

Verschillende toepassingen voor virtualisatie

Door Dominic van den Ende



Figure: Copyright Dominic van den Ende

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksvragen	4
3. Planning	5
4. Vormen van virtualisatie	6
4.1 beschrijving van de te behandelen vormen	6
5. Producten	7
5.1 Architectuur	7
5.2 Xen	7
5.2.1 Xen Hypervisor	7
5.2.2 Dom0 (Console OS)	7
5.3 VirtualBox	8
5.4 Conclusie productvergelijking	9
5.4.1 Voordelen	9
5.4.2 Nadelen	9
6. Toepassingsgebieden	10
6.1 Server	11
6.2 Desktop	12
6.3 Laptop	12
6.4 Conclusie	13
7. Veiligheid en Stabiliteit	14
7.1 Virtueel communicatie verkeer	14
7.2 Hot-swappable mogelijkheden	14
7.3 Verhuizen van virtuele machines	15
7.4 Stabiliteit m.b.t. Hardware en Software	15
8. Testomgeving(en)	16
9. Experimenten	18
1. VM verkeer scannen	18
2. Netwerken	19
10. Evaluatie experimenten	21
10.1 Evaluatie VM verkeer scanning	21
10.2 Evaluatie netwerkverkeer	21
10.2.1 Experiment 1 en 2	22
10.2.2 Experiment 3 en 4	22
10.2.3 Conclusie netwerkverkeer	22
11. Conclusie	23
11.1 Conclusie project	23
11.2 Suggesties verder onderzoek	23
12. Nawoord	24
13. Referenties	25
14. Bijlagen	27
14.1 Planning	28
14.2 openSUSE Xen vlan configuratie	29
14.3 openSUSE Xen vlan configuratie 2	30
14.4 openSUSE Xen configuratie	32

1. Inleiding

Ik heb gekozen om me te richten op *Verschillende toepassingen voor virtualisatie* omdat ik altijd al geïnteresseerd ben geweest in virtualisatie maar nog niet de tijd heb gehad om deze techniek ook echt te bekijken.

Dit project is opgezet door Mobach en voor aanvang van dit project zijn er een aantal onderzoeksvragen gesteld waarop ik in dit verslag een zo goed mogelijk antwoord probeer te geven.

Onder andere zult u in dit verslag de verschillen tussen Xen en VirtualBox tegenkomen, maar bijvoorbeeld ook welke virtualisatietechnieken goed werkbaar zijn in bepaalde toepassingsgebieden.

Ik hoop dat u het verslag interessant vindt.

2. Onderzoeksvragen

1. Welke virtualisatietechnieken zijn goed bruikbaar op de volgende toepassingsgebieden, Server (langdurige up-time), Desktop (middellange up-time) en laptop (kortstondige up-time).

Bij virtualisatietechnieken moet u denken aan server consolidatie, separatie van client omgevingen, prototyping en virtual hosting.

2. Vergelijk de virtualisatieproducten die er op dit moment op de markt zijn. Hierbij zal ik de producten vergelijken met betrekking tot de werking en architectuurmodel van het product, maar ook met betrekking tot veiligheid en stabiliteit.

Ik beperk me hierbij tot de volgende open source producten: VirtualBox en Xen.

Veiligheid:

3. In hoeverre, als het al mogelijk is, kan het netwerkverkeer van meerdere virtuele machines (VM's) op één host worden gescheiden.

Stabiliteit:

4. Onderhoud, software- en hardwarematig. Denk aan instabiele software, nieuwe installaties of hardware reparaties.

Ook kunt u hierbij denken aan mogelijkheden met betrekking tot het verhuizen van virtuele machines, welke onderdelen zijn hot-swappable, etc.

3. Planning

Gezien de tijd die beschikbaar is met betrekking tot dit project is ervoor gekozen om bepaalde onderdelen weg te laten of iets specifieker te behandelen, dit is gedaan door middel van de MoSCoW methode toe te passen.

MoSCoW staat voor Must have, Should have, Could have en Would have, waarbij de prioriteit van links naar rechts afneemt.

Hieronder staan alle elementen van het project met hun bijbehorende prioriteitskenmerk.

(M)Toepassingsgebieden:

Onderzoeksvraag één zal geheel worden behandeld.

Producten:

(M)Hierbij wordt beperkt tot de volgende open source producten: VirtualBox en Xen. De producten worden vergeleken met betrekking tot de werking en model van het product, maar ook met betrekking tot veiligheid en stabiliteit.

(W)Overige producten waaronder VMWare, KVM, QEMU en Bochs.

Veiligheid:

(M)In hoeverre, als het al mogelijk is, kan het netwerkverkeer van verscheidene virtuele machines op één enkele host gescheiden worden.

(C)In hoeverre is het mogelijk om vanuit een virtuele machine of vanuit de host tot het geheugen te beschikken van een (andere) virtuele machine. Hiermee doelend op het feit of er data blijft bestaan op het moment dat een virtuele machine wordt gepauzeerd/gestopt, of dat dit wordt schoongemaakt.

Mogelijk aanpak:

hexdump maken van het geheugen na het sluiten van een virtuele machine, vervolgens een volgende virtuele machine starten met mogelijk een overlappende geheugen locatie. De vraag is nu of het eventueel mogelijk is om oude data te bekijken van de vorige virtuele machine.

(M)Stabiliteit:

Onderzoeksvraag vier zal geheel worden behandeld.

Voor de gedetailleerde planning met betrekking tot de dagindelingen zie Bijlage 1.

4. Vormen van virtualisatie

Nu we de planning hebben gehad gaan we kijken naar de vormen van virtualisatie waar binnen dit project op zal worden gericht, dit zijn de volgende twee vormen: para-virtualisatie en full-virtualisatie, dit wordt gedaan aangezien de producten die behandeld gaan worden deze vormen van virtualisatie kunnen verwezenlijken.

4.1 beschrijving van de te behandelen vormen

Beschrijving van para-virtualisatie (Xen):

Para-virtualisatie is de virtualisatietechniek waarbij er een software interface is naar virtuele machines die lijkt op maar niet identiek is aan de onderliggende hardware. Hierdoor kan er een betere performance worden behaald.

Beschrijving van full-virtualisatie (VirtualBox, Xen):

Full-virtualisatie is de virtualisatietechniek dat gebruikt wordt om een virtualisatieomgeving te implementeren, deze omgeving heeft een complete simulatie van de onderliggende hardware. Dit zorgt ervoor dat alle software die uitgevoerd kan worden op de “ruwe” hardware ook uitgevoerd kan worden op de virtuele machine. Om iets preciezer te zijn zorgt dit ervoor dat alle besturingssystemen, voor het gebruikte hardware platform, gebruikt kunnen worden.

Buiten deze vormen van virtualisatie zijn er ook:

1. Emulation
2. Native Virtualization
3. Operating system-level Virtualization
4. Hardware enabled Virtualization
5. Partial Virtualization
6. Cross-platform Virtualization
7. Application Virtualization
8. Resource Virtualization

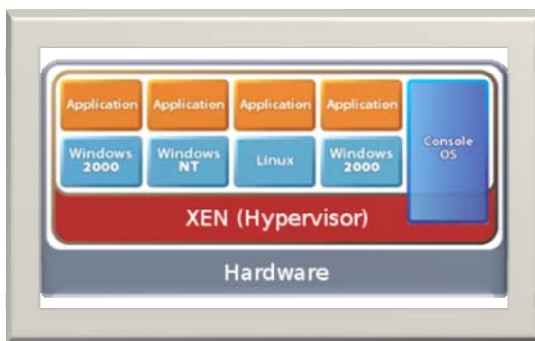
Maar voor de duidelijkheid zal dit project zich beperken tot para- en full-virtualisatie.

5. Producten

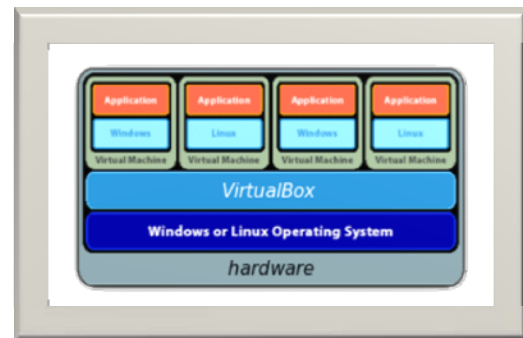
Nu we de virtualisatie technieken kennen die binnen de te behandelen producten gebruikt kunnen worden gaan we de producten zelf bekijken en vergelijken.

5.1 Architectuur

Hieronder staan de architecturen van Xen en VirtualBox, waarbij duidelijk te vernemen is dat VirtualBox echt een applicatie is die geïnstalleerd wordt op het host besturingssysteem. Terwijl Xen de kernel herschrijft en daardoor dichterbij de hardware ligt, om dit concreet te maken wordt bij Xen het host besturingssysteem op de Hypervisor geplaatst.



Figuur 5.1: Xen architectuur



Figuur 5.2: VirtualBox architectuur

5.2 Xen

We gaan hier kijken naar de twee belangrijkste onderdelen met betrekking tot de werking van Xen, dit zijn de Hypervisor en de Dom0.

5.2.1 Xen Hypervisor

De Xen hypervisor is in essentie de abstractie laag van de software die direct op de hardware ligt onder alle besturingssystemen. Het is verantwoordelijk voor CPU scheduling en memory partitioning van de verscheidene virtuele machines die op het hardware systeem draaien. De hypervisor richt zich niet alleen op de hardware van de virtuele machines maar regelt ook het starten van de virtuele machines, dit is mogelijk omdat ze de standaard processing omgeving delen. De Hypervisor heeft geen kennis van networking, externe opslagapparatuur, video of alle andere standaard I/O functies die in het systeem gevonden kunnen worden.

5.2.2 Dom0 (Console OS)

Domain 0, een gemodificeerde Linux kernel, is een unieke virtuele machine die op de Xen Hypervisor draait, deze virtuele machine heeft special rechten om fysieke I/O resources te benaderen maar ook om te communiceren met de DomU's (de andere virtuele machines) die op het systeem draaien. Alle Xen virtualisatie omgevingen vereisen dat Dom0 draait voordat een andere virtuele machine kan worden gestart. Er zitten in Dom0 twee drivers om netwerk en lokale hardeschijf requests van DomU's te kunnen ondersteunen. De Network Backend Driver en de Block Backend Driver.

De Network Backend Driver communiceert direct met de lokale netwerk hardware om zo alle requests van de virtuele machines te kunnen verwerken. De Block Backend Driver communiceert met de lokale hardeschijf controller om data te lezen en te schrijven van de schijf gebaseerd op de requests van de DomU's.

5.3 VirtualBox

Hieronder een beknopte samenvatting van de werking van VirtualBox, waaronder een uitleg over de processen die gestart worden.

Wanneer de grafische user interface (GUI) van VirtualBox wordt gestart, start er op zijn minst één extra proces. Dit is het VirtualBox "service" proces VBoxSVC.

Als er vervolgens een virtuele machine wordt gestart vanuit de GUI draaien er twee schermen (het hoofdscherm en de virtuele machine), maar er draaien drie processen. Dit is bij Windows te bekijken met behulp van de Task Manager en bij Linux met behulp van een system monitor, vervolgens is het onderstaande zichtbaar:

1. VirtualBox, de GUI voor het hoofdscherm
2. Nog een VirtualBox proces dat gestart wordt met de `-startvm` parameter, dat betekent dat het GUI proces als een raamwerk (shell) werkt voor de virtuele machine.
3. VBoxSVC, de hierboven genoemde service, welke op de achtergrond draait om alle betrokken processen bij te houden. Deze wordt automatisch gestart door het eerste GUI proces.

Bij Linux draait er nog een daemon proces, VBoxXPCOMIPCD genoemd welke nodig is om de XPCOM implementatie werkend te krijgen.

Voor het host besturingssysteem ziet de virtuele machine die in het tweede scherm draait eruit als een standaard programma. VirtualBox neemt eigenlijk de controle van een groot deel van het systeem over en start een complete OS met zijn eigen set van guest processen, drivers en apparaten binnen dit VM proces, maar het host besturingssysteem merkt hier weinig van. Wat de virtuele machine ook doet, het is gewoon een proces binnen het host besturingssysteem.

5.4 Conclusie productvergelijking

Om eerlijk te zijn bekijken we nu verschillen tussen producten die qua ontwikkelingstijd niet echt gelijk zijn, dit omdat de eerste publieke versie van VirtualBox op 15 januari 2007 uitkwam en de eerste publieke versie van Xen “al” in 2003. Gezien dit feit staat VirtualBox nog in de kinderschoenen en vind ik persoonlijk dat VirtualBox in de loop de tijd zeer interessant kan worden.

5.4.1 Voordelen

VirtualBox heeft de mogelijkheid om RDP (Remote Desktop Protocol) aan te zetten voor de virtuele machines. Op deze manier is het mogelijk om op het IP-adres van de host, dat aan de hand van RFC3330 is bepaald, met een alternatief port nummer een virtuele machine met behulp van RDP “over te nemen”.

Een ander voordeel is de mogelijkheid om snapshots te maken, dit zijn opnames van de huidige status van een virtuele machine, deze snapshots kunnen gebruikt worden om een rollback uit te voeren. Naast deze voordelen heeft VirtualBox ook een host interface waardoor bridges en TUN/TAP niet meer nodig zijn.

Als er een Xen virtuele machine wordt gestart kan er met behulp van een parameter ook direct een vncviewer worden geopend, dit kan ook worden gedaan terwijl de virtuele machine draait. Bij Xen is er de mogelijkheid om beschikbare hardware voor een virtuele machine aan te passen terwijl de virtuele machine draait. Het voordeel hiervan is dat het mogelijk is om het werkgeheugen uit te bereiden als de virtuele machine dit nodig heeft, of bijvoorbeeld een extra harddisk toe te voegen. Dit zijn natuurlijk zeer bruikbare opties met betrekking tot servers, dit omdat servers veelal, zover mogelijk, continue dienen te draaien.

Een ander voordeel is de live migration tool, hierbij kan een virtuele machine worden verhuist terwijl deze aan het draaien is. Dit betekent dat bij de aanschaf van een nieuwe fysieke server de virtuele machines niet uitgezet behoeven te worden op het moment dat de nieuwe fysieke server de oude vervangt.

5.4.2 Nadelen

Bij VirtualBox is het niet mogelijk, tijdens het draaien van een virtuele machine, de beschikbare hardware aan te passen.

Tevens is live migration een optie die nog niet beschikbaar is binnen VirtualBox maar wat toch zeer belangrijk kan zijn binnen het bedrijfsleven.

Het geheel herschrijven van de kernel bij Xen is voor sommige toepassingsgebieden niet de meest geschikte optie, maar een groter probleem is de documentatie, er is zeer weinig informatie te vinden over het product. Denk hierbij aan configuratie mogelijkheden maar ook met betrekking tot problemen, dus wel support. Het enige wat overblijft is vragen stellen en/of informatie zoeken bij de Xen gemeenschap, wat dan gelukkig wel via de Xen site kan. Buiten deze nadelen is de leercurve bij Xen ook veel steiler dan bij VirtualBox.

6. Toepassingsgebieden

In dit hoofdstuk worden de toepassingsgebieden behandeld zoals aangegeven in onderzoeksvraag één, maar voordat het zo ver is wordt er eerst een kortstondige beschrijving geven van de volgende termen:

1. server consolidatie
2. separatie van client omgevingen
3. prototyping
4. virtual hosting

Server consolidatie:

Server consolidatie is de benadering tot het efficiënt gebruiken van server resources om het totaal aantal servers of server locaties dat een organisatie nodig heeft te verkleinen.

Separatie van client omgevingen:

Separatie van client omgevingen kunnen we interpreteren als zijnde het scheiden van client omgevingen die gebruik maken van dezelfde computer/programma's, hierbij denken we al snel aan een terminal server.

Een terminal server is een computer waarop meerdere gebruikers programma's kunnen installeren. Meerdere gebruikers maken gelijktijdig gebruik van de programma's die op een terminal server zijn geïnstalleerd. Het is in essentie een computer waar meerdere personen gelijktijdig op werken.

Prototyping:

Bij prototyping worden er gedurende een project meerder prototypes gemaakt, of het prototype wordt veelvuldig aangepast, dit om ervoor te zorgen dat de requirements voor het ontwikkelen van het uiteindelijke product goed zijn kortgesloten met de klant.

Virtual hosting:

Virtual hosting is de methode die servers zoals webservers gebruiken om meerdere domeinnamen te kunnen hosten, soms zelfs op hetzelfde IP-adres dat is vastgesteld met behulp van RFC3330.

Nu mogelijkwijs een beter beeld bij bovenstaande termen is verkregen gaan we de volgende toepassingsgebieden bekijken:

1. Server (langdurige up-time)
2. Desktop (middellange up-time)
3. Laptop (kortstondige up-time)

6.1 Server

Bij het toepassingsgebied van een server denkt men gelijk aan een omgeving waar meerdere personen gebruik maken van dezelfde resources, maar ook aan een computer die langdurig aanstaat en zoveel mogelijk bereikbaar dient te zijn.

In essentie is server consolidatie de virtualisatietechniek waarmee virtualisatie begonnen is, dit omdat het zorgt voor kosteneffectiviteit, maar ook een optimalisatieslag met betrekking tot beheer binnen de organisatie. Dit is vanzelfsprekend een virtualisatietechniek die het best tot zijn recht komt in een serveromgeving.

Nu er tegenwoordig steeds meer mogelijkheden komen met betrekking tot virtualisatie, dit door de ontwikkelingen op hardware, maar ook op software niveau, kunnen we ook denken aan serveroplossingen met betrekking tot separatie van client omgevingen.

Dit benodigd een server die, zover mogelijk, continue beschikbaar is, zodat de clients waarneer hun dunkt gebruik kunnen maken van hun “eigen” omgeving. De essentie van deze techniek is toch dat een client vanaf een willekeurige werkplaats op willekeurige tijden gebruik kan maken van hun digitale werkomgeving.

Webhosting is een techniek die tegenwoordig veel gebruikt wordt, want wie heeft er eigenlijk tegenwoordig geen website. De laatste 10 jaar wordt deze techniek steeds vaker gebruikt om producten te verkopen, vaak met behulp van webwinkels. Deze webwinkels, omdat de bedrijven zoveel mogelijk willen verdienen, zijn zover mogelijk 24 uur per dag open. Dit zorgt ervoor dat deze techniek eigenlijk altijd door een server wordt aangeboden, denk hierbij aan de lange up-times, maar ook aan de benodigde bandbreedte.

Virtual hosting zorgt ervoor dat deze websites eenvoudiger beheerd kunnen worden, dit omdat er nu de mogelijkheid is om per website een virtuele machine aan te maken, en deze dus ook op een ander IP-adres, die volgens RFC3330 is ingesteld, aan te bieden maar op dezelfde machine te kunnen beheren.

Een server omgeving is in mijn ogen minder geschikt voor prototyping dit omdat de prototypes die worden gemaakt vaak worden gewijzigd en maar een bepaalde tijd worden gebruikt. Het lijkt mij dat deze techniek beter op zijn plaats is bij een desktop of zelfs een laptop omgeving.

Door de mogelijkheden van Xen die benoemt zijn in het hoofdstuk *Producten* is Xen een zeer bruikbare oplossing met betrekking tot serveroplossingen, dit omdat het mogelijk is veranderingen bij de server door te voeren zonder dat de virtuele machine hoeft worden uitgeschakeld. Dit zorgt mogelijk voor een langere up-time of wel de MTBF (Mean Time Between Failure) kan worden vergroot.

6.2 Desktop

Bij het toepassingsgebied van een desktop denkt men aan een computer die in principe een aantal uur per dag aanstaat. Maar in essentie is voor een buitenstaander niet te bepalen welke uren dat precies zijn.

Bij desktops is het mogelijk om separatie van client omgevingen te verwezenlijken, dit is dan wel in een andere vorm dan bij een server omgeving. Denk bijvoorbeeld aan een internet café waarbij een desktop in de ochtend bij het openen van het café wordt aangezet. Deze desktop start dan een virtuele machine die dient als terminal server, deze desktop kan in de avond bij het sluiten van het café weer worden uitgezet.

Dus in principe is het mogelijk om een desktop voor deze doeleinden te gebruiken als er maar van te voren randvoorwaarden worden vastgesteld. Zoals in het voorbeeld is één van de belangrijkste randvoorwaarden de tijden van mogelijke benadering, maar het is ook mogelijk te denken aan bijvoorbeeld het aantal gebruikers dat tegelijk gebruik kan maken van de service.

Prototyping is mogelijk bij een desktop omgeving, dit omdat een beheerder of software ontwikkelaar meestal werkt met een desktop, vanaf deze desktop kan een beheerder dan bijvoorbeeld een prototype maken om een bepaalde set-up te testen, of kan een softwareontwikkelaar zijn/haar applicatie testen op verschillende softwarematige omgevingen.

Minder geschikt voor dit type toepassingsgebied zijn de volgende virtualisatietechnieken: server consolidatie en virtual hosting, dit omdat zoals bij *Server* aangegeven deze technieken gebaseerd zijn op het feit dat deze, zover mogelijk, continue bereikbaar zijn.

6.3 Laptop

Bij het toepassingsgebied van een laptop denkt men aan sporadisch en mobiel gebruik. Hierbij is als buitenstaander niet te bepalen wanneer en waar deze bereikbaar zal zijn.

Prototyping is uitermate werkbaar bij een laptop omgeving, dit omdat het bij een prototype niet belangrijk is of een virtuele machine nu wel of niet langdurig beschikbaar is. Dit omdat de virtuele machine opgestart kan worden als hij nodig is of er wijzingen aangebracht dienen te worden. Ook is het makkelijker om op locatie te werken, denk hierbij aan een implementatieperiode bij een klant waarbij er eerst een aantal onderdelen dienen worden getest. In dit geval kan dit eerst worden getest met het prototype op de laptop omgeving voordat de werkelijke implementatie wordt geïnstalleerd.

Dit toepassingsgebied is minder geschikt voor de volgende virtualisatietechnieken: server consolidatie, separatie van client omgevingen en virtual hosting.

Server consolidatie en separatie van client omgevingen zijn niet geschikt om de eerder genoemde reden dat de kern van deze technieken een langdurige up-time is, maar ook omdat een laptop de hardware mogelijkheden niet heeft om deze technieken op een goede manier te verwezenlijken.

Virtual hosting is ook geen geschikte techniek, dit omdat een laptop op dit moment nog niet de performance kan leveren die zo één systeem nodig heeft.

6.4 Conclusie

Ik ben van mening dat Xen een betere oplossing brengt met betrekking tot een server omgeving, maar dat VirtualBox weer met betrekking tot omgevingen met minder zware eisen, waaronder desktop omgevingen beter uit de bus komt.

Dit omdat Xen dichterbij de hardware ligt en mogelijk met behulp van para-virtualisatie voor een betere performance kan zorgen. Maar ook met betrekking tot features als SMP (Symmetric Multi-Processing), de eerder genoemde eigenschap met betrekking tot het wijzigen van beschikbare hardware tijdens het draaien van de virtuele machine en live migration.

In het geval van een korte periode zou ik voor VirtualBox kiezen onder andere door de eigenschap van Xen dat de gehele kernel herschreven dient te worden en daardoor mogelijke applicaties waaronder GUI applicaties minder vlot of geheel niet werken, maar ook omdat VirtualBox meerdere platformen ondersteund waaronder Windows, dit zorgt ervoor dat het eenvoudiger wordt om virtuele machines te verhuizen. Dit is handig bij projecten waar meerdere personen, om de beurt, aan dezelfde prototype werken, maar ook voor demonstratie doeleinden.

7. Veiligheid en Stabiliteit

Veiligheid en Stabiliteit is natuurlijk een zeer breed onderwerp daarom heb ik ervoor gekozen om me strikt aan de onderzoeksvragen te houden.

In het geval dat u veiligheid en stabiliteit interessante onderwerpen vind zou ik ook zonder meer kijken naar de hoofdstukken *Experimenten* en *Evaluatie experimenten*.

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op onderzoeksvragen drie en vier waarbij verschillende onderdelen aan bod komen waaronder virtueel communicatie verkeer en de mogelijkheid om virtuele machines te verhuizen.

7.1 Virtueel communicatie verkeer

Vanaf elke computer, buiten de host, ziet een virtuele machine eruit als een echte fysieke machine. Dit geldt voor beide virtualisatieproducten omdat elke virtuele machine een eigen IP- en MAC-adres heeft (zie experiment één). Waarbij het IP-adres is ingesteld aan de hand van RFC3330.

Naast dit feit is het natuurlijk mogelijk om meerdere netwerkkaarten te gebruiken dit zorgt voor een betere performance en bied de mogelijkheid tot redundantie met betrekking tot het falen van hardware, Maar dit scheidt het verkeer niet op een andere manier dan nu gebeurd.

Ook bestaat de mogelijkheid om netwerkverkeer te scheiden door gebruik te maken van meerdere bridges die gekoppeld zijn aan verschillende netwerkkaarten, dit zorgt ervoor dat verkeer van de virtuele machines gescheiden van elkaar het netwerk opgaat. Het blijft overigens voor de host mogelijk om het verkeer van beide netwerkkaarten te bekijken.

Een andere mogelijkheid dat in experiment twee is te vernemen is de mogelijkheid om de virtuele machines in een andere netwerk te plaatsen of om gebruik te maken van Virtual LAN.

7.2 Hot-swappable mogelijkheden

Bij Xen is het mogelijk om het werkgeheugen, dat de virtuele machine tot zijn beschikking heeft, te veranderen terwijl de virtuele machine draait.

Dit is natuurlijk een voordeel op het moment dat het toepassingsgebied een server betreft, die zoals vaak bij een server in hoeverre mogelijk constant bereikbaar moet zijn. Denk hierbij aan een situatie waarbij de huidige instellingen niet meer toereikend zijn, dan is het meteen mogelijk om de server extra geheugen te geven zonder dat deze opnieuw opgestart dient te worden.

Buiten het werkgeheugen is het bij Xen ook mogelijk om andere hardware beschikbaar te maken voor de virtuele machine, zoals netwerkkaarten, hardeschijven, etc. zonder dat de virtuele machine uit hoeft te staan.

Dit is ook dermate geschikt voor prototyping, dit omdat daar ook in de loop van tijd veranderingen worden doorgevoerd binnen het prototype, waaronder hoogstwaarschijnlijk ook de beschikbare hardware valt.

Het enige waarbij men nu nog afhankelijk is bij Xen is wat er hardwarematig hot-swappable is, hiermee doelende op het feit dat bepaalde hardware alleen geplaatst/vervangen kan worden als de computer volledig uitstaat.

Bij VirtualBox is het niet mogelijk om hardware beschikbaar te maken tijdens het draaien van de virtuele machine, dit zorgt ervoor dat VirtualBox in mijn opzicht een minder geschikte oplossing is voor server doeleinden. Overigens zegt dit niets met betrekking tot andere toepassingsgebieden, dit omdat daar mogelijk geen baat is bij langdurige up-times.

7.3 Verhuizen van virtuele machines

Xen bevat de mogelijkheid om een virtuele machine tijdens het draaien te verhuizen, dit heet live migration.

Deze optie is natuurlijk interessant voor virtuele machines die als server functioneren dit betekent namelijk dat hardware geüpgrade en/of vervangen kan worden zonder dat de virtuele server een seconde onbereikbaar is. Het is dus zelfs mogelijk om de gehele host te vervangen zonder dat de service van de virtuele machine tijdelijk onbereikbaar is.

Voor degene die het interessant vinden zijn de instanties tijdens live migration eigenlijk ongeveer 50ms niet bereikbaar omdat beide instanties in een halted state zitten maar dit is te kort om tot interrupts te leiden.

VirtualBox is momenteel volgens geruchten bezig met het ontwikkelen van live migration, maar op dit moment bezit VirtualBox deze mogelijkheid nog niet en dient de virtuele machine altijd uitgeschakeld te worden alvorens deze verhuist kan worden.

7.4 Stabiliteit m.b.t. Hardware en Software

Het verschil tussen para- en full-virtualisatie zit hem ook in het onderscheidt in afhankelijkheid van hardware en software. Het host besturingssysteem is een Single Point Of Failure (SPOF) met betrekking tot full-virtualisatie producten zoals VirtualBox. Bij Xen is dit een minder groot probleem door de simpliciteit en functionaliteit van de hypervisor wat zorgt voor stabiliteit.

Hardware is in principe voor beide producten geen groot probleem, buiten de mogelijkheid van het falen ervan, omdat beide producten in theorie op elk type hardware kunnen draaien. Zoals net aangegeven zijn ze natuurlijk wel afhankelijk van het mogelijk falen van een hardware onderdeel, wat weer een connectie heeft met de mogelijkheid om een virtuele machine te verhuizen.

8. Testomgeving(en)

Om de research te kunnen verwezenlijken is er een testomgeving opgezet, deze omgeving bestaat uit de onderstaande elementen.

1. Een testserver
2. Xen en VirtualBox
3. Wireshark

Hierbij is er beschikking over een Dell PowerEdge 850. Op deze server staat drie besturingssystemen en dat zijn de volgende:

1. Ubuntu 8.04 Server
2. Windows 2003 Server
3. OpenSUSE 11.1

Omdat deze server bijna volledig van afstand zal worden beheerd is ervoor gekozen om deze drie besturingssystemen te installeren, dit om het volgende.

Bij openSUSE 11.1 is de primary partitie van Ubuntu 8.04 Server gemount zodat bij de GRUB instellingen kan worden gekomen, hetzelfde is gedaan bij Windows 2003 met behulp van Ext2IFS 1_11a.

Dit zorgt ervoor dat de server van afstand kan worden herstart in de besturingssysteem naar keuze.

Er is op het moment geen applicatie die de primary partitie van openSUSE 11.1 kan mounten in Windows, dit is waarom ook gebruik is gemaakt van Ubuntu.

Omgeving	Virtualisatieproduct
Windows 2003 Server	VirtualBox 2.1.0
openSUSE 11.1	Xen 3.3.1

Mogelijk als de tijd het toestaat zal er ook nog een omgeving ingericht worden met de volgende eigenschappen:

Omgeving	Virtualisatieproduct
Linux distributie, mogelijk openSUSE 11.1	VirtualBox 2.1.0

Alle eerder genoemde cases zijn ingedeeld met twee virtuele machines, dit om de verschillende elementen van de research te kunnen testen. Denk hierbij aan de veiligheidsvraag, *in hoeverre, als het al mogelijk is, kan het netwerkverkeer van meerdere virtuele machines op één host worden gescheiden.*

Met betrekking tot de bovenstaande onderzoeksvraag zal er ook gebruik gemaakt worden van een packetsniffer, in dit geval is dat Wireshark. Dit omdat Wireshark op alle gebruikte platformen toegepast kan worden.

Alle eerder genoemde omgevingen hebben beschikking tot onderstaande virtuele machines.

1. openSUSE 11.1
2. Ubuntu 8.04 Server

9. Experimenten

In hoofdstuk 9 en 10 worden de experimenten behandeld die binnen het project zijn uitgevoerd met betrekking tot de veiligheid en functionaliteit. Hieronder een opsomming van de onderzoeken:

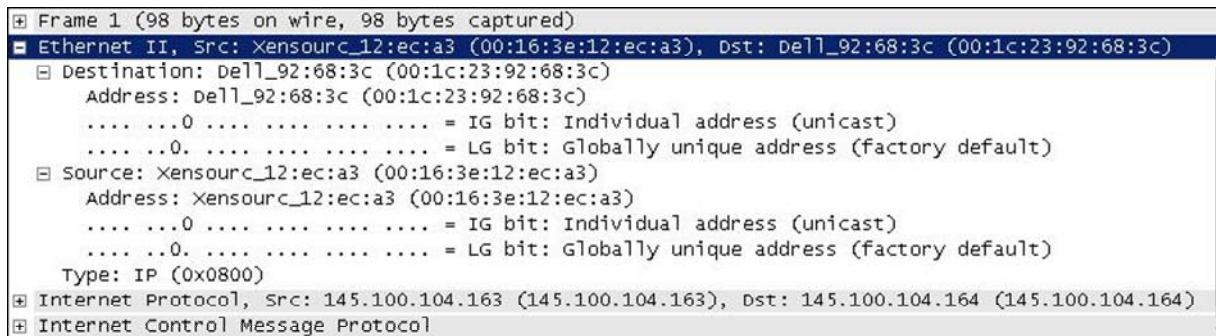
1. VM verkeer scannen met behulp van een network protocol analyzer (Wireshark)
2. Experimenten met betrekking tot netwerkcommunicatie

1. VM verkeer scannen

Het doel van dit onderzoek was om te kijken in hoeverre het netwerkverkeer van verscheidene virtuele machines op één host wordt gescheiden (zie onderzoeksvraag 3).

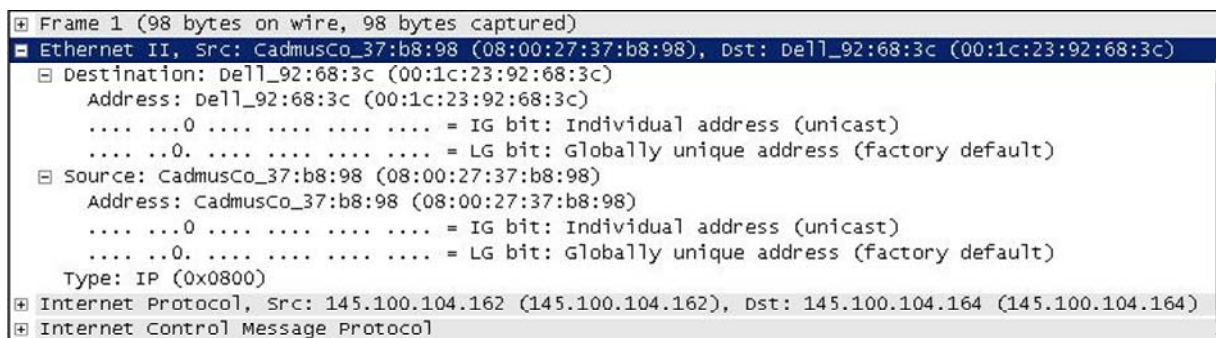
Om dit te verwezenlijken is er een laptop in hetzelfde netwerk geplaatst als de virtuele machines, vervolgens is er vanaf beide virtuele machines één voor één naar deze laptop gepingt. Dit is gedaan bij de virtuele machines van beide virtualisatieproducten.

Zie onderstaande figuren:



```
Frame 1 (98 bytes on wire, 98 bytes captured)
Ethernet II, Src: Xensourc_12:ec:a3 (00:16:3e:12:ec:a3), Dst: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
  Destination: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
    Address: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
      ....0... = IG bit: Individual address (unicast)
      ....0... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  Source: Xensourc_12:ec:a3 (00:16:3e:12:ec:a3)
    Address: Xensourc_12:ec:a3 (00:16:3e:12:ec:a3)
      ....0... = IG bit: Individual address (unicast)
      ....0... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src: 145.100.104.163 (145.100.104.163), Dst: 145.100.104.164 (145.100.104.164)
Internet Control Message Protocol
```

Figuur 9.1: Xen to external laptop



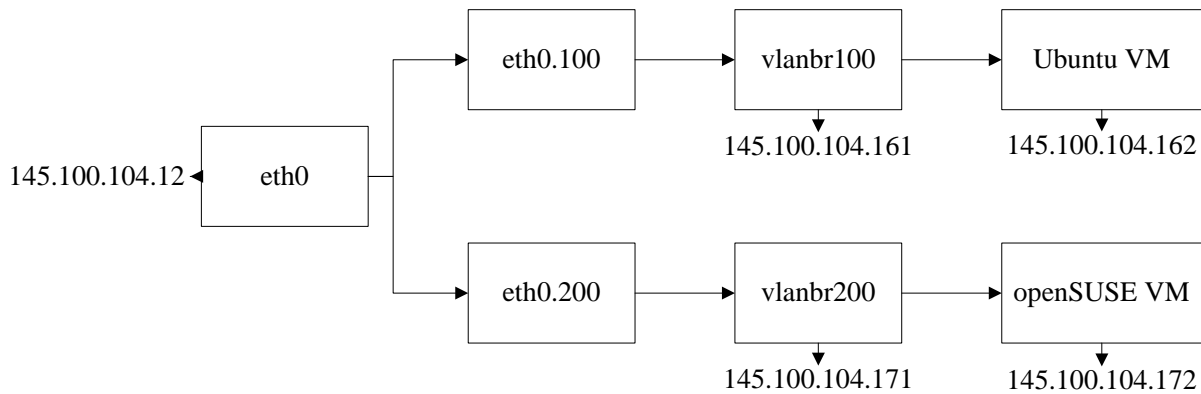
```
Frame 1 (98 bytes on wire, 98 bytes captured)
Ethernet II, Src: CadmusCo_37:b8:98 (08:00:27:37:b8:98), Dst: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
  Destination: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
    Address: Dell_92:68:3c (00:1c:23:92:68:3c)
      ....0... = IG bit: Individual address (unicast)
      ....0... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  Source: CadmusCo_37:b8:98 (08:00:27:37:b8:98)
    Address: CadmusCo_37:b8:98 (08:00:27:37:b8:98)
      ....0... = IG bit: Individual address (unicast)
      ....0... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src: 145.100.104.162 (145.100.104.162), Dst: 145.100.104.164 (145.100.104.164)
Internet Control Message Protocol
```

Figuur 9.2: VirtualBox to external laptop

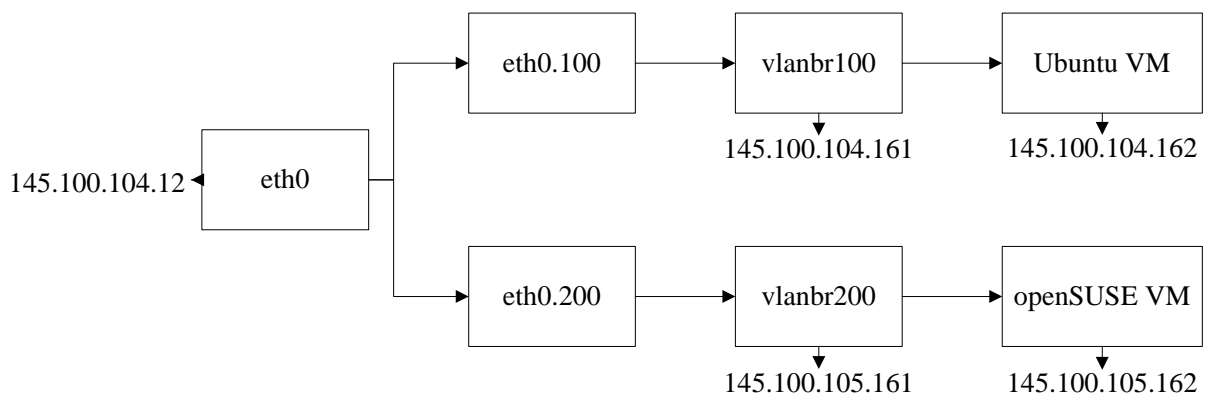
2. Netwerken

Dit experiment is onderverdeeld in vier subexperimenten die hieronder behandeld gaan worden. Alle beschreven subexperimenten zijn uitgevoerd binnen Xen, de reden hiervan zal worden toegelicht bij de evaluatie van de experimenten.

Experiment 1



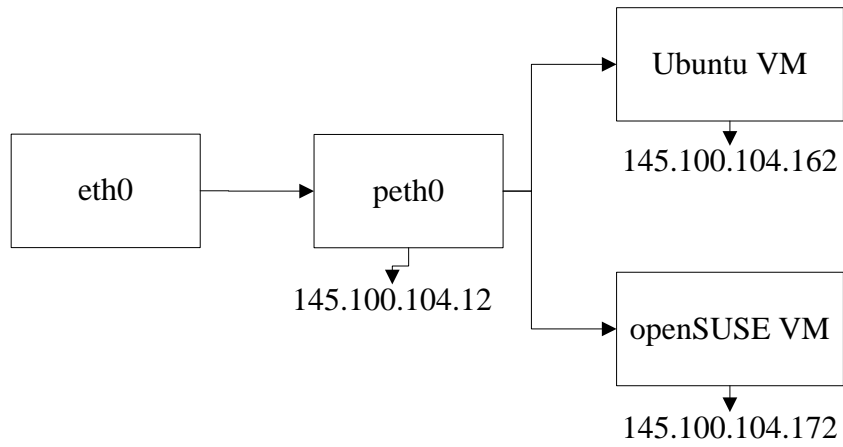
Experiment 2



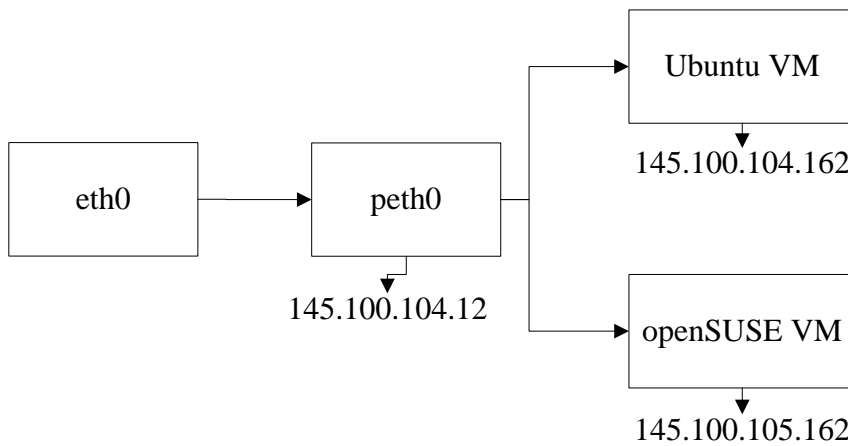
Zoals te zien is in bovenstaande afbeeldingen is er een netwerk gemaakt waarbij gebruik wordt gemaakt van vlan's (Virtual Lan).

In experiment één zijn de vlan bridges in hetzelfde netwerk geplaatst om te kijken of er communicatie mogelijk was tussen de beide virtuele machines. Dit zelfde is gedaan in experiment twee met het verschil dat hier de bridges, en daardoor ook de virtuele machines, in een ander netwerk zijn geplaatst.

Experiment 3



Experiment 4



Zoals in bovenstaande afbeeldingen te zien is hebben we hier te maken met een “gewoon” netwerk, hiermee doelende op het feit dat hier geen vlan’s gebruikt zijn.

Ook hier is er gekozen om twee experimenten te doen één met de virtuele machines op hetzelfde netwerk en één experiment met de virtuele machines op een ander netwerk.

10. Evaluatie experimenten

Hieronder komen de evaluaties van de experimenten die genoemd zijn in het vorige hoofdstuk.

10.1 Evaluatie VM verkeer scanning

Uit deze figuren blijkt dat er voor een computer geen verschil lijkt te zijn tussen een virtuele machine en een fysieke machine. Dit omdat het pakket gewoon afkomstig is van een machine met een eigen IP- en MAC-adres, nergens in het pakket is het MAC-adres van de fysieke netwerkkaart waar dit pakket het netwerk op gaat te vinden.

10.2 Evaluatie netwerkverkeer

Ik ben begonnen met de netwerken, die nodig waren om de experimenten te verwezenlijken, op beide testomgevingen te implementeren. Omdat Windows minder configuratie mogelijkheden heeft vooral met betrekking tot bridges en vlan's. Buiten de handmatige bridge tussen twee fysieke netwerkkaarten en een vlan instelling die ondersteunt dient te worden door de netwerkkaart en zelfs dan alleen werkt voor de fysieke netwerkkaart en niet voor de virtuele machines, heb ik ervoor gekozen om ook de derde testomgeving te gebruiken.

Deze omgeving bestaat uit een host computer met Ubuntu 8.04 server en twee virtuele machines met respectievelijk Ubuntu 8.04 server en Ubuntu 8.10 desktop als besturingssysteem. De reden dat voor deze besturingssystemen is gekozen is meer een praktische reden dan een theoretische, hiermee bedoel ik dat deze besturingssystemen eenvoudig genoeg tot de beschikking waren.

Vervolgens kwam ik erachter dat de instellingen zoals ik bij de experimenten gebruik niet meer nodig zijn binnen VirtualBox. Dit omdat VirtualBox vanaf versie 2.1.0 gebruik maakt van de Host interface (dit is te vernemen d.m.v. het changelog van VirtualBox zie *Referenties*), deze vervangt TUN/TAP binnen Linux en manual bridging binnen Windows. Als er bij VirtualBox gekozen wordt voor Host interface binnen de netwerkinstellingen van een virtuele machine dan wordt de virtuele machine binnen het netwerk afgebeeld als een opzichzelfstaande fysieke machine. Dit zorgt ervoor dat de routing van een virtuele machine niet meer door de host gedaan hoeft te worden maar zoals gewoonlijk door de standaard fysieke routeringsapparatuur kan worden gedaan.

Het leek mij, door deze optie, niet interessant om de experimenten ook binnen VirtualBox uit te voeren, dit omdat het dus mogelijk is om al deze instellingen buiten de host te configureren wat zorgt voor het vereenvoudigen van onderhoud. Hiermee doelende op het feit dat de netwerk en mogelijke vlan instellingen niet meer op de daarvoor gebruikte apparatuur en op de host computer geconfigureerd dient te worden, maar op één centraal punt.

10.2.1 Experiment 1 en 2

Bij experiment één is er vernomen dat het niet mogelijk was om de virtuele machine die gekoppeld is aan de andere vlan te bereiken, het was mij hier nog niet duidelijk of dit kwam door de routing of dat de vlan zijn werk naar behoren deed.

Een aantal pogingen om de vlan's anders op te zetten resulteerde in hetzelfde, dat het niet mogelijk was om de andere virtuele machine te bereiken. Hieruit trek ik de conclusie dat bij dit experiment de routing de reden is waardoor de virtuele machines elkaar niet kunnen bereiken. Het is met alle waarschijnlijkheid mogelijk om dit te forceren door bijvoorbeeld IP-table copying toe te passen, maar dit zal binnen het project niet worden uitgevoerd.

Bij experiment twee was het mogelijk om van de ene virtuele machine naar de virtuele machine in de andere vlan te pinggen, dit zegt mij dat de vlan niet naar behoren functioneert op het moment dat Dom0 de pakketten routeert naar de virtuele machines.

Dit zorgt voor een mogelijk risico omdat een vlan wordt opgezet om twee netwerken volledig van elkaar te scheiden. Het is natuurlijk mogelijk om de routing binnen Dom0 uit te schakelen maar dit zorgt er vervolgens voor dat de virtuele machines volledig zijn afgesloten van de rest van het netwerk en dus ook geen verbinding kunnen maken met bijvoorbeeld het internet.

10.2.2 Experiment 3 en 4

Bij experiment drie en vier hebben we eigenlijk alle communicatie zoals in een gebruikelijk netwerk beschikbaar is. Het is met alle waarschijnlijkheid mogelijk om een dummy interface op te zetten om deze experimenten ook uit te voeren waarbij de virtuele machines op een andere bridge geplaatst zijn. Dit is een uitdaging die niet gehaald is binnen de daarvoor bestemde tijd.

10.2.3 Conclusie netwerkverkeer

Zoals uit de experimenten is op te maken is het mogelijk om vlan's te gebruiken maar hebben ze niet de functionaliteit als een echt vlan, dit zorgt ervoor dat niet snel voor een dergelijke opstelling gekozen zal worden.

In het algemeen worden virtuele machines toch opgezet als een server die zover mogelijk continu beschikbaar dient te zijn, mogelijk zelfs vanuit het internet denk hierbij aan een webserver. Dit resulteert in het feit dat in het algemeen gekozen zal worden om het netwerk op te zetten als aangegeven bij experiment drie of vier, dit omdat de virtuele machines dan binnen het gehele netwerk zichtbaar maar ook bereikbaar zijn.

11. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt de conclusie van het project behandeld vanuit mijn opzicht en zal ik suggesties doen over mogelijke onderzoeken die nog uitgevoerd kunnen worden met betrekking tot dit onderwerp.

11.1 Conclusie project

Uit mijn onderzoek volgt dat op dit moment Xen een betere oplossing brengt met betrekking tot een server omgeving, maar dat VirtualBox weer met betrekking tot omgevingen met minder zware eisen, waaronder desktop omgevingen beter of wel goed uit de bus komt. Dit omdat Xen qua performance meer te bieden heeft met behulp van para-virtualisatie en de technische opties die binnen Xen mogelijk zijn, maar om dit te verwezenlijken wordt wel de kernel aangepast wat voor sommige toepassingen mogelijk wat omslachtig is.

Zoals uit de experimenten is op te maken is het mogelijk om vlan's te gebruiken maar hebben ze niet de functionaliteit die verwacht wordt. Dit resulteert in het feit dat in het algemeen gekozen zal worden om het netwerk op te zetten zonder vlan's.

11.2 Suggesties verder onderzoek

Rond Xen is men bezig met het ontwikkelen van een aanvulling die gelijkenissen heeft met het Host interface van VirtualBox. En andersom is men rond VirtualBox bezig met het ontwikkelen van de mogelijkheid om live migration te ondersteunen.

Een mooi vervolg onderzoek zou zijn om deze onderdelen met elkaar te vergelijken, om zo de verschillen vast te stellen.

Een ander onderzoek zou een duur test kunnen bevatten, hiermee doelend op de stabiliteit van beide producten. Een voorbeeld zou zijn om beide producten op dezelfde manier op te zetten en deze in een werkelijke omgeving te plaatsen. Na enige tijd zou er dan een schema van de stabiliteit gemaakt kunnen worden en/of het werk wat nodig is met betrekking tot onderhoud.

De laatste suggestie van mij zou zijn om de mogelijkheden die nu aanwezig zijn met betrekking tot het verhuizen van virtuele machines, live of niet, te bekijken. Dit omdat deze optie zeer aantrekkelijk is voor het bedrijfsleven, zeker met betrekking tot bedrijven die systemen installeren voor derden. Het zorgt er namelijk voor dat het systeem binnenshuis kan worden opgezet en vervolgens op het moment van implementatie overgezet kan worden naar het systeem van de klant.

12. Nawoord

Ik heb zeer van dit project genoten dit omdat ik altijd al geïnteresseerd was in virtualisatie maar nog nooit de tijd erin heb kunnen steken zoals mogelijk was met dit project.

Globaal gezien had ik graag nog meer willen onderzoeken, maar gegeven dat ik voor aanvang van dit project geen kennis had van Xen of VirtualBox ben ik tevreden met het resultaat.

Door dit project heb ik meer inzicht gekregen met betrekking tot de werking van para- en full-virtualisatie, de producten Xen en VirtualBox en zodoende ook de mogelijkheden die binnen deze technieken en producten beschikbaar zijn.

13. Referenties

<http://www.virtualbox.org>

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene uitleg VirtualBox.

<http://xen.org/files/xen3.3press.pdf>

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: Julie Geer.

Onderwerp: Algemene informatie over Xen 3.3.

<http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Xen&oldid=262992863>

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene informatie over Xen.

http://searchdatacenter.techtarget.com/sDefinition/0,,sid80_gci1070272,00.html#

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Wat is server consolidatie.

<http://www.novu.nl/site/Innovatieproces/Prototyping/Prototypingalgemeen/tabid/87/language/nl-NL/Default.aspx>

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene informatie over prototyping.

http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Prototyping_model&oldid=14764354

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene informatie over prototyping.

http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtual_hosting&oldid=262525703

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene informatie over virtual hosting.

<http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtualisatie&oldid=14862907>

Datum van raadpleging: maandag 12 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Algemene informatie over virtualisatie, tevens een beknopte uitleg over meeste zo niet alle vormen van virtualisatie.

http://www.virtualbox.org/wiki/User_HOWTOS

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Handig voor het instellen van een netwerk met betrekking tot de virtuele machines.

<http://www.xen.org>

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Het instellen van vlan netwerken.

<http://wiki.xensource.com/xenwiki/>

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: Stephen Spector.

Onderwerp: Het instellen van vlan netwerken.

<http://wiki.xensource.com/xenwiki/XenNetworking>

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: Zhigang Wang.

Onderwerp: Het instellen van vlan netwerken.

<http://renial.net/weblog/2007/02/27/xen-vlan/>

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: Tristanb.

Onderwerp: Het instellen van vlan netwerken.

http://en.opensuse.org/Xen3: Using_multiple_network_cards

Datum van raadpleging: maandag 19 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Het instellen van bridges binnen Xen en het gebruik van meerdere netwerkkaarten.

<http://tx.downloads.xensource.com/downloads/docs/user/>

Datum van raadpleging: maandag 19 t/m 23 januari 2009.

Auteur: N.N.

Onderwerp: Xen gebruikershandleiding.

<https://help.ubuntu.com/community/VirtualBox>

Datum van raadpleging: woensdag 21 januari.








Auteur: Laatst bewerkt door Sbehn73

Onderwerp: Installeren van VirtualBox op Ubuntu, tevens uitleg over VirtualBox bridge ports en virtual interfaces.

14. Bijlagen

14.1 Planning

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	5 Jan '09					12 Jan '09					19 Jan '09					26 Jan '09								
						S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T
1	Ontmoetingsdag	1 day?	Mon 5-1-09	Mon 5-1-09																									
2	Opdrachtschrijving	2 days	Tue 6-1-09	Wed 7-1-09	1																								
3	Voorstel	2 days?	Thu 8-1-09	Fri 9-1-09	2																								
4	Inlezen in producten	4 days?	Tue 6-1-09	Fri 9-1-09																									
5	Installatie XEN & VirtualBox	3 days?	Wed 7-1-09	Fri 9-1-09																									
6	Toepassingsgebieden	3 days?	Mon 12-1-09	Wed 14-1-09																									
7	Producten	2 days	Thu 15-1-09	Fri 16-1-09																									
8	Veiligheid	3 days	Mon 19-1-09	Wed 21-1-09	7																								
9	Stabiliteit	2 days	Thu 22-1-09	Fri 23-1-09	7																								
10	Verslag	4 days	Mon 26-1-09	Thu 29-1-09																									
11	Presentatie	1 day?	Fri 30-1-09	Fri 30-1-09	10																								

Project: Planning Date: Wed 7-1-09	Task		Milestone		External Tasks	
	Split		Summary		External Milestone	
	Progress		Project Summary		Deadline	

14.2 openSUSE Xen vlan configuratie

eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:15:C5:E1:41:BE
inet addr:145.100.104.12 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::215:c5ff:fee1:41be/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING PROMISC MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:122 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:67 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:11973 (11.6 Kb) TX bytes:9393 (9.1 Kb)
Interrupt:16

eth0.100 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:1156 (1.1 Kb)

eth0.200 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:1156 (1.1 Kb)

vlanbr100 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet addr:145.100.104.161 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:578 (578.0 b)

vlanbr200 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet addr:145.100.104.171 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0

14.3 openSUSE Xen vlan configuratie 2

eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:15:C5:E1:41:BE
inet addr:145.100.104.12 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::215:c5ff:fee1:41be/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING PROMISC MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:122 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:67 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:11973 (11.6 Kb) TX bytes:9393 (9.1 Kb)
Interrupt:16

eth0.100 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:1156 (1.1 Kb)

eth0.200 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:14 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:1156 (1.1 Kb)

vlanbr100 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet addr:145.100.104.161 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:578 (578.0 b)

vlanbr200 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet addr:145.100.105.161 Bcast:145.100.105.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0

Voor beide vlan configuraties ziet *brctl show* er als volgt uit:

bridge name	bridge id	STP enabled	interfaces
vlanbr100	8000.aea3c3459a89	no	eth0.100
			tap3.0
			vif3.0
vlanbr200	8000.fefffffffffff	no	eth0.200
			vif2.0

14.4 openSUSE Xen configuratie

eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:15:C5:E1:41:BE
inet6 addr: fe80::215:c5ff:fee1:41be/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING PROMISC MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:122 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:67 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:0 (0.0 Kb) TX bytes:0 (0.0 Kb)

peth0 Link encap:Ethernet HWaddr FE:FF:FF:FF:FF:FF
inet addr:145.100.104.12 Bcast:145.100.104.31 Mask:255.255.255.224
inet6 addr: fe80::fcff:ffff:feff:ffff/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:7 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:0 (0.0 b) TX bytes:0 (0.0 b)

Voor beide configuraties zonder het gebruik van een vlan ziet *brctl show* er als volgt uit:

bridge name	bridge id	STP enabled	interfaces
eth0	8000.0015c5e14341	no	peth0
			tap3.0
			vif3.0
			vif2.0