Виртуализация

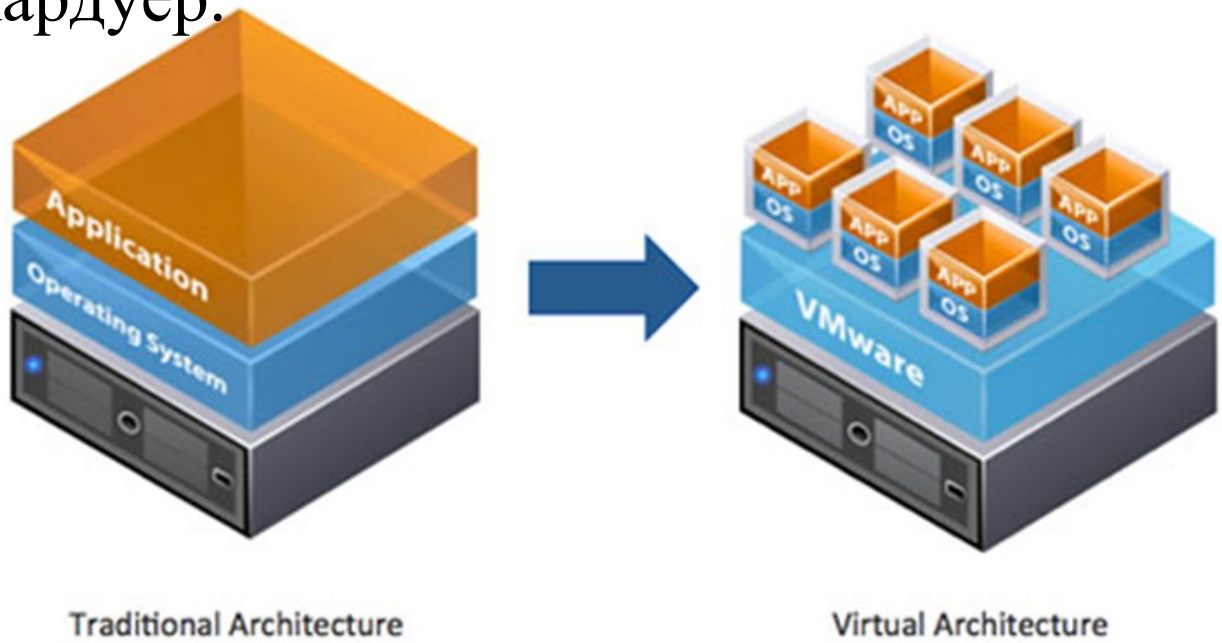
проф. д-р инж. Венета Алексиева

Основни моменти

- Виртуализация
- Виртуални машини
- Хипервайзори

Същност

- **Виртуализация** - стартиране на множество операционни системи и приложен софтуер на една хардуерна машина, като едновременно позволява ефикасното използване на наличните ресурси.
- **Емулация** - точна имитация на даден хардуер върху друг хардуер.



Предпоставките

- През 60-те години е създадена IBM System/370, първата комерсиална компютърна система,предназначена за хардуерна виртуализация.
- Операционната система CP/CMS позволява едновременно стартиране на множество инстанции върху мейнфрейм хардуера IBM System/370.
- Операционната система CP/CMS по късно е заменена от z/VM или VM/CMS.
- Позволява логическо разделяне на големи мейнфрейм системи на отделни виртуални машини.
- Това разделяне реализира "многозадачност" - стартиране на няколко приложения и процеси, по едно и също време.
- Виртуализацията е изоставена през 80-те и 90-те години, когато клиент-сървър приложенията и евтините x86 сървъри и настолни компютри са създали модел на разпределени компютърни технологии.

История (1)

- Основана през 1998 г., VMware е първата компания, която развива решение за виртуализация за x86.
- 1999г. VMware предлага Workstation 1.0 за създаване на ВМ под Windows или Linux настолни компютри.
- 2001 г. VMware предлага ESX 1.0 и GSX 1.0. ESX е хипервайзор тип 1 и GSX е хипервайзор тип 2.
- GSX, вече е преименуван на Vmware и е безплатен.
- 2002г. Xen става проект с отворен код, но е започнал в края на 90-те години на XX век от Университета в Кеймбридж, чиято цел е да създаде ефективна платформа за разпределени изчисления.
- 2003г. VMware предлага VMotion, която позволява мигрирането на работеща ВМ от един физически хост на друг физически хост без да прекъсва операционната система или приложенията, които се изпълняват на нея

История (2)

- 2004 г. е създаден XenSource, за да излезе Xen на пазара
- 2005 г., Red Hat, Novell и Sun добавят Xen към предлаганите от тях продукти
- 2005г. Microsoft предлага безплатно MS Virtual Server като хипервайзор от тип 2 на база на решението на Connectix
- 2007г. Citrix Systems придобива XenSource, за да допълни своите решения
- 2007 г. VMware предлага версия 3.5 на ESX и ESXi
- 2008г. - Microsoft Hyper-V е инсталирана част от операционната система Windows Server 2008
- От 2010 г. VMware предлага само ESXi.

Фактите

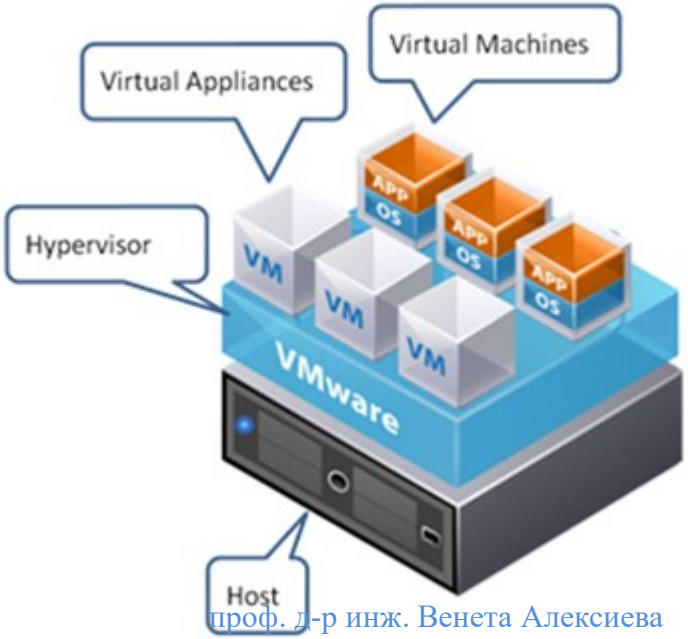
- 85% от виртуализационните решения са под VMware ESXi
- 5% от пазарния дял е за Citrix Xen
- 10% е за Microsoft Hiper-V

Принципи на Виртуализацията

- ВМ е напълно съвместима с всички стандартни x86 операционни системи, приложения и драйвери чрез капсулиране на цялата машина (процесор, памет, операционна система и мрежови устройства).
- ВМ управлява своя собствена операционна система и приложения, точно като истински компютър.
- Всяка ВМ съдържа цялостна система, като премахва потенциални конфликти.

Принципи на Виртуализацията

- Виртуализацията работи чрез вмъкване на тънък софтуерен слой директно върху хардуера на компютъра или на хост операционната система (тази върху хардуера). Този слой е известен като „монитор” или „хипервайзор”, който разпределя хардуерните ресурси динамично и прозрачно.
- Няколко операционни системи работят едновременно на един физически компютър и споделят хардуерни ресурси един с друг.



Виртуални машини (ВМ)

- ВМ е съставена изцяло от софтуер и не съдържа каквито и да е хардуерни компоненти.
- ВМ е напълно изолиран софтуерен контейнер, който може да управлява своя собствена операционна система и приложения, също както ако бяха на физически компютър.
- ВМ се държи точно като физически компютър и съдържа собствени виртуални (т.е. софтуерно-базирани) CPU, RAM, твърд диск и мрежови карти (NIC`s).
- Една операционна система не може да направи разлика между виртуална и физическа машина, нито приложенията или други компютри в мрежата могат.

Предимства на ВМ

- **Съвместимост**- Виртуалните машини са съвместими с всички стандартни x86 компютри
- **Изолация**- Виртуалните машини са изолирани една от друга, както физическите отделни компютри
- **Капсулация-**Виртуалните машини капсулират пълна компютърна среда
- **Хардуерна независимост**-Виртуалните машини са независими от прилежащия хардуер

Хардуерни ВМ

(Системни виртуални машини)

- Позволяват споделянето на прилежащите ресурси на физическата машина между различните ВМ.
- Всяка ВМ стартира своя собствена операционна система.
- Реализират се с хипервайзор.

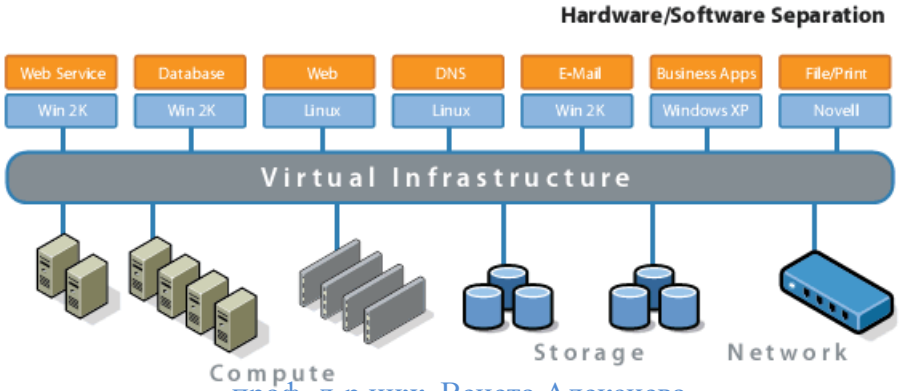
ВМ за приложения

(Процесни виртуални машини)

- Работят като нормални приложения в една операционна система.
- Поддържат един процес. Създават се, когато този процес стартира и се унищожават, когато процесът спре.
- Това е платформено-независима програмна среда, която премахва ограниченията на хардуера или операционната система, и позволява на една програма да се изпълнява по един и същ начин на всяка платформа.
- Реализират се чрез интерпретатор на ВМ, съизмерим по производителност с компилиращите езици за програмиране. Това се постига чрез използване на компилация в реално време.
- Този тип ВМ се утвърждава с появата на Java (JVM) и .NET Framework, която стартира на ВМ Common Language Runtime.

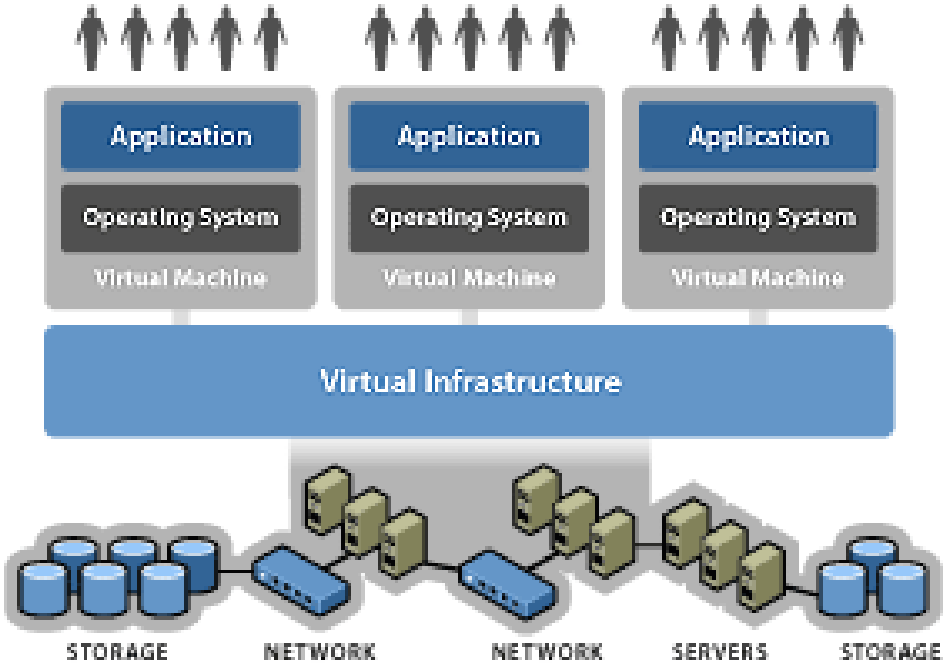
Виртуална Инфраструктура

- Виртуалната инфраструктура позволява да се споделят физически ресурси на множество машини в цялата си инфраструктура.
- Ресурсите са споделени с множество виртуални машини и приложения.
- Предимства:
  - постигане на вградена достъпност, сигурност и скалируемост на приложения.
  - Поддържа широка гама от операционни системи и среди от приложения, работа в мрежа, както и със системи за съхранение на данни (сторидж).
- Тази ресурсна оптимизация предоставя:
  - по-голяма гъвкавост в организацията
  - по-ниски капиталови разходи
  - по-ниски експлоатационни разходи



Компоненти на виртуалната инфраструктура

- Хипервайзори, които позволяват пълната виртуализация на всеки x86 компютър.
- Виртуални инфраструктурни услуги - управление на ресурсите и консолидиран бекъп за оптимизиране на наличните ресурси между виртуалните машини.

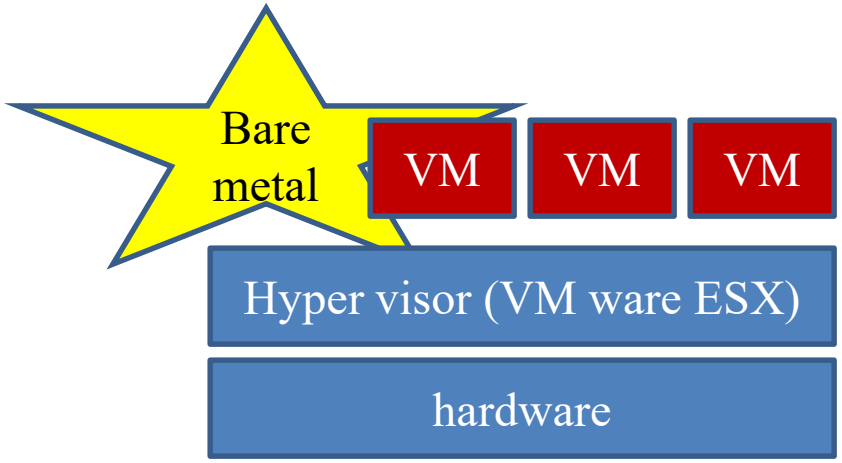


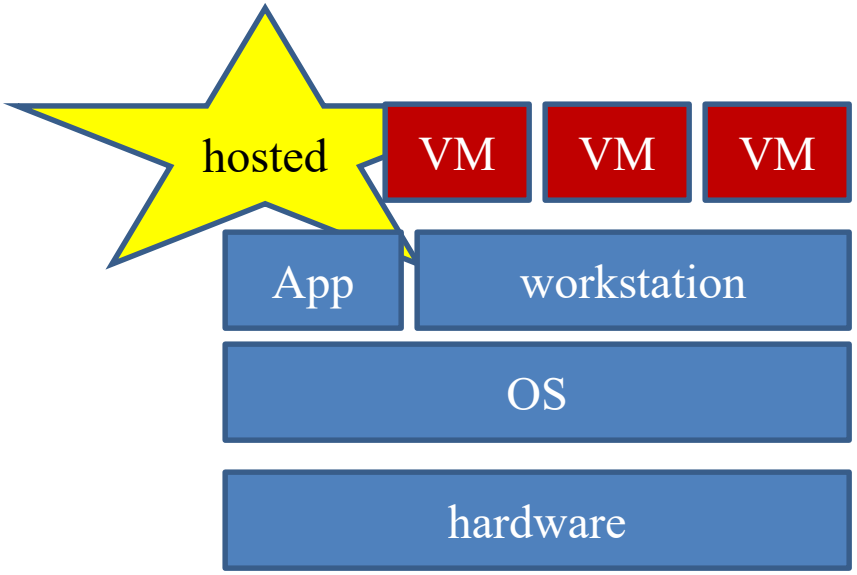
Хипервайзор (VMM)- същност

- Софтуерният слой осигуряващ виртуализацията, се нарича виртуална машина-монитор (VMM) или Хипервайзор.
- Функции на хипервайзора:
  - Осигуряване на среда, идентична на физическата среда
  - Осигурява тази среда с минимални разходи за ефективност
  - Запазва пълен контрол върху системните ресурси

Хипервайзор (VMM)-видове

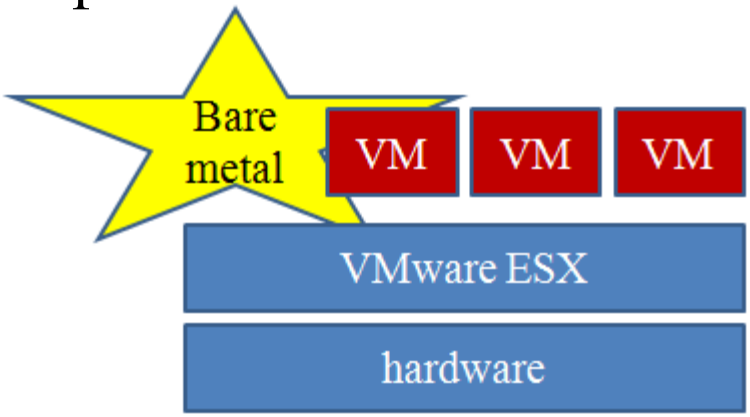
- Хипервайзорът може да работи:
  - директно върху хардуера (**type 1 или Native VM или Bare-Metal**)
  - или върху операционна система (**type 2 или hosted VM**).
- Хипервайзорът управлява взаимодействията между всяка виртуална машина и хардуера, който всички гости споделят.





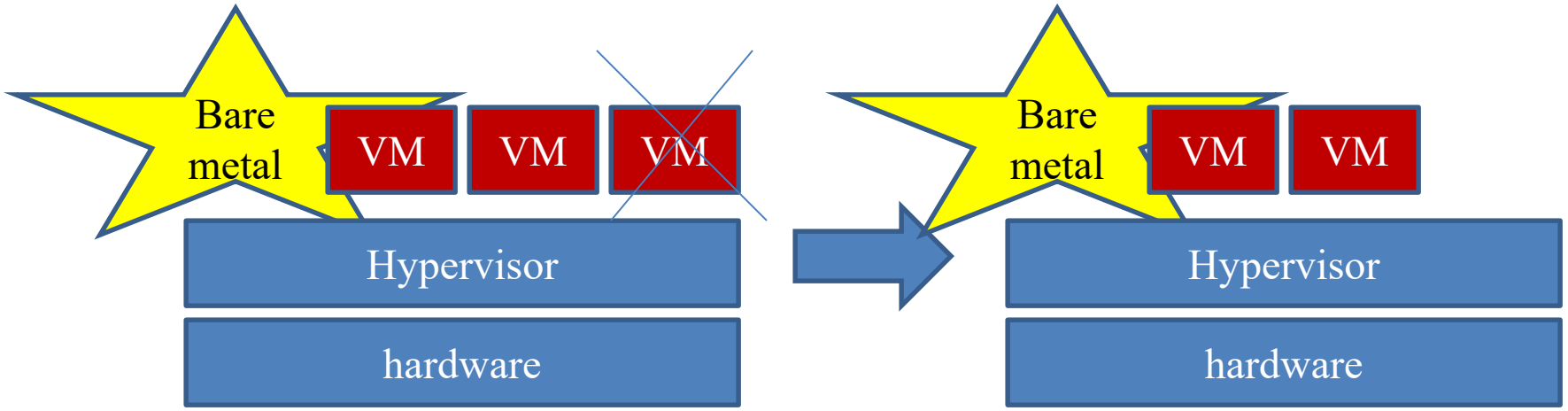
Хипервайзор тип 1

- Работят директно върху хардуера на хоста.
- Хардуерно контролират мониторинга на гост операционната система.
- Гост операционната система не изисква определена модификация, а само ресурсите, които хипервайзорът е определил и контролира.
- VMM координира инструкциите между госта и хост процесора.
- Постига се по-висока виртуална ефективност и производителност от тип 2.
- Примери :
  - Citrix XenServer,
  - VMware ESX,
  - Microsoft Hyper-V.



Хипервайзор тип 1- предимства

- С по-добра производителност от тип 2.
- С по-добра сигурност от тип 2.
- По-малко overhead, т.е. повече виртуални машини могат да се изпълняват на всеки хост.
- При повреда на една гост ОС, ще отпадне само една ВМ, останалите ще работят и хипервайзорът не е засегнат.

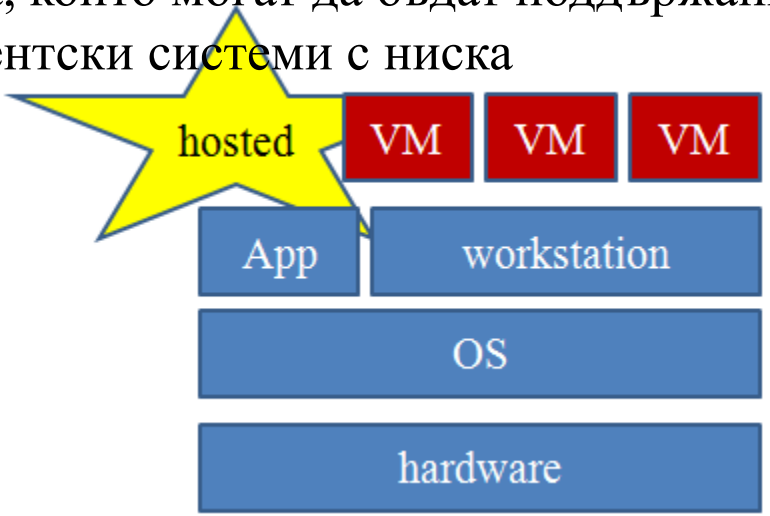


Embedded хипервайзор – подтип на тип 1

- Те са проектирани и вградени в самите хост системи подобно на базовата система за вход/изход BIOS.
- Разликата е, че те изискват определени поетапни модификации, например форматирането на сториджа на системата за съхранение на конкретен продукт.
- Пример:
  - Dell предлага вграден Citrix XenServer в сървъра PowerEdgeTR805 и R905 от средата на 2008г.

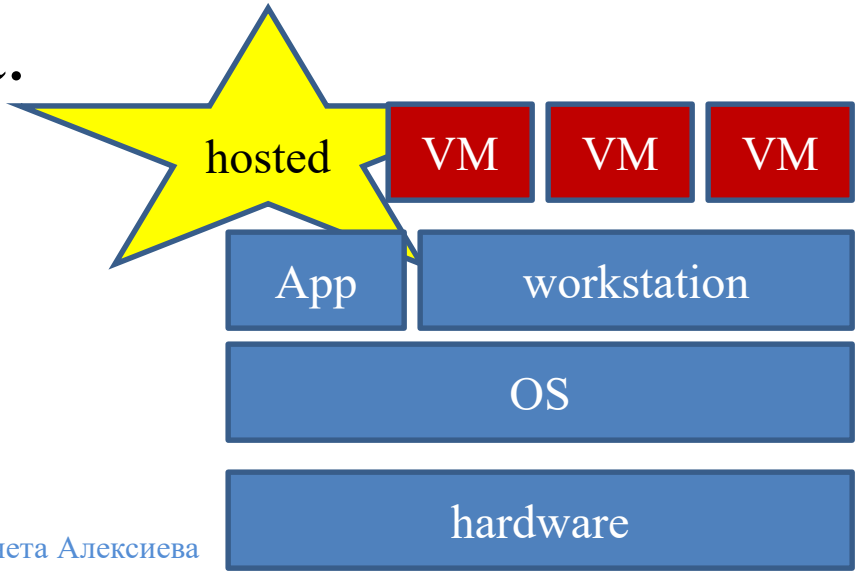
Хипервайзор тип 2

- Работят в рамките на конвенционалната среда на операционната система Linux или Windows.
- Гост операционната система по този начин работи на трето ниво над хардуера.
- Хипервайзорът контролира ресурсите, които са заделени от операционната система на долното ниво.
- Той работи като приложение върху преконфигурирана операционна система, а гост операционната система е върху него и съответно тя е в капсулирано състояние.
- Този тип хипервайзори основно се използват в системи, където има нужда от различни входно/изходни устройства, които могат да бъдат поддържани от хост операционната система и в клиентски системи с ниска ефективност.
- Примери:
  - Parallels Workstation,
  - Microsoft Virtual Server,
  - VMware Server,
  - VMware Workstation.



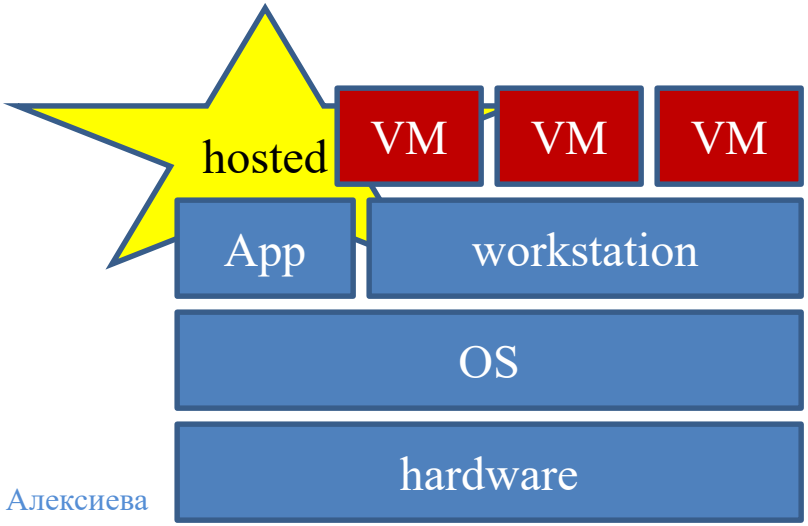
Хипервайзор тип 2- предимства

- Може да поддържа голям набор от хардуер, наследен от операционната система, която използва.
- Лесен за инсталиране, т.к. голяма част от конфигурирането на хардуера, свързването в мрежа и съхранението, вече е осигурена от операционната система.

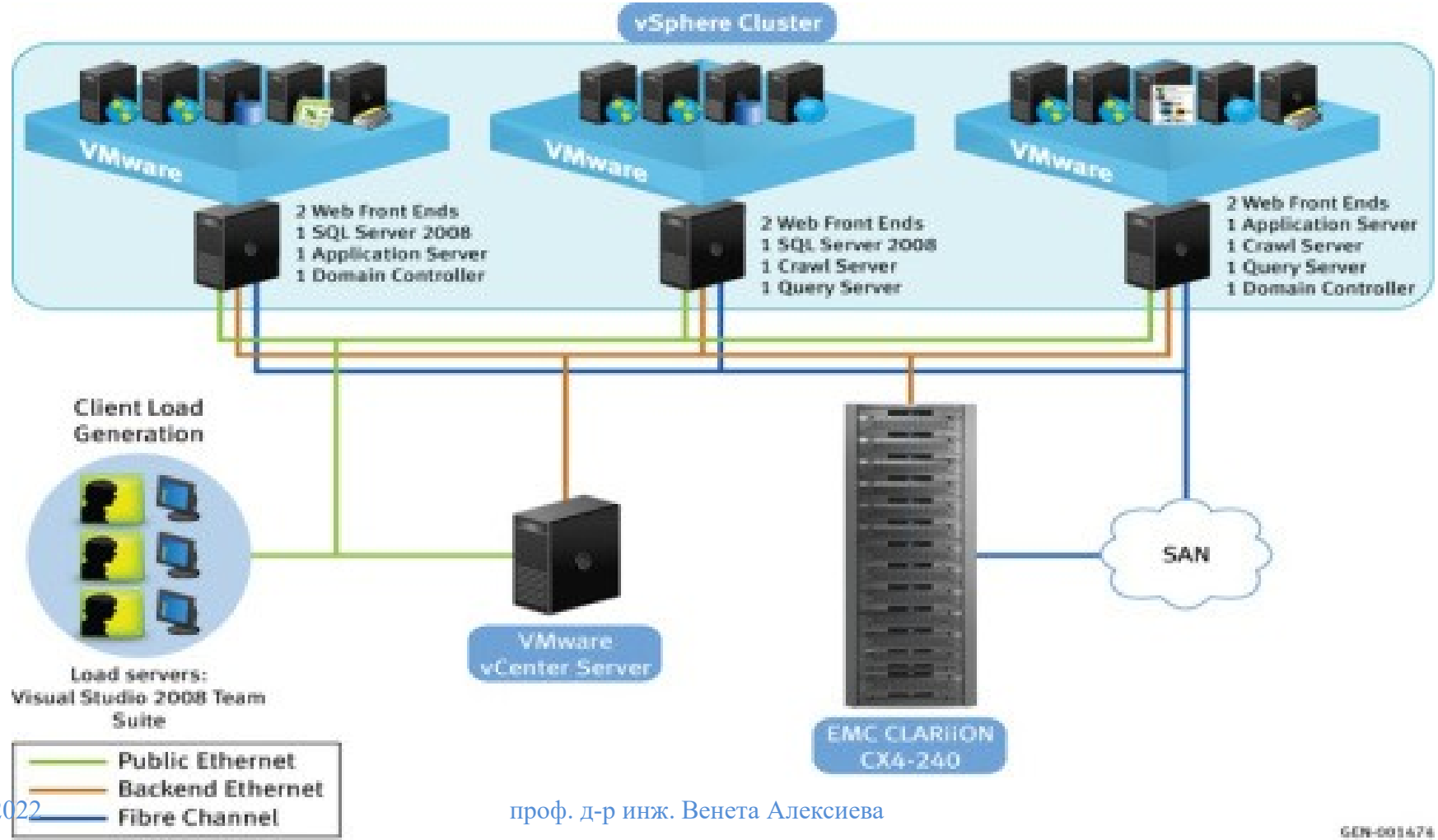


Хипервайзор тип 2- недостатъци

- Хипервайзорите от тип 2 не са толкова ефективни, колкото тип 1, поради допълнителния слой между самия хипервайзор и хардуера – всяка ВМ се обръща към хипервайзора, за да извършва четене на диска, мрежова операция или взаимодействие с друг хардуер както и при тип 1, но при тип 2 хипервайзорът трябва сам предаде искането до операционната система, която обработва заявката и предава информацията обратно на хипервайзора и след това обратно към госта, добавяйки още две стъпки, време и обработка за всяка транзакция.
- Хипервайзорите от тип 2 също са и по-малко надеждни, защото има повече точки на отказ: всичко, което влияе върху наличието на основната работа системата може да повлияе на хипервайзора и гостите, които поддържа. Например, стандартните операционни системи, които изискват рестартиране на системата, ще предизвикат рестартиране на всички виртуални машини на този хост.



Virtual SharePoint ферма



Видове виртуализация

- **Хардуерна (платформена)-** създаване на виртуална машина, която има поведението на компютър с отделна операционна система. Софтуерът, стартиран на такава виртуална машина, е отделен от реалните хардуерни ресурси. За да се направи различие между истинската машина и симулираната се използват термините *host* за истинската и *guest* за виртуалната.
- **Софтуерна-** Виртуализация на ниво операционна система, при която ядрото на операционната система позволява да се създадат много на брой нейни изолирани *инстанции* (работещи реализации).

Платформена виртуализация

- **Пълна виртуализация** – ВМ симулира достатъчно хардуер да позволи непроменена "гост" операционна система да бъде стартирана отделно;
- **Хардуерно-подпомогната виртуализация** - хардуера предоставя архитектурна поддръжка, която улеснява изграждането на ВМ-монитор и дава възможност на гост операционната система да бъде стартирана отделно;
- **Частична виртуализация** - частичната виртуализация ("виртуализация чрез адресно пространство"): ВМ симулира множество копия на голяма част (но не цялата) от прилежащата хардуерна среда, особено адресното пространство.
- **Паравиртуализация –** ВМ не симулира хардуер, а предлага специални API, които могат да бъдат използвани само чрез промяна на "гост" операционната система;
- **Виртуализация на ниво Операционна система -** "Гост" средите, споделят една и съща операционна система като хост система - т.е. едно и също ядро на операционна система се използва за създаване на "гост" среди. Приложенията, стартирани на дадена "гост" среда се виждат като самостоятелна система;
- **Виртуализация на хост -** приложенията, които се хост-ват от трети сървъри и могат да бъдат извикани или могат да бъдат използвани от отдалечени системи.

Ресурсна виртуализация

- **Сторидж виртуализация** - процесът на напълно отделяне на логическо съхранение на данни от физическо съхранение на данни. Сторидж виртуализацията е обединяването на множество физически сторидж ресурси в отделен ресурс, който е централизирано управляван.
- **Мрежова виртуализация** - процес на съчетаване на хардуер, софтуерни мрежови ресурси и функционалността на мрежата в единна, софтуерно-базирана административна единица, виртуална мрежа. Мрежовата виртуализация включва платформена виртуализация, често в комбинация с ресурсна виртуализация.

Виртуализация на приложения

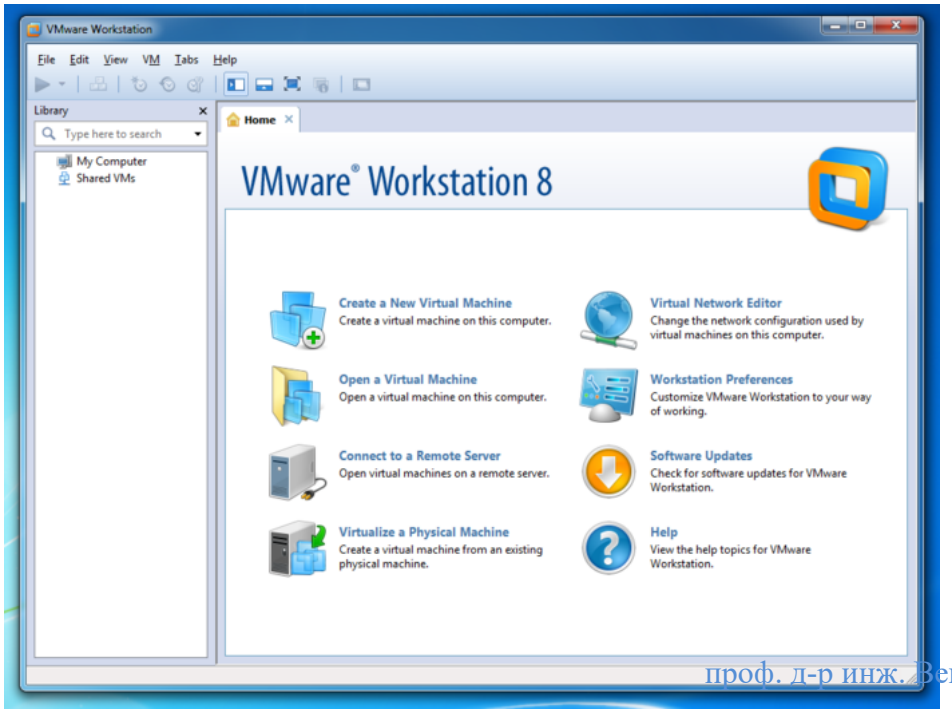
- Софтуерни технологии, които подобряват преносимостта, управляемостта и съвместимостта на приложения, като ги отделят от операционната система, на която се изпълняват.
- Напълно виртуализираното приложение не е инсталирано в традиционния смисъл на думата, въпреки че се изпълнява като нормално приложение.

Между-платформена виртуализация

- Позволява софтуер, компилиран за специфичен процесор или операционна система да стартира без да се променя на компютри с различни процесори и/или операционни системи, чрез комбинация от динамично двоично транслиране и системата за извикване на операционната система.
- Временно решение, докато определени ресурси станат достъпни за стартиране на софтуера.

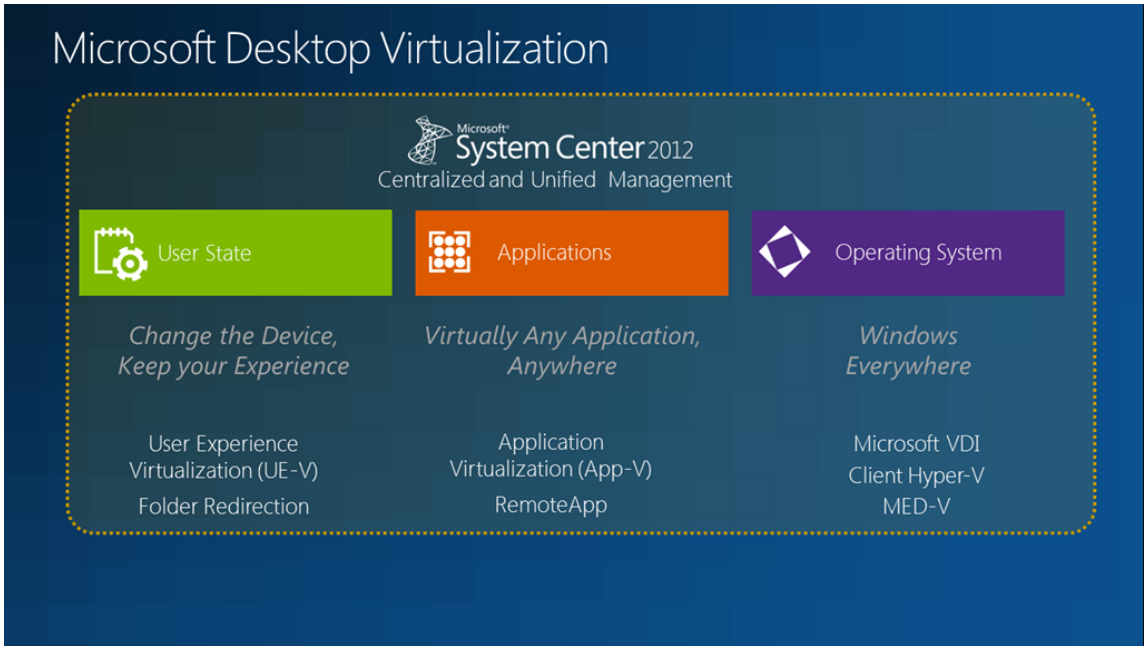
VMware Workstation

- **VMware Workstation** - софтуер ВМ за x86 и x86-64 битови компютри от VMware, подразделение на EMC Corporation. Позволява на една физическа машина да стартира няколко операционни системи едновременно.



Microsoft Virtual Server - тип 2

- **Microsoft Virtual Server -** улеснява създаването на ВМ за Windows XP, Windows Vista и Windows Server 2003 операционни системи. ВМ се създват и управляват чрез клиентско Windows приложение- VMRCplus.



Microsoft Virtual PC

- **Microsoft Virtual PC-** за операционни системи Microsoft Windows и емулация за Mac OS X на PowerPC-базирани системи. От юли 2006 г. е безплатен продукт. Virtual PC виртуализира стандартен персонален компютър и свързания с него хардуер. Поддържаните Windows операционни системи могат да работят на Virtual PC.

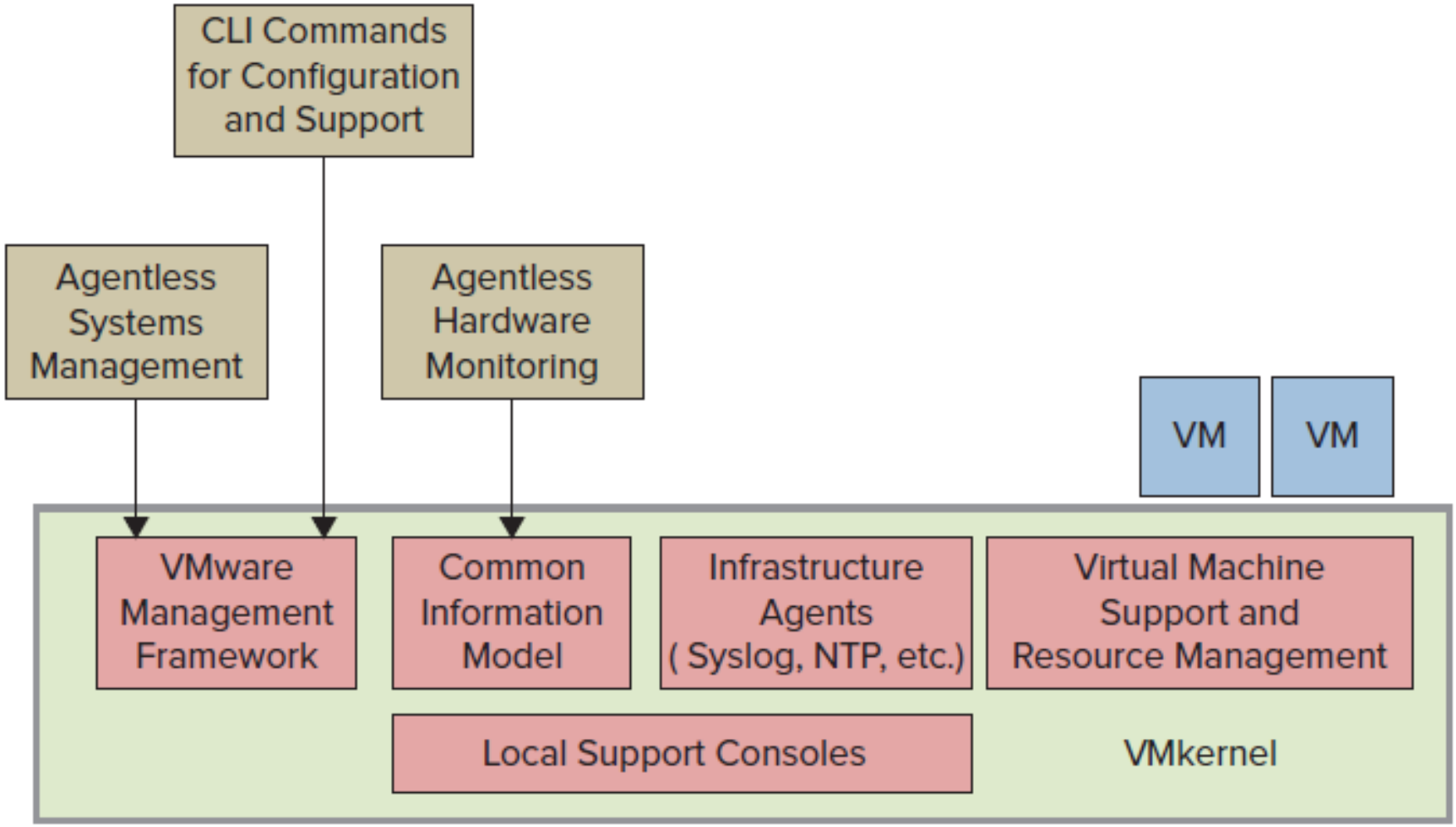
Oracle VirtualBox

- **Oracle VirtualBox -** инсталира се върху съществуваща хост операционна система в рамките на това приложение се инсталират допълнителни операционни системи, всяка известна като гост операционна система, като могат да се заредят и стартират, всяка в своя собствена виртуална среда.

VMware ESX – хипервайзор тип 1

- Оригиналната архитектура на ESX е съставена от две части :
  - Същински хипервайзор, който прави виртуализацията
  - Linux базирана конзола за управление на хипервайзора
- Недостатък:
  - размера на хипервизора - в ESX 3.5 е около 32 MB, а конзолата - до 900MB.
  - Проблем със сигурността- опасения, че хипервизорът може да бъде компрометиран чрез сервизна конзола.
- ESXi е монолитен хипервайзор без конзола, а се управлява чрез командния ред (CLI)
- ESX и ESXi са от версия 3.5 през 2007 г. до версия 4.1
- От 2010 г. се предлага само ESXi.

ESXi архитектура



ESXi архитектура- VMkernel

- Съдържа всички необходими процеси за поддържане на ВМ и за управление на хардуерните ресурси.
- Предлага инфраструктурни услуги – запазване на времето на логване, логване, драйвери за хардуер, инструменти за мониторинг на хардуер, прозрачно споделяне на страници, балонът на паметта за ефективното използване на паметта.
- Предлага широк и мощен набор от решения, свързани с управляемостта, сигурността и наличността.

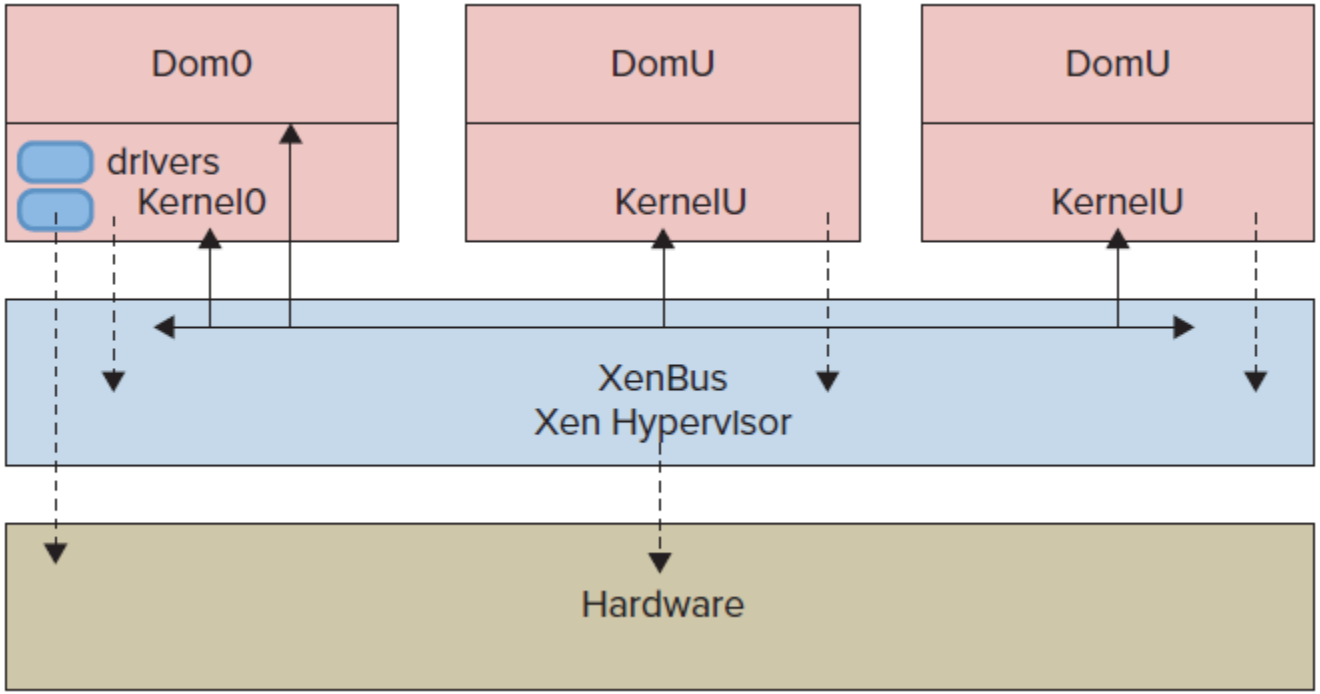
Xen - хипервайзор тип 1

- **Xen** - хипервайзор за IA-32, x86, x86-64, IA-64 и PowerPC 970 архитектури. Той позволява на няколко гост операционни системи да бъдат изпълнени на същия хардуер едновременно. Това е свободен софтуер, лицензиран под GNU General Public License (GPL2).

The Xen™ virtual machine monitor

Xen - архитектура

- Моделът Xen има специален гост - Домейн 0 (Dom0).
- Dom0 получава boot когато хипервизорът е зареден и има привилегии за управление различни от останалите гости.
- Dom0 обработва всички I / O за отделните гости, поддържа драйвери за хардуерни устройства.

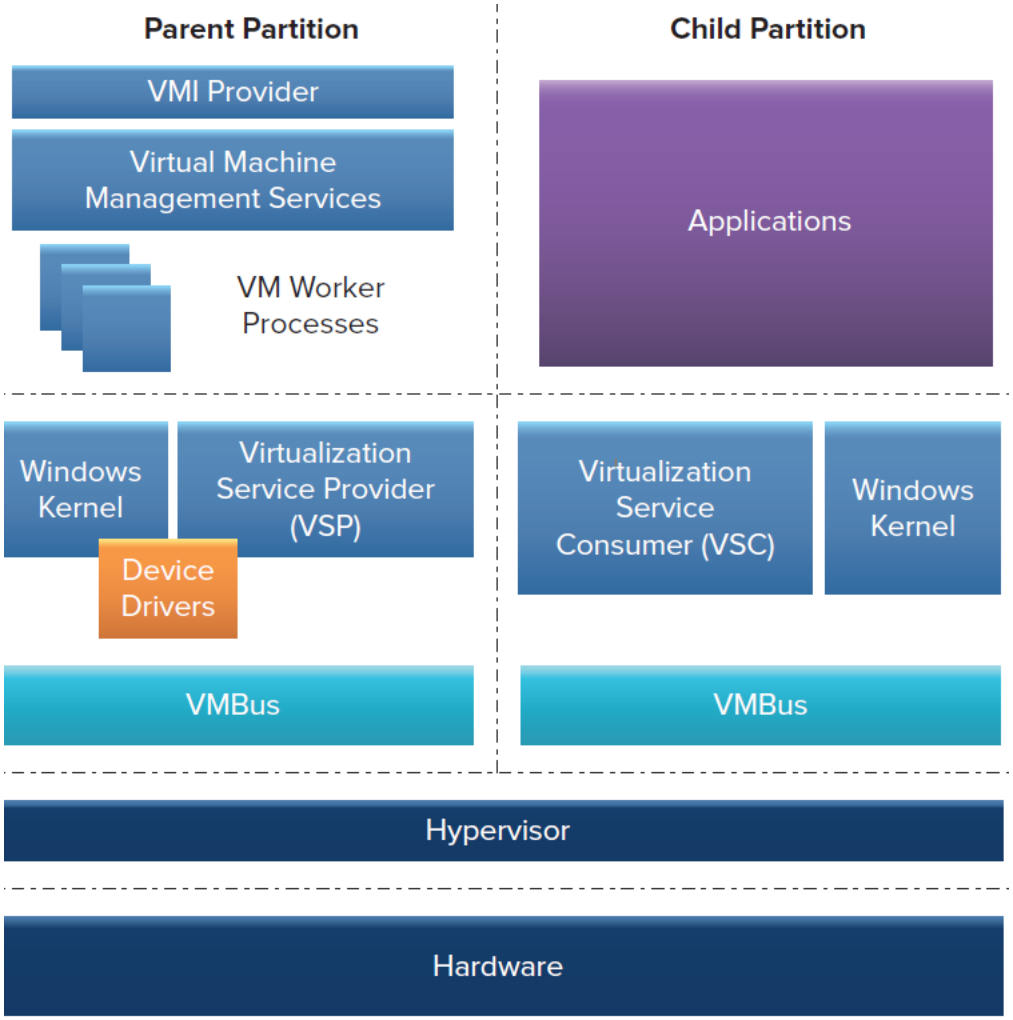


Xen – проблеми с Dom0

- Dom0 има операционна система и при проблем с нея се получава проблем с наличността.
- Рестартирането на Dom0 ще прекъсне всички останали процеси, дори и ако не са свързани с функциите за виртуализация.
- Dom0 също е гост и той консумира ресурси и претендира за ресурси като останалите гости в системата- може да доведе до проблеми с производителността, ако Dom0 получи недостатъчен ресурс.

Microsoft Hyper-V – хипервайзор тип 1

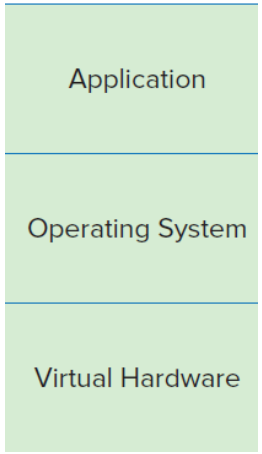
- Архитектура



Microsoft Hyper-V - Parent Partition

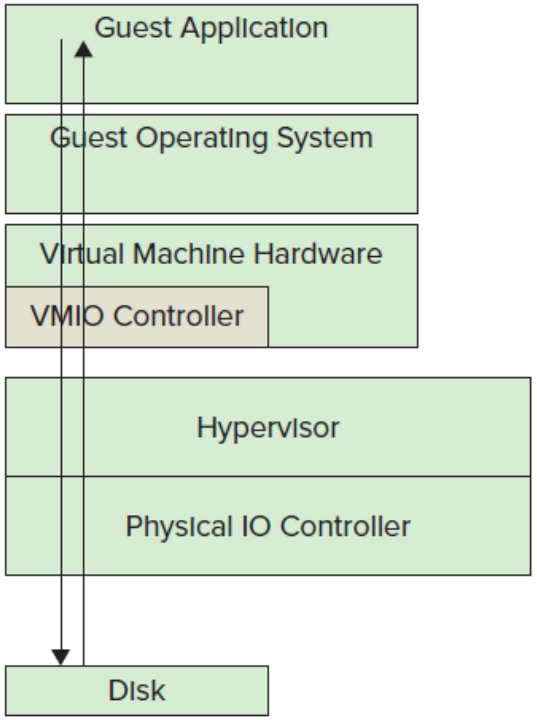
- ВМ се наричат дялове (partitions).
- Подобно на Xen, той има Parent Partition, който има директен достъп до хардуерните ресурси.
- Parent Partition работи под Windows Server 2008.
- Parent Partition създава и управлява останалите дялове
- Има същите недостатъци като Xen

Архитектура на виртуална машина

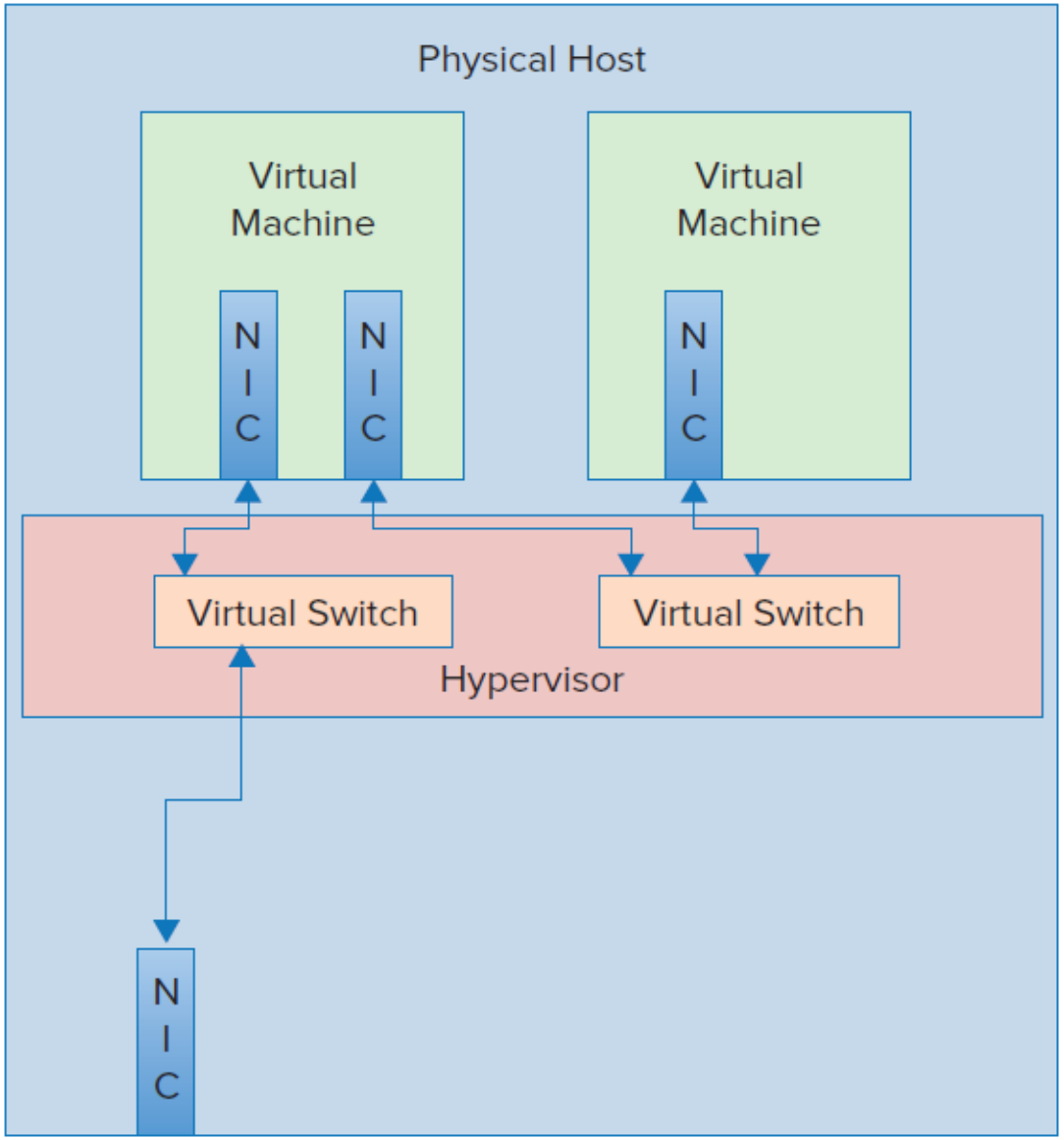


- ВМ има много от характеристиките на физически сървър:
  - поддържа операционна система
  - Има конфигуриран набор от ресурси, към които се изпълняват заявките
- Много ВМ могат да се изпълняват едновременно на един физически сървър и да са с различни операционни системи, поддържащи много различни приложения.

  За разлика от физическия сървър, ВМ е набор от файлове, които описват и включват виртуалния сървър:
  - Файлът за конфигурация описва ресурсите (виртуалния хардуер), които VM може да използва - CPU, памет, съхранение, работа в мрежа, CD устройство…



Архитектура на виртуална мрежа



- Подобно на физическия еквивалент, виртуалната мрежа предоставя на ВМ начин да се общува с физическия свят.
- Всяка виртуална машина може да бъде конфигурирана с една или повече NIC.
- Тези виртуални NIC карти, обаче, не се свързват с физическите NIC карти в хост системата.
- Хипервайзорът поддържа създаването на виртуална мрежа, която свързва виртуалните NIC към мрежа, която се състои от виртуални суичове, към които се свързват физическите NIC.

Въпроси ?

Благодаря за вниманието !