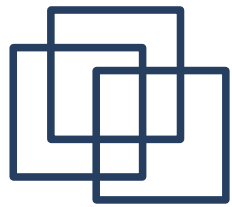


# Virtualizzazione

---

Bruno Bacci

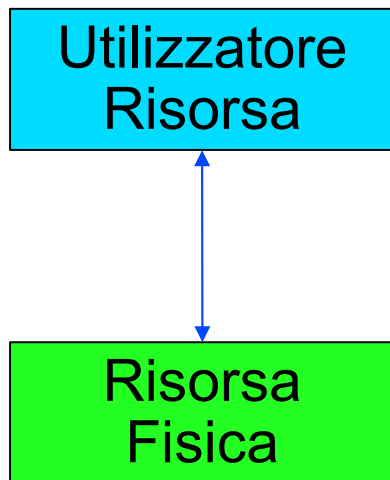
*Responsabile Data Center Amministrazione Centrale  
Universita' di Pisa*



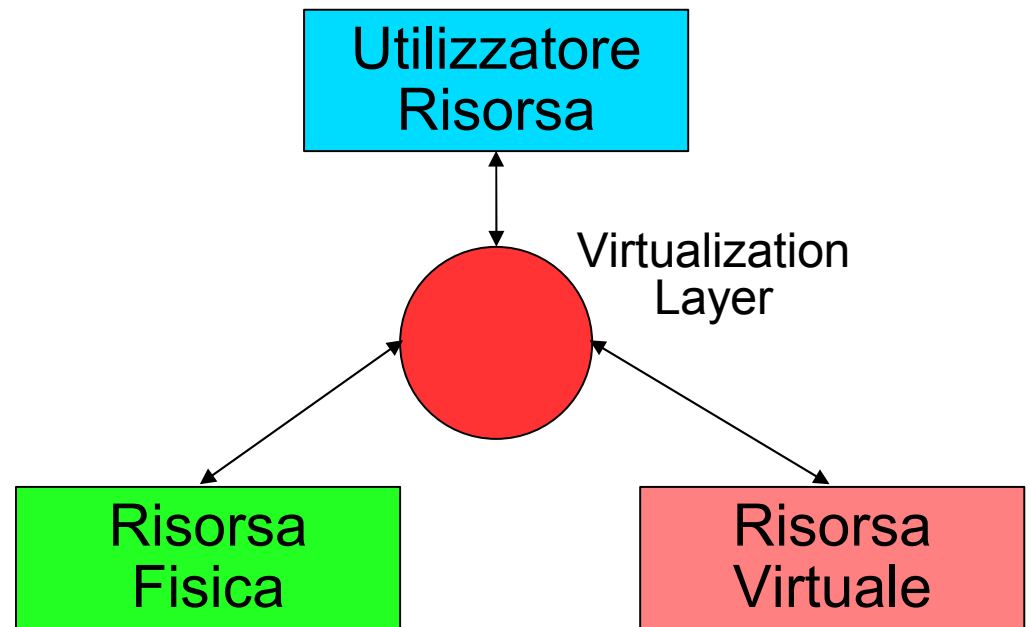
# L'Idea di Virtualizzazione

---

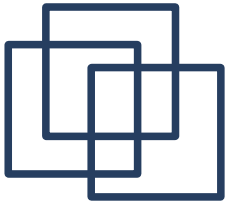
- Rimpiazzare l'interfaccia diretta tra un utente ed una risorsa con un livello software intermedio (*Virtualization Layer*)



Non Virtualizzata



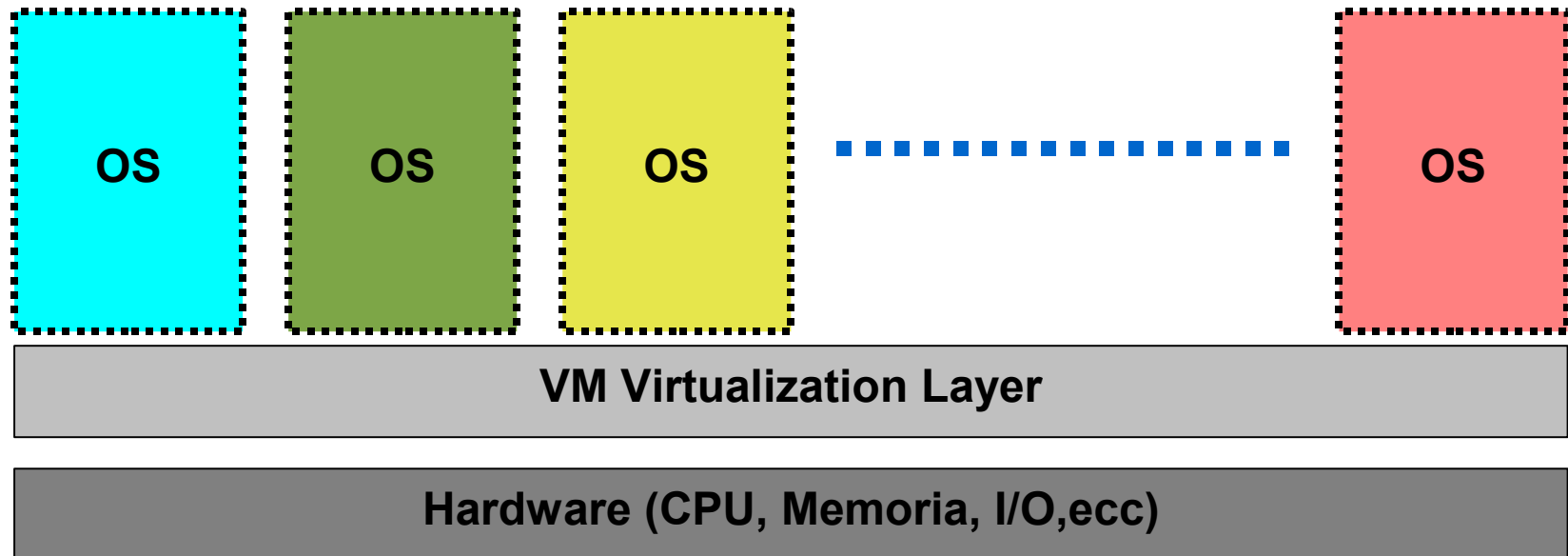
Virtualizzata

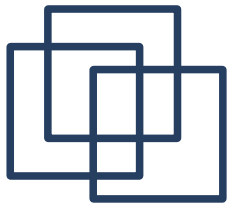


# Virtualizzare SO

---

Ogni istanza di un sistema operativo e' eseguito all'interno di una *Virtual Machine (VM)*:





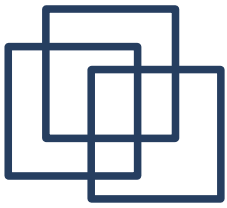
# Concetto “*Antico*”

---

- 1959: articolo “*Time Sharing in Large Fast Computer*”
- 1967: IBM 360 Model 67 supporta *self-virtualization*
- 1998: Fondata VMware, virtualizzazione x86
- 2000: IBM zSeries consente di virtualizzare Linux
- 2003: Xen



**IBM 370 Model 67**

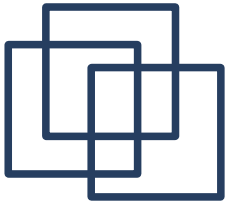


# Vantaggi (1)

- Migliore uso delle risorse

ID	Name	Status	CPU usage	VCPUs	Memory usage
74	Atlante	Running	0.01 %	1	1024.00 MB 3 %
36	Concordia	Running	0.01 %	1	2.00 GB 6 %
0	Domain-0	Running	1.48 %	8	2.00 GB 6 %
72	Ercole	Running	0.03 %	1	2.00 GB 6 %
89	Ermes	Running	0.01 %	1	2.00 GB 6 %
78	Eros	Running	0.13 %	4	4.00 GB 12 %
107	Eros-Test	Running	0.01 %	1	1024.00 MB 3 %
92	Gaia	Running	1.35 %	1	1024.00 MB 3 %
71	Marte	Running	0.01 %	1	2.00 GB 6 %
95	Minerva	Running	0.02 %	1	1024.00 MB 3 %
8	Selene	Running	0.00 %	1	1024.00 MB 3 %

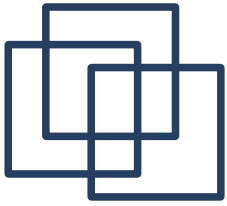
**Xen Virtual Manager Screenshot**



## Vantaggi (2)

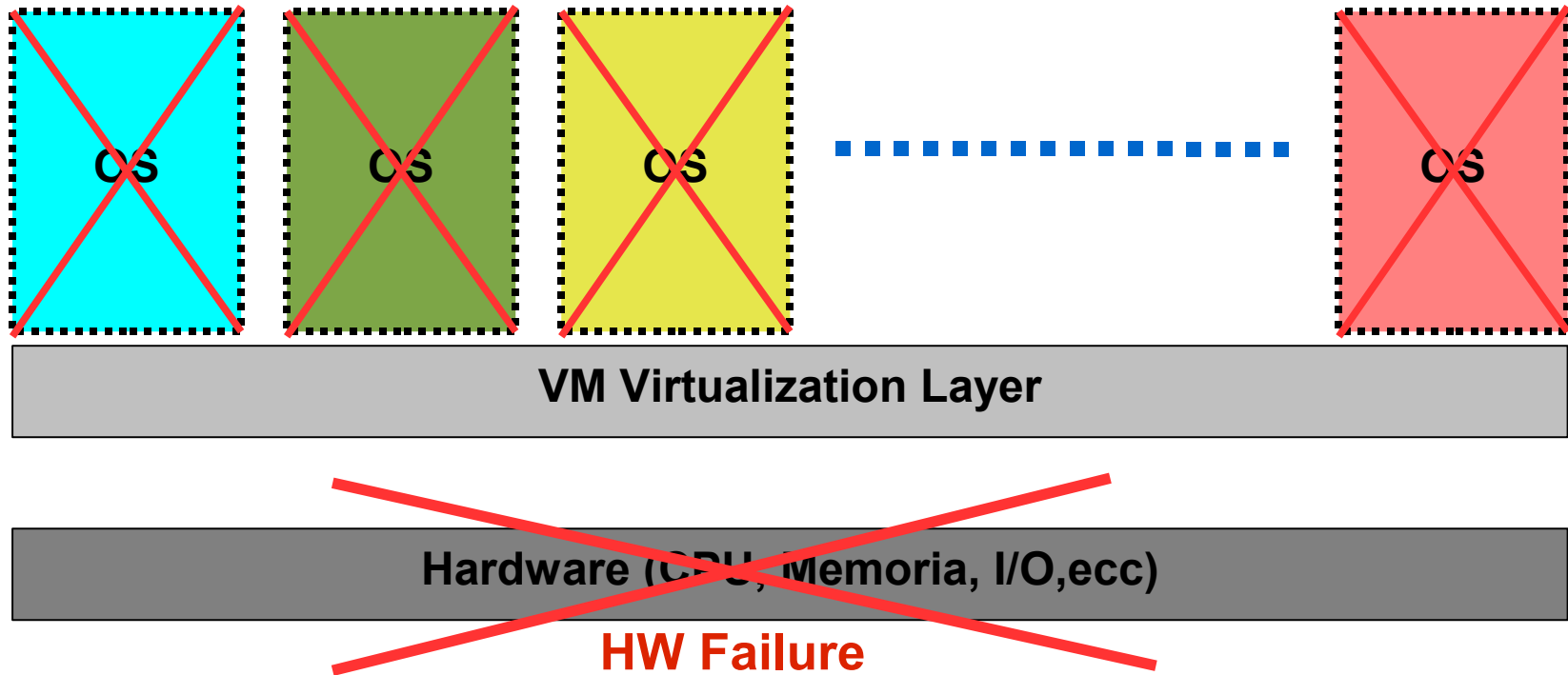
---

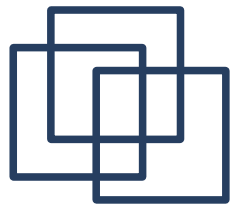
- Riduzione degli investimenti in nuovo HW
- Riduzione dei costi delle infrastrutture (spazi, raffreddamento, consumi energetici, ecc.)
- Semplifica il processo di upgrade dell'HW
- Semplifica e velocizza il deployment di nuovi sistemi e servizi
- Semplifica il processo di testing di nuovi sistemi o servizi



# Svantaggi

## Single Point of Failure

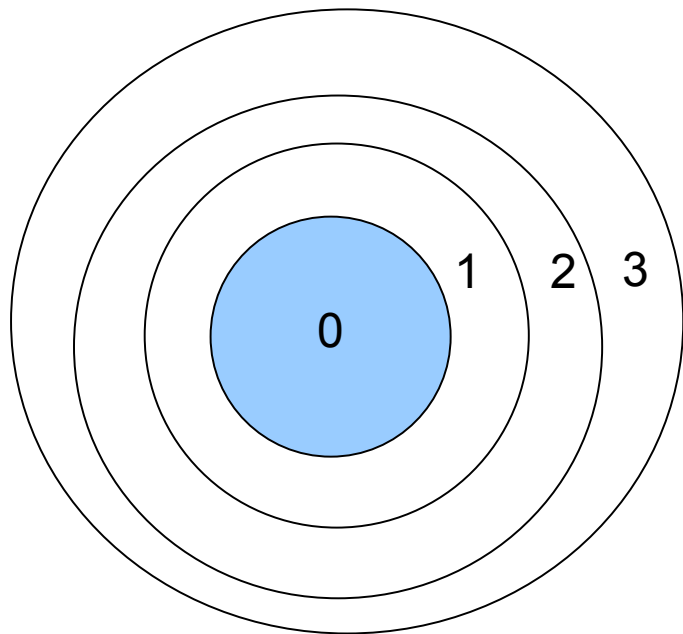




# Virtualizzazione per x86

---

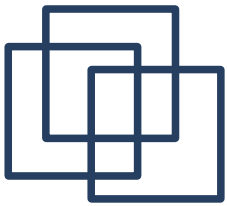
- I processori x86 prevedono 4 livelli di protezione (*ring*) numerati da 0 a 3
- Nel livello piu' basso (0) sono disponibili istruzioni privilegiate per accedere e controllare l'hardware. Il kernel viene eseguito nel ring 0



## Il Problema dell'Anello

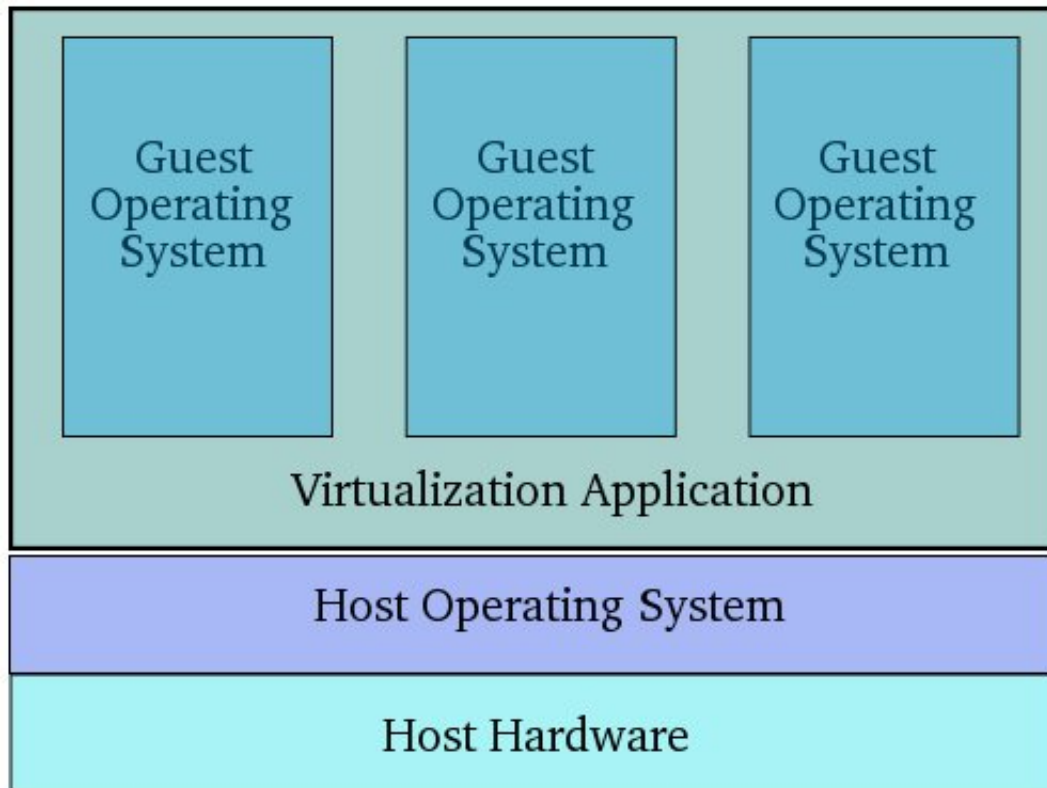
**Il software di virtualizzazione deve essere eseguito nel ring 0 per accedere l'hardware.**

**Come eseguire le istruzioni privilegiate dei sistemi operativi ospitati nelle macchine virtuali?**



# Classificazione

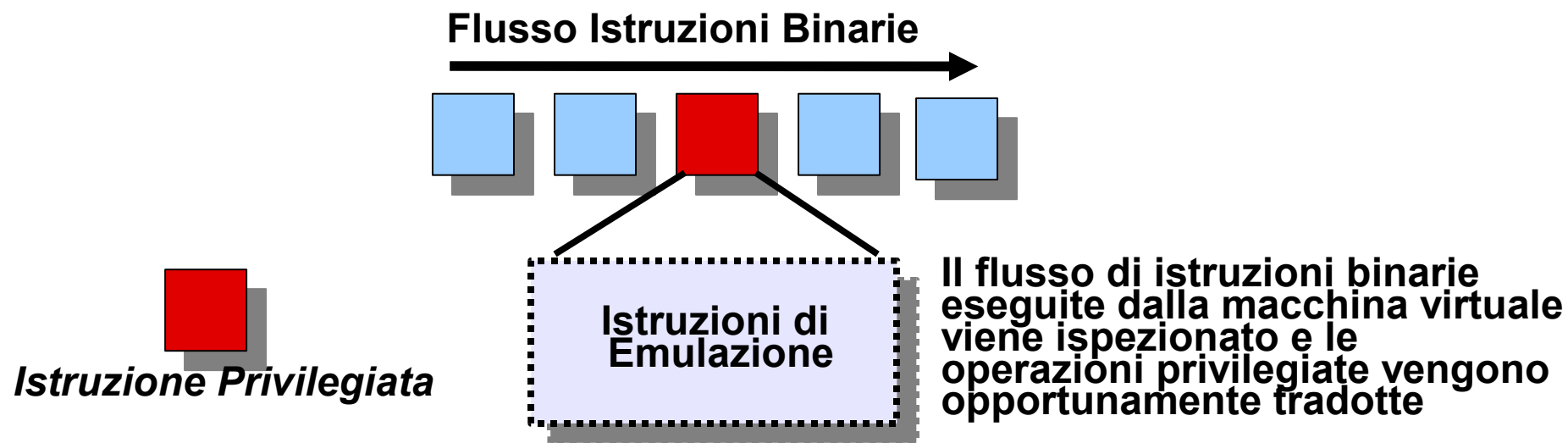
## Guest Operating System Virtualization



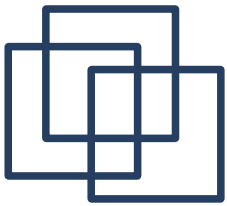
- Lo strato di virtualizzazione viene eseguito a livello applicativo
- Responsabile di gestire le macchine virtuali (creazione, start, stop, ecc.)
- Soluzione usata da VMware Server e VirtualBox.
- Il problema dell'anello risolto con la tecnica di *Binary Rewriting*
- *Capacità di virtualizzare Linux, Windows MacOS X*



# Binary Rewriting

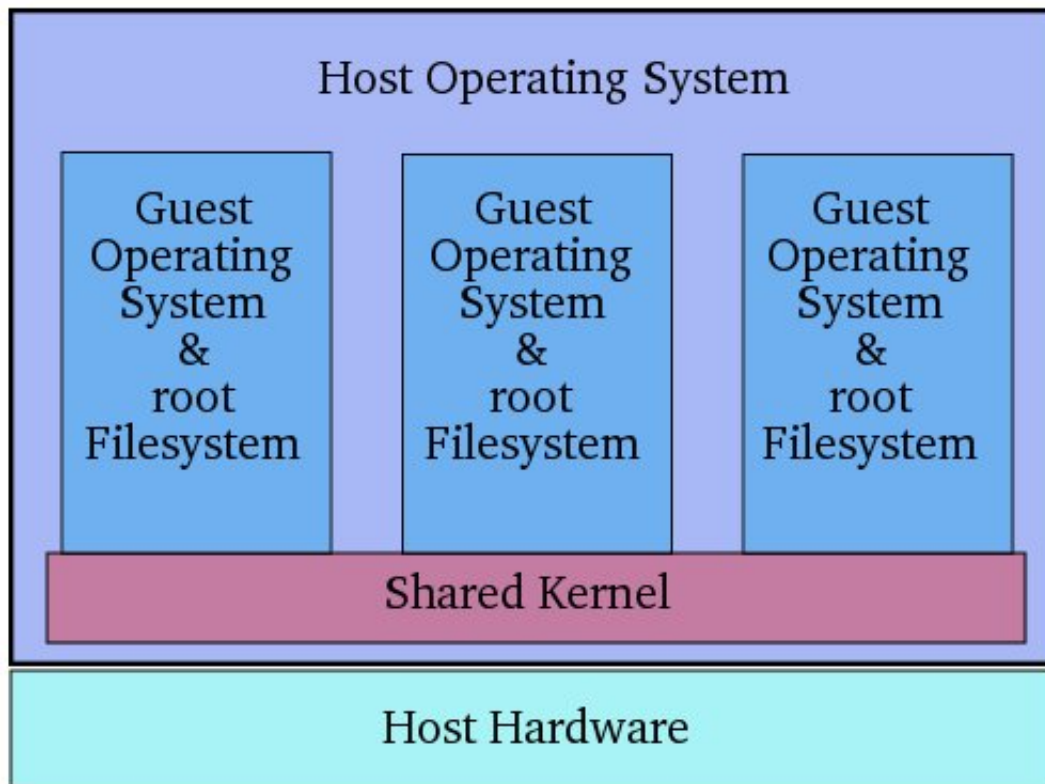


- Multipli livelli di astrazione tra macchina virtuale ed HW
- La tecnica di *Binary Rewriting* e' computazionalmente costosa
- Performance limitate
- Soluzione adeguata per la virtualizzazione su desktop

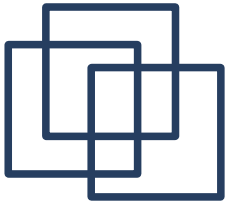


# Classificazione (2)

## Shared Kernel

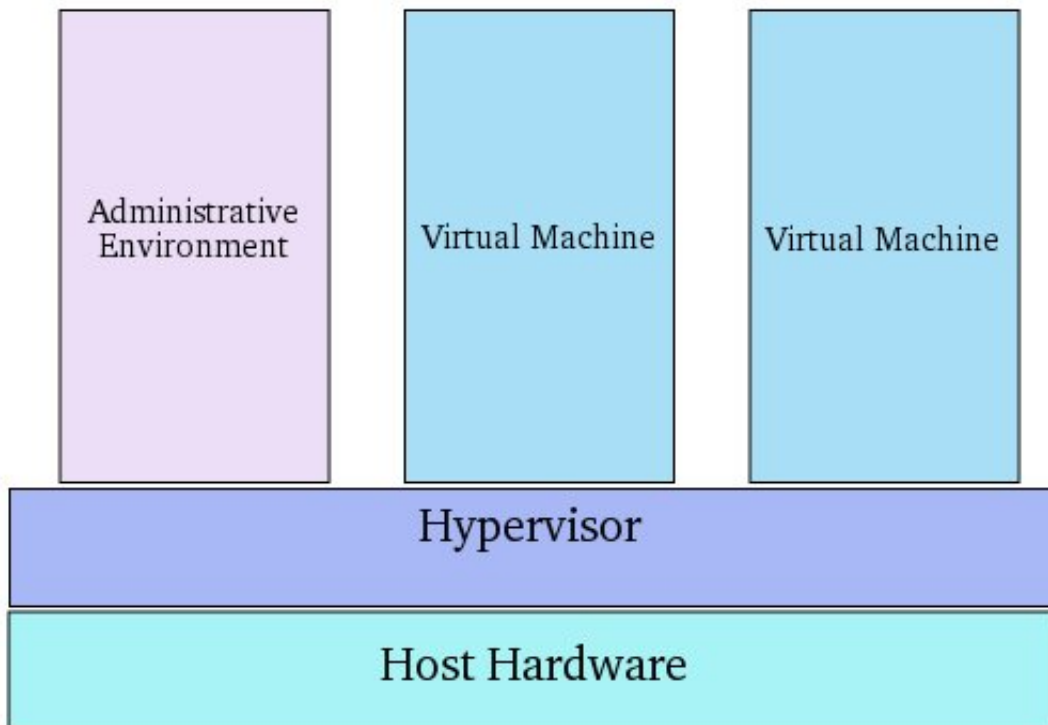


- **Estende la capacita' del kernel di Unix di cambiare dinamicamente il root filesystem senza effettuare il reboot**
- **Essendoci un solo kernel in esecuzione non si ha il problema dell'anello**
- **Il sistema operativo ospite deve essere compatibile con lo shared kernel**
- **Windows non puo' essere virtualizzato**
- **Esempi: Solaris Containers, Linux Vserver, OpenVZ**

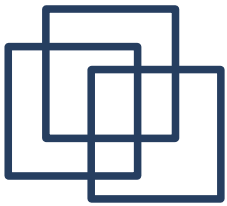


# Classificazione (3)

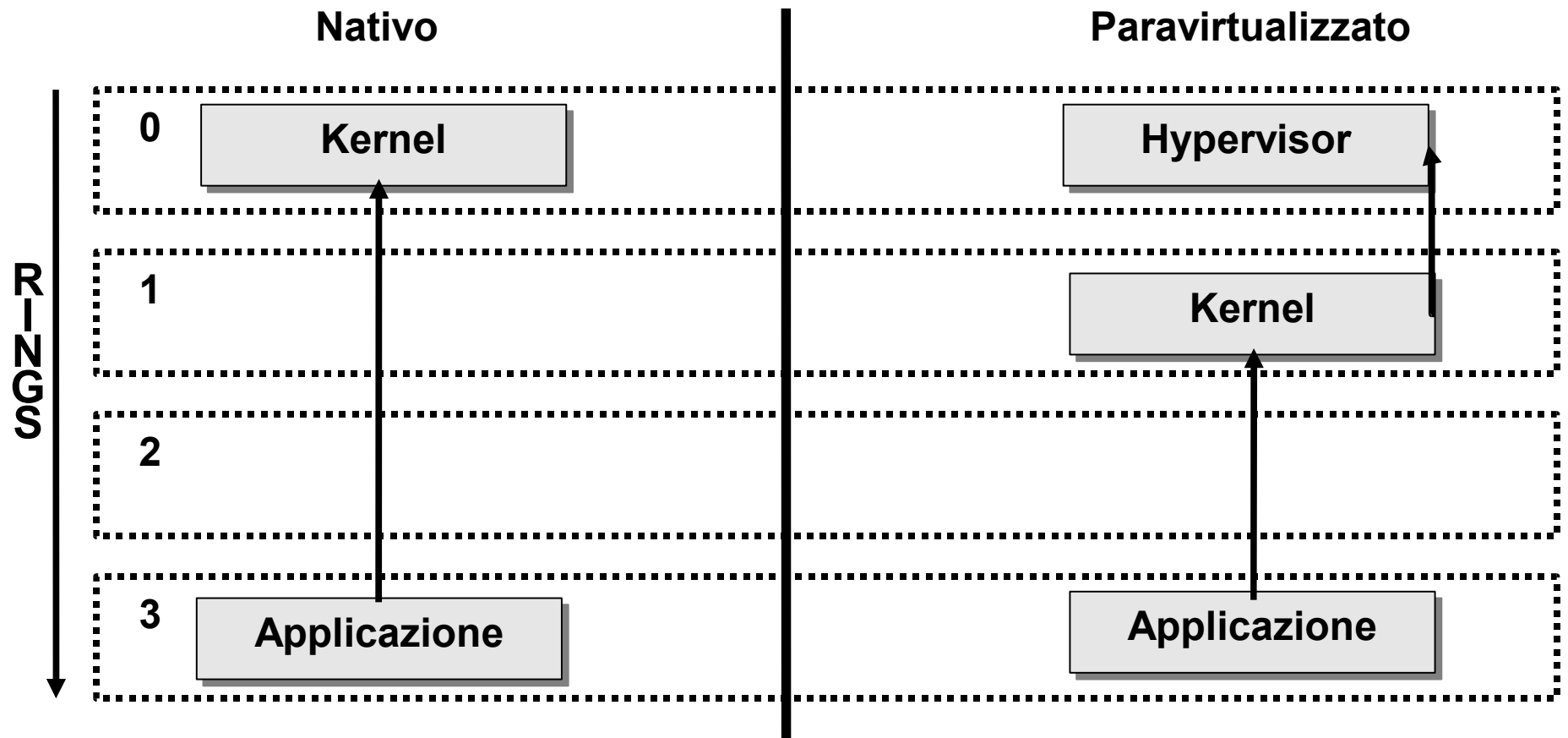
## Hypervisor



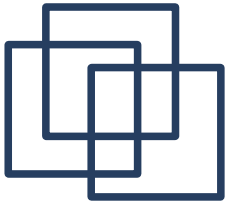
- Uno strato software “leggero” detto *Hypervisor* o *Virtual Machine Monitor (VMM)* viene eseguito direttamente sull'HW
- Il VMM alloca le risorse HW per le macchine virtuali
- Una istanza di sistema operativo privilegiato viene eseguito sopra l'hypervisor per gestire le macchine virtuali
- Esempi: VMware Infrastructure, Xen
- Tre Soluzioni al problema dell'anello: ***Paravirtualization***, ***Full Virtualization***, ***Hardware Virtualization***



# Paravirtualization



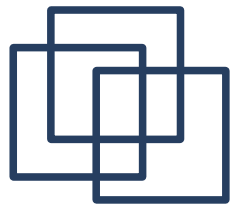
- Il Kernel del sistema operativo ospite viene modificato in modo da sostituire le operazioni privilegiate con richieste all'hypervisor (*hypercall*)
- Efficiente, ma limitato a sistemi operativi Open Source (Windows non e' paravirtualizzabile)
- Xen utilizza questo approccio



# Full Virtualization

---

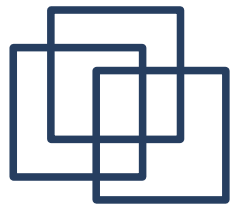
- Sistemi operativi non modificati possono essere eseguiti all'interno delle macchine virtuali gestite dall'Hypervisor.
- Viene utilizzata la tecnica del Binary Rewriting
- Maggiore efficienza perche' effettuata ad un livello molto piu' basso
- VMware Infrastructure utilizza questa tecnica (Xen no)



# Hardware Virtualization

---

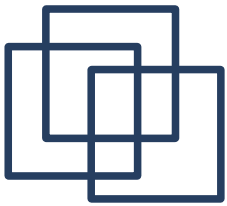
- L'interesse per la virtualizzazione ha spinto i costruttori di CPU ad introdurre supporto HW alla virtualizzazione (Intel VT e AMD-V)
- Semplificando: introduzione di un ring -1 dove eseguire l'Hypervisor. Il kernel puo' essere eseguito nel ring 0
- Possono essere eseguiti sistemi operativi ospiti non modificati
- Xen sfrutta questa tecnologia ed utilizza il termine *Hardawre Virtual Machine (HVM)* per indicare la virtualizzazione assistita dall'HW



# Hardware Virtualization<sub>(2)</sub>

---

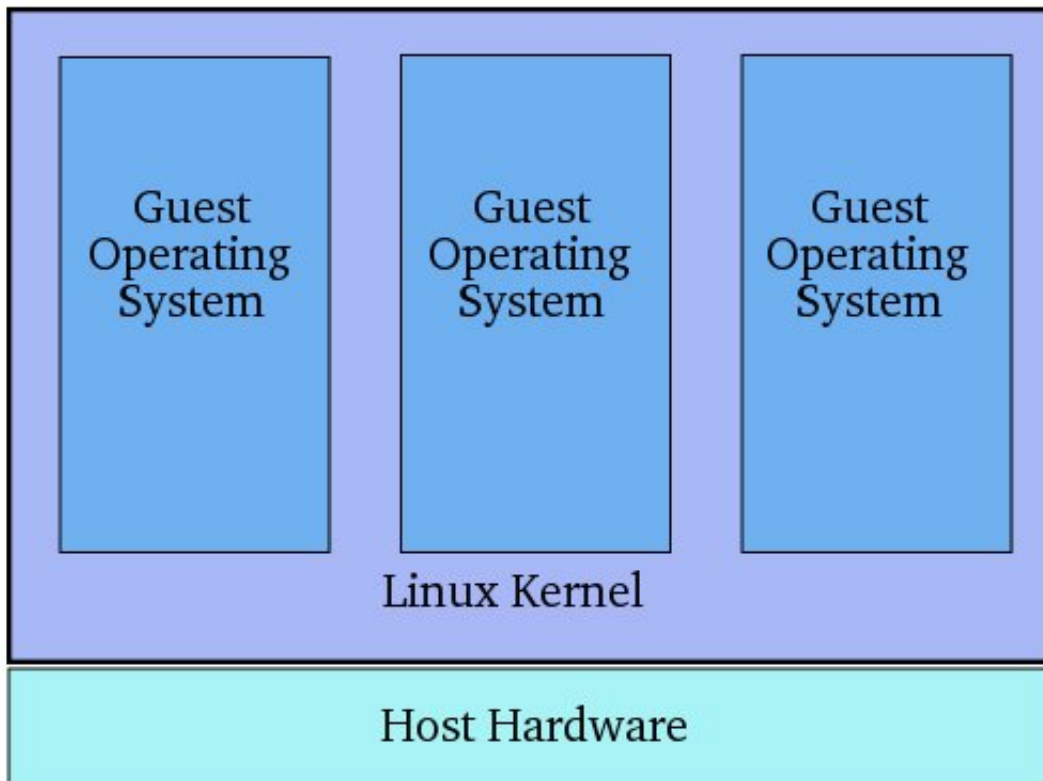
- Il supporto alla virtualizzazione nelle nuove generazioni di CPU non rende magicamente l'HW virtuale.
- Xen deve comunque fornire l'emulazione dei dispositivi (dischi, schede di rete, ecc.)
- HVM sono comunque meno performanti di macchine virtuali paravirtualizzate
- Il supporto HW include un insieme di funzioni che sono sfruttate anche per le macchine virtuali paravirtualizzate come ad esempio il salvataggio dello stato della CPU con una sola istruzione



# Classificazione (4)

---

## Kernel Virtual Machine (*KVM*)



- Modulo integrato nel mainstream del kernel di Linux
- Supporta solo Hardware Virtualization
- Fornisce un'interfaccia utilizzata a livello applicativo (QEMU) per creare e gestire macchine virtuali
- Vantaggi: abbastanza efficiente, incluso nel kernel ufficiale di Linux, cresce velocemente, supporta nuove funzionalità quali la *Nested Virtualization*
- Molti lo ritengono il futuro Open Source per la virtualizzazione
- Non è ancora considerato maturo