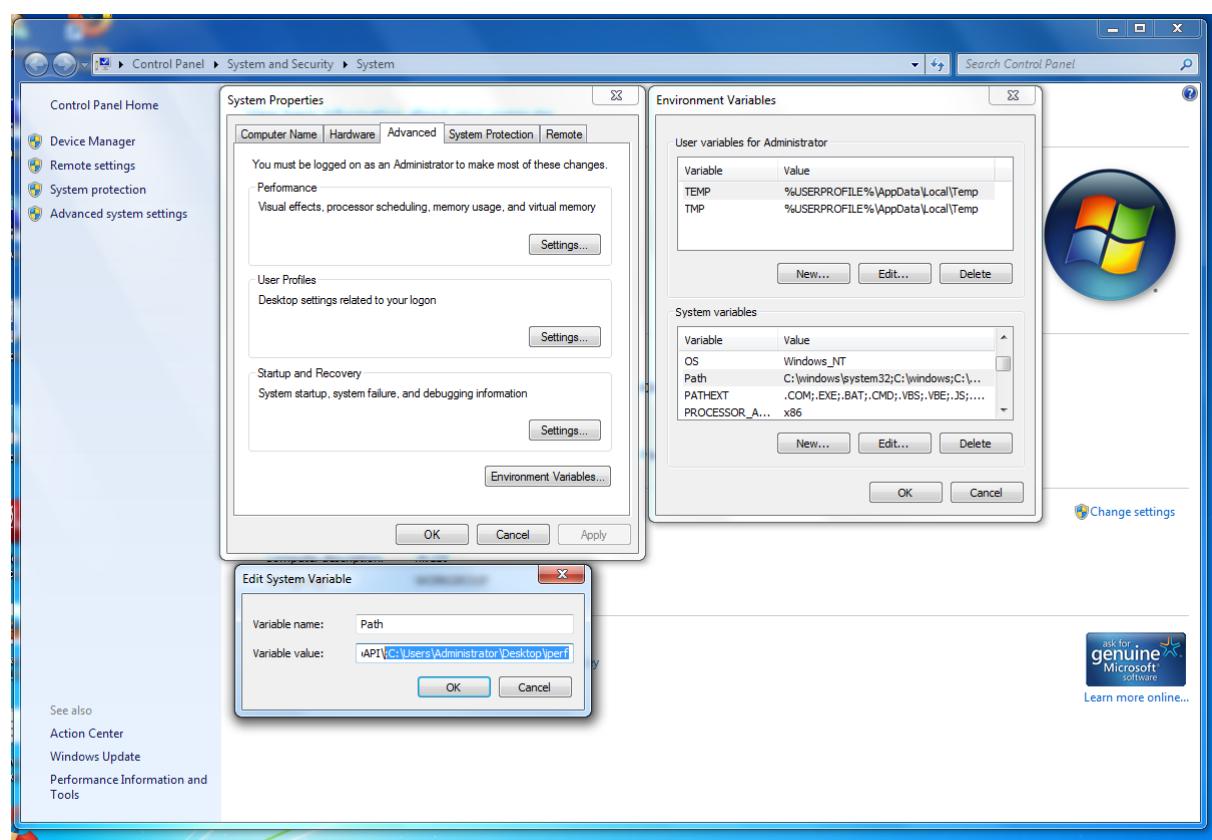
Onderstaande procedures zijn voor beide IPERF PCs gelijk. Het maakt niet uit welke PC er als IPERF-server of IPERF-client dient. De enige instelling dat anders is, is het IP-adres.

#### 3.1 Windows

##### 3.1.1 IPERF

Unzip het IPERF zip-bestand en plaats de uitgepakte bestanden naar een map naar keuze.

- Kopieer het pad van deze locatie.
- Pas vervolgens de Windows environment variables aan.
- Druk op Start
- Rechtsklik deze computer
- Properties
- Advanced system settings
- Environment variables
- In de tweede tab (system variables) vind je het “Path” weer
- Plaats achteraan in het veld een puntkomma en plak het gekopieerde pad van de IPERF map.
- opslaan
- pc herstarten



Figuur 2 Windows IP-settings

### **3.1.2 SSH**

Voer de freeSSHd setup uit voor het installeren van de SSH-server op Windows.

Gedurende de setup mogen alle instellingen op de standaard instellingen blijven staan.

Indien er gevraagd wordt of er Private Keys mogen worden aangemaakt, klik op Yes. Hetzelfde geld voor het uitvoeren van FreeSSHd als een system service.

Eens het programma geïnstalleerd is, druk ctrl + shift + esc om naar taakbeheer te gaan. Ga naar het service tablad en kijk of deze service aan het draaien is. Zo ja stop deze server en pas de volgende instellingen aan.

Open de FreeSSHd GUI via de snelkoppeling op de desktop.

- Authentication tablad
  - password op Required
  - public key op disabled.
- SSH tablad
  - Listen address: 192.168.2.x interface
  - Start SSH server on freeSSHd startup
- Users
  - Voeg een nieuwe gebruiker toe
  - Authorization: Password stored as SHA1 hash
  - User can use Shell
- Sla alle gegevens op
- Server status
  - SSH-server: Click here to start it

De SSH-server zal automatisch opstarten wanneer Windows wordt opgestart.

### **3.1.3 Statisch IP-adres**

Om een IP-adres te veranderen in Windows:

- Rechtsklik onderaan de taakbalk op het computer icoontje
- Open Network and Sharing Center
- Klik vervolgens op Change adapter settings
- Dubbelklik op de LAN-connectie
- Klik op properties
- Dubbelklik op Internet Protocol Version 4

## 3.2 Ubuntu

Ubuntu is op beide PCs volledig opnieuw geïnstalleerd, met de nieuwste versie van Ubuntu en in het Engels. Zorg er altijd voor dat indien er een nieuwe versie geïnstalleerd wordt het een Long Term Support (LTS) is. Deze zijn officieel 2 jaar geldig, de andere versies, zoals er een geïnstalleerd was, een half jaar. De taal is vrij te kiezen, maar het is gemakkelijker om problemen op te lossen indien foutmeldingen in het Engels staan.

### 3.2.1 IPERF

Hang deze PC aan het internet en voer volgende commando's uit om IPERF te installeren.

- **Apt-get update**
- **Apt-get install iperf**
- **sudo nano /etc/sysctl.conf**
- **net.core.rmem\_max = 33554432**
- **net.core.wmem\_max = 33554432**
- **ctrl + o**
- **ctrl + x**
- **sudo sysctl -p**

### 3.2.2 SSH-server

Net zoals bij IPERF wordt er gebruik gemaakt van apt-get commando: **apt-get install openssh-server**.

### 3.2.3 Statisch IP-adres

Nu mag de PC van het internet gehaald worden, en worden aangesloten aan de switch.

Netwerkkaarten hebben een andere naam onder Linux dan bij Windows. **Eth0** is de **interne** kaart, **eth1** is de **externe** kaart.

Pas de netwerkinstellingen aan: **sudo nano /etc/network/interfaces**

```
auto lo
iface lo inet loopback
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.2.x
    network 192.168.2.0
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.2.2
```

```
auto eth1
iface eth1 inet static
    address 192.168.1.x
    network 192.168.1.0
    netmask 255.255.255.0
```

Sla de instellingen op en sluit de texteditor: **ctrl + o** gevuld door **ctrl + x**

Vernieuw de netwerkinstellingen: **sudo /etc/init.d/networking restart**

## 4 SERVERS

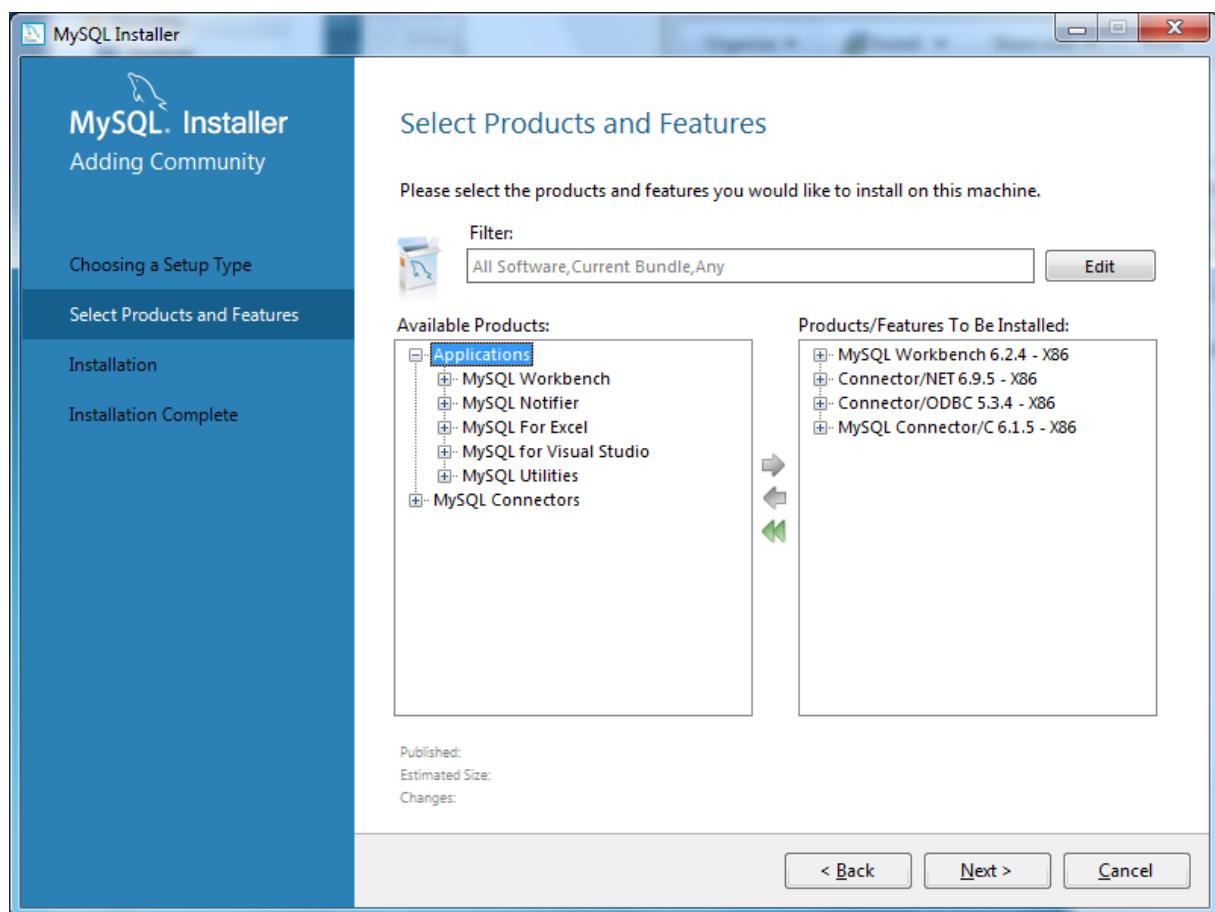
In een professioneel netwerk gezien zouden deze op een andere dedicated PC of server komen te staan, die altijd beschikbaar is. In dit labo mag de gewone gebruikers PC waar alle andere programma's opstaan gebruikt worden.

Voor het installeren van de MySQL server en workbench is het aan te raden om de PC aan het internet te hangen zodat deze de meest geupdate versie kan downloaden en installeren.

### 4.1 MySQL Server

Accepteer de licentie voorwaarden en klik op next. Duid Custom aan en vervolg de installatie:

Kies nu voor het installeren van MySQL-server, Workbench, connector .NET, ODBC, C, documentatie



Figuur 3 MySQL welke onderdelen installeren

Druk op next en execute. Eens de installatie is gedaan, wordt de server geconfigureerd. Klik op next en dan op show advanced options. Klik vervolgens weer op next.

Duid **Custom** aan en klik op **next**: MySQL Server, Workbench, connector .NET, ODBC, C, documentation **next**. Klik op **execute** en **next**

na installatie wordt de server geconfigureerd. server configureren

Vink **show advanced options** aan en klik op **next**. Vul een **paswoord** in, en klik op **next**. Vul **MySQLTESTLABO** in als **servernaam** en klik op **next**. Vervolledig de installatie met **execute** en **finish**.

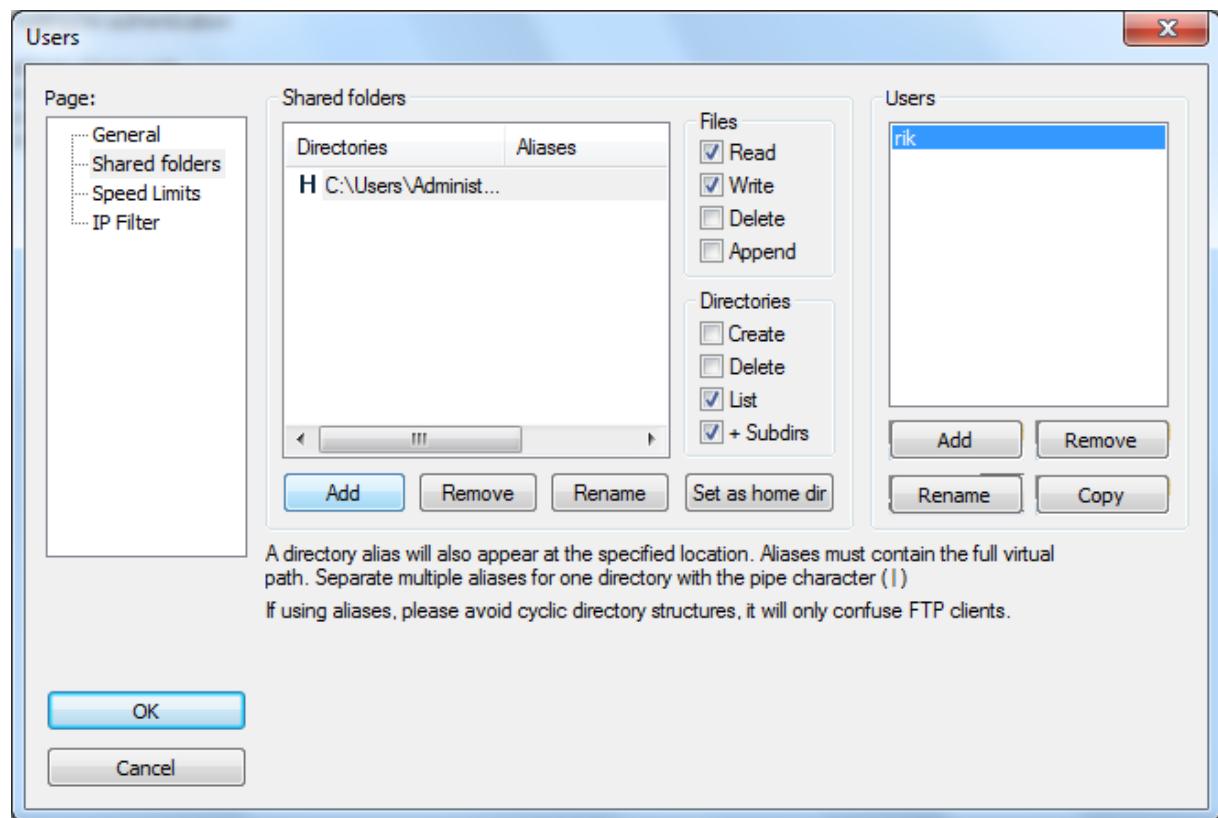
## 4.2 FileZilla-Server

Bij deze installatie is er niets speciaal voorzien. Rush door de installatie door op next te drukken en de standaard instellingen te behouden.

Na het installeren van de server dient er ingelogd te worden en moeten er gebruikers worden aangemaakt.

Tijdens de eerste keer inloggen wordt er een paswoord gevraagd, vul een wachtwoord in naar keuze. Dit wachtwoord is vanaf nu het administrator wachtwoord voor FileZilla.

Eens ingelogd op de server klik in het menu op Edit en open de User settings. Klik op add en vul een gebruikersnaam in. Check password onder de “enable account” settings en klik in de linker kolom op shared folders. Voeg nu een folder toe waartoe deze gebruiker toegang mag hebben. Druk op ok en sluit het venster.



Figuur 4 FileZilla server user settings

## 4.3 Map network drive

Deze stap dient op iedere PC te worden uitgevoerd waarop Windows rechtstreeks toegang tot de FTP-server moet hebben.

Ga naar Computer en klik op Map Networkdrive. Kies een letter voor de schijf en klik op de blauwe link.

Klik op Next en kies voor “choose a custom network location”. In het volgende venster vul je “ftp://[ip-adres] in. Vul vervolgens een gebruikersnaam in en voltooit de wizard. Windows zal de eerste keer een wachtwoord vragen.

# 5 USER-PC

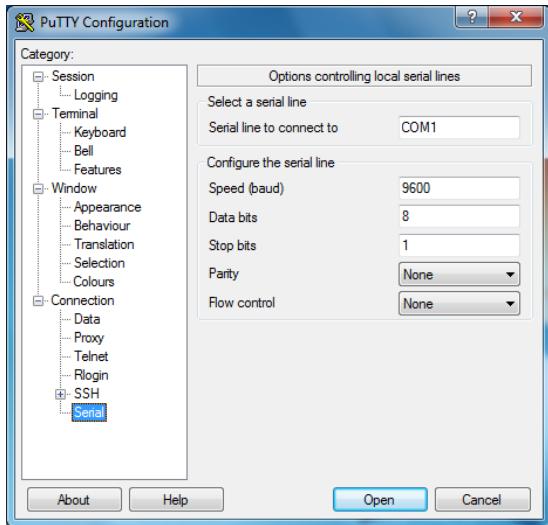
## 5.1 Statisch IP-adres

Zie 3.1.3.

## 5.2 PuTTY

Tijdens de installatie mag alles op standaardinstellingen blijven staan. Open het programma na het beëindigen van de installatie. Er worden eerst drie toestellen geconfigureerd, namelijk beide IPERF PCs en de switch.

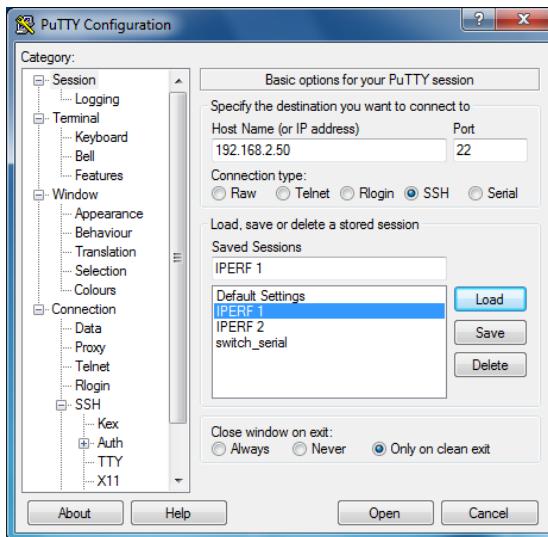
### 5.2.1 Switch



Figuur 5 PuTTY Switch settings

- Ga naar "Serial" in het linker menu;
- Zet "Flow control" op "OFF".
- Ga terug naar "Session"
- Duid Serial aan
- Vul naam in onder Saved Sessions.
- Klik op Save

### 5.2.2 IPERF



- Vul hostname of IP in
- Port 22
- SSH
- Naam invullen
- Klik op Save

Figuur 6 PuTTY IPERF settings

Telkens wanneer er nu PuTTY wordt gebruikt, dubbelklikken op de opgeslagen sessie voor de client te starten. De eerste keer dat er wordt ingelogd zal er gevraagd worden om een server host key te accepteren. Klik op Yes.

## 5.3 NIVISA

Tijdens de installatie moet er ENKEL op de programmeer machine maar één instelling veranderd worden.

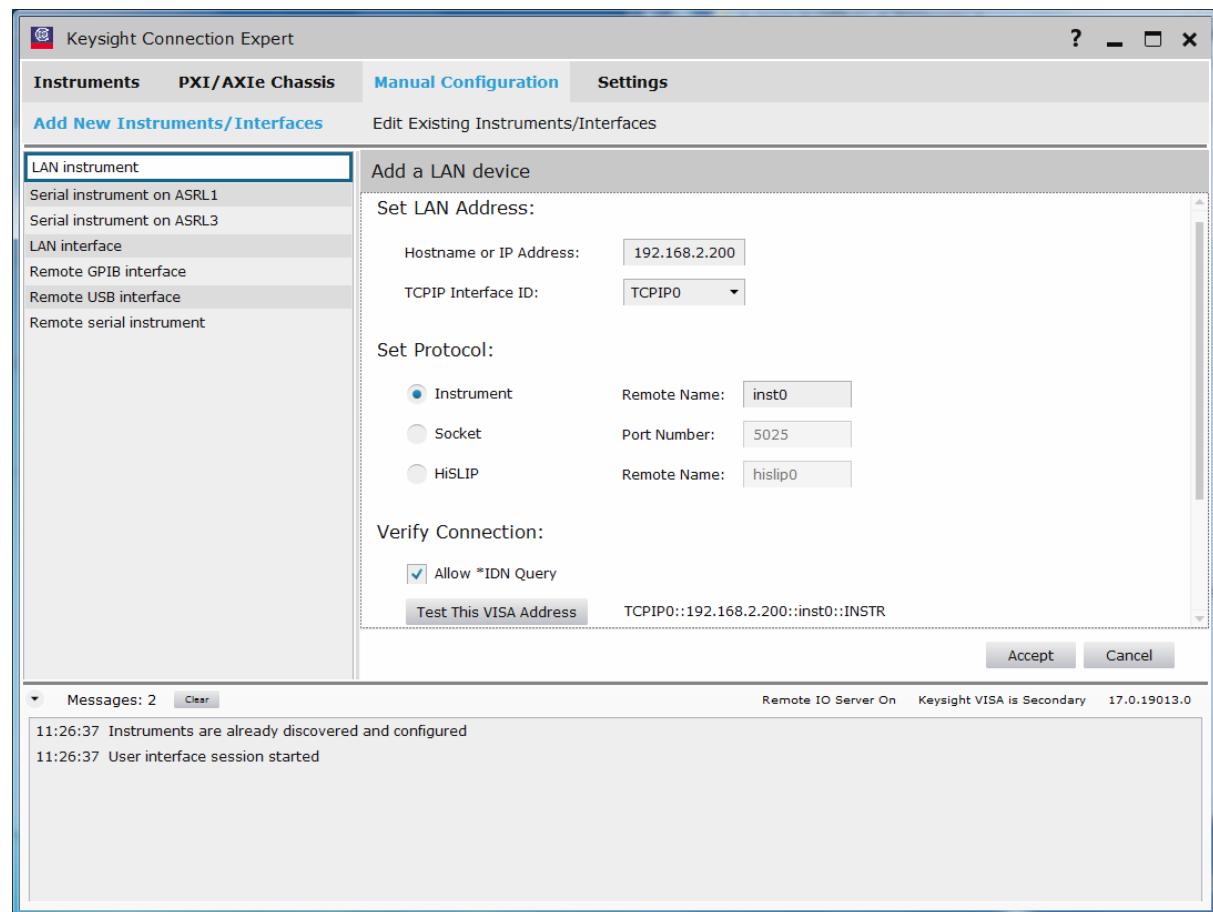
Wanneer de verschillende features worden opgeliist, moet er extra pakketten worden geïnstalleerd voor programming voorbeelden en plugins voor Visual Studio.

## 5.4 IO Lib Suit

Indien Command expert geïnstalleerd moet worden is deze installatie verplicht.

Voer de setup uit, accepteer de licentieovereenkomst en duid “Custom install” aan. Installeer Keysight VISA in “secundary side-by-side” mode, en vervolledig de installatie.

Open de “Connection expert” tool en ga naar het manual configuration tabblad en voeg een instrument toe.



Figuur 7 Connection expert: voeg instrument toe

## **5.5 Command expert**

Tijdens de installatie mag alles op standaardinstellingen blijven staan.

Open Command expert en voeg de powermeter toe.

- new instrument
- connect to real instrument
- next
- select powermeter
- next
- next
- next
- add to my instruments

## **5.6 TEKVISA**

Tijdens de installatie mag alles op standaardinstellingen blijven staan. Wanneer NIVISA geïnstalleerd is, wordt er gevraagd of de VISA versie van NI moet gebruikt worden, of die van TEKVISA. Kies voor Preserve National Instruments VISA en vervolg de installatie.

## **5.7 Verzwakkers**

Kopieer de map naar de vaste PC.

## **5.8 Firewall**

PC hangt niet op het internet en is enkel toegankelijk vanuit het lokaal. Er moet geen beveiliging voorzien worden in het labo. d.w.z. dat de firewall kan uitgeschakeld worden.

Indien er connectie problemen te zijn van of naar de apparaten, schakel de firewall van Windows tijdelijk uit om te kijken of het probleem is verholpen.

Om de firewall uit te schakelen, ga naar Control Panel\System and Security\Windows Firewall\Customize Settings en klik op turn off windows firewall.



