



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas

Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal



TEMA 1

Introdución á tolerancia a fallos e á alta dispoñibilidade

Contidos

- Bloque I: Alta Dispoñibilidade
 - Tema 1: Tolerancia a fallos e alta dispoñibilidade (HA)
 - Tema 2: Redundancia
 - Tema 3: Dispoñibilidade no CPD
 - Tema 4: Servidores no CPD
 - Tema 5: Clusters de servidores
- Bloque II: Virtualización e Computación na Nube
 - Tema 6: Virtualización e HA no CPD
 - Tema 7: Computación na nube (*Cloud Computing*)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Contidos

- Conceptos básicos
- Alta dispoñibilidade
- Teoría da fiabilidade

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- **Conceptos básicos**

- Garantía de funcionamiento
- Fallos, errores e avarías
- Tolerancia a fallos
- Alta disponibilidade
- Teoría da fiabilidade

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

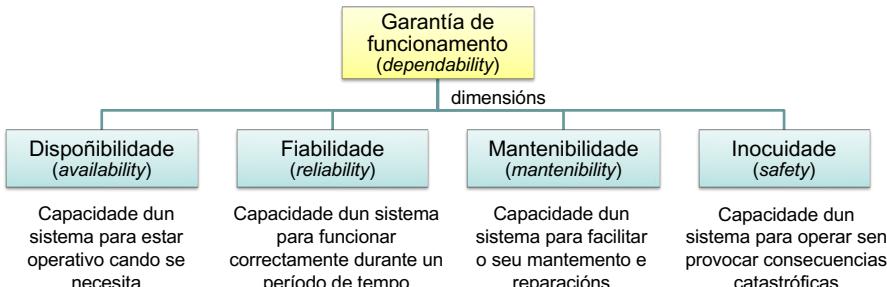


Conceptos básicos

7

- **Garantía de funcionamiento**

- A GdF engloba varias **dimensións**, as máis relevantes (para EI) son



- Pola súa importancia, hai unha rama da enxearía de sistemas denominada **enxearía da fiabilidade** (*reliability engineering*) que se ocupa do estudo formal e mellora da GdF ao longo da vida dos sistemas

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

6

- **Garantía de funcionamento (GdF)**

A **garantía de funcionamento** (*dependability*) dun sistema é a propiedade que permite aos seus usuarios depositar unha confianza xustificada no servizo que lles proporciona

- Para que un sistema sexa **confiável** (*dependable*) ten que ter a capacidade de evitar as avarías más graves ou frecuentes que non serían toleradas polos usuarios
- A GdF estivo historicamente vincellada a **sistemas críticos** nos que non son admisíbeis avarías que poderían ter graves impactos económicos, provocar perda de vidas humanas, danos medioambientais, etc.
 - Equipamentos militares e hospitalarios
 - Centrais nucleares e industrias químicas
 - Industria aeronáutica e aeroespacial
 - Redes de telecomunicación e de transporte (electricidade, petróleo, gas, auga)

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

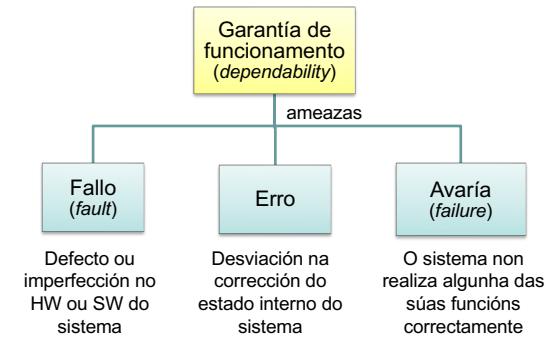


Conceptos básicos

8

- **Garantía de funcionamiento**

- Existen diferentes **ameazas** á GdF dun sistema



- Estas ameazas teñen unha relación causa-efecto entre elas

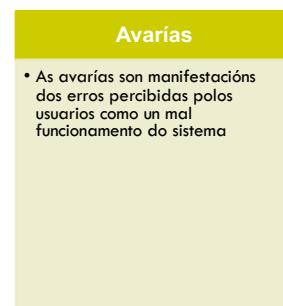
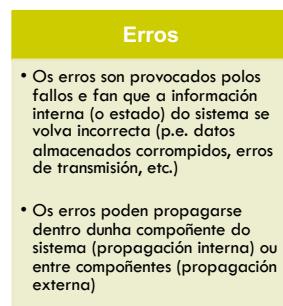
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

9

- Relación entre fallos, errores e avarías



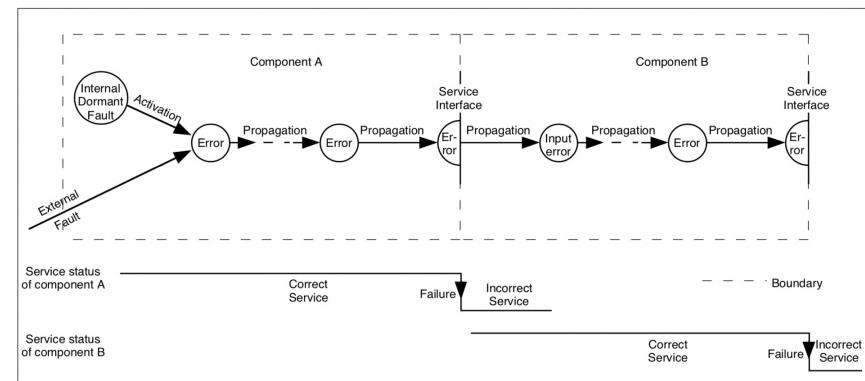
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

10

- Relación entre fallos, errores e avarías
- Propagación de errores



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

11

- Relación entre fallos, errores e avarías

Tempo de inactividade

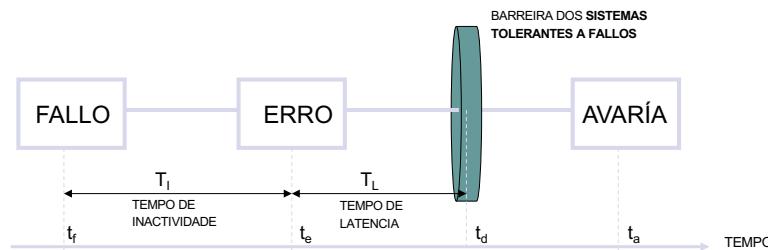
- Fallo durmido vs. fallo activo

$$T_I = t_e - t_f$$

Tempo de latencia

- Error latente vs. error detectado

$$T_L = t_d - t_e$$



Un **sistema tolerante a fallos (STF)** é un sistema coa capacidade de continuar a realizar as súas funcións correctamente aínda na presenza de fallos

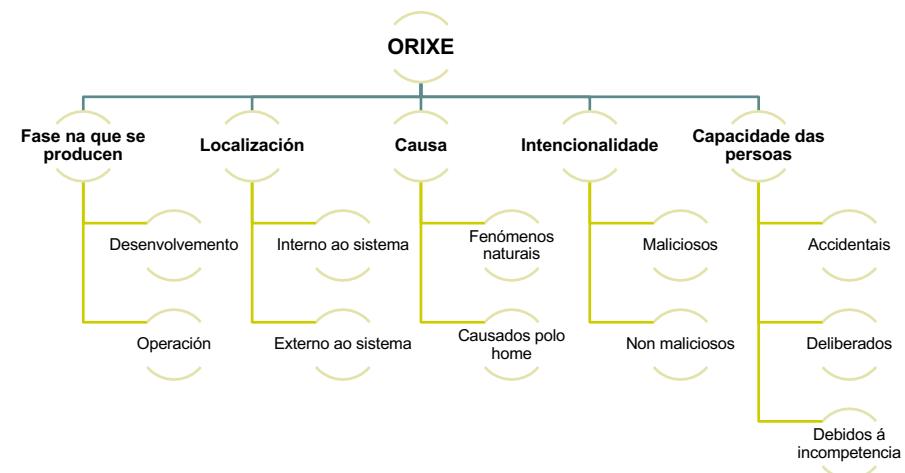
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

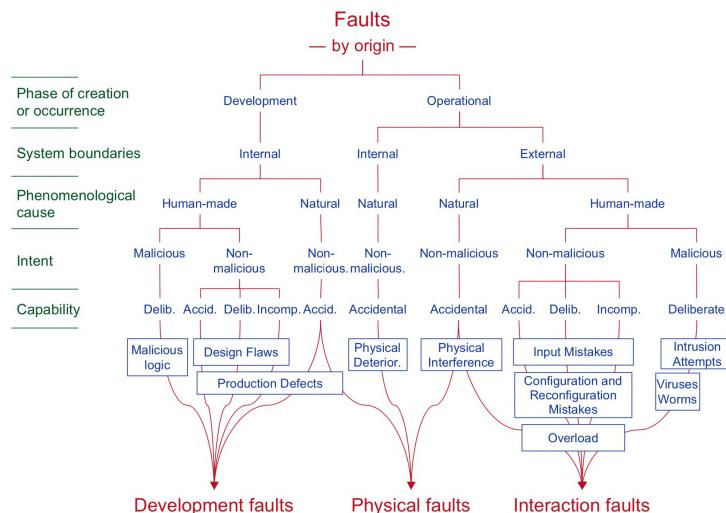
12

- Clasificación dos fallos segundo a súa orixe



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

- Clasificación dos fallos segundo a súa orixe



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UD1

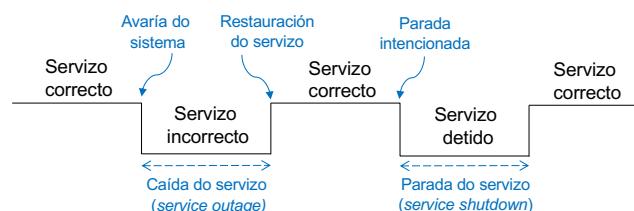
- Clasificación dos fallos segundo a súa persistencia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDCA

- Entrega de servizo (*service delivery*) e avarías

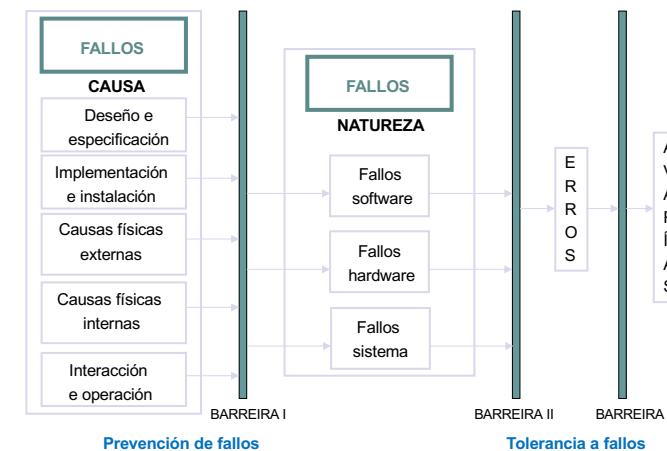
- Un sistema sen avarías proporciona un servizo correcto aos seus usuarios
 - As avarías provocan que o servizo proporcionado polo sistema deixe de ser correcto
 - Un servizo tamén pode estar indispoñíbel debido a paradas programadas (p.e. mantemento)



- Un sistema sofre unha **avaría parcial** cando áinda pode proporcionar parte dos seus servizos. Dise entón que o sistema funciona en **modo degradado**.
 - Exemplo: un móbil que só permita chamadas de emergencia

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

• Estratexias para a mellora da GdF



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Conceptos básicos

17

- Estratexias para a mellora da GdF

A **prevención de fallos** (*fault avoidance*) consiste na utilización de métodos e técnicas que minimicen a introdución de fallos durante o desenvolvemento do sistema

- Entre outras, pode incluír accións como
 - Análise exhaustiva de requisitos
 - Aplicación de boas prácticas de deseño
 - Métodos de fabricación rigorosos
 - Uso de compoñentes fiábeis
 - Procesos de verificación e validación exhaustivos
 - Métodos de control de calidade

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Conceptos básicos

19

- Estratexias para a mellora da GdF

A **tolerancia a fallos** (*fault tolerance*) consiste na introdución de **redundancia** no deseño dun sistema co propósito de evitar a ocorrencia de avarías mesmo na presenza de fallos

- **Enmascaramento dos fallos** (*fault masking*)

- Técnicas que evitan que os fallos nun sistema acaben producindo errores

Sectores de disco defectuosos

- Usan sectores de reserva (*spare sectors*) para substituir aos sectores defectuosos de maneira transparente

Memorias ECC (*error-correcting code*)

- Usan códigos de redundancia (p.e. códigos Hamming) para corrixir errores dun bit

Cores ocultos en CPU e GPU

- Desactivívanse os cores defectuosos ou que non acadan as especificacións agardadas

RAID 1

- Configuración en espello
- Replicanse os datos en 2 discos para que sigan dispoñíbeis ánta que un disco falle



Conceptos básicos

18

- Estratexias para a mellora da GdF

A **tolerancia a fallos** (*fault tolerance*) consiste na introducción de **redundancia** no deseño dun sistema co propósito de evitar a ocorrencia de avarías mesmo na presenza de fallos

- Dúas aproximacións básicas

- **Enmascaramento dos fallos** (*fault masking*)
- **Detección e recuperación ante errores** (*error detection and system recovery*)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Conceptos básicos

20

- Estratexias para a mellora da GdF

A **tolerancia a fallos** (*fault tolerance*) consiste na introducción de **redundancia** no deseño dun sistema co propósito de evitar a ocorrencia de avarías mesmo na presenza de fallos

- **Detección e recuperación ante errores** (*error detection and system recovery*)

- Técnicas para detectar a ocorrencia de errores, devolver ao sistema a un estado operativo libre de errores e (opcionalmente) eliminar os fallos que os provocan

Protocolo TCP

- Detección de errores (*checksum*)
- Detección de perda de paquetes (*timeouts e ACK*)
- Retransmisión de paquetes perdidos

Reversión (*rollback recovery*)

- Recuperación dun estado anterior previamente almacenado (p.e. backups, checkpoints, logs de transaccións en BD, snapshots de VM, etc.)

RAID 5 e 6

- Usan bloques de paridade para reconstruir a información perdida
- Detección de bloques erróneos (*CRC*) e soporte á perda total de 1 ou 2 discos
- Modo degradado: menor rendemento diante da aparición dun fallo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

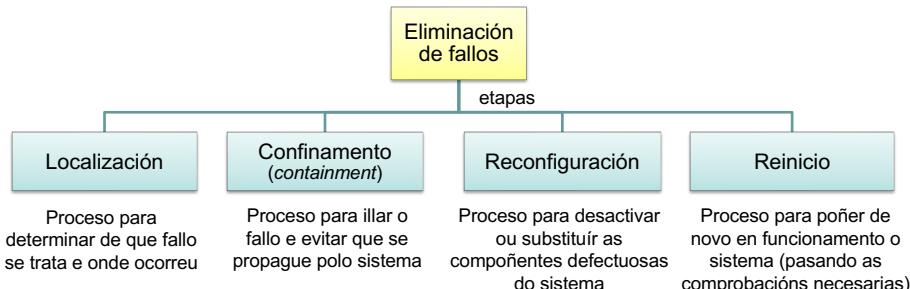


Conceptos básicos

21

- Estratexias para a mellora da GdF

- Engadirlle a un sistema a capacidade de eliminar un fallo require considerar no seu deseño os seguintes procesos

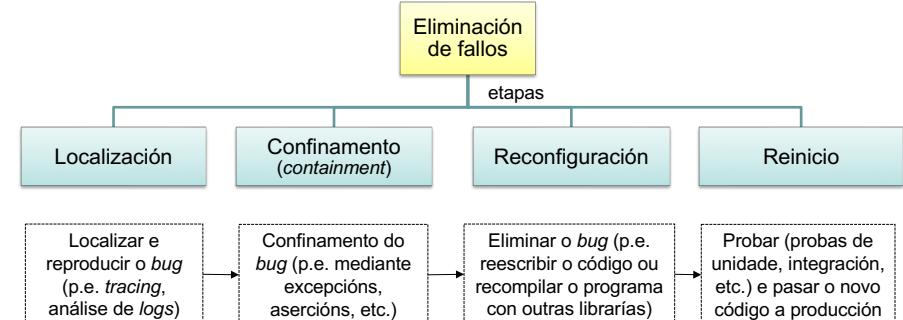


Conceptos básicos

22

- Estratexias para a mellora da GdF

- Engadirlle a un sistema a capacidade de eliminar un fallo require considerar no seu deseño os seguintes procesos
 - Analogía: eliminación de bugs nun programa (*debugging*)



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

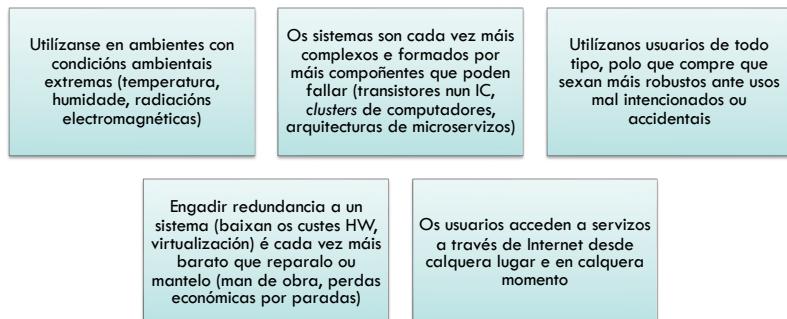


Conceptos básicos

23

- Sistemas con alta GdF

- A GdF é unha propiedade que está presente en todo tipo de sistemas
- Nos **sistemas informáticos (SI)** é cada vez máis importante por diversos motivos



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Conceptos básicos

24

- Sistemas con alta GdF

- Existen áreas de aplicación nas que se requiren niveis de GdF excepcionais debido ás consecuencias negativas que provocaría non telos



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Contidos

- Conceptos básicos
- Alta Dispoñibilidade
 - Cuantificar a dispoñibilidade
 - Causas da falta de dispoñibilidade
 - Custos das dispoñibilidade
 - Niveis de dispoñibilidade
- Teoría da fiabilidade

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

27

- Cuantificar a dispoñibilidade
 - **Tempo en funcionamento (uptime)**
 - É o tempo durante o cal o sistema está dispoñible
 - **Porcentaxe de tempo en funcionamento (uptime ratio, UR)**
 - Porcentaxe da vida útil dun SI no que está dispoñible
 - **Tempo de interrupción ou parada (downtime)**
 - É o tempo durante o cal o sistema non está dispoñible, xa sexa por unha caída (outage) ou por unha parada planificada (shutdown)
 - **Tempo de interrupción anual (downtime per year, DY)**
 - Cantidad de tempo anual que un SI non está dispoñible

$$DY(\text{minutos}) = (1 - UR) \times 365 \times 24 \times 60$$



Alta dispoñibilidade

26

- Dispoñibilidade

A **dispoñibilidade** (availability) dun sistema é a propiedade que indica a confianza que pode depositarse en que vaia estar operativo nun instante dado

- Esta propiedade é fundamental en moitos tipos de sistemas
 - Control aéreo, GPS, comunicacíons móbiles, compras por Internet, redes sociais
- Na actualidade, calquera servizo accesíbel a través de Internet
 - A dispoñibilidade é cada día máis importante para moitas aplicacíons
 - Trátase de aplicacións onde a dispoñibilidade inmediata é esencial
 - Os usuarios destes sistemas queren ter unha alta probabilidade de recibir o servizo cando o piden
- Un sistema que non estea dispoñíbel cando se precisa
 - Xera frustración nos seus usuarios
 - Reduce a confianza no sistema e na reputación do seu fabricante ou provedor
 - Pode supoñer graves perdas económicas e/ou danos persoais e medioambientais

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

28

- Cuantificar a dispoñibilidade
 - É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
 - Fálase de sistemas con dous noves, tres noves, catro noves, etc.

Porcentaje de disponibilidad	Tiempo de Interrupción Anual	Tiempo de Interrupción Semanal
98 %	7,3 días	3,3 horas
99 %	3,6 días	1,7 horas
99,9 %	8,8 horas	10 minutos
99,99 %	52,5 minutos	1 minuto
99,999 %	5,3 minutos	6 segundos
99,9999 %	31,5 segundos	0,6 segundos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

29

- **Cuantificar a dispoñibilidade**

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcións
 - Debe considerarse como un modelo que estima a dispoñibilidade máxima teórica
 - Considera ao sistema como unha entidade illada

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

30

- **Cuantificar a dispoñibilidade**

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcións
 - Un sistema con 4 noves (99,99%) terá un tempo de indisponibilidade de 52 minutos anuais, pero
 - Son o resultado de moitas interrupcións cortas das que o sistema se recupera rápido ou de poucas interrupcións das que o sistema tarda máis tempo en recuperarse?
 - E cando deixa de estar dispoñible? Non é o mesmo p.e. un domingo de noite que un luns pola mañá. E se a interrupción de 52 minutos é nos sistemas de Amazon durante un Black Friday?
 - É más útil saber o tempo máximo de interrupción que o tempo de dispoñibilidade medio

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

31

- **Cuantificar a dispoñibilidade**

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcións
 - **Debe tomarse só como un modelo que estima a dispoñibilidade máxima teórica**
 - Non ten en conta o que non forma parte do modelo
 - **Exemplo:** 1 servidor principal con outro de reserva

Supoñendo que

- A dispoñibilidade de cada compoñente = 99%
- Non hai avarías simultáneas

a dispoñibilidade conjunta calcularíase como a dispoñibilidade do primeiro pola dispoñibilidade do segundo cando o primeiro está indisponível, e sería

$$0,99 + 0,01 * 0,99 = 0,9999 = 99,99\%$$

Non é realista, non ten en conta

- A indisponibilidade conjunta debida a factores externos (p.e. cortes eléctricos, caídas da rede)
- O tempo necesario para preparar o servidor de reserva cando cae o principal

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

32

- **Cuantificar a dispoñibilidade**

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcións
 - **Debe tomarse só como un modelo que estima a dispoñibilidade máxima teórica**
 - Non ten en conta o que non forma parte do modelo
 - Compre non confiar nos datos dos fabricantes e calcular a porcentaxe de dispoñibilidade do sistema usando os tempos de interrupción reais

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

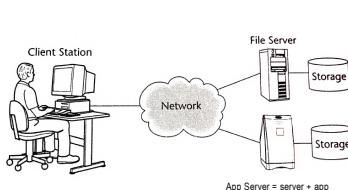


Alta dispoñibilidade

33

- Cuantificar a dispoñibilidade

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcóns
 - Debe considerarse como un modelo que estima a dispoñibilidade máxima teórica
- Considera ao sistema como unha entidade illada**
 - Os sistemas reais están conectados por redes
 - Exemplo:** dispoñibilidade conxunta dunha rede con 7 compoñentes



A dispoñibilidade conxunta sería $0,9999^7 = 99,93\%$ (DY 6h) asumindo que

- A dispoñibilidade de cada compoñente = 99,99% (DY 52m)
- Non hai avarías simultáneas

Non é realista

- As redes son menos fiábeis
- Unha caída dun compoñente arrastraría aos demais
- Cada compoñente está formado por outros compoñentes

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

34

- Cuantificar a dispoñibilidade

- É habitual clasificar os SI por dispoñibilidade usando o **número de noves** da súa porcentaxe de tempo de funcionamento
- Para interpretar correctamente esta porcentaxe hai que ter en conta que
 - Trátase dun valor medio sen información sobre a distribución das interrupcóns
 - Debe considerarse como un modelo que estima a dispoñibilidade máxima teórica
- Considera ao sistema como unha entidade illada**
 - Os sistemas reais están conectados por redes
 - Cantos máis compoñentes teña un sistema e máis complexos sexan, máis difícil será ter porcentaxes de dispoñibilidade altas
 - A dispoñibilidade dun sistema está limitada pola dispoñibilidade dos seus compoñentes menos fiábeis
 - Exemplo:** o sistema máis fiável do mundo é inútil se está conectado a un roteador mal configurado ou a unha rede de alimentación eléctrica deficiente
 - A dispoñibilidade dun sistema tamén depende da súa contorna
 - Exemplo:** dous sistemas iguais conectados a redes eléctricas distintas, unha con máis cortes e outra con menos, terán dispoñibilidades diferentes

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

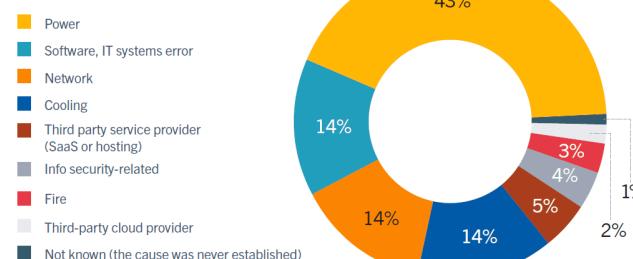
35

- Causas da falta de dispoñibilidade

- O 20% das empresas tiveron caídas graves nos últimos 3 anos
- A principal causa son as avarías no sistema eléctrico do CPD (ex: SAI, ATS)
- Outras causas importantes son as avarías nos sistemas TIC e na climatización

Leading causes of significant outages: Uptime's annual survey 2021

What was the primary cause of your organization's most recent significant incident or outage? (n=185)



UPTIME INSTITUTE GLOBAL SURVEY OF IT AND DATA CENTER MANAGERS 2021

UptimeInstitute | INTELLIGENCE 2022

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

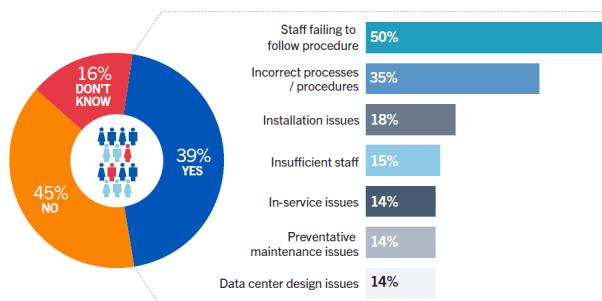
36

- Causas da falta de dispoñibilidade

- O 40% das empresas tiveron caídas por errores humanos nos últimos 3 años
- O 85% destas caídas son debidas a que o persoal non segue os procesos establecidos ou a que estes son deficientes

Most common causes of major human error-related outages

Has your organization experienced a major outage(s) caused by human error over the past three years (n=291)? If so, what are their most common causes? Choose no more than three (n=113)



UPTIME INSTITUTE DATA CENTER RESILIENCY SURVEY 2022

UptimeInstitute | INTELLIGENCE 2022

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

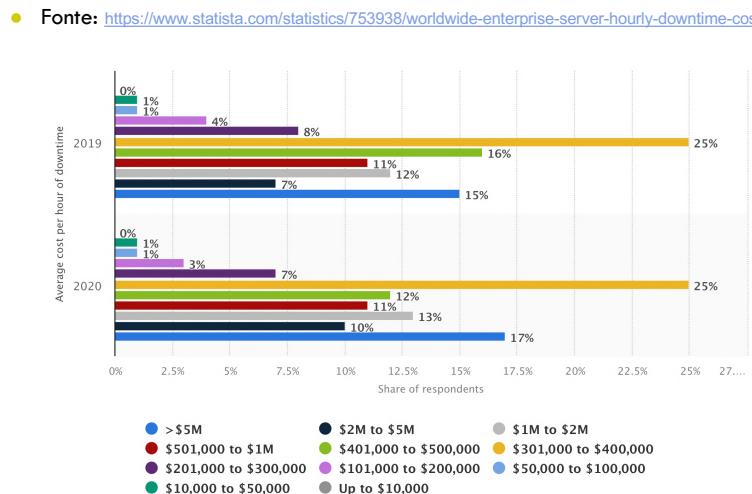


Alta disponibilidade

37

Custo da disponibilidade

- Custo por hora da caída de servidores empresariais en 2019/20



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Alta disponibilidade

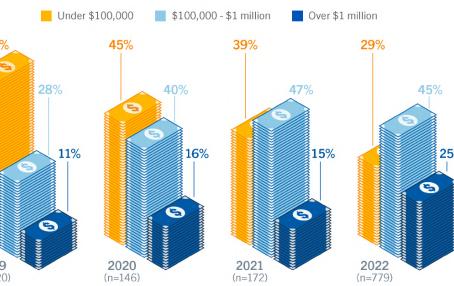
38

Custo da disponibilidade

- As caídas con maior custo económico incrementáronse nos últimos anos
 - O 70% das caídas en 2022 supuxeron perdas de \$100K ou máis
 - O 25% das caídas en 2022 supuxeron perdas de \$1M ou máis

Outages costing over \$1 million are increasing

Please estimate the total cost of your most recent downtime incident (from outage to full recovery) for your organization, including direct, opportunity and reputation costs, using the following options.



UPTIME INSTITUTE GLOBAL SURVEY OF IT AND DATA CENTER MANAGERS 2019-2022

UptimeInstitute | INTELLIGENCE

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Alta disponibilidade

39

Custo da disponibilidade

- Estimación das perdas por interrupción de servizo por sectores

Industria	Operación económica	Rango de custe por interrupción (por hora)	Coste promedio por interrupción (por hora)
Financiera	Operaciones en bolsa	\$5.6M a 7.3M	\$6.45M
Financiera	Autorizaciones de pago con tarjeta	\$2.2M a 3.1M	\$2.6M
Medios	TV Pay -per-view	\$67K a 233K	\$150K
Ventas	Teletienda	\$87K a 140K	\$113K
Ventas	Ventas por catálogo	\$60K a 120K	\$90K
Transporte	Reserva de billetes	\$67K a 112K	\$89.5K
Medios	Venta de entradas	\$56K a 82K	\$69K

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Alta disponibilidade

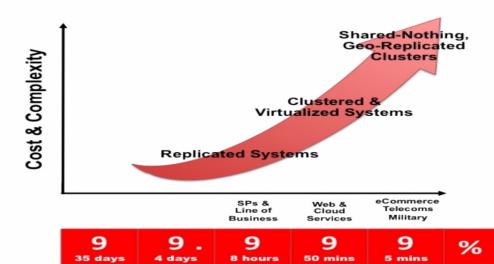
40

Custo da disponibilidade

- O incremento da porcentaxe de disponibilidade dun sistema conséguese aumentando o seu nivel de redundancia
- Engadir un nove adicional á porcentaxe de disponibilidade incrementa o custo e a complexidade do sistema exponencialmente

Availability VS Types of Service

Cost & Complexity VS Type of service being delivered..



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

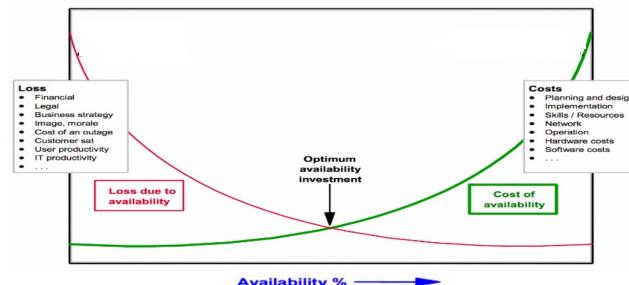


Alta dispoñibilidade

41

- Custo da dispoñibilidade

- O nivel de dispoñibilidade dun sistema será o resultado do compromiso entre as perdas debidas ao tempo de interrupción do sistema e o custo da posta en marcha das medidas necesarias para reducilo
 - A empresa ten que estimar as perdas debidas a paradas do sistema, o nivel de dispoñibilidade necesario e os custos de consegui-lo



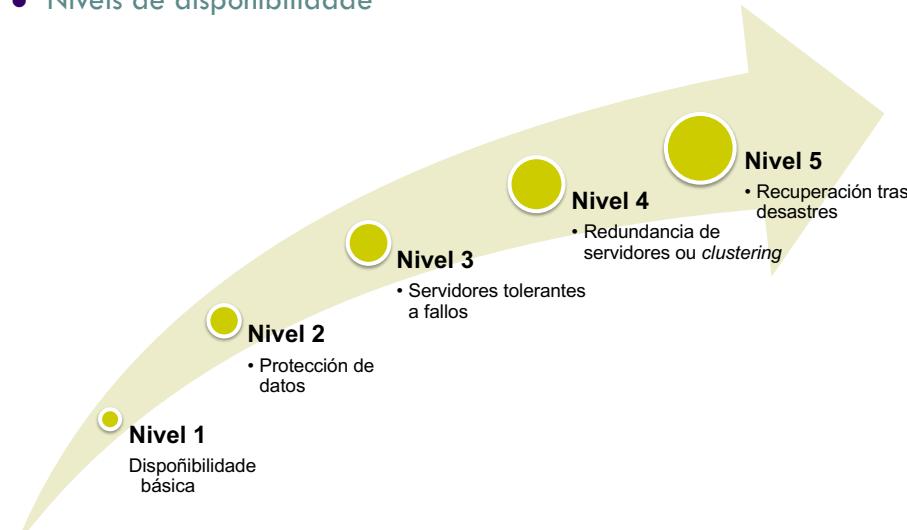
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

43

- Niveis de dispoñibilidade



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

42

- Alta dispoñibilidade

A **alta dispoñibilidade** (*high-availability*, HA) é a capacidade dun sistema para realizar a súa función sen interrupción durante un período de tempo maior do que podería esperarse polas fiabilidades das súas compoñentes individuais

Definición da SNIA (Storage Networking Industry Association)

- O principio básico do deseño de sistemas HA é usar redundancia para eliminar SPOF
 - Un **punto único de fallo** (SPOF) é un compoñente que no caso de avariarse acabaría provocando a indisponibilidade de todo o sistema
- Canta dispoñibilidade ten que ter un sistema para ser considerado de HA?
 - Non hai un criterio único e debe analizarse en cada caso particular
 - Para unha contorna empresarial poderíase considerar que un sistema é de HA cando se deseña para ter un nivel de dispoñibilidade que cumpla ou supere os requisitos de dispoñibilidade da empresa que o vai a utilizar

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

44

- Niveis de dispoñibilidade

- **Nivel 1: Disponibilidade básica**

- Baseado na fiabilidade dos compoñentes HW que forman o sistema
 - Os sistemas xa teñen HW con mecanismos incorporados para mellorar a disponibilidade
 - Fontes de alimentación e ventiladores redundados, memorias ECC, discos SMART
 - Os SO enmascaran fallos de memoria, disco, rede, CPU, etc.
 - Neste nivel non se adoitan medidas especiais máis alá de facer backups
 - Limitacións deste nivel
 - As paradas debidas ao HW so representan un 10% das causas de indisponibilidade
 - A disponibilidade do sistema está limitada pola do compoñente menos fiável
 - Canto máis compoñentes teña un sistema máis difícil é conseguir disponibilidade altas
 - Os datos non almacenados desde o último backup pérdense en caso de avaría

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade

45

- Niveis de dispoñibilidade

- Nivel 2: Protección de datos**

- Neste nivel úsanse soluciones RAID para protexer os datos almacenados
- A dispoñibilidade que se consiga depende da configuración RAID utilizada
 - RAID-5 protexe contra avarías de disco, pero non contra avarías na controladora ou no propio subsistema de almacenamento
 - Se se configura o almacenamento en espello nun subsistema separado usando un adaptador de bus diferente, o subsistema ou a controladora deixarán de ser un SPOF
- Limitacións deste nivel
 - Só aumenta a dispoñibilidade do almacenamento
 - Segue a ser necesario realizar backups dos datos para protexelos da corrupción, o borrado accidental ou caídas do sistema que danen o SO



Alta dispoñibilidade

46

- Niveis de dispoñibilidade

- Nivel 3: Servidores tolerantes a fallos**

- Os servidores tolerante a fallos deséñanse con HW totalmente replicado para proporcionar un servizo ininterrompido mesmo no caso de que algún compoñente se avarie
 - A maioría dos compoñentes teñen un reposo redundante activo
 - O tempo de recuperación é próximo a cero, e toda a información da memoria e contidos de disco se conservan
- Limitacións deste nivel
 - Os servidores tolerantes a fallos son caros
 - O servidor tolerante a fallos por si mesmo é un SPOF
 - A dispoñibilidade dun sistema tamén depende da súa contorna
 - Se falla o SW que o xestioná pode dar lugar a unha caída completa do sistema



Alta dispoñibilidade

47

- Niveis de dispoñibilidade

- Nivel 4: Redundancia de servidores (clustering)**

- Neste nivel úsanse clusters formados por dous ou máis servidores e SW para a xestión automática das avarías
 - Permite protexer aos servizos das avarías a nivel de servidor
 - Cando se avaría un servidor migranse os seus servizos a outros servidores sans do cluster
 - O tempo de indisponibilidade será só o necesario para migrar o servizo
- A mesma estratexia pode aplicarse para realizar o mantemento dos servidores do cluster sen interrupción de servizo
- Limitacións deste nivel
 - Require un investimento elevado
 - A configuración do cluster é complexa
 - O cluster pode verse afectado por desastres que afecten ao centro de datos no que estea instalado



Alta dispoñibilidade

48

- Niveis de dispoñibilidade

- Nivel 5: Recuperación tras desastres**

- Neste nivel mantéñense dúas instalacións con configuracións HW e SW semellantes separadas xeograficamente
 - Unha das instalacións proporciona os servizos durante o funcionamento normal e a outra tense preparada para recuperar os servizos no caso dun desastre
 - Ambas instalacións teñen que manterse sincronizadas case en tempo real para recuperar o estado dos servizos sen perdas de información
- Este nivel de dispoñibilidade é o más caro
 - Moitas organizacións non poden permitirse construír e manter dúas instalacións
 - Unha alternativa máis económica é contratar o servizo de recuperación ante desastres a un provedor externo



Contidos

- Conceptos básicos
- Alta Dispoñibilidade
- **Teoría da fiabilidade**
 - Fiabilidade e taxa de avarías
 - Lei de fiabilidade exponencial
 - A distribución de Weibull
 - Métricas das avarías
 - Dispoñibilidade



Teoría da fiabilidade

51

Taxa de avarías

A **taxa de avarías** (*failure rate*) λ é o número agardado de avarías por unidade de tempo

$$\lambda = \frac{\text{número avarías}}{\text{tempo}}$$

Exemplo

- 50 discos iguais próbanse durante 1000 horas e avaríanse 2. Cal é a taxa de avarías dese tipo de disco?

$$\lambda(1000) = \frac{2}{50 \times 1000} = 4 \times 10^{-5} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}} = 40 \frac{\text{avarías}}{\text{millón de horas}}$$



Teoría da fiabilidade

50

Fiabilidade

A **fiabilidade** (*reliability*) $R(t)$ dun sistema no instante t defíñese como a probabilidade de que o sistema opere sen avarías no intervalo $[0, t]$, supoñendo que operaba correctamente no instante 0

Exemplo

- Un sistema cunha fiabilidade de 0.9999 nun ano, ten un 99.99% de probabilidades de operar sen avarías durante un ano

Exemplos de sistemas nos que se require unha elevada fiabilidade durante períodos de tempo moi longos

- Misións espaciais, satélites
- Sistemas médicos de soporte vital (p.e. marcapasos)
- Aviões, barcos, automóbiles



Teoría da fiabilidade

52

Taxa de avarías

A **taxa de avarías** (*failure rate*) λ é o número agardado de avarías por unidade de tempo

$$\lambda = \frac{\text{número avarías}}{\text{tempo}}$$

Exemplo

- 20 procesadores iguais próbanse durante 1000 horas. 6 avaríanse despois de funcionar durante 550, 480, 680, 790, 860 e 620 horas respectivamente. Cal é a taxa de avarías dese tipo de procesador?

$$\lambda(1000) = \frac{6}{550 + 480 + 680 + 790 + 860 + 620 + (14 \times 1000)} =$$

$$= 334 \times 10^{-6} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}} = 334 \frac{\text{avarías}}{\text{millón de horas}}$$

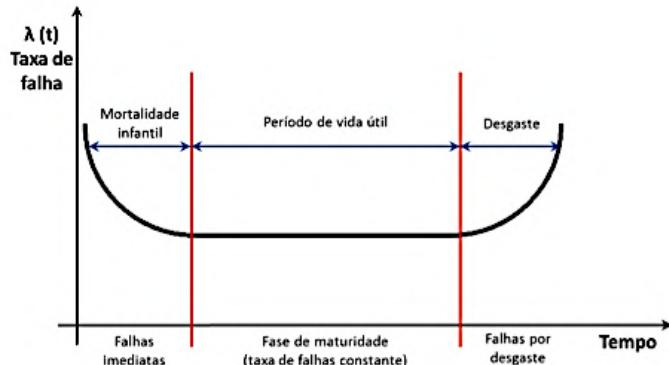


Teoría da fiabilidade

53

- Taxa de avarías

A **curva da bañera** (*bathhtub curve*) é un modelo do comportamento no tempo da taxa de avarías que, con variacións, se utiliza como referencia para diferentes tipos de sistemas: mecánicos, hidráulicos, electrónicos, SW, etc.



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

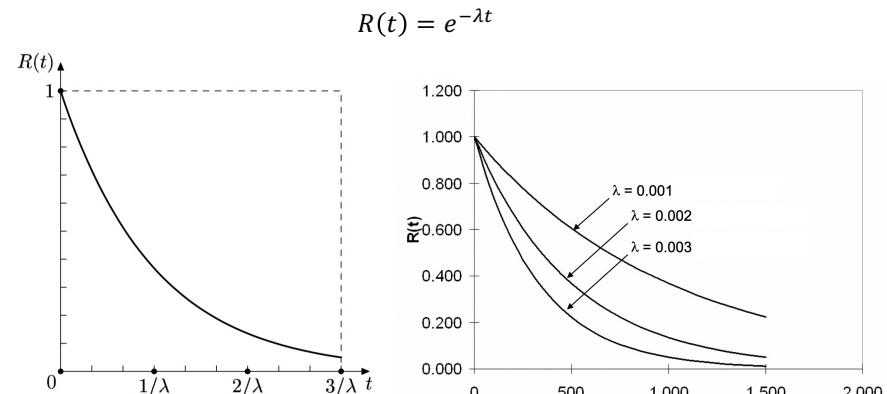


Teoría da fiabilidade

54

- Lei de fiabilidade exponencial

- Na curva da bañera a vida útil é a rexión máis longa
- En sistemas electrónicos**, a taxa de avarías nesa rexión asúmese constante
- Con esa premisa, a fiabilidade segue unha distribución exponencial no tempo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

55

- Lei de fiabilidade exponencial

- Exemplo

- 50 discos iguais próbanse durante 1000 horas e avaríanse 2. Cal é a fiabilidade deste disco?

$$\lambda(t) = 4 \times 10^{-5} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}}$$

$$R(1000) = e^{-4 \times 10^{-5} \times 1000} = 0,9607 \cong 96\%$$

- Interpretación do resultado

- Hai un 96% de probabilidade de que o disco non sufra unha avaría despois de 1000 horas funcionando correctamente
- Nunha poboación de discos iguais, o 96% seguirá funcionando despois de 1000 horas



Teoría da fiabilidade

56

- Lei de fiabilidade exponencial

- Exemplo

- 20 procesadores iguais próbanse durante 1000 horas. 6 avaríanse despois de funcionar durante 550, 480, 680, 790, 860 e 620 horas respectivamente. Cal é a fiabilidade deste procesador para un período de 1200 horas?

$$\lambda(t) = 334 \times 10^{-6} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}}$$

$$R(1200) = e^{-334 \times 10^{-6} \times 1200} = 0,6697 \cong 67\%$$

- Interpretación do resultado

- Hai un 67% de probabilidade de que o procesador non sufra unha avaría despois de 1200 horas funcionando correctamente
- Nunha poboación de procesadores iguais, o 67% seguirá funcionando despois de 1200 horas

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

57

- Lei de fiabilidade exponencial

- Exemplo**

- Quere facerse un mantemento preventivo do procesador do exemplo anterior cando a fiabilidade sexa do 75% (probabilidade de avaría do 25%). Cando debería facerse ese mantemento?

$$\lambda(t) = 334 \times 10^{-6} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}}$$

$$R(t) = e^{-\lambda t} = 0,75 \Rightarrow$$

$$e^{-334 \times 10^{-6} \times t} = 0,75 \Rightarrow$$

$$t = \frac{\ln(0,75)}{-334 \times 10^{-6}} = 861 \text{ horas}$$

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

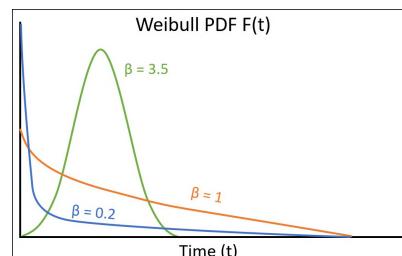
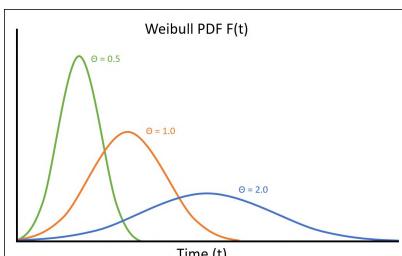
59

- Distribución de Weibull

- A fiabilidade usando a distribución de Weibull ven dada pola expresión

$$R(t) = e^{-(\frac{t}{\theta})^\beta}$$

- Esa expresión ten 2 parámetros que controlan a forma e a escala da distribución
 - $\theta \rightarrow$ é o parámetro que modela a escala da función
 - $\beta \rightarrow$ é o parámetro que modela a forma ou pendente da función



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

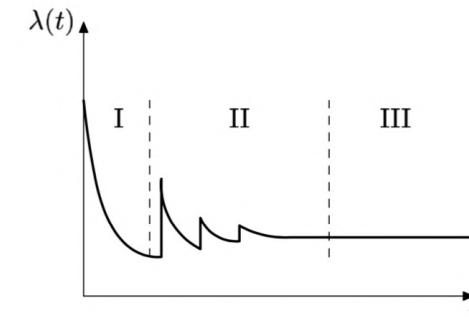


Teoría da fiabilidade

58

- Fiabilidade do software

- A lei de fiabilidade exponencial non é aplicable á **fiabilidade do SW** porque non ten unha taxa de avarías constante ao longo da súa vida útil



- A **función de distribución de Weibull** é a más utilizada para modelar a fiabilidade en sistemas con este tipo de taxas de avarías variables no tempo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

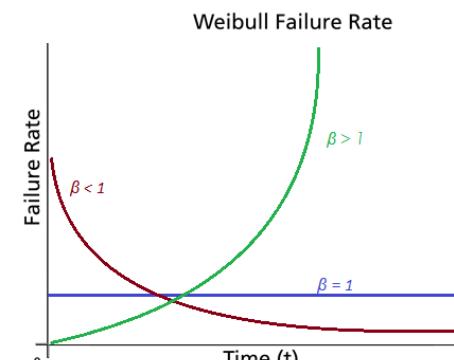


Teoría da fiabilidade

60

- Distribución de Weibull

- Taxas de avaría para diferentes valores do parámetro β
 - $\beta < 1 \rightarrow$ a taxa de avaría é decrecente no tempo
 - $\beta = 1 \rightarrow$ a taxa de avaría é constante (igual ao caso exponencial)
 - $\beta > 1 \rightarrow$ a taxa de avaría é crecente no tempo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

61

- Distribución de Weibull

- Cando se fala da fiabilidade de sistemas, ao parámetro θ se lle denomina tamén **vida característica**

- Para $t = \theta$ a fiabilidade será

$$R(\theta) = e^{-(\frac{\theta}{\theta})^\beta} = e^{-1} = 0,3678 \cong 37\%$$

- É dicir, o valor de θ representa o tempo no que o 63% dos sistemas ou compoñentes analizados terán unha avaría



Teoría da fiabilidade

63

- Métricas das avarías

O **tempo medio até avaría** (Mean Time to Failure, MTTF) é o tempo medio até a ocorrencia da primeira avaría dun sistema desde que se pon en funcionamento

O **tempo medio de reparación** (Mean Time to Repair, MTTR) é o tempo medio necesario para completar a reparación dun sistema

O **tempo medio entre avarías** (Mean Time Between Failures, MTBF) é o tempo medio entre avarías dun sistema

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

62

- Distribución de Weibull

- Cando se fala da fiabilidade de sistemas, ao parámetro θ se lle denomina tamén **vida característica**

- Exemplo**

- Despois de realizar probas con varios chips de memoria DDRAM determinouse que os tempos de avaría seguen unha distribución de Weibull con parámetro $\beta = 2$. Se a vida característica da memoria é de 8000 horas, cal será a súa fiabilidade ás 5000 horas?

$$R(5000) = e^{-(\frac{5000}{8000})^2} = 0,6766 \cong 67\%$$

- Interpretación do resultado

- Hai un 67% de probabilidades de que un chip de memoria siga funcionando despois de 5000 horas
- Para unha poboación de chips, o 67% seguirá funcionando transcorridas 5000 horas

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

64

- Métricas das avarías

O **tempo medio até avaría** (Mean Time to Failure, MTTF) é o tempo medio até a ocorrencia da primeira avaría dun sistema desde que se pon en funcionamento

- Para N sistemas iguais calcúlase como

$$MTTF = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N}$$

sendo t_i o tempo até a primeira avaría do sistema iésimo

- Exemplo**

- Próbanse 3 teclados iguais que teñen a súa primeira avaría aos 10, 12 e 15 días respectivamente. Cal é o MTTF deste tipo de teclado?

$$MTTF = \frac{(10 + 12 + 15) \times 24}{3} = 296 \text{ horas}$$

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

65

- Métricas das avarías

O **tempo medio até avaría** (Mean Time to Failure, MTTF) é o tempo medio até a ocorrencia da primeira avaría dun sistema desde que se pon en funcionamento

- O MTTF úsase como métrica da **fiabilidade de sistemas non reparábeis**
 - Sistemas de difícil reparación
 - Circuitos en misións espaciais, aviões en voo
 - Sistemas nos que a reparación non compensa economicamente
 - Ratos, baterías, lámpadas

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

67

- Métricas das avarías

O **tempo medio de reparación** (Mean Time to Repair, MTTR) é o tempo medio necesario para completar a reparación dun sistema

- Para un sistema que sufra N avarías calcúlase como

$$MTTR = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N}$$

sendo t_i o tempo de reparación da avaría iésima

- **Exemplo**

- Ao longo dun mes houbo que amañar unha fotocopiadora 3 veces. Os tempos de reparación foron de 4, 6 e 48 horas respectivamente. Cal é o MTTR da fotocopiadora?

$$MTTR = \frac{(4 + 6 + 48)}{3} = 19,33 \text{ horas}$$

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

66

- Métricas das avarías

O **tempo medio até avaría** (Mean Time to Failure, MTTF) é o tempo medio até a ocorrencia da primeira avaría dun sistema desde que se pon en funcionamento

- Nos **sistemas non reparábeis** nos que poida aplicarse a lei de fiabilidade exponencial (os que teñen taxas de avarías constantes na súa vida útil)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

- **Exemplo**

- 6 procesadores iguais próbanse até que se avarían. Os tempos até avaría foron 550, 480, 680, 790, 860 e 620 horas respectivamente. Cal é a taxa de avaría e o MTTF deste tipo de procesador?

$$\lambda(t) = \frac{6}{550 + 480 + 680 + 790 + 860 + 620} = 15 \times 10^{-2} \frac{\text{avarías}}{\text{hora}}$$

$$MTTF = \frac{550 + 480 + 680 + 790 + 860 + 620}{6} = 663,33 \text{ horas} = \frac{1}{\lambda}$$

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

68

- Métricas das avarías

O **tempo medio de reparación** (Mean Time to Repair, MTTR) é o tempo medio necesario para completar a reparación dun sistema

- O MTTR é unha métrica da **mantenibilidade** dun sistema e pode mellorarse con diferentes medidas que reduzan os tempos de reparación
 - Por en práctica políticas de mantemento preventivo
 - Dispor de pezas de recambio
 - Dispor durante 24/7 de persoal de mantemento competente

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

69

- Métricas das avarías

O tempo medio entre avarías (Mean Time Between Failures, MTBF) é o tempo medio entre avarías dun sistema

- Para N sistemas iguais calcúlase como

$$MTBF = \frac{\text{tempo operativo total}}{\text{número de avarías}} = \frac{T}{\sum_{i=1}^N n_i}$$

sendo n_i o número de avarías do sistema iésimo e T o tempo total no que os sistemas están operativos

- Exemplo

- Próbanse 3 servidores iguais durante 1000 horas que nese período sofrén 2, 5 e 3 avarías respectivamente. O tempo total de reparación desas avarías foi de 30 horas. Cal é o MTBF dese tipo de servidor?

$$MTBF = \frac{(1000 \times 3) - 30}{2 + 5 + 3} = 297 \text{ horas}$$

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



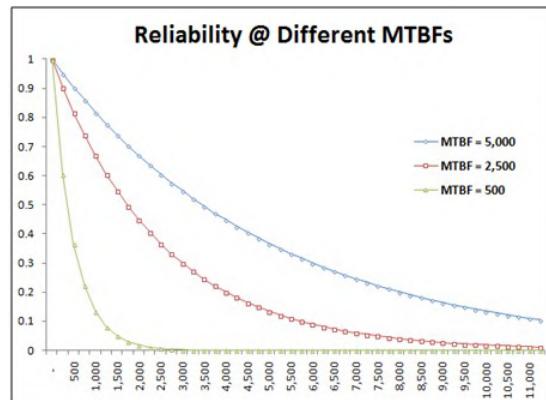
Teoría da fiabilidade

71

- Métricas das avarías

O tempo medio entre avarías (Mean Time Between Failures, MTBF) é o tempo medio entre avarías dun sistema

$$R(t) = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

70

- Métricas das avarías

O tempo medio entre avarías (Mean Time Between Failures, MTBF) é o tempo medio entre avarías dun sistema

- O MTBF úsase como métrica da **fiabilidade de sistemas reparábeis**
 - Servidor, roteador, arrefriadora, grupo electróxeno
- Nos **sistemas reparábeis** nos que poida aplicarse a lei de fiabilidade exponencial

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow R(t) = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

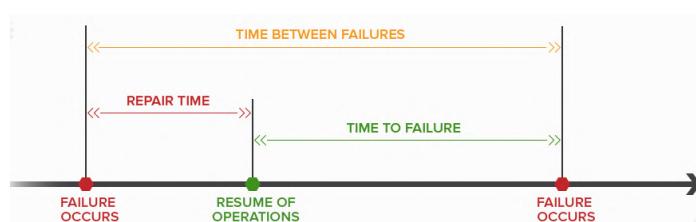
72

- Métricas das avarías

O tempo medio entre avarías (Mean Time Between Failures, MTBF) é o tempo medio entre avarías dun sistema

- O MTBF ten en conta tanto o tempo operativo do sistema como o tempo preciso para amañalo cando sofre unha avaría
- Asumindo que as reparacións devolvan ao sistema a un estado igual ao que tiña inicialmente (“que quede como novo”), o MTBF pode calcularse como

$$MTBF = MTTF + MTTR$$



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Teoría da fiabilidade

73

- Métricas das avarías

- Algunhas malinterpretacións comúns do MTBF
 - O MTBF e o MTTF son conceptos diferentes
 - O MTBF e o MTTF son valores medios
 - O MTBF non é o mesmo que a vida útil do sistema



Teoría da fiabilidade

75

- Métricas das avarías

- Algunhas malinterpretacións comúns do MTBF
 - O MTBF e o MTTF son conceptos diferentes
 - **O MTBF e o MTTF son valores medios**
 - Exemplo: modelo de disco con MTBF = 1.000.000 horas
 - Iso non significa que un disco concreto vaia funcionar máis de 100 anos sen avarías
 - Nunha poboación de 1.000.000 de discos avariarase 1 por hora
 - Nunha poboación de 1.000 avariaranse 0,001 por hora
 - Un único disco pode avariarase aos 15 minutos ou aos 15 anos, o MTBF é un valor medio que non nos di nada sobre a duración dun único disco
 - O MTBF non é o mesmo que a vida útil do sistema



Teoría da fiabilidade

74

- Métricas das avarías

- Algunhas malinterpretacións comúns do MTBF
 - **O MTBF e o MTTF son conceptos diferentes**
 - En moitos sistemas o MTTR <<< MTTF, polo que se adoita equiparar os valores de MTBF e MTTF, pero conceptualmente son diferentes
 - MTBF → sistemas reparábeis
 - MTTF → sistemas non reparábeis
 - O MTBF e o MTTF son valores medios
 - O MTBF non é o mesmo que a vida útil do sistema

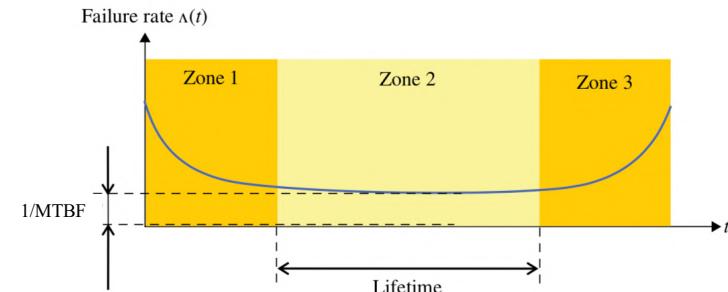


Teoría da fiabilidade

76

- Métricas das avarías

- Algunhas malinterpretacións comúns do MTBF
 - O MTBF e o MTTF son conceptos diferentes
 - O MTBF e o MTTF son valores medios
 - **O MTBF non é o mesmo que a vida útil do sistema**





Teoría da fiabilidade

77

● Dispoñibilidade

A **dispoñibilidade** (availability) $A(t)$ dun sistema defíñese como a probabilidade de que o sistema estea funcionando correctamente no instante t

$$A(t) = \frac{\text{tempo operativo}}{\text{tempo desde a posta en funcionamento}} = \frac{\text{tempo dispoñible}}{\text{tempo dispoñible} + \text{tempo indisponível}}$$

- Se un sistema experimenta N avarías ao longo da súa vida

- Horas operativo = $N \times MTTF$
- Horas en reparación = $N \times MTTR$
- Dispoñibilidade media

$$A(t) = \frac{N \times MTTF}{N \times MTTF + N \times MTTR} = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$



Teoría da fiabilidade

78

● Dispoñibilidade

A **dispoñibilidade** (availability) $A(t)$ dun sistema defíñese como a probabilidade de que o sistema estea funcionando correctamente no instante t

- A dispoñibilidade é unha métrica especialmente relevante nos **sistemas de alta dispoñibilidade** que teñen que recuperar o seu funcionamento correcto o antes posíbel despois dunha avaría
- A dispoñibilidade dun sistema pode mellorarse
 - Incrementando o MTTF
 - Usando compoñentes más fiábeis
 - Facendo mantemento preventivo
 - Usando compoñentes redundantes
 - Reducindo o MTTR
 - Almacenando repostos
 - Tendo persoal de mantemento experimentado
 - Tendo contratos asistencia 24/7



Teoría da fiabilidade

79

● Dispoñibilidade

A **dispoñibilidade** (availability) $A(t)$ dun sistema defíñese como a probabilidade de que o sistema estea funcionando correctamente no instante t

- Exemplos
 - Cal é a dispoñibilidade dun coche que pase 12 horas anuais no taller?

$$A(t) = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{365 \times 24 - 12}{365 \times 24} = 0,9986 = 99,86\%$$

- Cal é a dispoñibilidade dun sistema de control aéreo que estea indisponíbel durante 1 hora ao ano?

$$A(t) = \frac{365 \times 24 - 1}{365 \times 24} = 0,999886 \cong 99,98\%$$



Teoría da fiabilidade

80

● Dispoñibilidade

A **dispoñibilidade** (availability) $A(t)$ dun sistema defíñese como a probabilidade de que o sistema estea funcionando correctamente no instante t

- Exemplos
 - Un sistema ten un MTTF de 100.000 horas e un MTTR de 1 hora. Cal é a súa dispoñibilidade?

$$A(t) = \frac{100000}{100000 + 1} = 0,99999 = 99,999\% \quad (5 \text{ noves} = 318 \frac{\text{segundos}}{\text{ano}})$$

- Se se reduce o MTTR a 6 minutos, en canto se incrementa a dispoñibilidade?
 - O tempo de indisponibilidade redúcese nun 90%, así que será

$$A(t) = \frac{100000}{100000 + 0.1} = 0,999999 = 99,9999\% \quad (6 \text{ noves} = 31,5 \frac{\text{segundos}}{\text{ano}})$$



Exercicio

81

- Seis cámaras iguais próbanse durante 100 horas. Dúas avaríanse despois de funcionar durante 40 horas, e outras dúas despois de funcionar 60 horas. Calcula:

- A taxa de avarías deste tipo de cámaras e a súa fiabilidade ás 100 horas
 - $\lambda = 0,01$ avarías/hora $R(100) = 1/e \approx 37\%$
- As dúas cámaras restantes déixanse funcionar até que se avarían ás 135 e 145 horas, respectivamente. Cal é o MTTF deste tipo de cámara?
 - $MTTF = 80$ horas
- Cal é a dispoñibilidade dun sistema de videoconferencia que use cámaras deste tipo, se substituír cada cámara avariada por unha nova require parar o sistema durante 20 horas?
 - $A(t) = 80\%$



Exercicio

82

- Dez GPU iguais próbanse durante 300 horas. Dúas avaríanse despois de funcionar durante 125 horas, e tres máis avaríanse despois de funcionar 250 horas. Calcula:

- A taxa de avarías deste tipo de GPU e a súa fiabilidade ás 500 horas
 - $\lambda = 2 \times 10^{-3}$ avarías/hora $R(500) = 1/e \approx 37\%$
- As cinco GPU restantes déixanse funcionar até que se avarian ás 350, 450, 500, 550 e 645 horas, respectivamente. Cal é o MTTF deste tipo de GPU?
 - $MTTF = 349,5$ horas
- Cal é a dispoñibilidade dun servidor de renderización que use GPU deste tipo, se substituír cada GPU avariada por unha nova require parar o servidor durante media hora?
 - $A(t) = 99,857\%$



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas

Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal



Contidos

- Bloque I: Alta Dispoñibilidade**
 - Tema 1: Tolerancia a fallos e alta dispoñibilidade (HA)
 - Tema 2: Redundancia
 - Tema 3: Dispoñibilidade no CPD
 - Tema 4: Servidores no CPD
 - Tema 5: Clusters de servidores
- Bloque II: Virtualización e Computación na Nube**
 - Tema 6: Virtualización e HA no CPD
 - Tema 7: Computación na nube (*Cloud Computing*)

TEMA 2

Redundancia



Contidos

- Introdución
- Redundancia da información
- Redundancia hardware
- Redundancia software
- Redundancia temporal



Contidos

- **Introdución**
- Redundancia da información
- Redundancia hardware
- Redundancia software
- Redundancia temporal



Introdución

86

● Redundancia

A **redundancia** consiste en engadir información, recursos ou tempo por riba do que sería necesario para a operación normal dun sistema

- Todas as aproximacións que buscan implementar a tolerancia a fallos nun sistema utilizan algunha forma de redundancia
- O uso de redundancia ten o inconveniente de que tamén pode representar un impacto considerábel no sistema en termos de rendemento, tamaño, peso, potencia consumida, fiabilidade, etc.



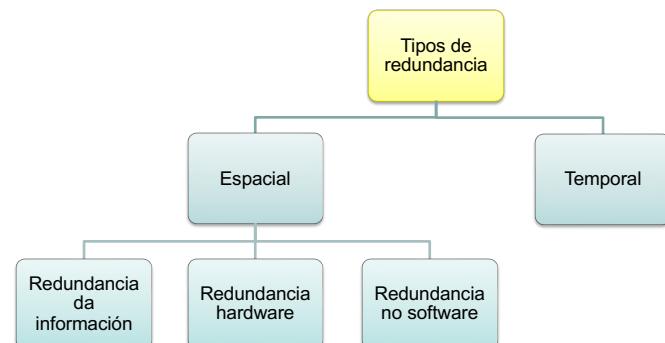
Introdución

87

- Redundancia

A **redundancia** consiste en engadir información, recursos ou tempo por riba do que sería necesario para a operación normal dun sistema

- Hai varias maneiras de engadir redundancia a un sistema



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introdución
- Redundancia da información**
- Redundancia hardware
- Redundancia software
- Redundancia temporal

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia da información

89

- Que é a redundancia da información?

A **redundancia na información** consiste en engadir información redundante aos datos para permitir o enmascaramento, a detección e/ou a corrección de erros

- Como o seu nome indica é un tipo de redundancia que se aplica no nivel de información (cando hai presenza de erros no sistema) en diferentes ámbitos
 - Exemplos:** comunicacóns, memoria principal, almacenamento secundario



Redundancia da información

90

- Tipos de redundancia da información

A **redundancia na información** consiste en engadir información redundante aos datos para permitir o enmascaramento, a detección e/ou a corrección de erros

- Esta redundancia engádese usando **métodos de codificación** que, dependendo do seu obxectivo, poden agruparse en dúas categorías
 - Códigos detectores de erros** (error-detecting codes, EDC)
 - Códigos de paridade
 - Códigos de redundancia cíclica (CRC)
 - Checksums (p.ex. SHA, MD5)
 - Códigos correctores de erros** (error-correcting codes, ECC)
 - Códigos de Hamming
 - Códigos Reed-Solomon

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



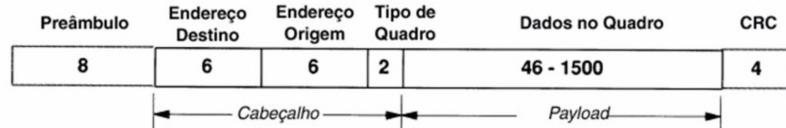
Redundancia da información

91

- Tipos de redundancia da información

- Exemplo:** Paquete Ethernet

- Engádese un CRC de 32 bits ao final para detección de errores na transmisión



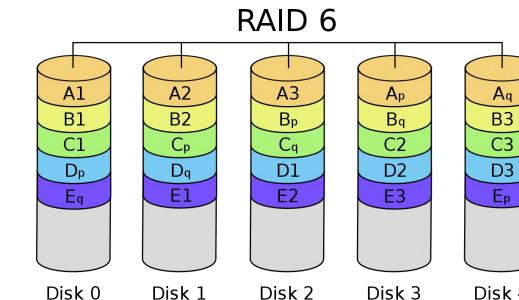
Redundancia da información

92

- Tipos de redundancia da información

- Exemplo:** RAID 6

- Usa 2 bloques de paridade distribuídos entre todos os discos
- Una solución habitual é usar códigos Reed-Solomon
- Tolera averías en 2 discos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

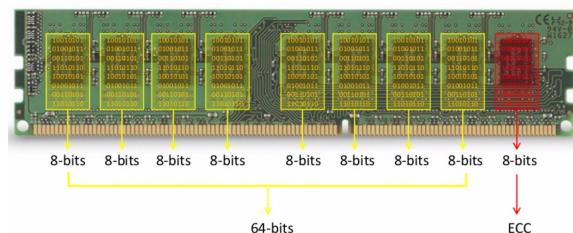


Redundancia da información

93

- Tipos de redundancia da información

- Exemplo:** Memoria DRAM ECC



- 9 chips DDR3 DIMM
 - 8 chips de datos
 - Cada chip almacena $512\text{M} \times 8\text{ bits} = 512\text{MB} = 0,5\text{GB}$
 - O tamaño de palabra almacenado é 8 bits por chip x 8 chips = 64 bits
 - Tamaño total da memoria = 0,5GB por chip x 8 chips = 4GB
 - Un chip extra almacena o byte adicional de paridade da ECC
 - O tamaño do módulo de memoria é $64 + 8 = 72$ bits
 - Usa un código Hamming (72, 64) SECDED (Single Error Correction, Double Error Detection)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



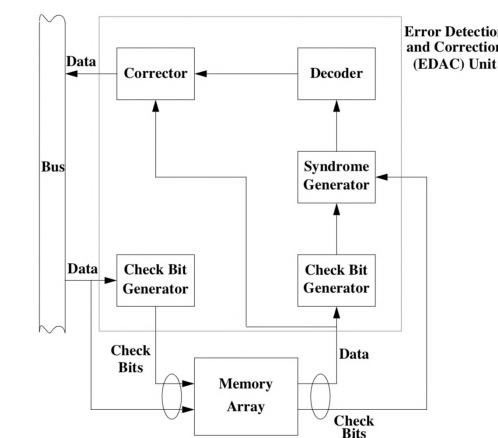
Redundancia da información

94

- Tipos de redundancia da información

- Exemplo:** Memoria DRAM ECC

- Esquema do módulo EDAC



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

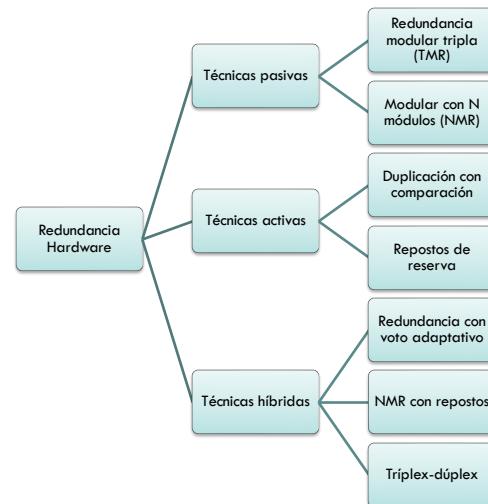
- Introducción
- Redundancia da información
- **Redundancia hardware**
 - Redundancia hardware pasiva
 - Redundancia hardware activa
 - Redundancia hardware híbrida
- Redundancia software
- Redundancia temporal



Redundancia hardware

97

- Tipos de redundancia hardware



Redundancia hardware

96

- Que é a redundancia hardware?

A **redundancia hardware** consiste na replicación de módulos HW para lograr unha maior garantía de funcionamento dun sistema

- Hai 3 formas básicas de redundancia HW

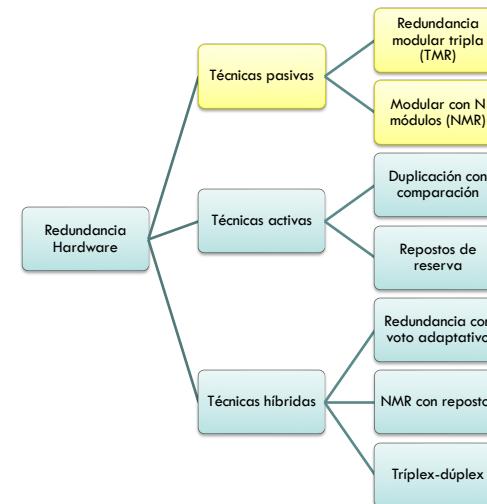
- A **redundancia pasiva ou estática**
 - É a usada nas técnicas de enmascaramento de fallos para evitar que os fallos acaben dando lugar a erros
- A **redundancia activa ou dinámica**
 - É a usada para acadar a tolerancia a fallos mediante a detección e recuperación ante erros e a troca do HW que os provoca por un repuesto (spare)
- A **redundancia híbrida**
 - Combina as dúas aproximacións anteriores



Redundancia hardware

98

- Tipos de redundancia hardware





Redundancia hardware

99

- Redundancia hardware pasiva

- A **redundancia HW pasiva** usa mecanismos de **votación por mayoría** para enmascarar os fallos de forma transparente, sen requerir ningunha acción por parte do sistema ou dun operador externo
 - Baséase na replicación de módulos máis un mecanismo de votación
 - Son deseños custosos porque teñen un nivel moi elevado de redundancia
 - Non precisan de mecanismos de detección de fallos xa que están deseñados para tolerar a existencia de fallos
 - Son solucións comúns en sistemas que requiren dunha **alta fiabilidade en períodos cortos de tempo**
 - Exemplos:** aviación, lanzamentos espaciais



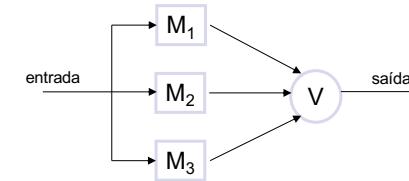
Redundancia hardware

100

- Redundancia hardware pasiva

- Redundancia modular tripla** (*Triple Modular Redundancy, TMR*)

- Usa 3 réplicas idénticas dun módulo HW (M_1, M_2, M_3), que realizan a mesma función, máis un votante V que realiza o voto por mayoría



- Tómase como saída correcta a maioritaria
- Se un módulo fallara, o voto maioritario dos outros dous enmascararía o fallo



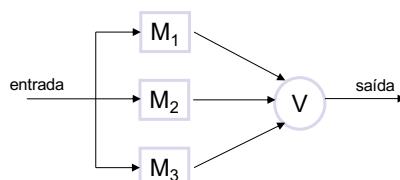
Redundancia hardware

101

- Redundancia hardware pasiva

- Redundancia modular tripla** (*Triple Modular Redundancy, TMR*)

- Usa 3 réplicas idénticas dun módulo HW (M_1, M_2, M_3), que realizan a mesma función, máis un votante V que realiza o voto por mayoría



- Supoñendo un votante perfecto ($R_v = 1$) e que as avarías nos módulos son mutuamente independentes, a **fiabilidade do TMR** (R_{TMR}) ven dada por

$$R_{TMR} = R_1 R_2 R_3 + (1 - R_1) R_2 R_3 + R_1 (1 - R_2) R_3 + R_1 R_2 (1 - R_3)$$

Supoñendo $R_1 = R_2 = R_3 = R$, entón $R_{TMR} = 3R^2 - 2R^3$



Redundancia hardware

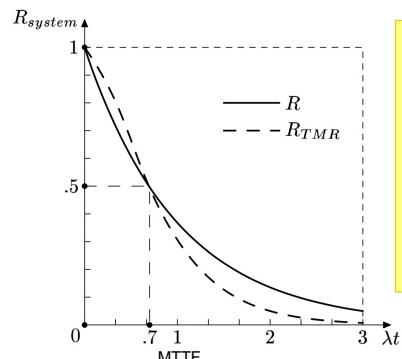
102

- Redundancia hardware pasiva

- Redundancia modular tripla (TMR)**

- Asumindo unha taxa de avarías constante no tempo, pola lei de fiabilidade exponencial temos que $R(t) = e^{-\lambda t}$, que substituíndo na expresión da fiabilidade do TMR quedaría

$$R_{TMR}(t) = 3e^{-2\lambda t} - 2e^{-3\lambda t}$$



Comparación da fiabilidade dun sistema simple co TMR

- R en función de $\lambda t \rightarrow$ independente da taxa de avarías
- $R_{TMR} > R$ cando $0 \leq \lambda t \leq 0,7 \Rightarrow$ o TMR ten maior fiabilidade para períodos cortos de tempo
- En sistemas non reparables $MTTF = 1/\lambda \Rightarrow \lambda t = 1$ é o punto no que se espera a primeira avaría do sistema \Rightarrow o TMR é adecuado para aplicacións nas que o tempo de misión sexa inferior ao 70% do MTTF
- A longo prazo o TMR é menos fiável que un sistema simple
- A tolerancia a fallos non implica maior fiabilidade**



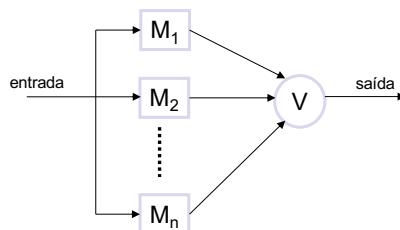
Redundancia hardware

103

- Redundancia hardware pasiva

- Redundancia modular con N módulos (N-Modular Redundancy, NMR)

- É unha xeneralización do TMR a N réplicas idénticas (M_1, M_2, \dots, M_n) dun módulo HW
 - Tómase como saída correcta a maioritaria
 - Tolera $\lfloor N/2 \rfloor$ fallos → para tolerar F fallos son necesarios $N = 2 \times F + 1$ módulos
 - $\lfloor \cdot \rfloor$ = función limiar (maior enteiro menor que o resultado da división)
 - Usa un nivel de redundancia moi elevado que estará limitado por factores como o consumo, peso, tamaño e custo total do sistema



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

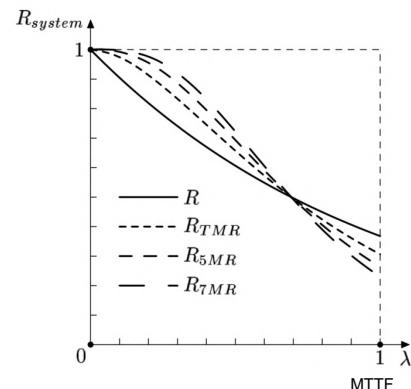


Redundancia hardware

104

- Redundancia hardware pasiva

- Redundancia modular con N módulos (NMR)



Comparación da fiabilidade dun sistema simple, un TMR e 2 NMR (N=5 e N=7) no intervalo [0-MTTF]

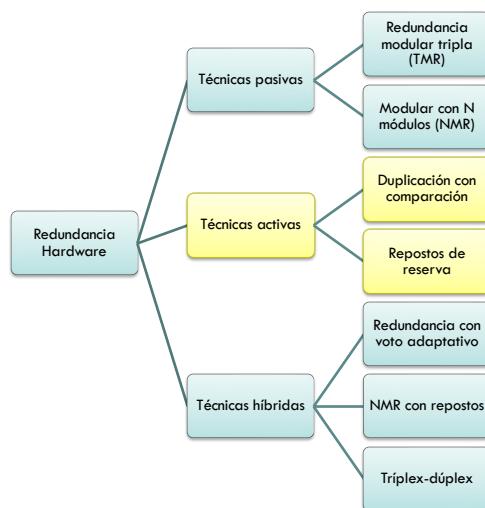
- $R_{NMR} > R_{TMR} > R$ cando $0 \leq \lambda t \leq 0,7 \Rightarrow$ o NMR ten maior fiabilidade para períodos curtos de tempo e aumenta co número de módulos
- A longo prazo o NMR é menos fiável que un sistema simple ou un TMR para calquera valor de N



Redundancia hardware

105

- Tipos de redundancia hardware



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia hardware

106

- Redundancia hardware activa

- A redundancia HW activa úsase en sistemas nos que son aceptábeis resultados erróneos transitorios sempre que o sistema se reconfigure e recupere o seu estado operativo normal nun tempo razonable
 - Esta aproximación úsase en sistemas nos que resultaría excesivamente custoso implementar o enmascaramento de fallos polo alto nível de redundancia necesario
 - Exemplo:** sistemas de comunicación por satélite

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

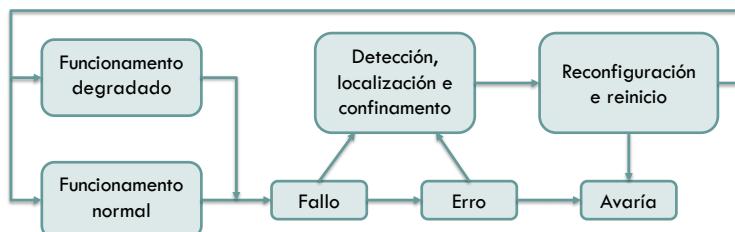


Redundancia hardware

107

- Redundancia hardware activa

- A **redundancia HW activa** úsase en sistemas nos que son aceptábeis resultados erróneos transitorios sempre que o sistema se reconfigure e recupere o seu estado operativo normal nun tempo razoábel
 - Esta aproximación úsase en sistemas nos que resultaría excesivamente custoso implementar o enmascaramento de fallos polo alto nivel de redundancia necesario
 - Exemplo:** sistemas de comunicación por satélite
- O seguinte diagrama mostra os estados polos que pasaría un sistema nunha aproximación activa básica



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia hardware

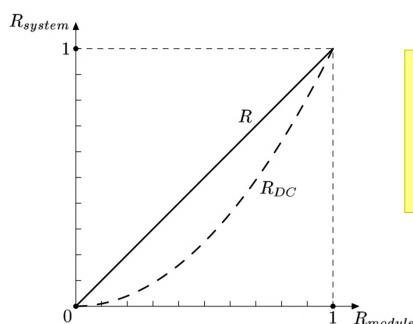
109

- Redundancia hardware activa

- Duplicación con comparación

- Supoñendo un comparador perfecto ($R_c = 1$) e que os fallos nos módulos son mutuamente independentes, a fiabilidade da duplicación con comparación ven dada por $R_{DC} = R_1 R_2$

Supoñendo $R_1 = R_2 = R$, entón $R_{DC} = R^2$



Fiabilidade dun sistema simple comparada coa dun DC en función da fiabilidade do módulo

- A fiabilidade do sistema é lineal no caso simple e cuadrática no DC
- A fiabilidade do DC será sempre menor** excepto no caso en que os módulos sexan perfectos ($R = 1$)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



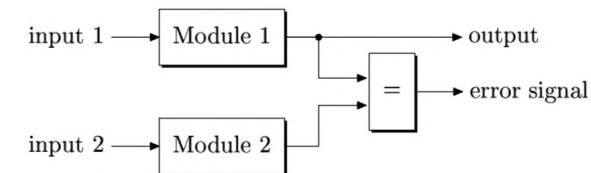
Redundancia hardware

108

- Redundancia hardware activa

- Duplicación con comparación

- Neste deseño úsanse dous módulos HW idénticos en paralelo e compáranse os resultados, se son diferentes activase un sinal de erro
 - Esta técnica apíllase só para a detección de errores, non permite localizalos (non se sabe que módulo falla) nin serve para devolver o sistema ao seu estado operativo normal



- O comparador é un SPOF, en caso de mal funcionamento podería indicar
 - Falsos positivos (indicar errores que non existen) ou
 - Falsos negativos (non detectar errores que si existen)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



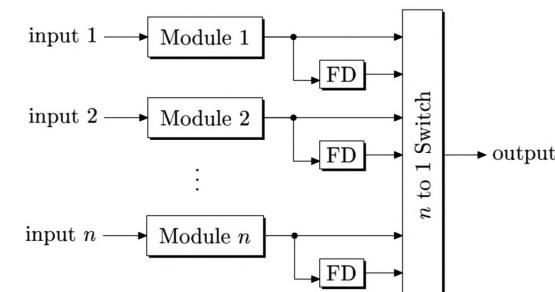
Redundancia hardware

110

- Redundancia hardware activa

- Repostos de reserva (standby sparing)

- Neste deseño úsanse N módulos idénticos dos que só 1 está activo e é o que proporciona a saída do sistema
 - Os módulos FD (fault detection) son os encargados de detectar os fallos
 - O módulo comutador (switch) é o encargado de localizar e confinar o fallo e reconfigurar o sistema, trocando o módulo activo por un reposto
 - O sistema é quen de recuperarse de N-1 fallos e detectar o N-ésimo



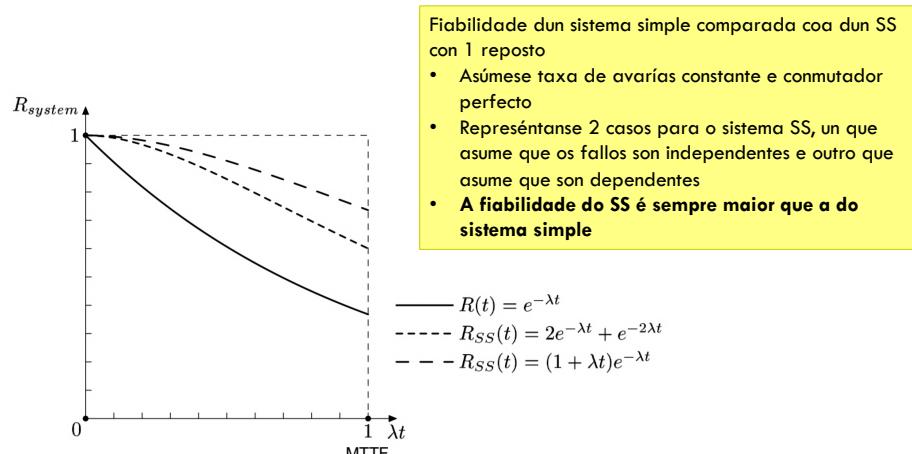
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia hardware

111

- Redundancia hardware activa
 - Repostos de reserva (standby sparing)



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Redundancia hardware

113

- Redundancia hardware híbrida
 - A redundancia HW híbrida combina a pasiva e más a activa
 - A redundancia pasiva úsase para o enmascaramento de fallos
 - A redundancia activa úsase para a detección e recuperación ante errores
 - Esta aproximación é cara pola cantidad de HW que utiliza
 - Utilízase cando se requiren niveis altos de fiabilidade e disponibilidade

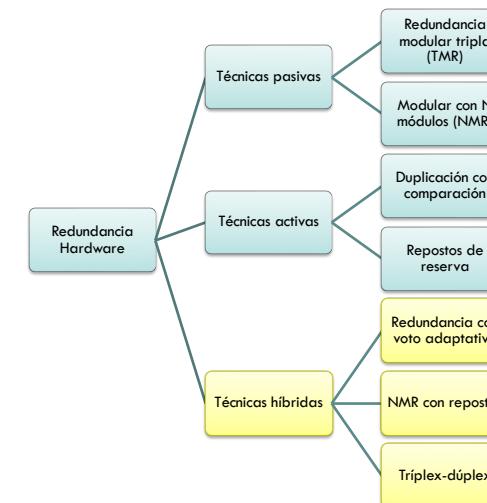
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Redundancia hardware

112

- Tipos de redundancia hardware



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

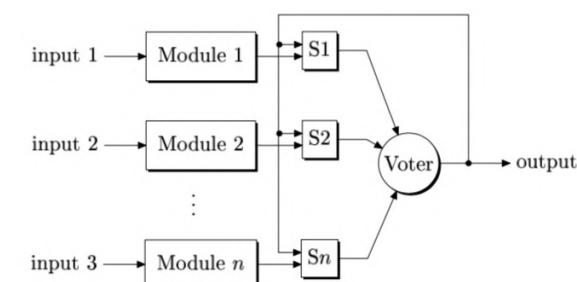


Redundancia hardware

114

- Redundancia hardware híbrida

- **Redundancia con voto adaptativo (self-purging redundancy)**
 - Adaptación do deseño NMR ao que se lle engade un conmutador á saída de cada módulo e na votación por maioría **pode variar o número de participantes**
 - Se o resultado da votación por maioría é diferente á saída dalgún módulo, o seu conmutador desconéctalo do votante, purgándoo do sistema
 - Con N módulos tolera N-2 fallos e cando só quedan 2 módulos detecta o (N-1)-iésimo pero non localiza o módulo que falla
 - A fiabilidade degrádase a medida que se reduce o número de participantes na votación



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



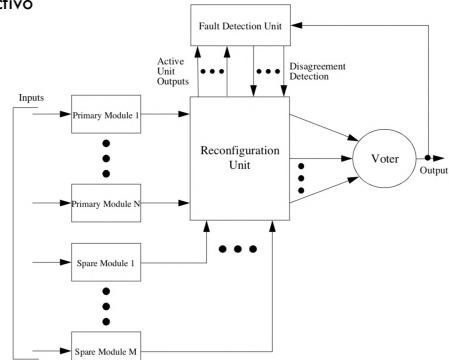
Redundancia hardware

115

- Redundancia hardware híbrida

- NMR con reposos

- É un deseño NMR con N módulos activos participando na votación e M de reserva
 - Se un dos módulos activos falla, enmáscárase o fallo mediante votación e reconfigúrase o sistema desconectándoo e activando un módulo de reserva
 - Unha técnica para detectar os fallos é comparar a saída maioritaria coa de cada módulo activo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia hardware

116

- Redundancia hardware híbrida

- NMR con reposos

- É un deseño NMR con N módulos activos participando na votación e M de reserva
 - Se un dos módulos activos falla, enmáscárase o fallo mediante votación e reconfigúrase o sistema desconectándoo e activando un módulo de reserva
 - Unha técnica para detectar os fallos é comparar a saída maioritaria coa de cada módulo activo
- Este deseño tolera tantos fallos como reposos haxa (M) máis un número que dependerá do que ocorra cando os reposos se acaben
 - Se o sistema pasa a funcionar como un NMR simple $\rightarrow \lfloor \frac{N}{2} \rfloor + M$
 - Se o sistema pasa a funcionar como un voto adaptativo $\rightarrow N - 2 + M$
- Aínda que haxa módulos que fallen, este deseño mantén a fiabilidade dun NMR mentres haxa reposos dispoñíbeis

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



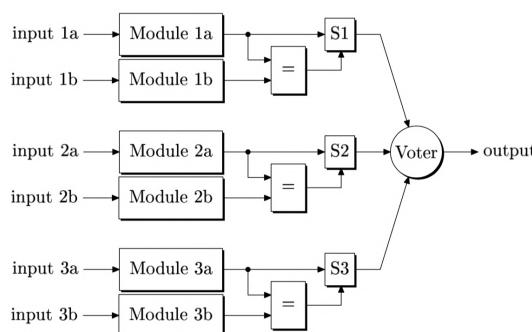
Redundancia hardware

117

- Redundancia hardware híbrida

- Redundancia tríplex-dúplex

- Combina TMR con voto adaptativo e duplicación con comparación
- Cada módulo do TMR básico ten un par de reserva. As saídas de cada par se comparan e se son diferentes o par desconéctase do proceso de votación
 - Pode estenderse esta solución a NMR
 - O número de fallos tolerados é $N-1$ (2 no caso do TMR)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia hardware

118

- Redundancia hardware híbrida

- Exemplo:** calcula o número de fallos tolerados polos deseños seguintes

- 5MR
- TMR + 2 reposos
- 4MR adaptativo + 1 reposo
- Todos usan 5 módulos
- 5MR tolera 2 fallos $\Rightarrow \lfloor \frac{5}{2} \rfloor = 2$
- TMR + 2 tolera 3 fallos $\Rightarrow \lfloor \frac{3}{2} \rfloor + 2 = 3$
- 4MR adaptativo + 1 tolera 3 fallos $\Rightarrow 4 - 2 + 1 = 3$

- As aproximacións pasivas requieren máis módulos para obter o mesmo nivel de tolerancia a fallos que as híbridas**

- Será necesario un 7MR para tolerar 3 fallos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introdución
- Redundancia da información
- Redundancia hardware
- **Redundancia software**
 - Redundancia software individual
 - Redundancia software multiversión
- Redundancia temporal



Redundancia software

120

- **Redundancia software**
 - A fiabilidade do SW ten un comportamento diferente á do HW
 - O SW non se degrada co tempo
 - A maioría dos erros débense a especificacións ou deseños incorrectos
 - Os erros habitualmente maniféstanse cando se dan certas condicións nos valores de entrada
 - Isto fai que a fiabilidade do SW dependa da súa contorna, que é a que proporciona os valores de entrada
 - Un mesmo SW executado en contornas distintas pode ter diferentes fiabilidades
 - Por ese motivo as técnicas de redundancia HW non son eficaces co SW



Redundancia software

121

- **Tipos de redundancia software**
 - As técnicas de redundancia SW poden dividirse en 2 categorías
 - **As individuais (single version)**
 - Apícanse a un único módulo, engadindo no seu deseño mecanismos para a detección, confinamiento e recuperación ante erros
 - **As de versión múltiple (multi-version)**
 - Usan módulos SW redundantes deseñados segundo principios de **diversidade**
 - A redundancia SW pode aplicarse a diferentes niveis
 - Un bloque de código, unha función, un proceso, un compoñente, o sistema completo



Redundancia software

122

- **Redundancia software individual**
 - **Técnicas de recuperación ante erros**
 - Tentan recuperar o estado operativo normal do sistema unha vez detectado e confinado o erro. Algunhas das principais técnicas son
 - Reversión a un estado previo almacenado (*checkpoint and restart*)
 - Procesamento en pares (*process pairs*)



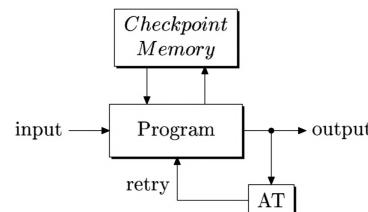
Redundancia software

123

- Redundancia software individual

- Técnicas de recuperación ante errores

- Tentan recuperar o estado operativo normal do sistema unha vez detectado e confinado o erro. Algunhas das principais técnicas son
 - Reversión a un estado previo almacenado (*checkpoint and restart*)
 - A detección de errores faiuse cun módulo de probas de validación (*acceptance tests, AT*) que valida a saída do programa



- En caso de erro reiníciase o programa a un estado libre de errores previamente almacenado (*checkpoint*)
- Problema:** os sistemas poden realizar accións non reversíbeis (p.ex. lanzar un míslit)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



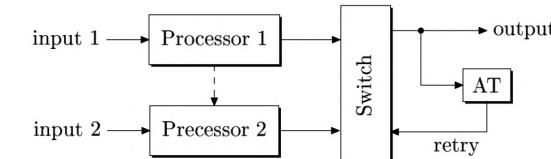
Redundancia software

124

- Redundancia software individual

- Técnicas de recuperación ante errores

- Tentan recuperar o estado operativo normal do sistema unha vez detectado e confinado o erro. Algunhas das principais técnicas son
 - Procesamento en pares (*process pairs*)
 - Executa 2 versións idénticas do SW en procesadores separados



- O procesador primario está inicialmente activo e o secundario pasivo
- O procesador activo executa o programa e envía o seu estado ao pasivo
- Úsase un conmutador para seleccionar como saída do sistema a do procesador activo
- A detección de errores faiuse cun módulo AT que valida a saída do sistema

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



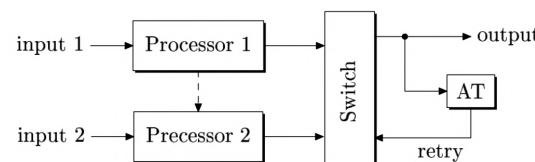
Redundancia software

125

- Redundancia software individual

- Técnicas de recuperación ante errores

- Tentan recuperar o estado operativo normal do sistema unha vez detectado e confinado o erro. Algunhas das principais técnicas son
 - Procesamento en pares (*process pairs*)
 - Executa 2 versións idénticas do SW en procesadores separados



- En caso de erro o procesador activo é desconectado da saída e pasa a un estado de diagnóstico
- O procesador secundario inicia o seu programa co último estado recibido desde o primario e pasa a estar activo
- Cando o procesador que fallou se recupera, reincorpórase ao sistema pasando agora a ser o secundario pasivo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



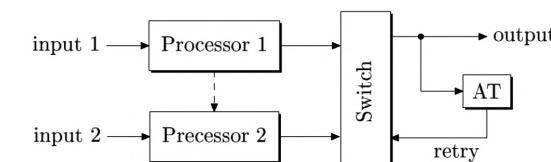
Redundancia software

126

- Redundancia software individual

- Técnicas de recuperación ante errores

- Tentan recuperar o estado operativo normal do sistema unha vez detectado e confinado o erro. Algunhas das principais técnicas son
 - Procesamento en pares (*process pairs*)
 - Executa 2 versións idénticas do SW en procesadores separados



- Debido a que entrega de servizo do sistema non se detén ante a ocorrencia dun erro, esta técnica é adecuada para **sistemas de alta disponibilidade**

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Redundancia software

127

- Redundancia software multiversión

- A técnica HW de replicar módulos idénticos e comparar as súas saídas non permitiría detectar errores en módulos SW porque todas as réplicas conterían os mesmos errores de especificación e deseño
- As técnicas multiversión procuran evitar este problema aplicando o **principio de diversidade no deseño**
 - Diferentes versións do mesmo módulo SW son desenvolvidas por equipos diferentes, usando distintos algoritmos ou linguaxes de programación diferentes
 - O obxectivo é maximizar a probabilidade de que non existan errores comuns ás diferentes versións
- O inconveniente destas técnicas é a complexidade e o custo que supón desenvolver múltiples versións dun mesmo SW
- As principais técnicas multiversión son
 - Bloques de recuperación
 - Programación de N versións



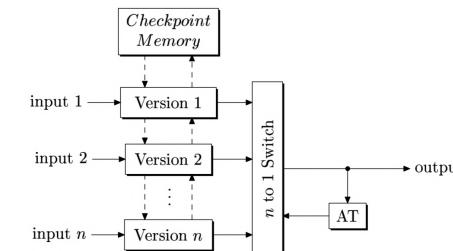
Redundancia software

128

- Redundancia software multiversión

- Bloques de recuperación (recovery blocks)**

- Combina a reversión a un estado previo co uso de repuestos de reserva
- Execútanse N versións diversas do mesmo programa



- O conmutador selecciona a saída dunha das versións como saída do sistema
- A detección de errores faiuse cun módulo AT que valida a saída do programa



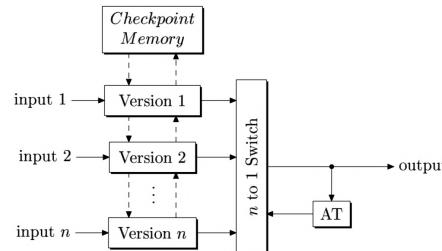
Redundancia software

129

- Redundancia software multiversión

- Bloques de recuperación (recovery blocks)**

- Combina a reversión a un estado previo co uso de repuestos de reserva
- Execútanse N versións diversas do mesmo programa



- En caso de erro o programa é revertido ao último estado libre de errores almacenado e o conmutador cambia a unha versión diferente do programa
- Se todas as versións fallan, lánzase unha excepción para comunicar a avaría ao resto do sistema



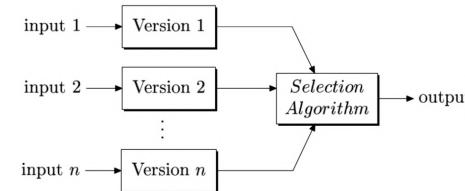
Redundancia software

130

- Redundancia software multiversión

- Programación de N versións (N-version programming)**

- Execútanse concorrentemente N versións diversas do mesmo programa



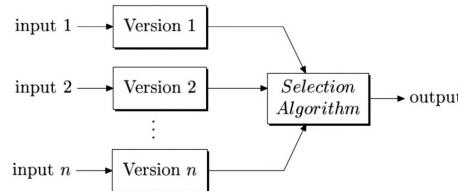
- O algoritmo de selección decide en base ás saídas das versións cal é a saída do programa
 - Este algoritmo adoita implementarse como un votante xenérico, ao contrario dos AT doutras técnicas que son específicas da aplicación
 - Hai moitos tipos de algoritmos de selección posíbeis
 - Maioría simple, maioría relativa, media, media ponderada, etc.



Redundancia software

131

- Redundancia software multiversión
 - Programación de N versiones (*N-version programming*)
 - Ejecútanse concurrentemente N versiones diversas do mesmo programa



- Para que esta técnica sexa eficaz as diferentes versións teñen que ser o máis diversas posíbeis
 - Aumenta a probabilidade de que cando ocorra un erro, ou non ocorra en todas as versións ou ocorra de maneira diferente, proporcionando saídas distintas

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UD1



Contidos

- Introducción
 - Redundancia da información
 - Redundancia hardware
 - Redundancia software
 - **Redundancia temporal**

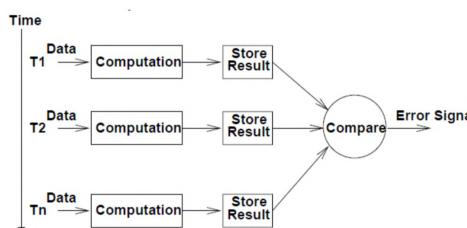
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC.



Redundancia temporal

133

- **Redundancia temporal**
 - A **redundancia temporal** consiste en repetir unha actividade (computación, transmisión, etc.) en diferentes instantes e comparar os resultados para comprobar se varían



- Permite detectar e corrixir fallos transitorios
 - 2 repeticións → detecta fallos transitorios (os resultados serán diferentes)
 - 3 ou máis repeticións → corrixe fallos transitorios
 - Ademais permite diferenciar entre fallos transitorios e permanentes
 - Se o fallo desaparece despois dunha repetición asúmese que é transitorio
 - Evita considerar un módulo como avariado na presenza de fallos transitorios

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas

Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal



Contidos

- Bloque I: Alta Dispoñibilidade
 - Tema 1: Tolerancia a fallos e alta dispoñibilidade (HA)
 - Tema 2: Redundancia
 - Tema 3: Dispoñibilidade no CPD
 - Tema 4: Servidores no CPD
 - Tema 5: Clusters de servidores
- Bloque II: Virtualización e Computación na Nube
 - Tema 6: Virtualización e HA no CPD
 - Tema 7: Computación na nube (*Cloud Computing*)

Tema 3

Dispoñibilidade nos centros de procesamento de datos



Contidos

- Introdución aos CPD
- Clasificación dos CPD por dispoñibilidade
- Dispoñibilidade no deseño do CPD
- Exemplos



Contidos

- **Introdución aos CPD**
 - Que é un CPD?
 - Requisitos dun CPD
 - Infraestrutura dun CPD
- Clasificación dos CPD por dispoñibilidade
- Dispoñibilidade no deseño do CPD
- Exemplos

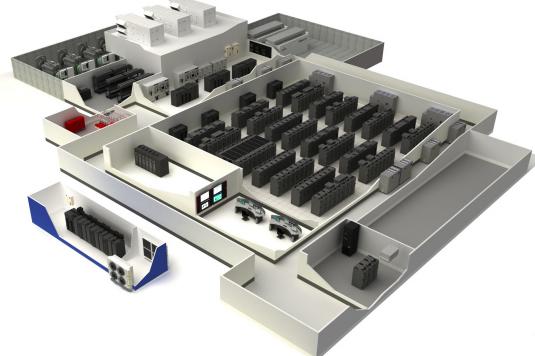


Introdución aos CPD

137

- Que é un CPD?

Un **centro de procesamento de datos** (CPD ou centro de datos) é un espazo físico deseñado para conter equipamento informático (servidores, almacenamento, redes) baixo condicións ambientais controladas e coas medidas de protección, seguranza e redundancia necesarias para garantir a dispoñibilidade dos servizos informáticos que nel se aloxan.



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos CPD

138

- Que é un CPD?

Un **centro de procesamento de datos** (CPD ou centro de datos) é un espazo físico deseñado para conter equipamento informático (servidores, almacenamento, redes) baixo condicións ambientais controladas e coas medidas de protección, seguranza e redundancia necesarias para garantir a dispoñibilidade dos servizos informáticos que nel se aloxan.

- Os CPD son infraestruturas críticas para as empresas xa que é onde se executan as aplicacións, almacénanse os datos e establecéntense as comunicacións que son vitais para o soporte das súas actividades.

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos CPD

139

- Requisitos dun CPD

- O servizo principal que proporciona un CPD é a alimentación eléctrica, a conectividade e a protección dos equipamentos informáticos que contén
 - Os principais requisitos que debe cumplir un CPD son
 - Proporcionar un espazo físico seguro
 - Manter o acceso por rede 24x7 desde o exterior
 - Subministrar a enerxía eléctrica suficiente sen interrupción
 - Manten unhas condicións ambientais de temperatura e humidade controladas
 - Ademais nas instalacións e na operación do CPD ten que
 - Cumprir coas normativas e regulacións aplicábeis
 - Usar a enerxía de forma eficiente
 - Non provocar contaminación ambiental
 - Non poñer en risco a seguraza das persoas

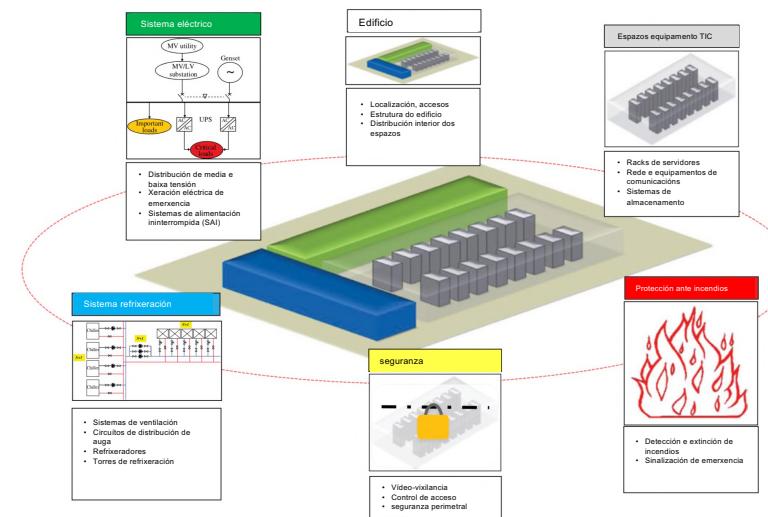
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos CPD

140

- Infraestrutura dun CPD



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introdución aos CPD
- Clasificación dos CPD por dispoñibilidade
 - Niveis de redundancia
 - Clasificación do Uptime Institute
- Dispoñibilidade no deseño do CPD
- Exemplos

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por dispoñibilidade

143

Niveis de redundancia

- A maneira de aumentar a dispoñibilidade nos CPD é introducir **redundancia** no deseño dos sistemas que forman a súa infraestrutura
- Desde o punto de vista da redundancia, os deseños máis habituais son

N	N+1	2N	2(N+1)
<ul style="list-style-type: none"> • Representa un deseño sen redundancia • N representa o número de componentes e redes de distribución necesarios para cumplir os requisitos do CPD • Este deseño non tolera avarías nin en componentes nin en redes de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa un deseño que incorpora un componente redundante • Este deseño tolera a avaría dun componente pero non na rede de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa un deseño que usa 2 sistemas separados que poden cubrirse o un ao outro no caso de avaría <ul style="list-style-type: none"> • O de reserva cobre ao principal • Ambos cóbrese mutuamente • Este deseño tolera a avaría dun sistema completo, incluída a rede de distribución, ou combinacións de avarías en componentes e redes de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa un deseño que usa 2 sistemas N+1 separados que poden cubrirse o un ao outro no caso de avaría <ul style="list-style-type: none"> • Este deseño tolera a avaría dun sistema completo, incluída a rede de distribución, ou combinacións de avarías en componentes e redes de distribución

- Nos deseños 2N e 2(N+1) é importante que os sistemas redundados estean fisicamente distantes para evitar que se vexan afectados simultaneamente polos mesmos incidentes (ex. incendios, asolagamentos, etc.)

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por dispoñibilidade

142

CPD e dispoñibilidade

- Na actualidade, a esixencia de dispor de acceso aos servizos en calquera momento e sen interrupcóns aumentou os requisitos de dispoñibilidade dos CPD, que teñen que manterse en funcionamento o máximo tempo posíbel
 - Idealmente o obxectivo é que non existan tempos de interrupción (zero downtime)
- Existen varias organizacións privadas que promoven certificacións relacionadas coa dispoñibilidade dos CPD
 - As más coñecidas son
 - As certificacións do Uptime Institute
 - O estándar ANSI/TIA 942
 - Estas certificacións clasifican os CPD en diferentes categorías de dispoñibilidade segundo o **nivel de redundancia** que implementan

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



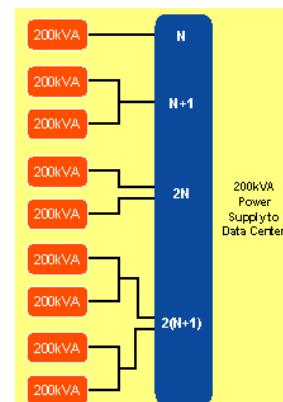
Clasificación dos CPD por dispoñibilidade

144

Niveis de redundancia

Exemplo

- Opcións de deseño dun SAI (UPS, Uninterruptible Power Supply) con xerador auxiliar (grupo electróxeno) para proporcionar 200kVA



SAI + grupo electróxeno

	PRIMARY SYSTEM	SECONDARY SYSTEM	
N Design	1 Generator	1 UPS	Nil
N+1 Design	2 Generators	2 UPS	Nil
2N Design	1 Generator	1 UPS	1 Generator
2(N+1) Design	2 Generators	2 UPS	2 Generators

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



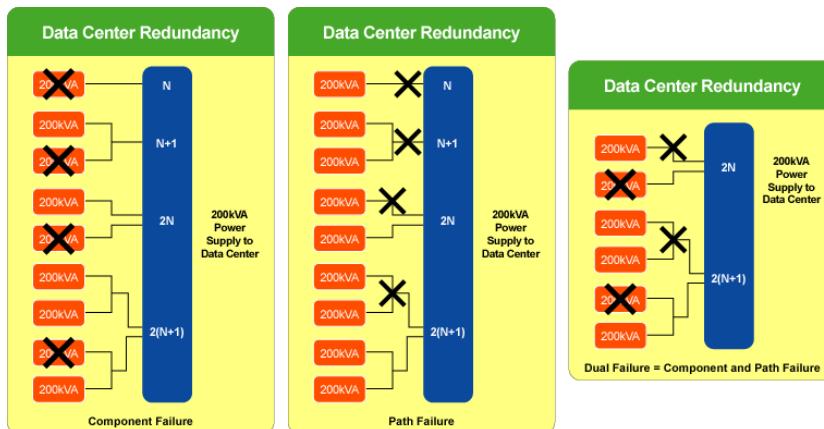
Clasificación dos CPD por disponibilidade

145

- Niveis de redundancia

- Exemplo**

- Opcións de deseño dun SAI (UPS, Uninterruptible Power Supply) con xerador auxiliar (grupo electróxeno) para proporcionar 200kVA



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

146

- Clasificación do *Uptime Institute*

- O *Uptime Institute* foi pioneiro en promover unha certificación que clasifica os CPD en 4 niveis (*tiers*) segundo o seu nivel de disponibilidade e tolerancia a fallos



- Os niveis máis habituais nas empresas son o 1 e o 2
- Son poucos os CPD certificados nos niveis 3 e 4 e, normalmente, pertencen a grandes compañías ou provedores de hosting ou cloud, xa que é caro construílos e mantelos (e certificalos)

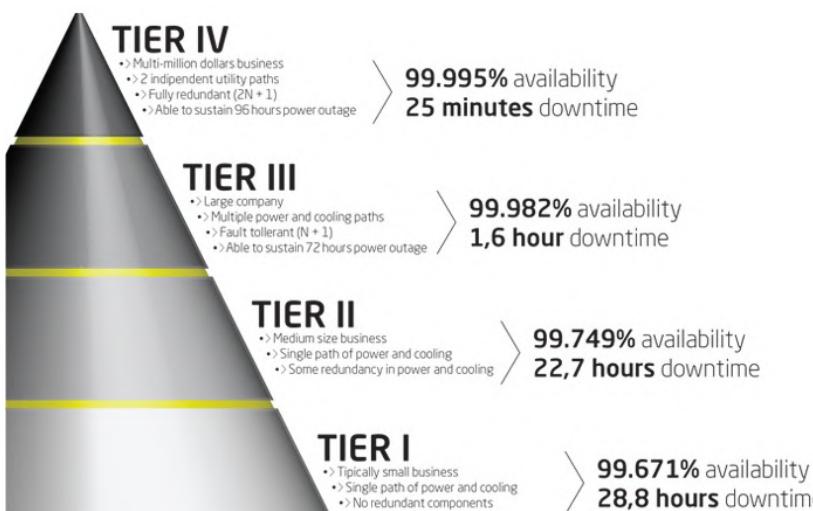
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

147

- Clasificación do *Uptime Institute*



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

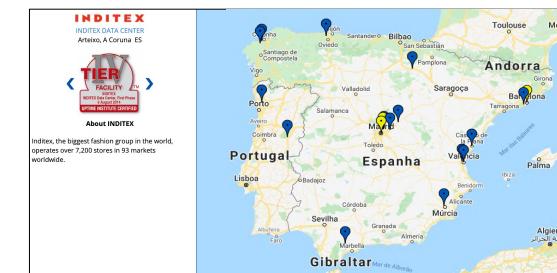


Clasificación dos CPD por disponibilidade

148

- Clasificación do *Uptime Institute*

- Listaxe de CPD certificados (<https://uptimeinstitute.com/uptime-institute-awards>)
 - España (2022): arredor de 40 CPD certificados
 - Exemplos Tier IV: Inditex, Telefónica, BBVA, Enagás



- Hai 4 tipos de certificados: deseño, construcción, operación e CPD modulares



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

149

- Clasificación do Uptime Institute

- Tier I: Infraestrutura básica**

Non ten redundancia nin en compoñentes nin nas redes de distribución

- Calquera fallo nun compoñente ou na rede de distribución afectará aos sistemas TI

Infraestrutura mínima

- Sala TI + refrixeración dedicada
- UPS + grupo electróxeno + combustible para producir enerxía durante 12 horas

O CPD párase 1 vez ao ano para o mantemento preventivo e as reparacións

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Componentes de capacidad mínima para soportar la Carga de TI	N	N+1	N+1	N Después de cualquier falla
Redes de distribución: red troncal de energía eléctrica	1	1	1 activo y 1 suplente	2 activos simultáneamente
Distribución de energía crítica	1	1	2 activos simultáneamente	2 activos simultáneamente
Concurrentemente Mantenible	No	No	Sí	Sí
Fault Tolerance	No	No	No	Sí
Compartamentalización	No	No	No	Sí
Refrigeración continua	No	No	No	Sí

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

150

- Clasificación do Uptime Institute

- Tier II: Infraestrutura con compoñentes redundantes**

Compoñentes redundantes nos sistemas de alimentación eléctrica e refrixeración

- Proporciona tolerancia a fallos dalgúns compoñentes

As redes de distribución son únicas

- Os fallos na rede de distribución afectarán aos sistemas TI

O CPD párase 1 vez ao ano para o mantemento preventivo e as reparacións

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Componentes de capacidad mínima para soportar la Carga de TI	N	N+1	N+1	N Después de cualquier falla
Redes de distribución: red troncal de energía eléctrica	1	1	1 activo y 1 suplente	2 activos simultáneamente
Distribución de energía crítica	1	1	2 activos simultáneamente	2 activos simultáneamente
Concurrentemente Mantenible	No	No	Sí	Sí
Fault Tolerance	No	No	No	Sí
Compartamentalización	No	No	No	Sí
Refrigeración continua	No	No	No	Sí

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

151

- Clasificación do Uptime Institute

- Tier III: Infraestrutura con mantemento simultáneo**

Compoñentes redundantes e múltiples redes de distribución independentes

- Só unha rede de distribución eléctrica e un circuito de refrixeración teñen que estar activos en calquera momento
- Os equipos TI teñen alimentación dual e a instalación eléctrica adecuada

O mantemento de calquera compoñente ou elemento das redes de distribución pódese realizar sen afectar aos sistemas TI

- A capacidade instalada é suficiente para que o CPD siga funcionando aínda que se eliminen os compoñentes e redes redundantes

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Componentes de capacidad mínima para soportar la Carga de TI	N	N+1	N+1	N Después de cualquier falla
Redes de distribución: red troncal de energía eléctrica	1	1	1 activo y 1 suplente	2 activos simultáneamente
Distribución de energía crítica	1	1	2 activos simultáneamente	2 activos simultáneamente
Concurrentemente Mantenible	No	No	Sí	Sí
Fault Tolerance	No	No	No	Sí
Compartamentalización	No	No	No	Sí
Refrigeración continua	No	No	No	Sí

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clasificación dos CPD por disponibilidade

152

- Clasificación do Uptime Institute

- Tier IV: Infraestrutura tolerante a fallos**

Compoñentes redundantes e múltiples redes de distribución independentes

- As redes de distribución son variadas e están activas simultaneamente
- Os equipos TI teñen alimentación dual, con deseño tolerante a fallos interno á unidade e a instalación eléctrica adecuada

O mantemento pódese realizar sen interrupción usando a capacidade redundante

- Ningún evento non planificado ou traballo planificado afectará aos sistemas TI
- Calquera compoñente ou elemento das redes de distribución pode retirarse de maneira planificada sen afectar aos sistemas TI

Proporciona múltiples sistemas independentes e illados fisicamente entre si (compartimentados)

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Componentes de capacidad mínima para soportar la Carga de TI	N	N+1	N+1	N Después de cualquier falla
Redes de distribución: red troncal de energía eléctrica	1	1	1 activo y 1 suplente	2 activos simultáneamente
Distribución de energía crítica	1	1	2 activos simultáneamente	2 activos simultáneamente
Concurrentemente Mantenible	No	No	Sí	Sí
Fault Tolerance	No	No	No	Sí
Compartamentalización	No	No	No	Sí
Refrigeración continua	No	No	No	Sí

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Contidos

- Introdución aos CPD
- Clasificación dos CPD por dispoñibilidade
- **Dispoñibilidade no deseño do CPD**
 - Deseño do sistema de refixeración
 - Deseño da instalación eléctrica
 - Deseño da rede de comunicacóns
- Exemplos



Dispoñibilidade no deseño do CPD

154

- O criterio da dispoñibilidade no deseño dun CPD
- O nivel de dispoñibilidade requerido por un CPD establecese en función de diferentes condicionantes
 - Tipo de negocio ao que vai dar suporte, as necesidades dos clientes ou usuarios, o custo de introducir e manter os niveis de redundancia necesarios, etc.
- É un criterio crítico que influencia o deseño de todos os sistemas que forman parte da infraestrutura do CPD e afecta a decisións importantes desde o momento inicial do proxecto
 - **Localización do CPD**
 - Actividade sísmica e volcánica, frecuencia de tormentas eléctricas, risco de incendio forestal, industrias ou infraestruturas perigosas (químicas, nucleares, aeroportos, ...)
 - Accesibilidade, dispoñibilidade de auga, combustíbel, alimentación eléctrica, infraestrutura de comunicacóns, persoal con formación adecuada
 - **Deseño estrutural do edificio**
 - Resistente a terremotos, vento, chuvia, neve, materiais de construcción (illantes e ignífugos)
 - **Medidas de seguraza e sistema de prevención, detección e extinción de incendios**



Dispoñibilidade no deseño do CPD

155

- O criterio da dispoñibilidade no deseño dun CPD
 - Vamos ver algunas solucións comúns en CPD para aumentar a dispoñibilidade no
 - Deseño mecánico (sistema de refixeración)
 - Deseño da instalación eléctrica
 - Deseño da rede de comunicacóns



Dispoñibilidade no deseño do CPD

156

- Deseño mecánico (refixeración)
 - O obxectivo do sistema de refixeración é manter unhas condicións ambientais (temperatura e humidade) adecuadas na sala TI
 - A localización do CPD ten unha grande influencia no deseño do seu sistema de refixeración
 - Clima
 - Climatoloxía (treboadas, tornados, furacáns, ...)
 - Industrias próximas (actividades perigosas, polución, malos cheiros)
 - Dispoñibilidade de reservas de auga
 - Normativa sanitaria (ex. niveis permitidos de lexionela)



Dispoñibilidade no deseño do CPD

157

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Un sistema de refrigeración típico nun CPD ten os seguintes compoñentes

- Compoñentes internos á sala TI**

- Módulos que arrefecen o ar da sala TI
 - CRAC (Computer Room Air Conditioner)
 - CRAH (Computer Room Air Handler)

- Compoñentes externos á sala TI**

- Infraestrutura externa que arrefría o líquido (auga, líquido refrigerante) utilizado para extraer a calor da sala TI
 - Expansións directas (DX, direct expansion)
 - Refrigeradores (chillers)
 - Torres de refrigeración (cooling towers)

- O circuito de refrigeración**

- Tubos, válvulas e bombas que conectan os compoñentes internos e externos



Dispoñibilidade no deseño do CPD

158

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Módulos de arrefecemento da sala TI

- A temperatura da sala TI baixase facendo pasar o ar quente a través dun serpentín que contén un líquido frío

- CRAC (Computer Room Air Conditioner)**

- Versión industrial dun ar condicionado tradicional que usa un líquido refrigerante que é arrefriado nunha unidade de expansión (DX) exterior ou usando un circuito de auga. Incorporan un compressor e úsanse en CPD pequenos ou medianos.

- CRAH (Computer Room Air Handler)**

- Equipamentos de climatización que arrefecen o ar usando un circuito de auga fría que aproveita a temperatura exterior cando é posible para extraer a calor do circuito de auga. Úsanse en CPD medios e grandes.

- É habitual que tanto CRAC como CRAH conteñan ventiladores de velocidade variábel, humefactores e que se integren cos sistemas de monitorización do CPD

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

159

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Módulos de arrefecemento da sala TI



Interior dun CRAC no que poden verse algúns elementos do circuito de refrigeración (ex. o compressor, a válvula de expansión e o serpentín ou evaporador)



Interior dun CRAH no que poden verse algúns dos seus compoñentes (ex. o ventilador e o serpentín). O CRAH non usa un circuito con refrigerante.

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

160

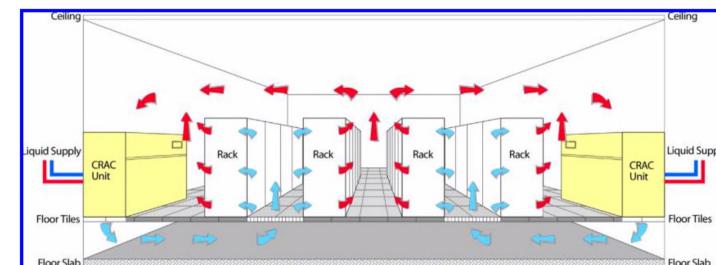
- Deseño mecánico (refrigeración)

- Refrigeración da sala TI

- Para mellorar o fluxo do ar na sala TI, a norma TIA-942 recomenda usar chan técnico e organizar os racks alternando corredores quentes e fríos

- Un corredor frío** fórmase enfrentando a parte dianteira de dúas ringleiras de racks contiguas, terá unha largura de 0,9-1,2m e temperatura inferior a 25°C

- Un corredor quente** fórmase enfrentando a parte traseira de dúas ringleiras de racks contiguas, terá unha largura de 0,6-0,9m e temperatura 36-47°C



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



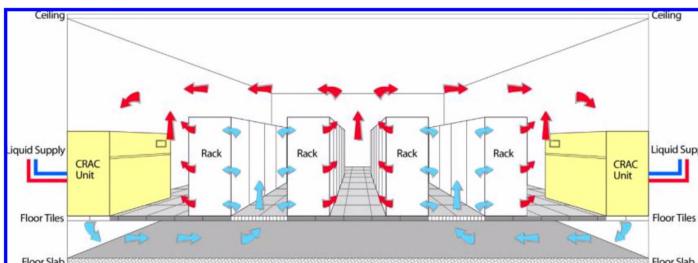
Dispoñibilidade no deseño do CPD

161

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Refrigeración da sala TI

- O ar frío impúlsase desde os CRAC/CRAH por baixo do chan técnico e sae aos corredores fríos a través de lousas con furados
- Despois pasa a través dos racks (de adiante a atrás) arrefriando os equipamentos TI e sae, xa quente, nos corredores quentes
- Este ar quente expulsado pola traseira dos racks sube á zona superior da sala TI e é absorbido polos CRAC/CRAH, onde volve a arrefriarse e impulsarse baixo o chan técnico



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

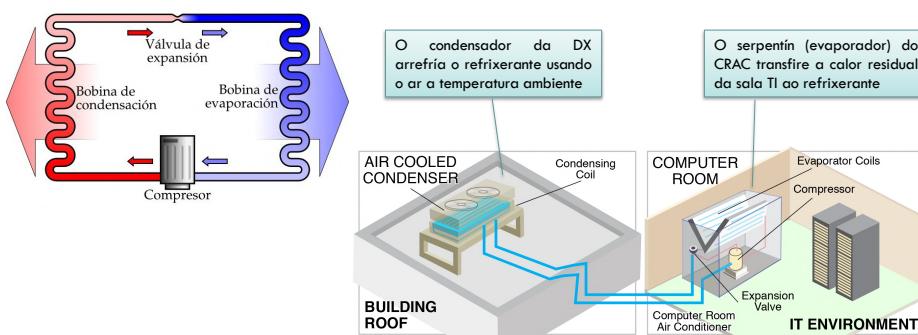
163

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algunos dos deseños de sistemas de refrigeración más comuns en CPD son

- CRAC + Expansión directa (DX, Direct Expansion)**

- Versión industrial do ar condicionado doméstico usada en CPD pequenos
- Utilízase un líquido refrigerante que sigue un ciclo de refrigeración (compresión/condensación/expansión/evaporación) para arrefecer o ar da sala TI



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

162

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algunos dos deseños de sistemas de refrigeración más comuns en CPD son

- Refrigeración por ar: CRAC + expansión directa
- Refrigeración por auga: CRAC/CRAH + circuito de refrigeración por auga

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

164

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algunos dos deseños de sistemas de refrigeración más comuns en CPD son

- CRAC + Expansión directa (DX, Direct Expansion)**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

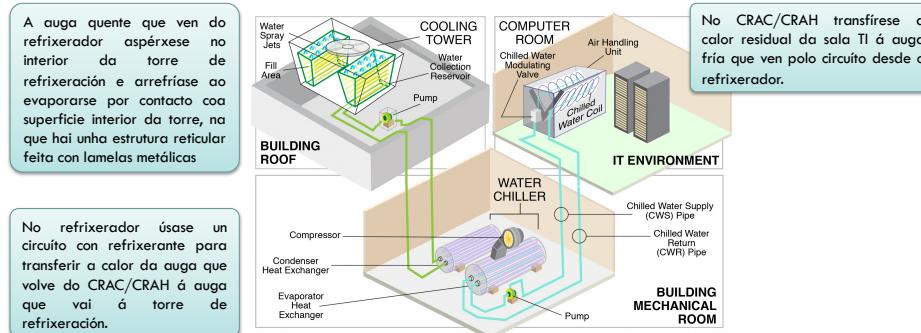


Dispoñibilidade no deseño do CPD

165

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algúns dos deseños de sistemas de refrigeración máis comúns en CPD son
 - CRAC/CRAH + circuito de refrigeración por auga**
 - A DX do deseño anterior é substituída por un circuito fechado de refrigeración por auga
 - O circuito está formado por tubos, bombas, válvulas e un refrigerador ou unha torre de refrigeración ou ambas



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

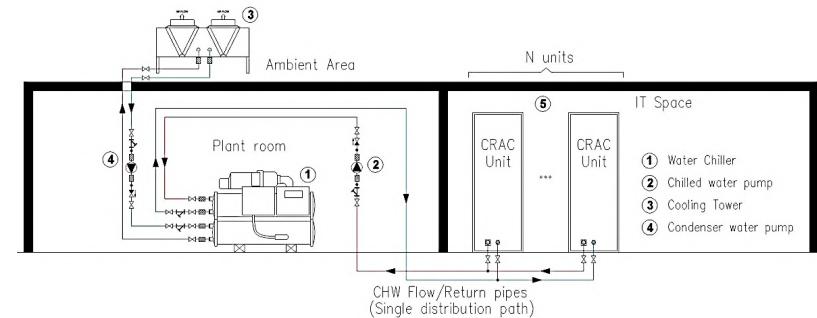


Dispoñibilidade no deseño do CPD

166

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algúns dos deseños de sistemas de refrigeración máis comúns en CPD son
 - CRAC + circuito de refrigeración por auga**
 - Exemplo de instalación con CRAC de interior e circuito de auga



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

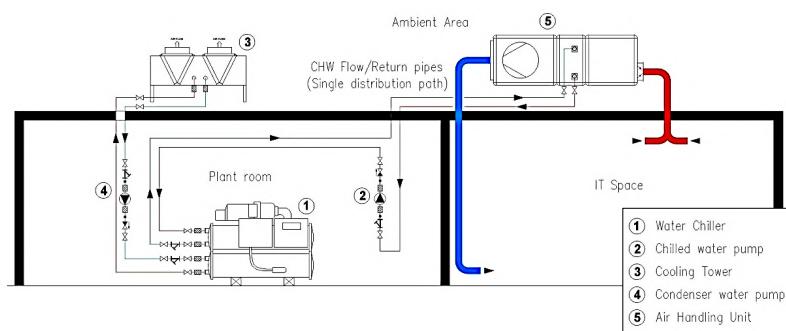


Dispoñibilidade no deseño do CPD

167

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algúns dos deseños de sistemas de refrigeración máis comúns en CPD son
 - CRAH + circuito de refrigeración por auga**
 - Exemplo de instalación con CRAH de exterior e circuito de auga

Animación: <https://www.dropbox.com/s/ite7qfwnokojbh/How-a-chiller-cooling-tower-and-AHU-work-together.gif>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

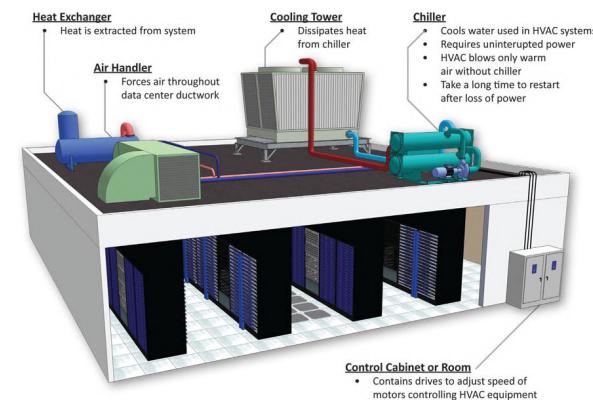


Dispoñibilidade no deseño do CPD

168

- Deseño mecánico (refrigeración)

- Algúns dos deseños de sistemas de refrigeración máis comúns en CPD son
 - CRAH + circuito de refrigeración por auga**
 - Exemplo de instalación con CRAH de exterior e circuito de auga



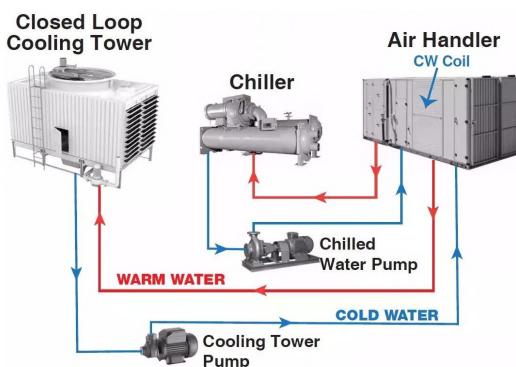
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

169

- Deseño mecánico (refrigeración)



Exemplo de CRAH modular con circuitos de refrigeración por auga mediante refrixerador e/ou torre de refrixeración



Exemplos de refrixeradores de exterior que usan o ar ambiente para arrefecer a auga que ven das CRAC/CRAH mediante un circuito con refrixerante (non precisan torre de refrixeración). Arriba: CPDi da Xunta; abajo: CESGA

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

170

- Deseño mecánico (refrigeración)



Exemplo de elementos exteriores dun sistema de refrixeración no que poden verse tubos, válvulas, bombas, intercambiadores de calor e torres de refrixeración



Exemplo de diferentes tipos de expansións (condensadores) instalados nun tellado para a disipación da calor no ambiente

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

171

- Redundancia no deseño mecánico

- O sistema de refrixeración do CPD ten que traballar de forma continua e require mantemento periódico, polo que para evitar períodos de indispoñibilidade é preciso introducir redundancia
- O tipo de redundancia dependerá do nivel de disponibilidade requiredo
- Vamos ver exemplos de deseños redundantes desde o punto de vista da clasificación do *Uptime Institute*



Dispoñibilidade no deseño do CPD

172

- Redundancia no deseño mecánico

- Módulos de arrefecemento da sala TI (CRAC/CRAH)

- Tier II, III, IV
 - Mínimo N+1
 - N+2 ou superior se se require un nivel maior de disponibilidade
- A forma e o tamaño da sala TI e a distribución dos racks inflúe na redundancia necesaria
- Unha aproximación común é definir diferentes zonas de refrixeración con requisitos de redundancia diferentes por zona

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



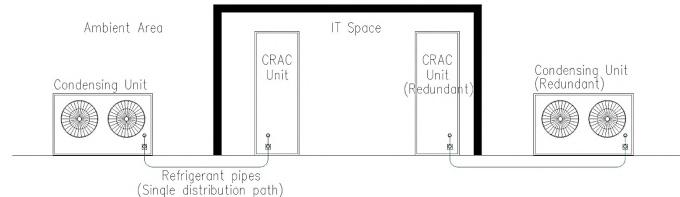
Dispoñibilidade no deseño do CPD

173

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier II

- Redundancia N+1 en todos as componentes
- Circuíto de refixeración simple (non redundante)
- Exemplo:** CRAC + DX



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



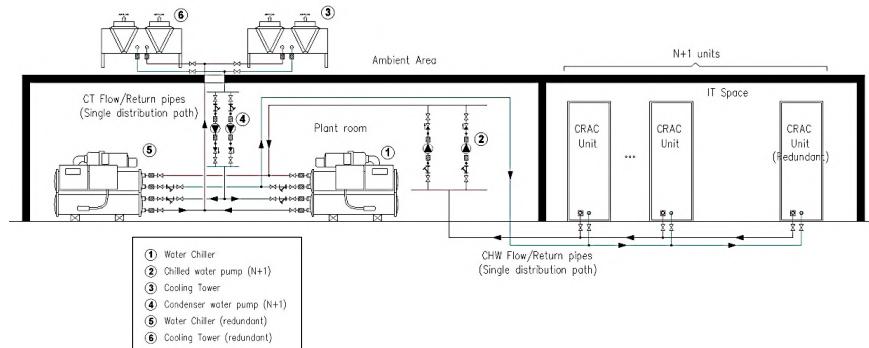
Dispoñibilidade no deseño do CPD

174

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier II

- Redundancia N+1 en todos as componentes
- Circuíto de refixeración simple (non redundante)
- Exemplo:** CRAC + circuíto de refixeración por auga



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



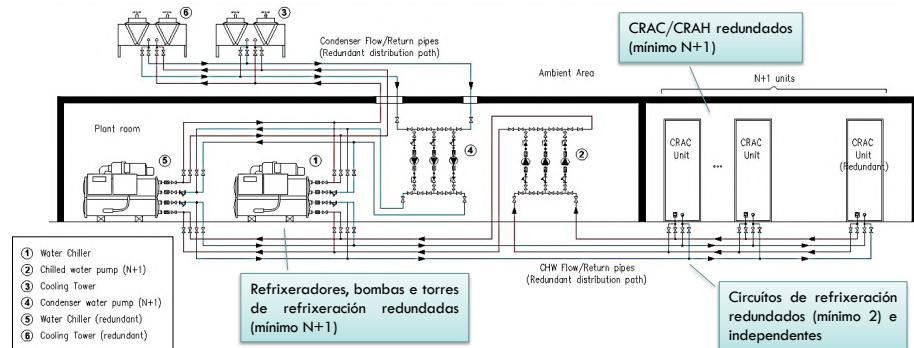
Dispoñibilidade no deseño do CPD

175

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier III

- Redundancia en todas as componentes (mínimo N+1)
- Circuítos de refixeración múltiples (mínimo 2) e independentes
- Ten que estar deseñado para permitir o mantemento de calquera componente ou elemento do circuito de refixeración sen afectar aos equipamentos TI



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



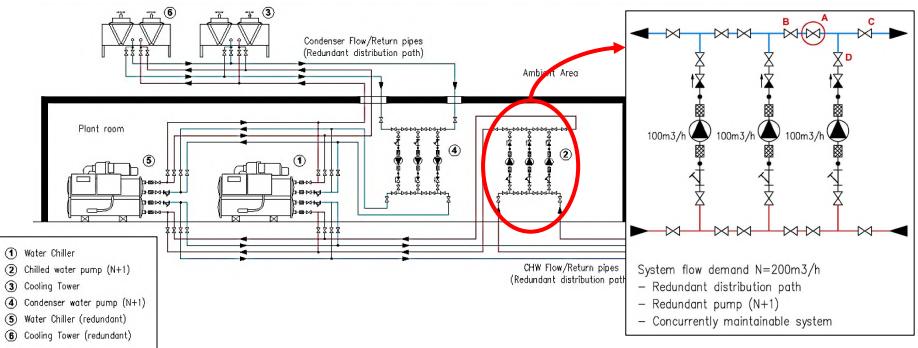
Dispoñibilidade no deseño do CPD

176

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier III

- Redundancia en todas as componentes (mínimo N+1)
- Circuítos de refixeración múltiples (mínimo 2) e independentes
- Ten que estar deseñado para permitir o mantemento de calquera componente ou elemento do circuito de refixeración sen afectar aos equipamentos TI



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



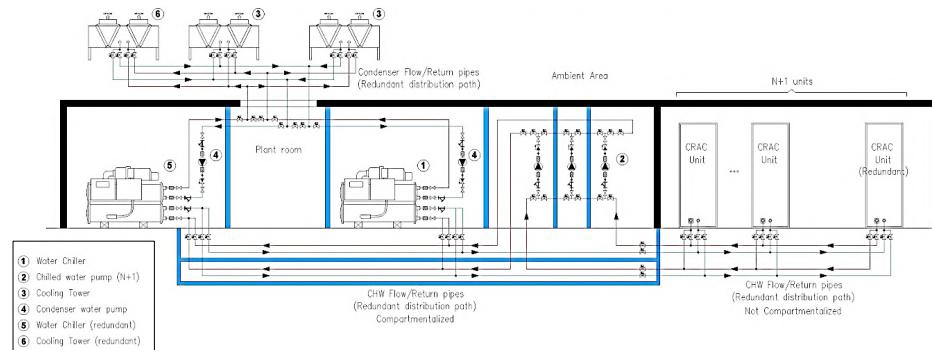
Dispoñibilidade no deseño do CPD

177

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier IV

- Redundancia: tolerancia automática a calquera fallo sen afectar aos sistemas TI
- Circuítos de refixeración múltiples, independentes e activos simultaneamente
- Mantemento simultáneo
- Compartimentación: separación física de compoñentes e circuitos



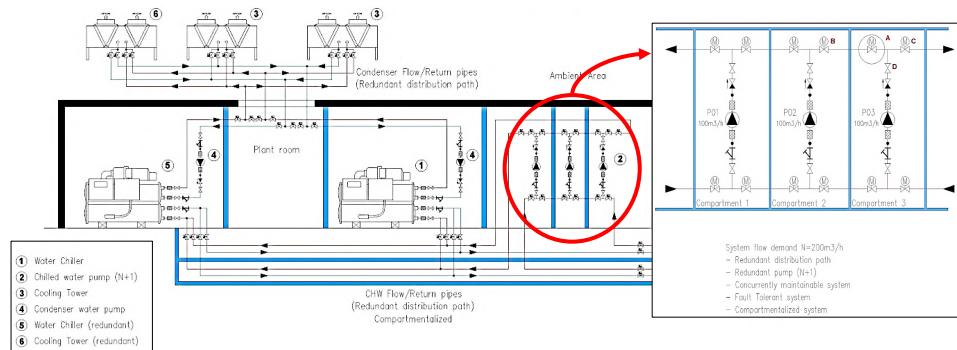
Dispoñibilidade no deseño do CPD

178

- Redundancia no deseño mecánico

- Deseño do sistema de refixeración dun CPD tier IV

- Redundancia: tolerancia automática a calquera fallo sen afectar aos sistemas TI
- Circuítos de refixeración múltiples, independentes e activos simultaneamente
- Mantemento simultáneo
- Compartimentación: separación física de compoñentes e circuitos



Dispoñibilidade no deseño do CPD

179

- Deseño eléctrico

- Ningunha compañía eléctrica garante unha subministración 24x7
 - No mellor dos casos podería ter unha disponibilidade do 99,9% que non é suficiente para a maioria dos CPD
 - O CPD ten que dispor dun sistema independente que proporcione electricidade cando haxa cortes da subministración
- Un sistema de alimentación eléctrica ben deseñado ten que ter as características seguintes
 - Proporcionar potencia suficiente e fiábel ao HW do CPD
 - Non ter SPOF e ter un nivel de redundancia adecuado para evitar a interrupción de servizo durante os cortes na subministración eléctrica
 - Cumprir as regulacións e estándares de seguridade que sexan aplicábeis
- No deseño da instalación eléctrica é moi importante prever as necesidades futuras do CPD, xa que facer modificacións ou ampliacións na instalación a posteriori é moito máis caro que deixalo xa previsto na instalación inicial



Dispoñibilidade no deseño do CPD

180

- Deseño eléctrico

- O sistema de alimentación eléctrica dun CPD ten os seguintes compoñentes
 - A acometida** pola que se recibe a electricidade da compañía eléctrica
 - Un grupo electróxeno** para proporcionar electricidade no caso de corte da subministración durante períodos longos de tempo
 - Un SAI** (Sistema de Alimentación Ininterrompida; en inglés: UPS, Uninterruptible Power Supply) para estabilizar o sinal eléctrico e proporcionar electricidade durante un período de tempo breve no caso de corte da subministración
 - Unha rede de distribución** que conduza a electricidade aos equipos da sala TI e equipamentos auxiliares
 - Formada por transformadores, cadros de distribución, equipos de protección, comutadores, PDU (Power Distribution Units), cabos e tomas
 - A rede manexa diferentes niveis de voltaxe (ex. 400-415V, 200-240V) e tanto corrente trifásica como monofásica



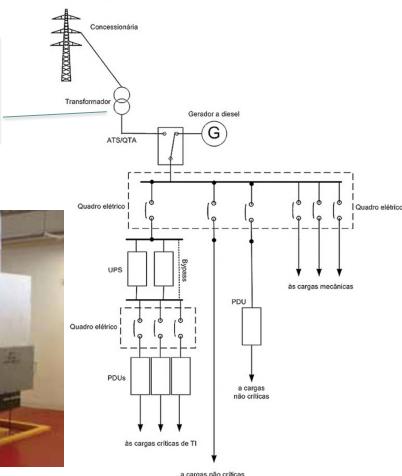
Dispoñibilidade no deseño do CPD

181

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD

Acometida desde a compañía eléctrica (trafo). Un transformador típico converte de media (ex. 20kV) a baixa tensión (ex. a 400V). É común que na acometida haxa tamén equipamentos de protección e comutación.



Fonte: Marin (2016). Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

182

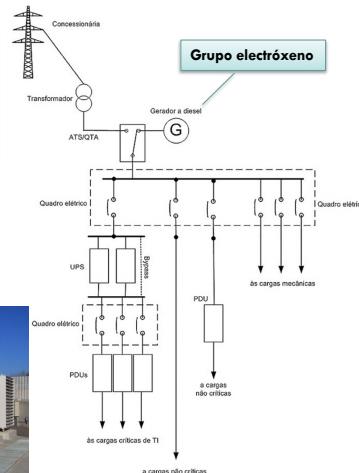
- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD

O **grupo electróxeno** é un motor diésel (como os dos barcos) que xera electricidade en caso de caída prolongada da subministración pola acometida da concesionaria.

É necesario dispor de depósitos de gasóleo e contratos de subministración para manter o grupo electróxeno en funcionamiento o tempo preciso.

A potencia subministrada polo grupo debe ser suficiente para manter a alimentación eléctrica dos sistemas críticos do CPD.



Fonte: Marin (2016). Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



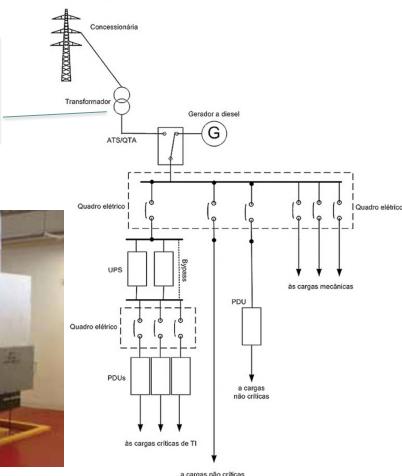
Dispoñibilidade no deseño do CPD

183

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD

Comutador automático (Automatic Transfer Switch) de baixa tensión que comuta ao grupo electróxeno cando hai un corte da subministración e de novo á acometida cando se restaura a subministración. A función realizada polo ATS pode incorporarse no cadro eléctrico principal.



Fonte: Marin (2016). Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

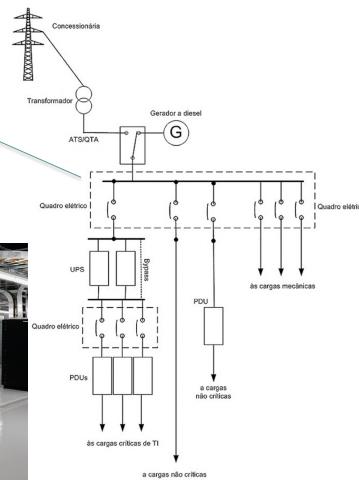
184

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD

Cadro principal de distribución eléctrica que distribúe a corrente entre os diferentes circuitos de baixa tensión que forman parte do CPD: sistema de refrixeración (cargas mecánicas, racks da sala TI (carga TI) e outras cargas (iluminación, oficinas, almacéns, etc.)

O cadro contén tamén os comutadores e elementos de protección de cada circuito.



Fonte: Marin (2016). Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

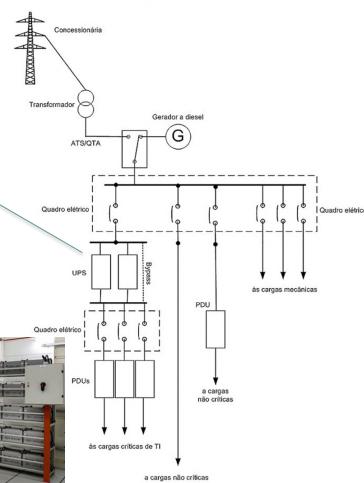
185

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD

SAI/UPS (Sistema de alimentación ininterrompida), encargado de evitar as variacións no sinal eléctrico e, no caso de corte na subministración, proporcionar alimentación ás cargas críticas durante un tempo reducido (ex. para dar tempo a arrincar o grupo electróxeno)

Os deseños más comúns almacenan a carga eléctrica usando baterías (como os dos coches), son modulares e permiten configuracións en paralelo para mellorar a súa capacidade e/ou disponibilidade, e teñen cadros de distribución con comutadores de bypass para desconectalos da rede (ex. para realizarlles o mantemento)



Fonte: Marin (2016). Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

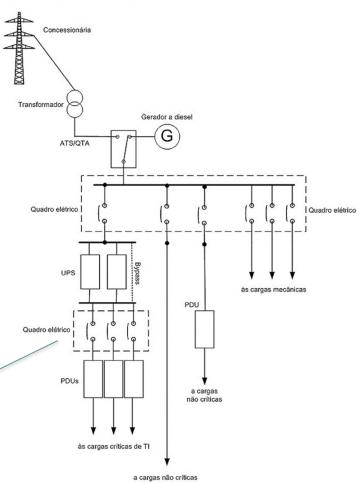


Dispoñibilidade no deseño do CPD

186

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD



Cadros eléctricos de distribución local, que distribúen a corrente a diferentes zonas do CPD (ex. zonas da sala TI). Estes cadros conteñen tamén os comutadores e elementos de protección dos circuitos

Fonte: Marin (2016). Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

187

- Deseño eléctrico

- Exemplo:** Compoñentes do sistema eléctrico típico dun CPD



PDU (Power Distribution Unit) son os dispositivos que distribúen a corrente dentro da sala TI. Comercialízanse en múltiples formatos que van desde bases con múltiples tomas para montaxe en racks até cabinas individuais con elementos de protección, transformadores, control e monitorización remotas, etc.

Por razóns de eficiencia, a distribución faise normalmente con corrente trifásica a 400-415V, que pode levarse até os racks ou converterse previamente a monofásica de 200-240V, que é a máis usada nos equipamentos TI. As potencias típicas subministradas aos racks varían entre 3,3 e 22 kW

Fonte: Marin (2016). Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

188

- Deseño eléctrico

- Distribución dos cabos de alimentación na sala TI

- Úsanse guías ou buses que van baixo o chan técnico ou por riba dos racks



Guías para o paso dos cabos eléctricos baixo o chan técnico



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

189

Redundancia no deseño eléctrico

- Hai múltiples posibilidades á hora de introducir redundancia no deseño do sistema eléctrico dun CPD
- Aquí vamos ver as seguintes:
 - Redundancia no deseño interno dun SAI
 - Redundancia na alimentación dos racks da sala TI
 - Configuracións redundantes con varios SAI
- Posteriormente veremos tamén exemplos de deseños redundantes desde o punto de vista da clasificación do *Uptime Institute*



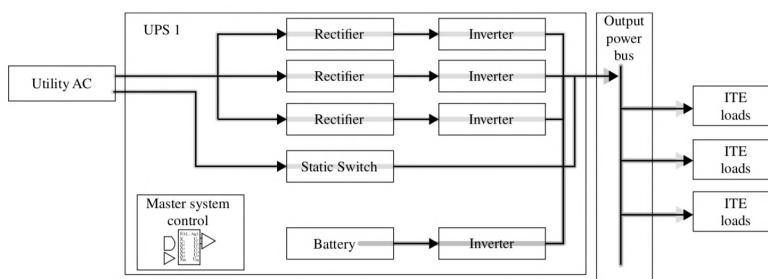
Dispoñibilidade no deseño do CPD

191

Redundancia no deseño eléctrico

Redundancia no deseño interno dun SAI

- Unha das maneiras de aumentar a dispoñibilidade no deseño interno dun SAI é incrementar o número de camiños alternativos de distribución de enerxía
- Os SAI de última xeración teñen deseños modulares que replican algúns dos componentes (ex. rectificador, inversor), eliminando SPOF e facilitando as reparacións xa que pode substituírse ou repararse un módulo sen afectar aos demais

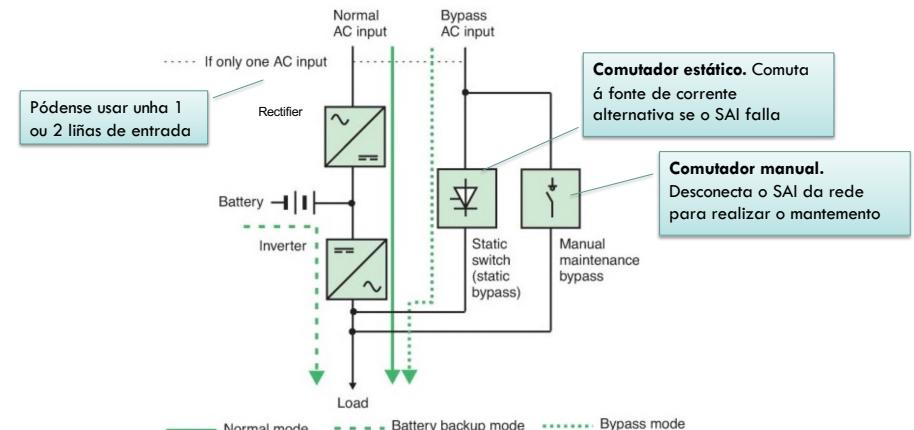


Dispoñibilidade no deseño do CPD

190

Redundancia no deseño eléctrico

- Redundancia no deseño interno dun SAI**
 - Componentes típicos dun SAI para CPD



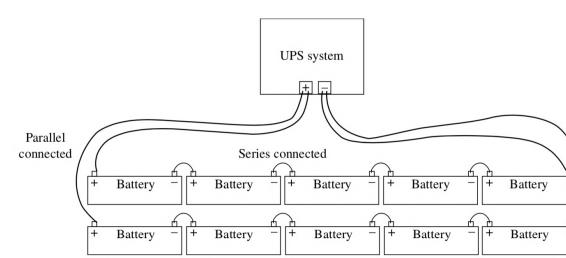
Dispoñibilidade no deseño do CPD

192

Redundancia no deseño eléctrico

Redundancia no deseño interno dun SAI

- Os fallos máis comúns dun SAI débense ás baterías
- Unha maneira simple de incrementar a dispoñibilidade consiste en redundar as baterías engadindo unha liña adicional en paralelo





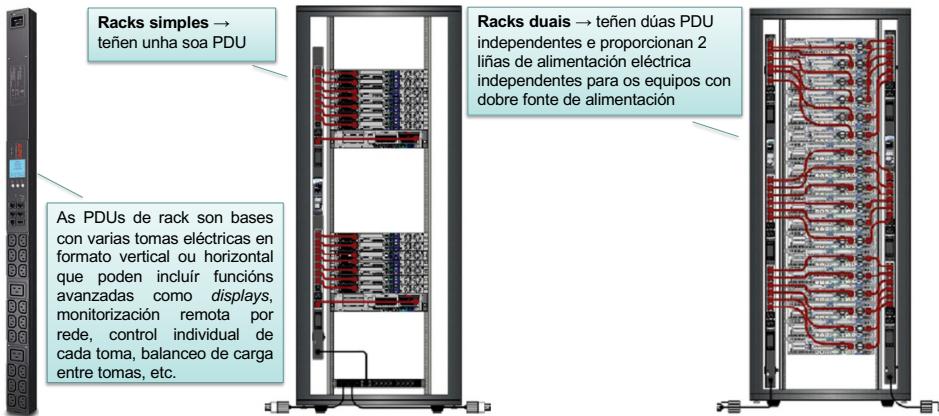
Dispoñibilidade no deseño do CPD

193

Redundancia no deseño eléctrico

Redundancia na alimentación dos racks da sala TI

- Os racks da sala TI adoitan incluir PDU para facilitar a distribución eléctrica aos equipos montados no rack



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



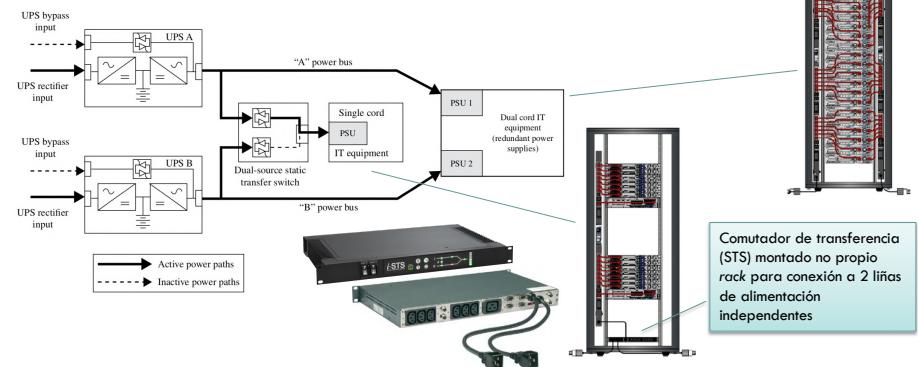
Dispoñibilidade no deseño do CPD

194

Redundancia no deseño eléctrico

Redundancia na alimentación dos racks da sala TI

- Conexión redundante de racks simples e duais
 - Alimentación desde 2 SAI diferentes por camiños separados
 - Racks simples → Ambos SAI conectados á PDU mediante un comutador de transferencia
 - Racks duais → Cada SAI conéctase a 1 PDU directamente



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



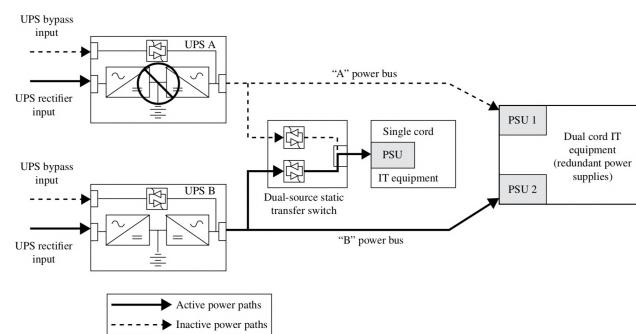
Dispoñibilidade no deseño do CPD

195

Redundancia no deseño eléctrico

Redundancia na alimentación dos racks da sala TI

- Conexión redundante de racks simples e duais
 - Se un SAI falla
 - O comutador STS comuta ao outro SAI garantindo a alimentación dos racks simples
 - Os racks duais reciben alimentación do outro SAI pola segunda PDU



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

196

Redundancia no deseño eléctrico

Configuracións redundantes con varios SAI

- Hai varias topoloxías posíbeis do sistema eléctrico dun CPD cando se introduce redundancia

	N	N+1	N+1	N+1	2N
Redundancy	No redundancy	Parallel UPS redundant	Block redundant	Distributed redundant	Maximum redundancy, two identical systems

- Estas configuracións poden combinarse con diferentes grupos de PDU para proporcionar enerxía eléctrica tanto a racks de alimentación simple como dual

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

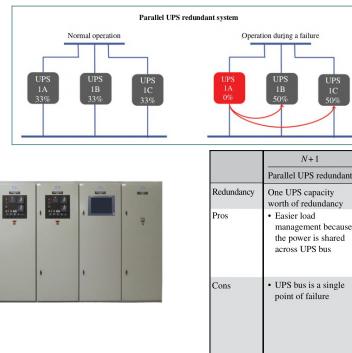
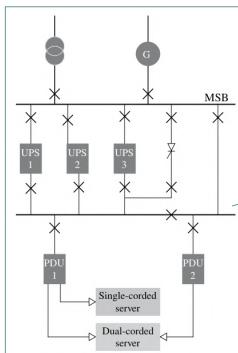
197

Redundancia no deseño eléctrico

Configuracións redundantes con varios SAI

- Redundancia N+1 con SAI en paralelo

- Múltiples SAI de igual capacidade que comparten un bus de saída
- Os SAI repártense a carga, se un falla os outros asumen a súa carga
- A saída repártese entre as PDU usando un distribuidor (parallelizing switch-gear)



ⓘ Generator
 Ⓜ Transformer
 ✕ Breaker
 ↗ Static bypass switch
 MSB Main switchboard
 ASTS Automatic static transfer switch

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

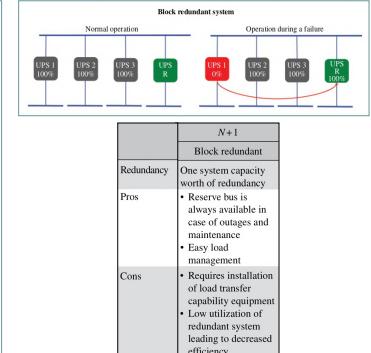
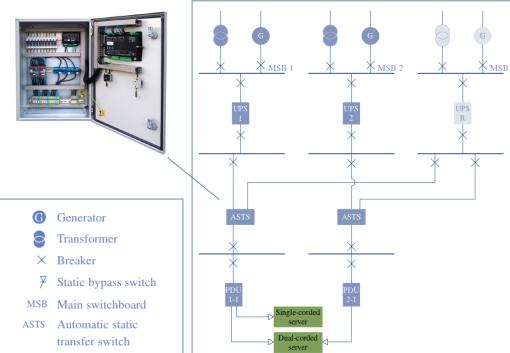
198

Redundancia no deseño eléctrico

Configuracións redundantes con varios SAI

- Redundancia N+1 con bloque de reserva

- Cada grupo de PDU ten un SAI dedicado e hai un de reserva que pode asumir a carga completa cando un dos primarios falla ou para por mantemento
- Require comutadores de transferencia para comutar entre o SAI activo e o de reserva



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

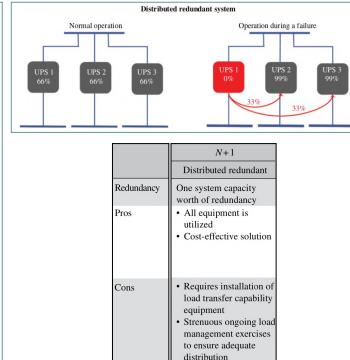
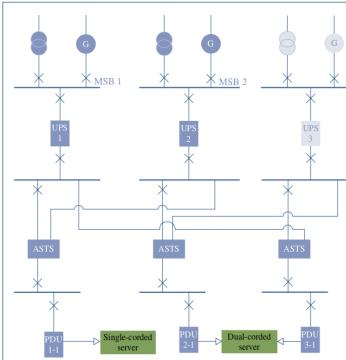
199

Redundancia no deseño eléctrico

Configuracións redundantes con varios SAI

- Redundancia N+1 distribuída

- Evolución do anterior no que cada SAI é primario dun grupo de PDU e reserva doutro
- Os SAI repártense a carga pero cada un deles ten que reservar suficiente capacidade libre como para asumir a carga doutro en caso de que falle ou pare por mantemento



ⓘ Generator
 Ⓜ Transformer
 ✕ Breaker
 ↗ Static bypass switch
 MSB Main switchboard
 ASTS Automatic static transfer switch

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

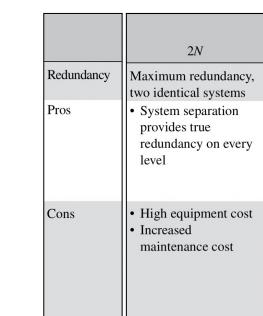
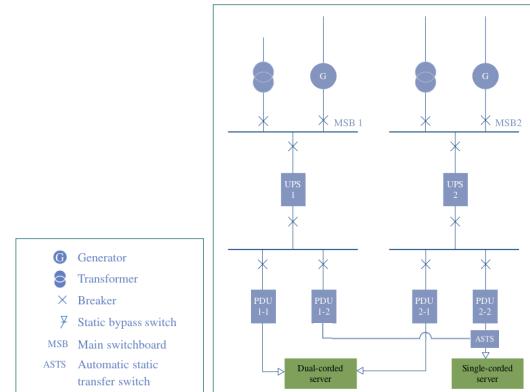
200

Redundancia no deseño eléctrico

Configuracións redundantes con varios SAI

- Redundancia 2N

- 2 redes de distribución separadas e independentes
- Require comutadores de transferencia para os racks cunha única entrada de corrente



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



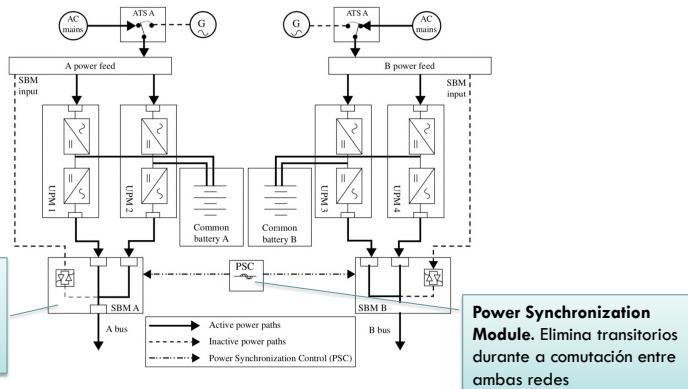
Dispoñibilidade no deseño do CPD

201

- Redundancia no deseño eléctrico

- Configuracións redundantes con varios SAI**

- Redundancia 2N+1
 - En cada rede úsanse SAI con redundancia N+1



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



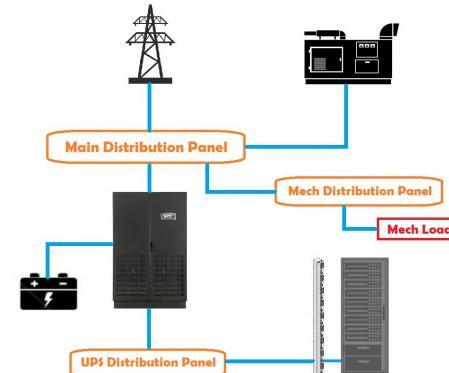
Dispoñibilidade no deseño do CPD

202

- Redundancia no deseño eléctrico

- Deseño do sistema eléctrico dun CPD tier I**

- Rede de xeración e distribución eléctrica sen redundancia
- Camiños separados para a carga mecánica (refrigeración) e a carga TI



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



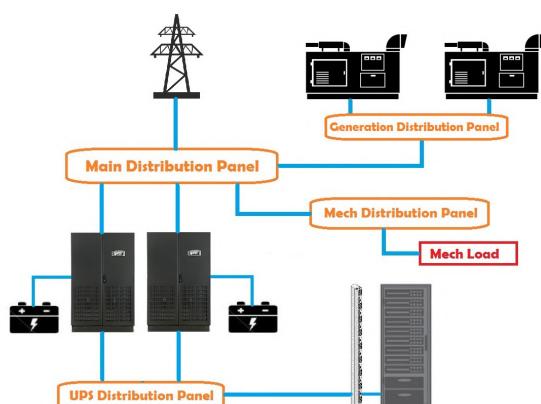
Dispoñibilidade no deseño do CPD

203

- Redundancia no deseño eléctrico

- Deseño do sistema eléctrico dun CPD tier II**

- Redundancia N+1 en xeradores e SAI
- O circuito de distribución non ten redundancia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



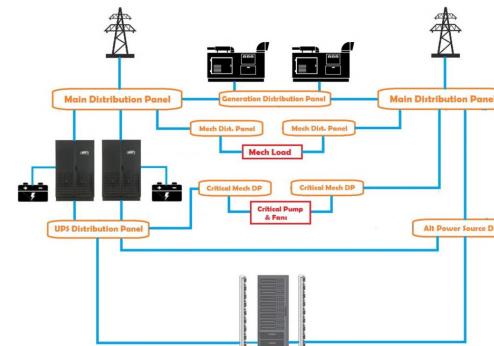
Dispoñibilidade no deseño do CPD

204

- Redundancia no deseño eléctrico

- Deseño do sistema eléctrico dun CPD tier III**

- Redundancia N+1 en xeradores e SAI
- Circuitos de distribución redundantes e independientes
- Mantemento simultáneo: pode realizarse o mantemento de calquera compoñente ou elemento do circuito sen afectar aos sistemas TI



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



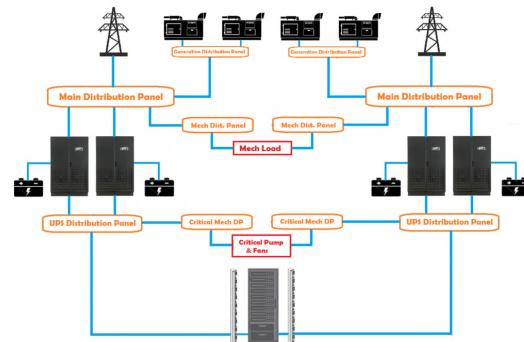
Dispoñibilidade no deseño do CPD

205

Redundancia no deseño eléctrico

Deseño do sistema eléctrico dun CPD tier IV

- Redundancia: tolerancia automática a calquera fallo sen afectar aos sistemas TI
- Circuitos de distribución múltiples, independentes e activos simultaneamente
- Mantenimento simultáneo
- Compartimentación: separación física de compoñentes e circuitos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

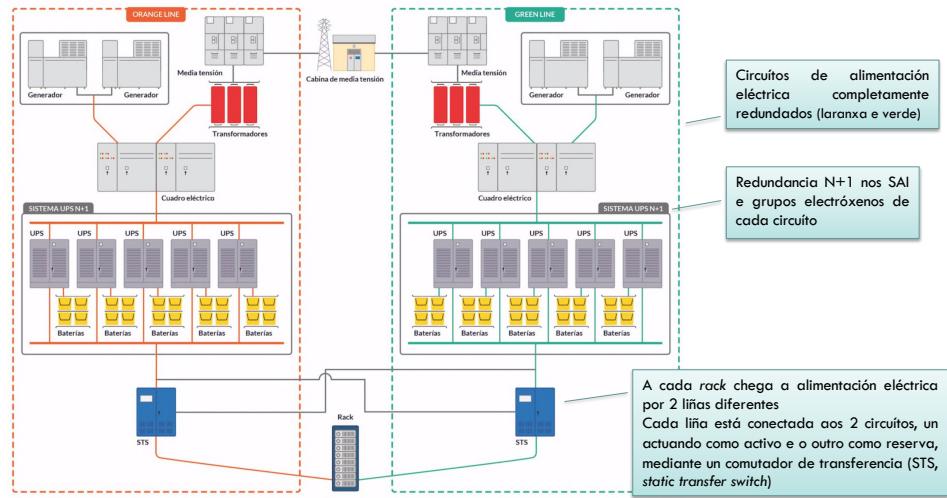


Dispoñibilidade no deseño do CPD

206

Redundancia no deseño eléctrico

Exemplo de instalación eléctrica con redundancia 2N+1 nun CPD Tier IV



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

207

Deseño da rede de comunicacíons

- O principal obxectivo da rede de comunicacíons do CPD é conectar os equipamentos TI entre si e cos puntos de acceso ao CPD proporcionados por provedores de telecomunicacións externos
- A rede de comunicacíons do CPD é unha rede complexa
 - Deseñada para a transmisión de diferentes tipos de información
 - Datos, voz, vídeo, monitorización
 - Composta por diferentes tipos de
 - Equipamentos: firewalls, roteadores, switches, servidores, CCTV, centrais telefónicas PBX
 - Cabos: pares trenzados, coaxial, fibra óptica
 - Tipos de rede e protocolos: Ethernet, TCP/IP, FiberChannel
- Para manexar esta complexidade séguense normas que definen como organizar a cablaxe da rede dunha maneira estruturada. As más comúns son
 - ANSI/TIA-942 (EEUU)
 - CENELEC EN 50173-5 (UE)
 - ISO/IEC 11801-5 (antes ISO/IEC 24764)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

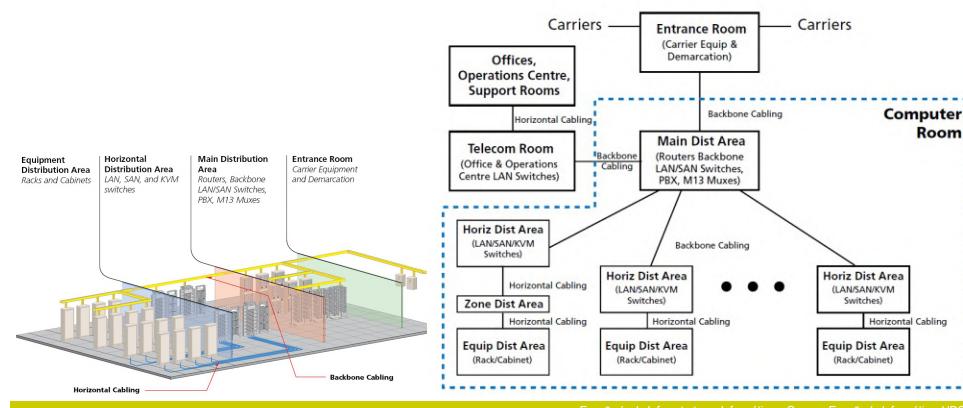


Dispoñibilidade no deseño do CPD

208

Deseño da rede de comunicacíons

- Cablaxe estruturada segundo o estándar TIA-942
 - Estrutura xerárquica en estrela
 - 2 subsistemas de cablaxe: troncal (backbone) e horizontal
 - Organiza o espazo físico do CPD en diferentes zonas funcionais diferenciados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

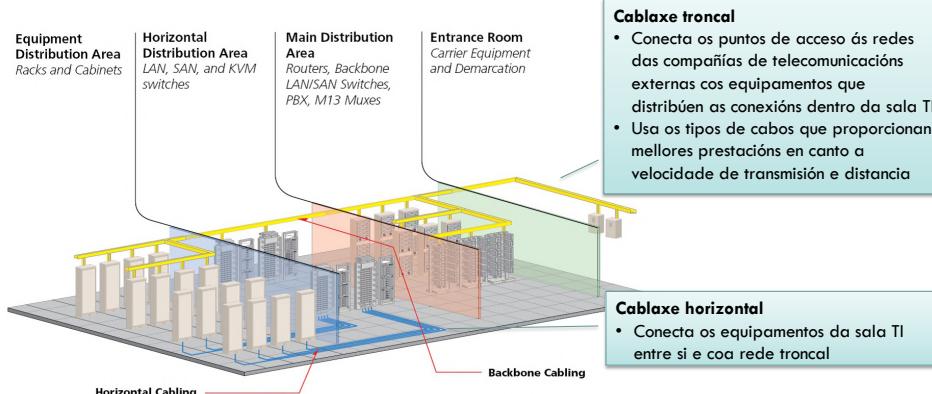


Dispoñibilidade no deseño do CPD

209

Deseño da rede de comunicacíons

- Cablaxe estruturada segundo o estándar TIA-942
 - 2 subsistemas de cablaxe: troncal (backbone) e horizontal
 - O estándar especifica para cada categoría os tipos de cabos, lonxitudes máximas e como organizar, canalizar e etiquetar a cablaxe



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

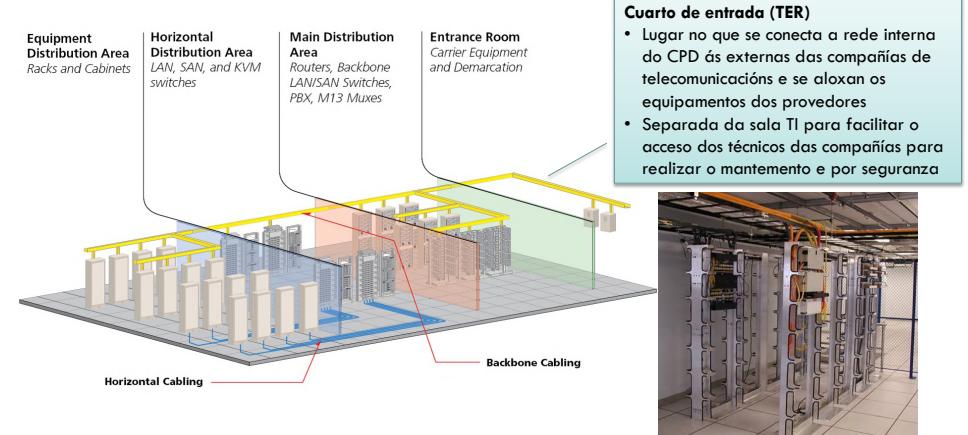


Dispoñibilidade no deseño do CPD

210

Deseño da rede de comunicacíons

- Cablaxe estruturada segundo o estándar TIA-942
 - Organiza o espazo físico do CPD en diferentes zonas funcionais diferenciados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

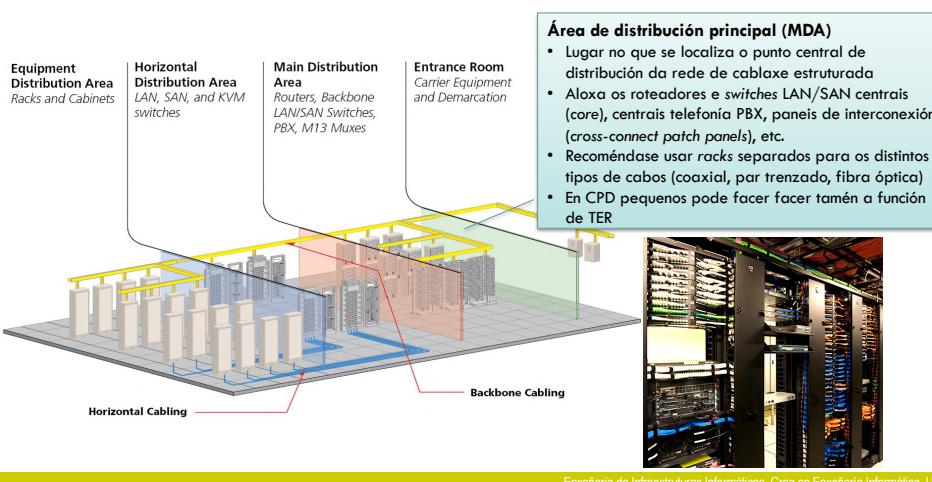


Dispoñibilidade no deseño do CPD

211

Deseño da rede de comunicacíons

- Cablaxe estruturada segundo o estándar TIA-942
 - Organiza o espazo físico do CPD en diferentes zonas funcionais diferenciados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

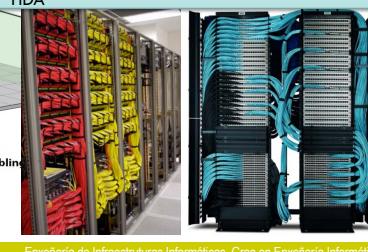
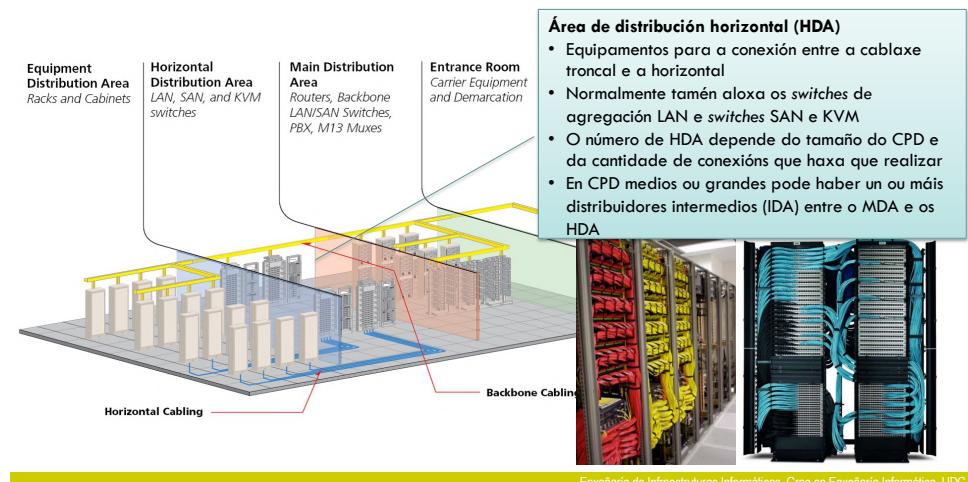


Dispoñibilidade no deseño do CPD

212

Deseño da rede de comunicacíons

- Cablaxe estruturada segundo o estándar TIA-942
 - Organiza o espazo físico do CPD en diferentes zonas funcionais diferenciados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

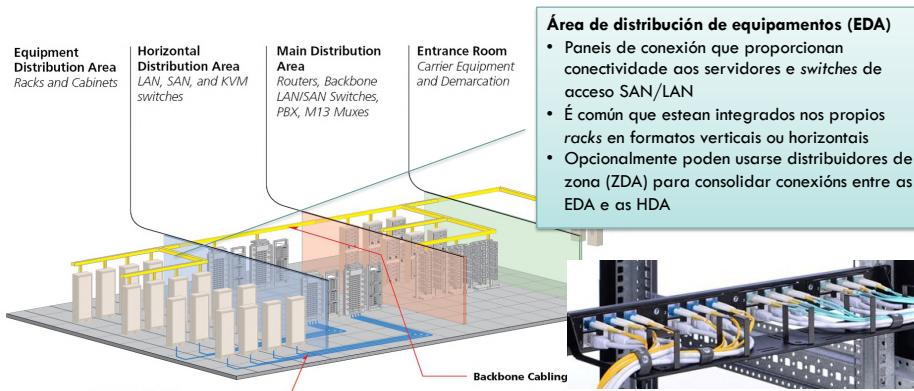


Dispoñibilidade no deseño do CPD

213

- Deseño da rede de comunicacóns

- Cablace estruturada segundo o estándar TIA-942
 - Organiza o espazo físico do CPD en diferentes zonas funcionais diferenciados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

215

- Deseño da rede de comunicacóns

- Arquitectura lóxica de rede típica nun CPD
 - Exemplo:** switches CISCO



Serie Nexus 9500

- Switches modulares que poden usarse tanto no nivel de núcleo como no de agregación
- Soportan tarxetas con diferentes tipos e cantidades de portas, por exemplo
 - 2304 portas 25 GbE
 - 1024 portas 100 GbE
 - 256 portas 400 GbE

Switch Nexus 3548

- Switch para o nivel de acceso
 - 48 portas 1/10 GbE SFP+

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

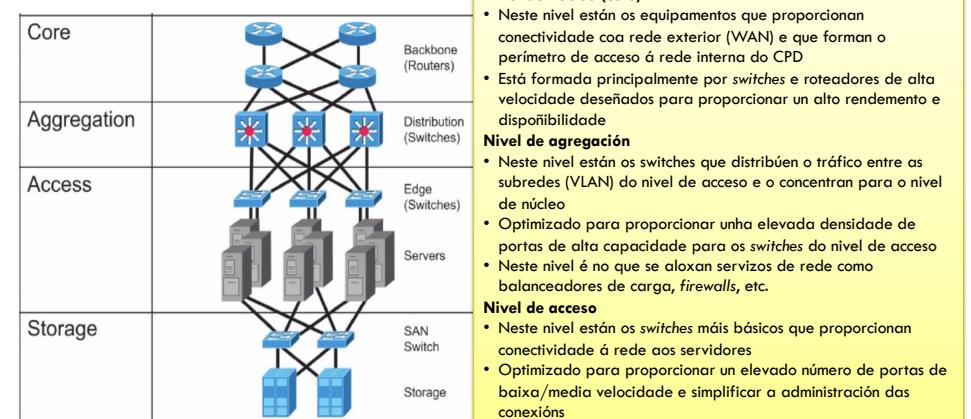


Dispoñibilidade no deseño do CPD

214

- Deseño da rede de comunicacóns

- Arquitectura lóxica de rede típica nun CPD
 - 3 niveis de rede LAN: core, agregación e acceso + rede SAN de almacenamiento



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

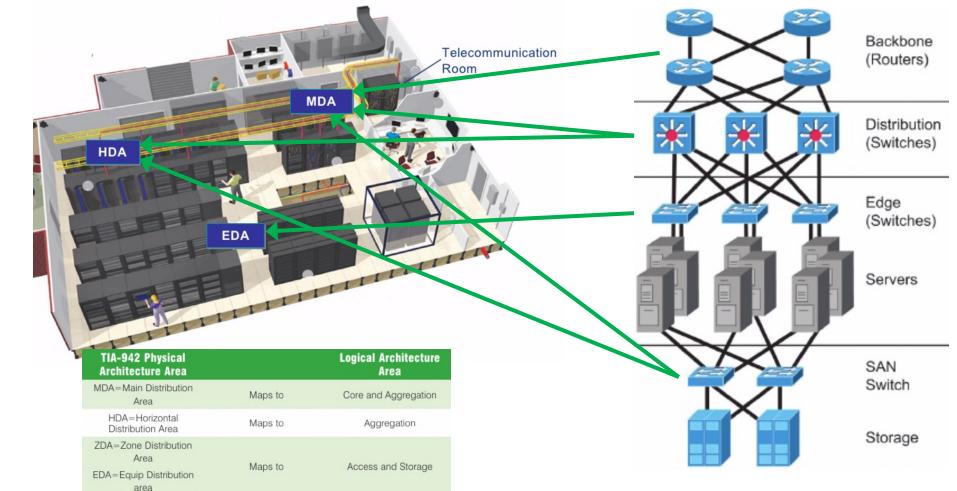


Dispoñibilidade no deseño do CPD

216

- Deseño da rede de comunicacóns

- Relación entre a arquitectura lóxica e o estándar TIA-942



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

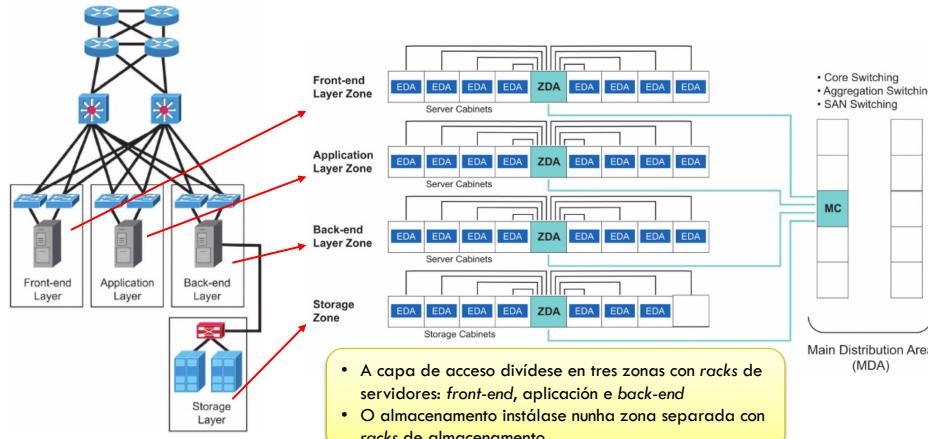


Dispoñibilidade no deseño do CPD

217

Deseño da rede de comunicacóns

- Relación entre a arquitectura lóxica e o estándar TIA-942
 - Exemplo:** distribución física dunha arquitectura lóxica multicapa

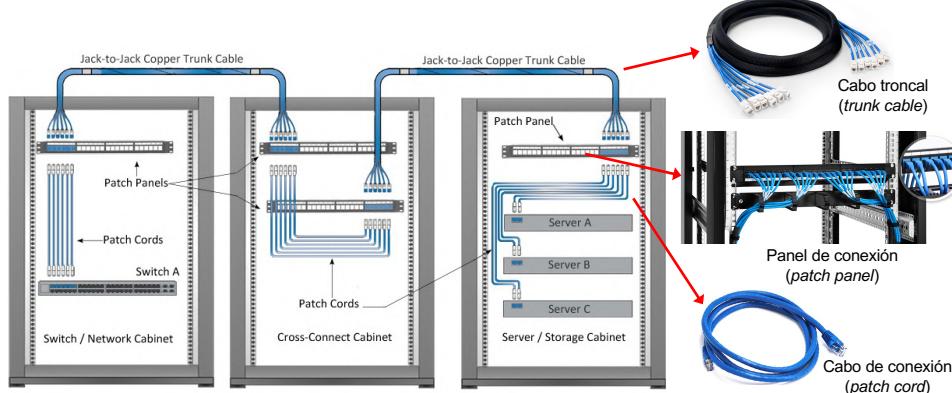


Dispoñibilidade no deseño do CPD

219

Deseño da rede de comunicacóns

- Organización da cablaxe
 - A cablaxe de conexión entre servidores, equipamentos de rede e almacenamiento organízase usando cabos de conexión (patch cords), paneis de conexión (patch panels) e cabos troncais (trunks)

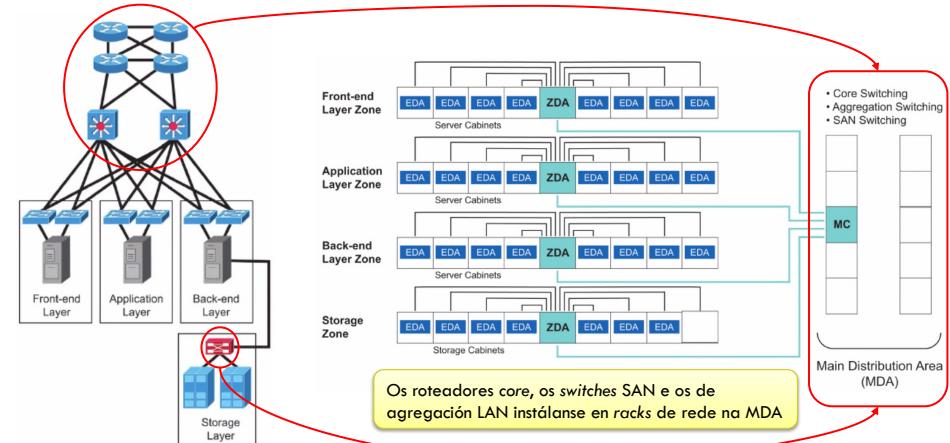


Dispoñibilidade no deseño do CPD

218

Deseño da rede de comunicacóns

- Relación entre a arquitectura lóxica e o estándar TIA-942
 - Exemplo:** distribución física dunha arquitectura lóxica multicapa

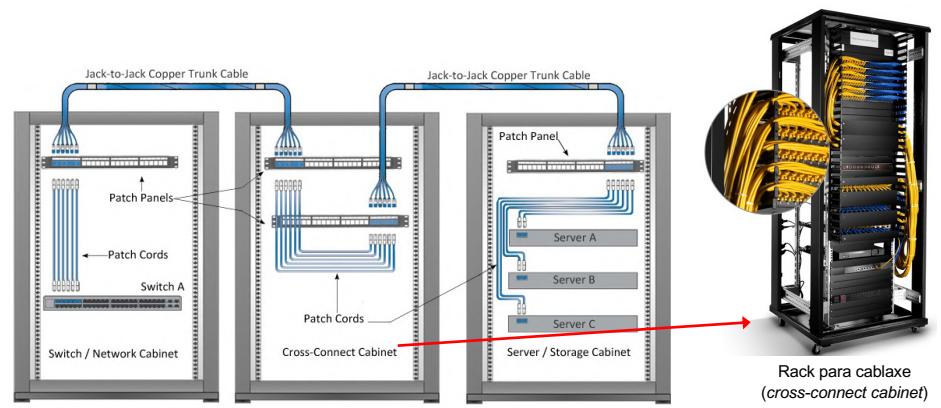


Dispoñibilidade no deseño do CPD

220

Deseño da rede de comunicacóns

- Organización da cablaxe
 - Os paneis poden estar instalados nos mesmos racks que servidores, switches e almacenamento ou ter racks dedicados (cross-connect cabinets)





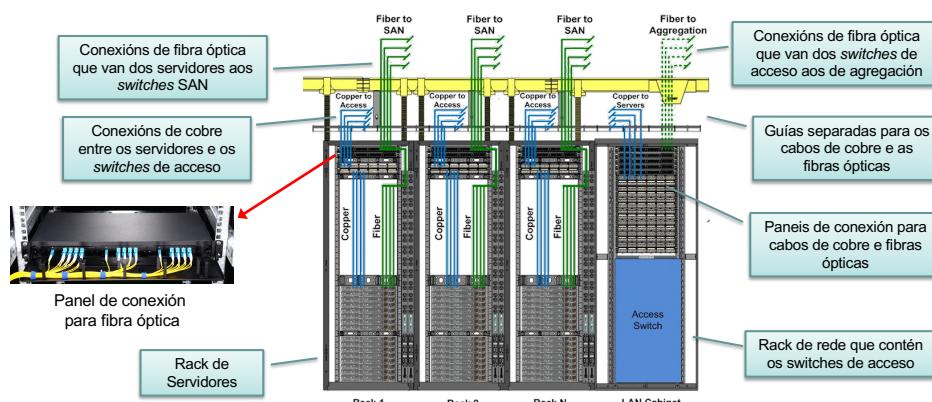
Dispoñibilidade no deseño do CPD

221

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización da cablaxe

- O máis común é usar cabos de cobre para as conexións entre servidores e switches de acceso e fibra óptica para a rede SAN e a cablaxe troncal



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

223

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Hai varias opcións posíbeis á hora de instalar os switches de acceso e os paneis de conexión e conectarlos aos servidores.
- As configuracións más comúns son
 - Dedicada ou centralizada
 - Top-of-rack (ToR)
 - End-of-row (EoR) / Middle-of-row (MoR)
- Non son configuracións excluíntes entre si
 - É posíbel ter zonas diferentes nunha sala TI con configuracións de conexión diferentes

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

222

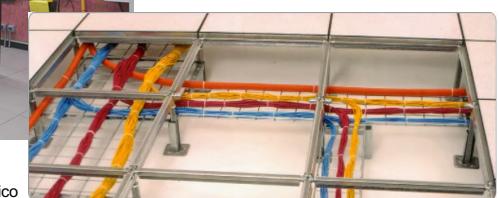
- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización da cablaxe

- Os 2 tipos de cabos teñen que canalizarse por separado baixo o chan técnico ou usando guías (trays) instaladas sobre os racks



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

223

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Hai varias opcións posíbeis á hora de instalar os switches de acceso e os paneis de conexión e conectarlos aos servidores.
- As configuracións más comúns son
 - Dedicada ou centralizada
 - Top-of-rack (ToR)
 - End-of-row (EoR) / Middle-of-row (MoR)
- Non son configuracións excluíntes entre si
 - É posíbel ter zonas diferentes nunha sala TI con configuracións de conexión diferentes



Dispoñibilidade no deseño do CPD

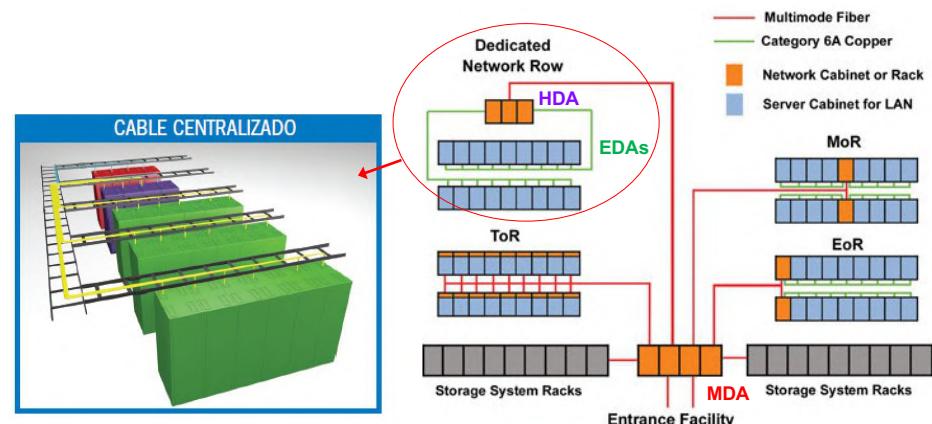
224

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Dedicado ou centralizado**

- Os switches de acceso instálanse nunha fileira separada de racks dedicados



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

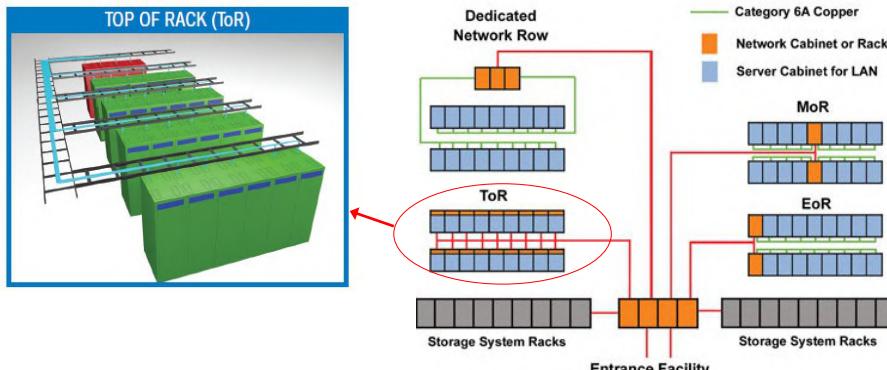
225

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Top-of-rack (ToR)**

- Os switches de acceso instálanse nos racks de servidores (normalmente na parte superior)
- As conexións dos servidores aos switches de acceso son internas ao rack



Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

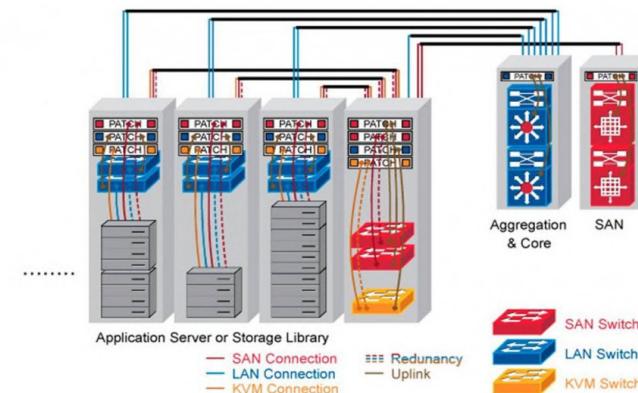
226

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Top-of-rack (ToR)**

- Úsase cando se teñen racks con moitos servidores e que requiran múltiples conexións



Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

227

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- Top-of-rack (ToR)**

- Os switches ToR son switches básicos cun número de portas reducido (≤ 48)
- Os cabos de cobre úsanse só dentro dos racks, que se conectan á rede mediante un número reducido de fibras ópticas



Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

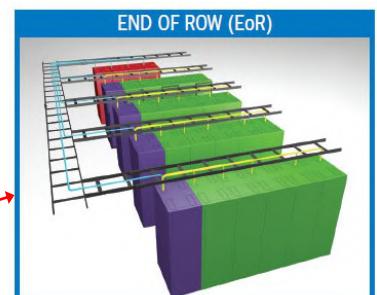
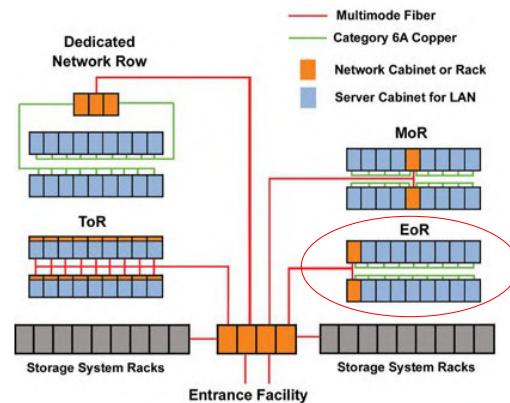
228

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- End-of-row (EoR) / Middle-of-Row (MoR)**

- Os switches de acceso instálanse nun rack dedicado situado no extremo (EoR) ou no medio (MoR) da fileira de racks de servidores



Exxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Exxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

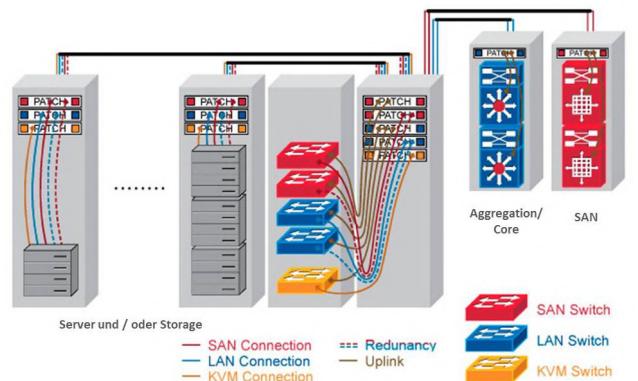
229

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- End-of-row (EoR) / Middle-of-Row (MoR)**

- Cada rack de servidores conéctase mediante cabos de cobre ao rack de switches
- É habitual usar un rack adicional para os paneis de conexión entre servidores e switches



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade no deseño do CPD

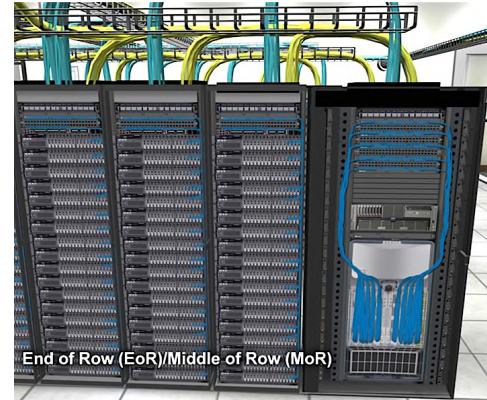
230

- Deseño da rede de comunicacóns

- Organización do nivel de acceso

- End-of-row (EoR) / Middle-of-Row (MoR)**

- Os switches EoR son switches modulares que soportan centos de portas e teñen compoñentes redundantes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

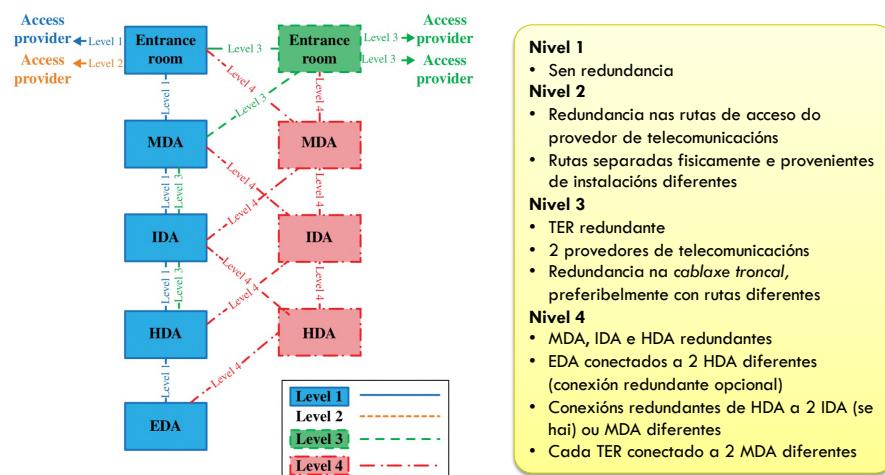


Dispoñibilidade no deseño do CPD

231

- Redundancia no deseño da rede de comunicacóns

- Niveis de redundancia segundo o estándar ANSI/TIA-942**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introdución aos CPD
- Clasificación dos CPD por dispoñibilidade
- Dispoñibilidade no deseño do CPD
- Exemplos de CPD**

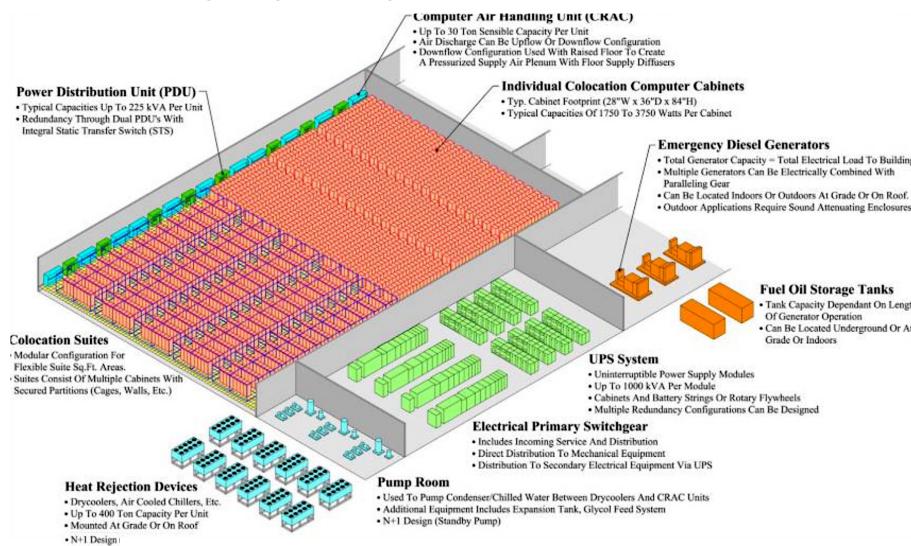
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Exemplos de CPD

233

- Resume das principais componen tes dun CPD



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Exemplos de CPD

234

- Aruba (<https://www.datacenter.it/es/home.aspx>)
 - Empresa italiana que ofrece información relevante de varios dos seus CPD
 - Os más significativos son os seguintes
 - IT3 en Milán <https://www.datacenter.it/es/data-center-aruba/italia-milan-dc-it3.aspx>
 - Información relevante:** as fotos das instalacións, o vídeo co tour virtual, o mapa interactivo, a ficha técnica e os esquemas dos sistemas de refrixeración, alimentación eléctrica e cablaxe
 - IT4 en Roma <https://www.datacenter.it/es/data-center-aruba/italia-roma-dc-it4.aspx>
 - Información relevante:** as fotos das instalacións, o vídeo co tour virtual e a ficha técnica
 - IT1 e IT2 en Arezzo
 - <https://www.datacenter.it/es/data-center-aruba/italia-arezzo-dc-it1.aspx> (IT1)
 - <https://www.datacenter.it/es/data-center-aruba/italia-arezzo-dc-it2.aspx> (IT2)
 - Información relevante:** as fotos das instalacións, a ficha técnica e o esquema do sistema de alimentación eléctrica
 - CZ1 en República Checa
 - <https://www.datacenter.it/es/data-center-aruba/republica-checha-ktis-dc-cz1.aspx>
 - Información relevante:** a ficha técnica e o esquema do sistema de alimentación eléctrica

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Bloque I: Alta Dispoñibilidade
 - Tema 1: Tolerancia a fallos e alta disponibilidade (HA)
 - Tema 2: Redundancia
 - Tema 3: Disponibilidade no CPD
 - Tema 4: Servidores no CPD
 - Tema 5: Clusters de servidores
- Bloque II: Virtualización e Computación na Nube
 - Tema 6: Virtualización e HA no CPD
 - Tema 7: Computación na nube (Cloud Computing)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas



Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal

TEMA 4

Servidores no centro de procesamento de datos



Contidos

- Introdución
- Dispoñibilidade dos servidores
- Servidores tolerantes a fallos
- Virtualización de servidores



Introdución

238

● Servidores no CPD

- Os servidores son o elemento fundamental da sala TI dun CPD
- Neles é onde se executan as aplicacións e servizos e arredor deles organízanse os demais sistemas (almacenamento, rede, refrixeración, sistema eléctrico)
- Son as componentes do CPD que máis enerxía consumen e que teñen os requisitos de temperatura de funcionamento más estritos



Introducción

239

Servidores no CPD

- Características que diferencian a un servidor dun computador para uso xeral

Deseñados para traballar en rede

- A pantalla, o rato e o teclado son opcionais
- A administración faise remotamente usando protocolos e SW específicos

Pensados para soportar cargas de traballo intensas

- Maiores capacidades de configuración e expansión
- Máis potentes: máis procesadores e cores, memoria, discos e buses de E/S e de mellores prestacións

Deseñados para funcionar sen interrupción durante longos períodos de tempo

- Componentes máis fiábeis (ex. memorias ECC, discos SSD)
- Componentes redundantes e con troca en quente (ex. fontes de alimentación, discos)

Pensados para o seu uso en centros de procesamento de datos (CPD)

- Formatos rack (armario) ou blade vs. torre
- Alta densidade de integración (moitos servidores en pouco espazo)
- Optimizan o consumo enerxético e a refrixeración dos seus componentes

Sistemas operativos específicos (versión server)

- Facilitan a administración remota e a automatización das tarefas de administración rutineiras

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

241

Componentes dun servidor

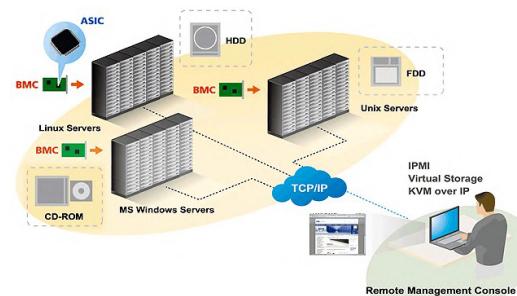
BMC (Baseboard Management Controller)

- É un circuito integrado na placa base coa súa propia memoria e conexión á rede
- Proporciona o necesario para administrar a distancia o servidor desde un terminal, navegador web ou app móvil
- Está dispoñible aínda que o servidor estea apagado ou non teña un SO instalado

Algunhas das funcionalidades que proporciona:

- Comprobar o estado do servidor (temperatura, voltaxes, fontes de alimentación, ventiladores)
- Configurar alertas e notificacións
- Actualizar o firmware da BIOS ou instalar un SO
- Abriunha consola remota no servidor
- Apagar/acender o servidor

Exemplos: HPE iLO, Dell DRAC



- IPMI (Intelligent Platform Management Interface) e RedFish son estándares que definen interfaces de comunicación cos BMC, independentes da implementación destes

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

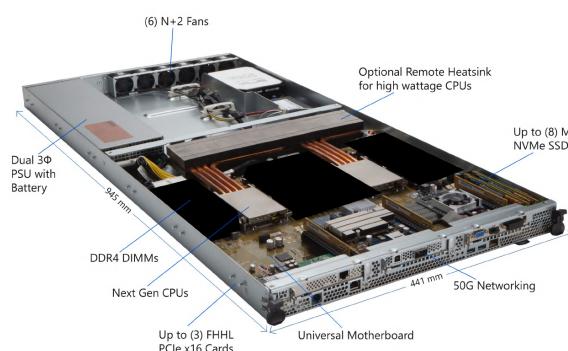


Introducción

240

Componentes dun servidor

- As principais componentes HW dun servidor son as seguintes



A placa base
O procesador

A memoria principal
O almacenamento interno

As interfaces de E/S (almacenamiento externo, rede)
As fontes de alimentación

Ventiladores, dissipadores e outros elementos de refrixeración
O controlador de xestión remota (BMC, Baseboard Management Controller)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

242

Formatos de servidores

- Os formatos físicos más comuns para os servidores dun CPD son

- Servidores para cabinas ou racks
- Servidores blade

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

243

• Formatos de servidores

• Servidores para rack

- Os racks son estruturas metálicas que aloxan equipamentos informáticos e de comunicacións nun espazo reducido de forma organizada e protexida
- Existen diferentes variantes e tamaños dependendo das necesidades
 - Só bastidor ou armario completo con ou sen porta
 - Rack para colgar ou de piso, fixo ou con rodas



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

244

• Formatos de servidores

• Servidores para rack

- Nos CPD úsanse tamaños estándar para facilitar a organización do espazo
- O rack más habitual é o de 19 polgadas
 - Largura: 19 polgadas (482.6 mm interior/600 mm exterior)
 - A altura divídese en unidades (U) → 1U = 1.75 polgadas (44.45 mm)
 - Hainos de diferentes alturas (ex. 24U, 42U, 44U) e profundidades (ex. 600mm, 800mm, 1200mm)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



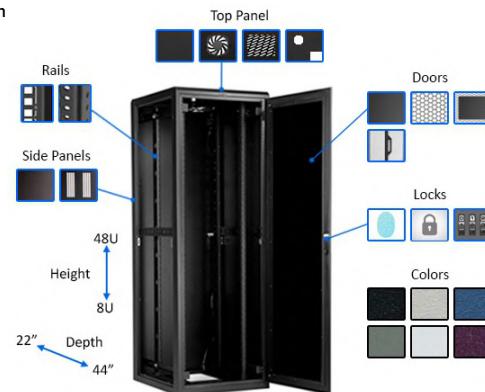
Introducción

245

• Formatos de servidores

• Servidores para rack

- Ademais do seu tamaño, os racks poden configurarse para adaptarse a distintas necesidades, por exemplo
 - Materiais de portas e paneis laterais: metálico, grella, metacrilato, cristal
 - Seguridade: pechos, monitorización
 - Ventiladores no panel superior
 - Aspectos estéticos: cor, luces



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



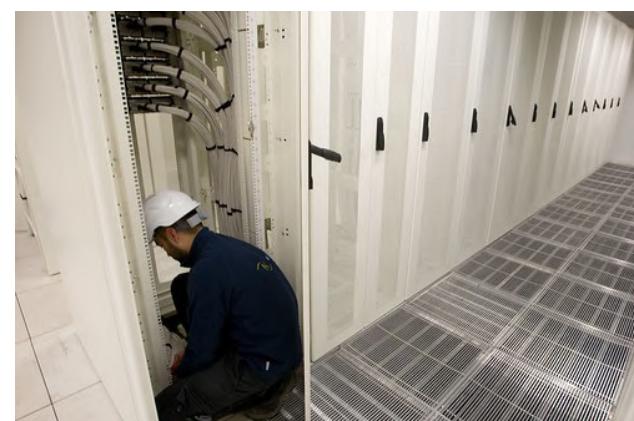
Introducción

246

• Formatos de servidores

• Servidores para rack

- Exemplo: CPDi da Xunta de Galicia
 - Cidade da Cultura, Santiago de Compostela



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

247

- Formatos de servidores

- Servidores para rack**

- Exemplo: Supercomputador Finisterrae 2
 - CESGA (Centro de Supercomputación de Galicia), Campus Sur da USC



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



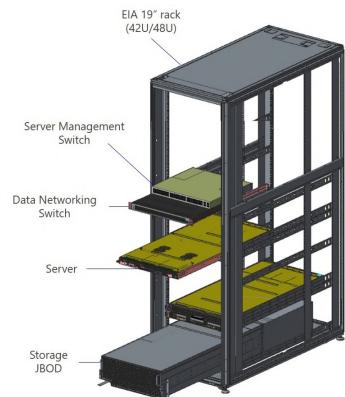
Introducción

248

- Formatos de servidores

- Servidores para rack**

- Nos racks poden montarse diferentes equipamentos: servidores, almacenamento, comunicacóns
- Os servidores para rack veñen nunha carcasa metálica que habitualmente se monta sobre guías extraíbeis



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



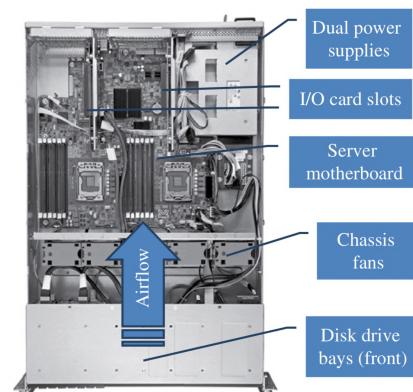
Introducción

249

- Formatos de servidores

- Servidores para rack**

- Os formatos máis comúns van do 1U ao 4U
- Están deseñados para crear un fluxo de ar desde a fronte á traseira

Servidores rack
DELL EMC PowerEdge (1U, 2U e 4U)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



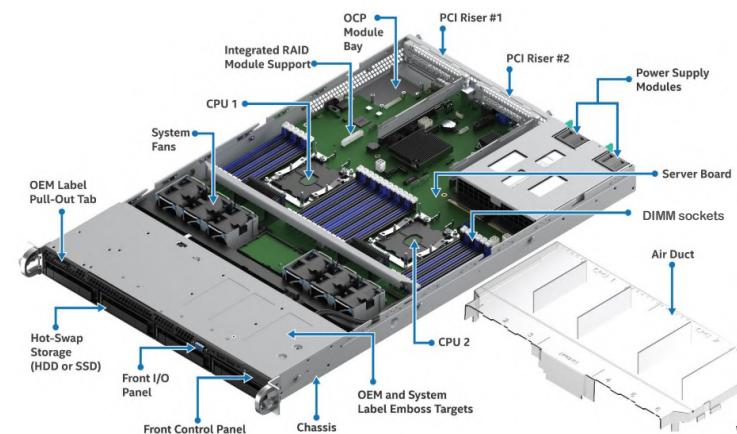
Introducción

250

- Formatos de servidores

- Servidores para rack**

- Exemplo: principais componentes dun servidor rack



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

251

Formatos de servidores

Servidores blade

- Mentres que os servidores rack son servidores completos, os servidores blade son modulares e están deseñados para ter o maior número posíbel por U de rack
 - O formato físico é o dunha tarxeta (blade) que só contén as componentes mínimas do servidor: placa base, procesador(es), memoria
 - Os servidores comparten un mesmo chasis ou bastidor que proporciona as componentes comúns: alimentación eléctrica, comunicacións, refrixeración e administración remota
 - Un servidor blade por si só non funcionaría sen o soporte do chasis



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

252

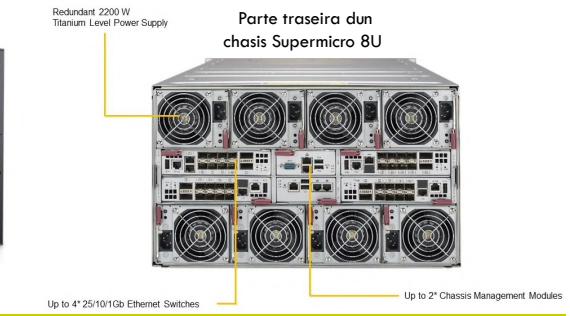
Formatos de servidores

Servidores blade

- O chasis ou bastidor é unha estrutura metálica e que proporciona as componentes compartidas polos servidores blade
 - Unha rede de interconexión, interfaces de E/S, fontes de alimentación, ventiladores, BMC
 - Deseñado para aumentar a densidade de integración (máis servidores por U), eliminar cablaxe, optimizar o consumo eléctrico e simplificar o deseño dos servidores
 - Pode montarse nun rack. Os tamaños típicos varían entre 4U e 8U e poden conter entre 16 e 64 servidores



Parte dianteira dun chasis Dell PowerEdge MX7000 7U



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

253

Formatos de servidores

Servidores blade

- Os servidores blade teñen formato de tarxeta e un deseño mínimo que só inclúe a placa base, o(s) procesador(es), a memoria e a conexión ao chasis
- Poden trocarse en quente (hot-plug) sen interrupción de servizo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

254

Formatos de servidores

Servidores blade

- A vantaxe dos servidores blade é a modularidade e a capacidade de ampliación
 - Pódense ir engadindo servidores ao chasis en función das necesidades
 - Poden combinarse servidores blade con diferentes configuracións nun mesmo chasis
 - Poden combinarse con servidores rack



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



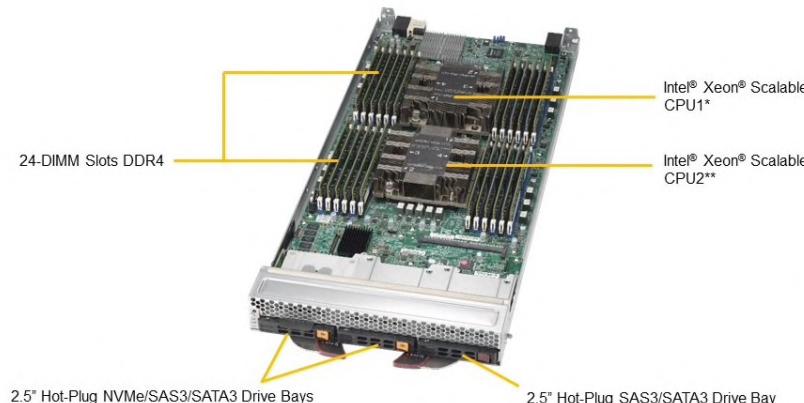
Introducción

255

- Formatos de servidores

- Servidores blade**

- Exemplo: principais componentes dun servidor blade



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Dispoñibilidade dos servidores**
 - Prestacións RAS
 - Dispoñibilidade nas conexións de E/S
- Servidores tolerantes a fallos
- Virtualización de servidores

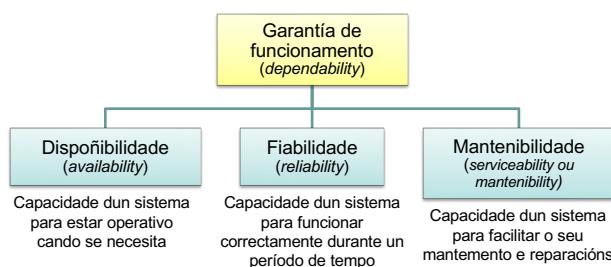
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

257

- Nos servidores de CPD habitualmente execútanse aplicacións que son críticas para as organizacións ás que dan servizo
 - Cada vez son máis críticos os tempos de indispoñibilidade dos servidores
 - Para reducir estes tempos ao mínimo posíbel, os fabricantes de servidores para CPD incorporan mecanismos para mellorar as súas **prestacións RAS** (*Reliability, Availability & Serviceability*)
 - No tema 1 vimos que estas prestacións son 3 das dimensións da GdF dun sistema e que a súa mellora pasa polo uso de técnicas de tolerancia a fallos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

258

- Nos servidores de CPD habitualmente execútanse aplicacións que son críticas para as organizacións ás que dan servizo
 - Cada vez son máis críticos os tempos de indispoñibilidade dos servidores
 - Para reducir estes tempos ao mínimo posíbel, os fabricantes de servidores para CPD incorporan mecanismos para mellorar as súas **prestacións RAS** (*Reliability, Availability & Serviceability*)
 - O concepto de RAS foi usado orixinariamente para destacar a robustez dos mainframes fronte a outros sistemas
 - Actualmente úsase para diferenciar os servidores convencionais dos servidores deseñados para executar servizos e aplicacións críticas (**mission-critical servers**)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

259

Prestacións RAS en servidores

- Resume dalgúnsas técnicas para mellorar as prestacións RAS dun servidor, clasificadas pola componente na que se implementan

Procesador	Memoria	Subsistema de E/S	Sistema
<ul style="list-style-type: none"> Pipeline de instrucións con detección de errores e reintentos CLK e circuitos de distribución redundantes Registros con paridade Procesadores de reposo (processor sparing) Detección, etiquetado e confinamiento de datos corrompidos Buses de comunicación entre procesadores con detección de errores e reintentos 	<ul style="list-style-type: none"> Cachés e memorias ECC Corrección de errores de memoria (SDDC/DDDC - single/double device data correction, memory scrubbing) Buses de memoria redundantes e con paridade Memoria con módulos ou áreas de reposo (memory mirroring, memory sparing) 	<ul style="list-style-type: none"> Protocolos de comunicación con CRC e reintentos Camíños de E/S redundantes 	<ul style="list-style-type: none"> Confinamento ou desactivación de componentes avariados (self-healing) Partición en subsistemas físicamente illados Análise predictiva de avarías Redundancia e troca en caliente de componentes (hot-swap)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

260

Prestacións RAS en servidores

Exemplo: corrección de errores de memoria

- SDDC (Single Device Data Correction)
 - 16 DRAM para datos
 - 1 DRAM para CRC → corrige errores simples e detecta errores dobles (SECDED)
 - 1 DRAM para paridade → permite reconstruir a información se un chip DRAM falla



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



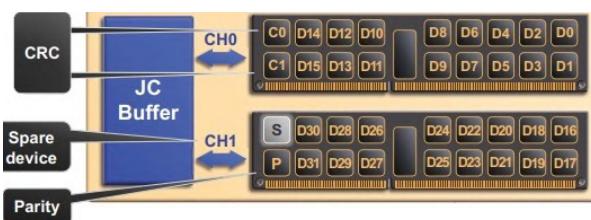
Dispoñibilidade dos servidores

261

Prestacións RAS en servidores

Exemplo: corrección de errores de memoria

- DDDC (Double Device Data Correction)
 - 2 DIMM en canles diferentes → a metade de cada palabra almacenase nun DIMM distinto
 - 32 DRAM para datos, 2 para CRC, 1 para paridade
 - 1 DRAM de reposo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



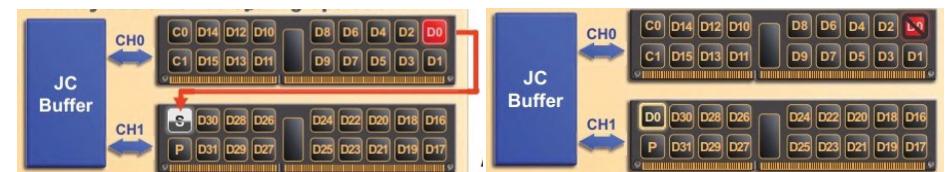
Dispoñibilidade dos servidores

262

Prestacións RAS en servidores

Exemplo: corrección de errores de memoria

- DDDC (Double Device Data Correction)
 - 2 DIMM en canles diferentes → a metade de cada palabra almacenase nun DIMM distinto
 - 32 DRAM para datos, 2 para CRC, 1 para paridade
 - 1 DRAM de reposo
 - Se un DRAM de datos falla, reconstrúense os seus datos no DRAM de reposo que pasa a usarse como DRAM de datos con protección SDDC



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



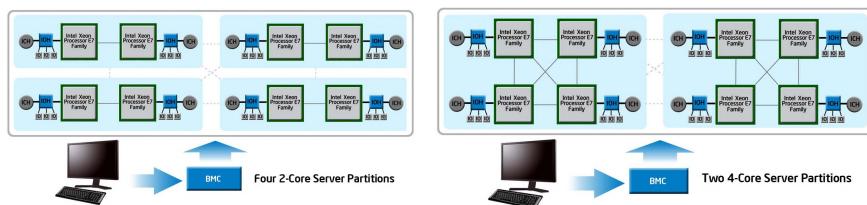
Dispoñibilidade dos servidores

263

Prestacións RAS en servidores

- Exemplo:** particionamento físico

- O HW dun servidor pódese configurar en partíciones fisicamente illadas entre si
 - Cada partición funciona como un servidor independente (co seu propio SO e aplicacións)
 - As avarías nunha partición non afectan ás demais partíciones
- Ademais de mellorar as prestacións RAS do servidor, esta técnica úsase para optimizar o uso de recursos e a escalabilidade (ex. en servidores blade)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

265

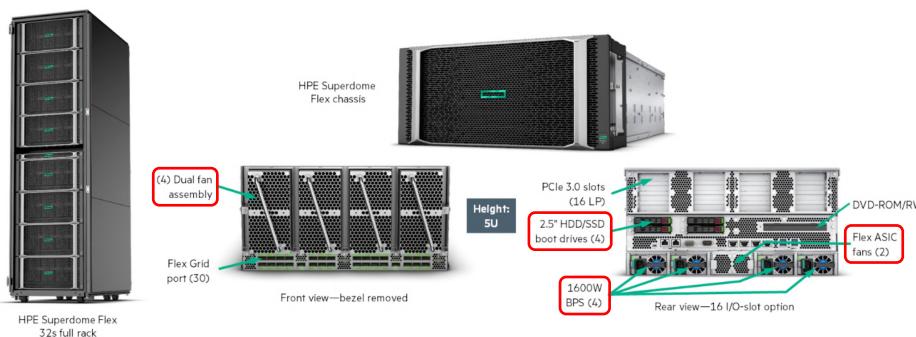
Prestacións RAS en servidores

- Exemplo:** redundancia e troca en quente de compoñentes

- Moitos destes compoñentes poden trocarse en quente sen interrupción de servizo, o que reduce os tempos de parada por mantemento do servidor

- Exemplo:** HPE Superdome Flex

- Troca en quente de fontes de alimentación (redundancia N+1 ou N+N), ventiladores e discos de arranque



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



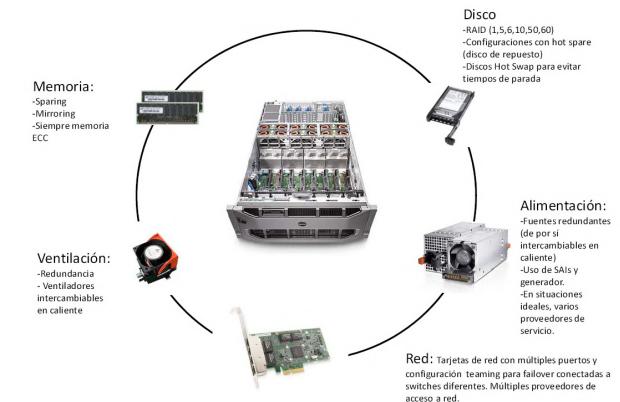
Dispoñibilidade dos servidores

264

Prestacións RAS en servidores

- Exemplo:** redundancia e troca en quente de compoñentes

- Os servidores de CPD teñen os seus compoñentes HW principais redundados
 - Procesadores, tarxetas de memoria, controladoras de E/S, ventiladores, fontes de alimentación, discos, ...



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

266

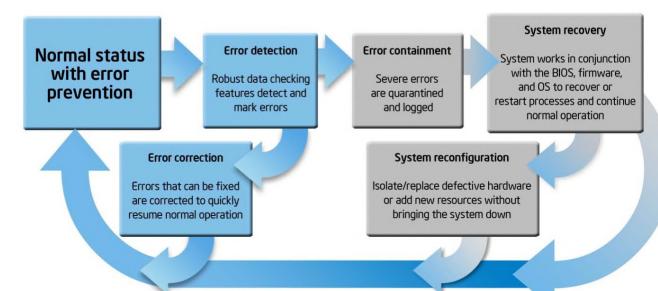
Prestacións RAS en servidores

- As técnicas tradicionais limitaban o seu alcance a proporcionar tolerancia a fallos só a nivel HW

- Un erro non recuperábel no HW podía provocar a caída do servidor

- Na actualidade estas técnicas inclúen a posibilidade de manexar por SW os errores non recuperábeis a nivel HW

- Os errores infórmanse aos niveis superiores (BIOS/firmware, SO/VMM, aplicación) dando a opción de iniciar procesos de recuperación ante errores por SW



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

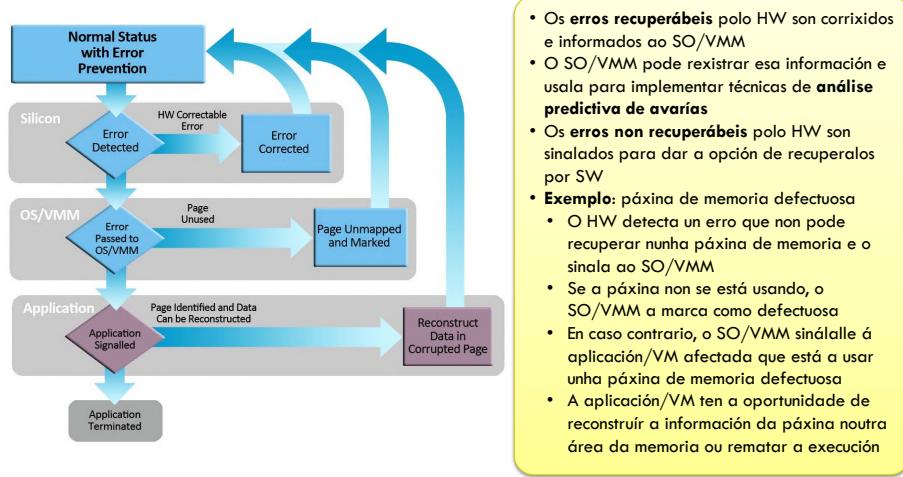


Dispoñibilidade dos servidores

267

- Prestacións RAS en servidores

- Exemplo:** arquitectura Intel MCA (Machine Check Architecture)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

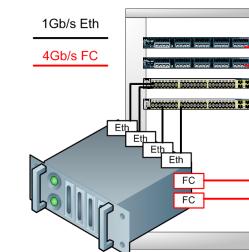


Dispoñibilidade dos servidores

268

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

- As conexións dos servidores ás redes de comunicacións do CPD son outro dos elementos nos que se engade redundancia para mellorar a dispoñibilidade
- Os servidores están habitualmente conectados a 2 tipos de redes diferentes
 - Ethernet** → conexión con outros servidores e cara ao exterior do CPD
 - FiberChannel** → conexión coas cabinas de almacenamento
- Estas redes teñen obxectivos diferentes, usan tecnoloxías distintas e están fisicamente separadas entre si



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

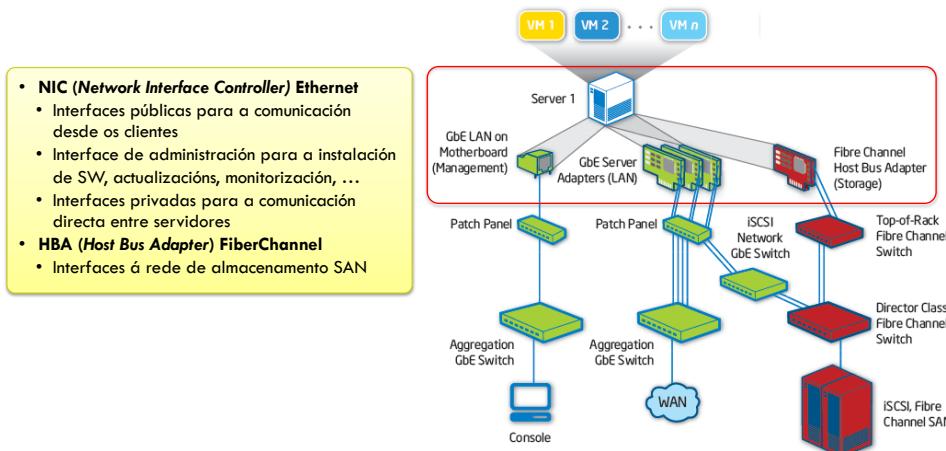


Dispoñibilidade dos servidores

269

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

- Cada servidor pode ter múltiples interfaces de E/S para conectarse a estas redes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

270

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

- Cada servidor pode ter múltiples interfaces de E/S para conectarse a estas redes
- Os mecanismos de redundancia que se utilizan habitualmente para mellorar a dispoñibilidade das conexións son
 - Agrupamento de NIC (NIC teaming ou NIC bonding)
 - Camiños múltiples de conexión (multipathing)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



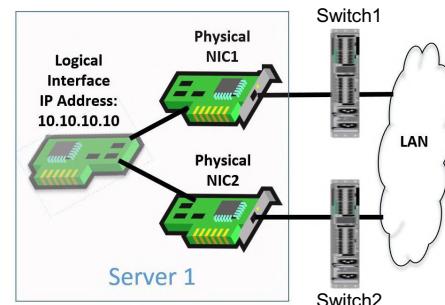
Dispoñibilidade dos servidores

271

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

O **agrupamento de NIC** (NIC teaming ou NIC bonding) é unha técnica común de redundancia para mellorar a dispoñibilidade das conexións de rede no servidor

- Consiste en agrupar 2 ou máis NIC para evitar SPOF no acceso físico á rede
- O grupo de NIC preséntase como unha única interface de rede lóxica
- Se algúna NIC do grupo falla, o acceso á rede segue dispoñíbel a través das outras NIC do grupo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Dispoñibilidade dos servidores

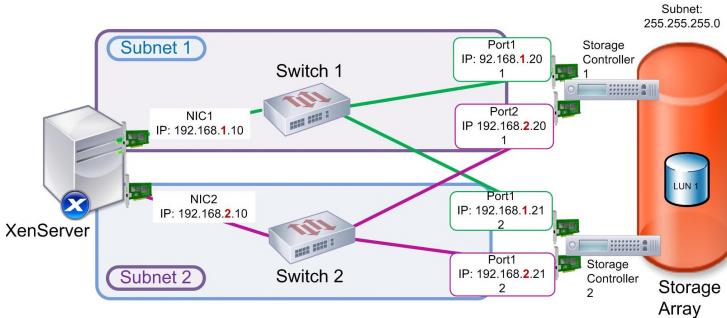
272

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

O **multipathing** é unha configuración de rede que, usando componentes redundadas e rutas múltiples, elimina os SPOF na rede de conexión entre o servidor e o almacenamiento para ter sempre garantida unha ruta de acceso

- Exemplo:** acceso a almacenamiento IP

- Redundancia en NIC, switches, controladoras de disco e conexións



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

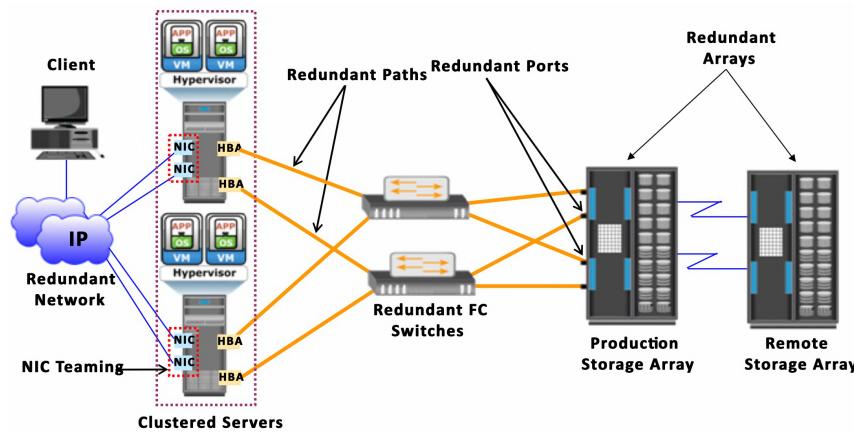


Dispoñibilidade dos servidores

273

- Redundancia nas conexións de E/S do servidor

- Exemplo:** mecanismos de redundancia na conexión entre os servidores e as redes do CPD



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Dispoñibilidade dos servidores
- Servidores tolerantes a fallos**
 - Arquitectura dun servidor FT
 - Funcionamento dun servidor FT
- Virtualización de servidores

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

275

- A pesar da mellora nas prestacións RAS, hai aplicacións e servizos con requisitos de dispoñibilidade máis esixentes que os que poden proporcionar os servidores usados habitualmente nos CPD
 - **Exemplos:** control aéreo, transaccións financeiras en tempo real, control de procesos industriais críticos, sistemas de reserva en liña, ...
- Para proporcionar os niveis de dispoñibilidade requeridos nestas aplicacións hai dúas alternativas
 - Usar un servidor tolerante a fallos (*fault-tolerant server, FT server*)
 - Usar un *cluster* de alta dispoñibilidade (*cluster HA*)

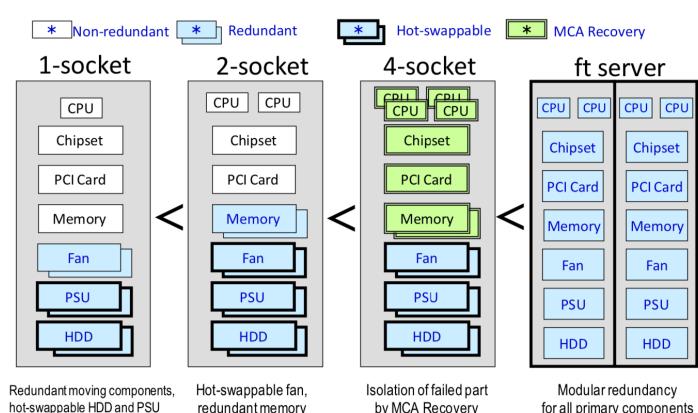
Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

277

- Arquitectura dun servidor FT
 - Redundancia comparada entre un servidor FT e diferentes servidores non FT
 - **Exemplo:** servidores na serie NEC Express 5800
 - Servidor FT → redundancia HW completa, 2 módulos físicos idénticos forman un único sistema



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

276

- Servidores FT vs. clusters HA

Servidor FT

É un sistema único, formado por dous módulos físicos completamente redundados, deseñado para garantir o seu funcionamento correcto áínda na presenza de fallos HW ou durante a troca e reparación das súas componentes

Cluster HA

Sistema formado por dous ou máis servidores que, mediante o uso dun SW de HA, garante que os servizos sigan funcionando correctamente áínda que algún servidor deixe de estar dispoñíbel debido a unha avaría ou parada por mantemento

	FAULT-TOLERANT SYSTEMS	CLUSTERS
Operating environment	Single system.	Two or more systems.
Type of systems	Usually high-end.	Low- to high-end.
Configuration	Set up by vendor or configured in-house for critical components.	Host fail-over software is developed in-house or purchased from a vendor.
Ability to withstand OS crashes or bugs	No.	Yes. Applications failover to other healthy hosts in the cluster.
Protection for data on disk or memory	Data on disk and memory are protected.	Data on disk is protected.
Recovery time	A few milliseconds to a few seconds.	A few seconds to a few minutes.

- Debido ao seu custo elevado e a non ser tolerantes a fallos SW, normalmente os servidores FT úsanse só para aplicacións críticas que non poden executarse nun cluster ou que requieren de tempos de recuperación moi pequenos

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



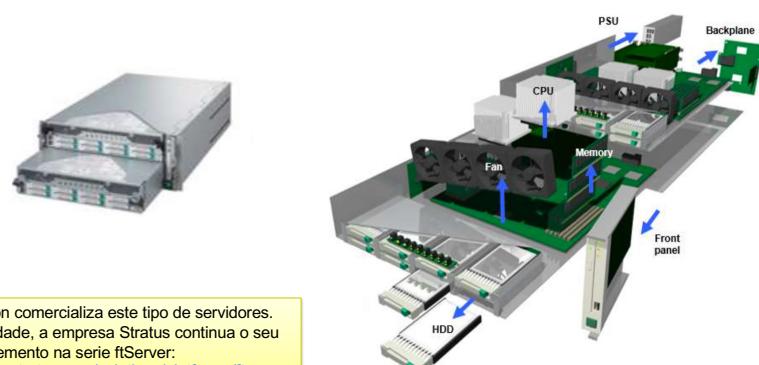
Servidores tolerantes a fallos

278

- Arquitectura dun servidor FT

• Exemplo: servidor NEC Express5800/ft

- Sistema formado por 2 módulos idénticos que poden extraerse en quente
- En cada módulo os componentes principais poden trocarse con facilidade, o que reduce os tempos de reparación ao mínimo



NEC xa non comercializa este tipo de servidores. Na actualidade, a empresa Stratus continua o seu desenvolvemento na serie ftServer:
<https://www.stratus.com/solutions/platforms/ftserver>

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC

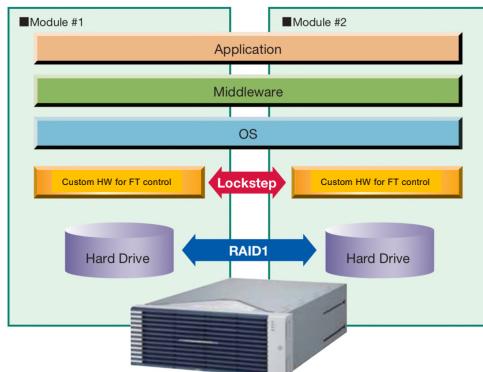


Servidores tolerantes a fallos

279

- Arquitectura dun servidor FT

- O estado dos módulos mantense sincronizado usando a tecnoloxía **Lockstep**
 - As instrucións execútanse nos 2 módulos á vez
- A arquitectura redundante xestiónase a nivel HW, sendo transparente para o SO e as aplicacións que “a ven” como un único sistema



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

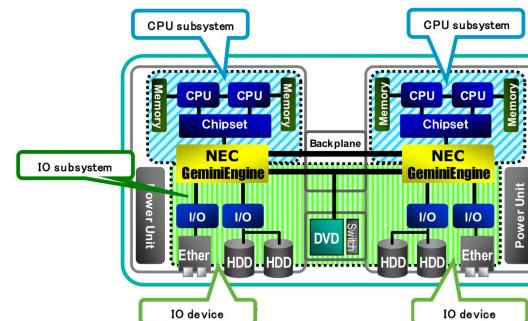


Servidores tolerantes a fallos

280

- Arquitectura dun servidor FT

- Exemplo:** servidor NEC Express5800/ft
 - Cada módulo do servidor está formado por
 - 2 subsistemas (CPU + E/S), que usan os mesmos compoñentes que os dun servidor común
 - O HW propietario que implementa a tolerancia a fallos (GeminiEngine)
 - Os módulos están conectados entre si mediante un bus redundante (*backplane*)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

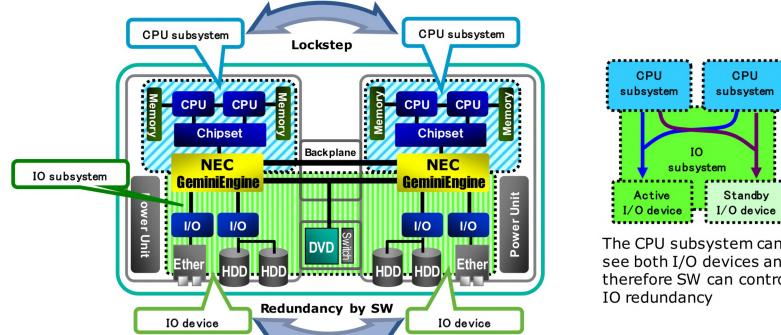
281

- Arquitectura dun servidor FT

- Exemplo:** servidor NEC Express5800/ft

- Técnicas de redundancia

- O lockstep, que executa as mesmas instrucións nambos subsistemas de CPU, impleméntase por HW no chip GeminiEngine
- A configuración activo/pasivo dos subsistemas de E/S fai-se por SW nos drivers



The CPU subsystem can see both I/O devices and therefore SW can control IO redundancy

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

282

- Funcionamento dun servidor FT

- Cando un compoñente falla, o servidor FT continúa funcionando sen interrupción de servizo nin perda de datos
 - o HW do servidor detecta o fallo e illa o compoñente avariado
 - o procesamento continúa no modulo redundante non afectado polo fallo
 - o compoñente avariado pode ser trocado en quente polo persoal de mantemento
 - unha vez reparada a avaría, os módulos volven sincronizarse e continúan coa operación normal en modo lockstep

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

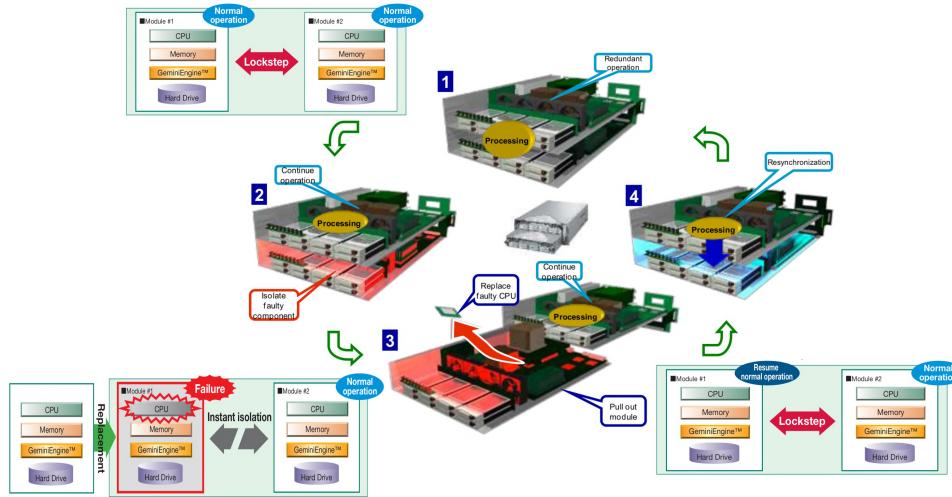


Servidores tolerantes a fallos

283

- Funcionamento dun servidor FT

- Exemplo:** fallo de CPU no servidor NEC Express5800/ft



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servidores tolerantes a fallos

284

- Funcionamento dun servidor FT

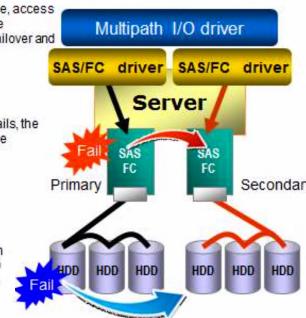
- Exemplo:** fallo de E/S no servidor NEC Express5800/ft

- Úsanse as mesmas técnicas que nos servidores comúns
 - Os subsistemas de E/S dos 2 módulos están en configuración activo/pasivo
 - Mantense unha copia idéntica dos discos de ambos subsistemas usando RAID 1
 - Os drivers de E/S detectan os fallos nos compoñentes do sub sistema activo e comutan ao pasivo sen interrupción de servizo nin perda de datos

In either case of failure, access to storage devices are maintained through failover and mirroring function

When a component fails, the system fails over to the secondary device.

Data redundancy is achieved through internal HDD mirroring. When a HDD fails, the secondary HDDs are used.



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Dispoñibilidade dos servidores
- Servidores tolerantes a fallos
- Virtualización de servidores**
 - Definición e exemplos de virtualización
 - Técnicas de virtualización de servidores

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



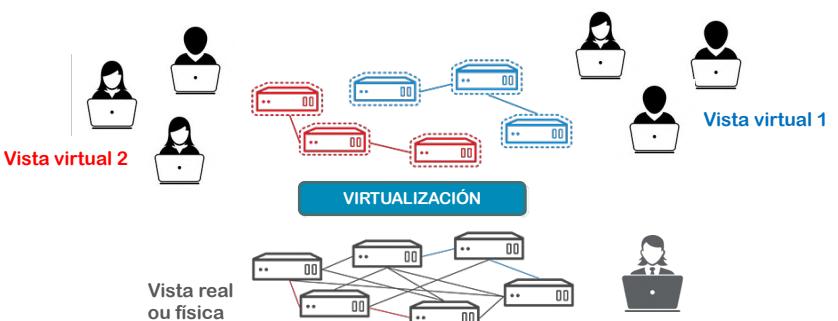
Virtualización de servidores

286

- Definición de virtualización

A **virtualización** pode definirse como a abstracción lóxica dunha infraestrutura física

- Proporciona unha vista lóxica ou virtual que pode ser moi diferente do sistema físico que se abstraе
- Permite ocultar os recursos físicos reais das aplicacións, servizos ou usuarios que os utilizan



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

287

Exemplos de virtualización

- A virtualización vense usando desde os comezos da computación, algúns exemplos comúns son
 - A memoria virtual
 - Os sistemas lóxicos de ficheiros

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



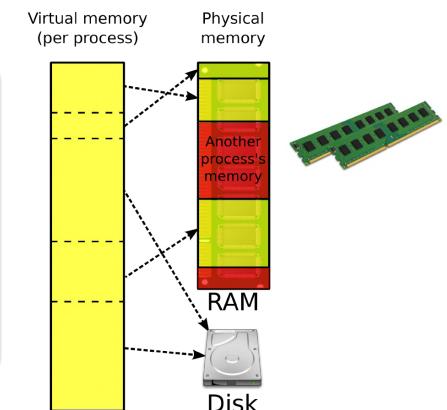
Virtualización de servidores

288

Exemplos de virtualización

A memoria virtual

- Combina a memoria RAM e espacio en disco para darles aos programas acceso a máis memoria principal da que realmente hai



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



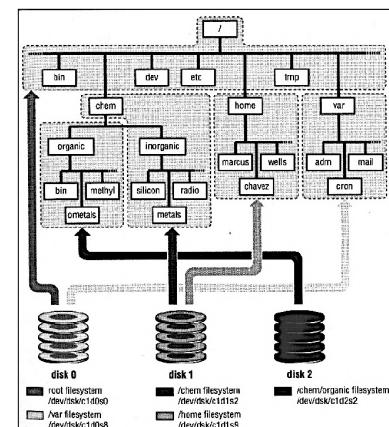
Virtualización de servidores

289

Exemplos de virtualización

Os sistemas lóxicos de ficheiros

- Proporcionan unha abstracción lóxica uniforme (estrutura de directorios e ficheiros) dos datos almacenados nun ou máis discos físicos
- Exemplos:** FAT, NTFS, EXT4, HFS+



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

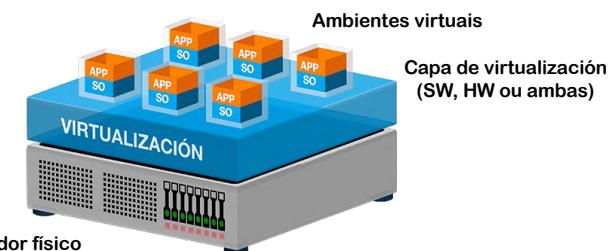


Virtualización de servidores

290

A virtualización de servidores permite compartir os recursos físicos dun servidor entre varios ambientes virtuais de execución illados entre si

- Estes ambientes virtuais reciben diferentes nomes dependendo da tecnoloxía que se utilice
 - Máquina virtual (VM), servidor virtual, contedor (container), etc.
- A virtualización de servidores impleméntase como unha capa intermedia, entre o servidor físico e os virtuais, usando técnicas SW, HW ou unha combinación de ambas



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

291

A **virtualización de servidores** permite compartir os recursos físicos dun servidor entre varios ambientes virtuais de execución illados entre si

- Cada ambiente virtual ten asignados os seus propios recursos virtuais e un SO, que pode ser diferente ao do servidor físico e aos doutros ambientes
- Tanto o SO como as aplicacóns están illadas en cada ambiente (non teñen acceso aos datos ou recursos dos outros ambientes)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

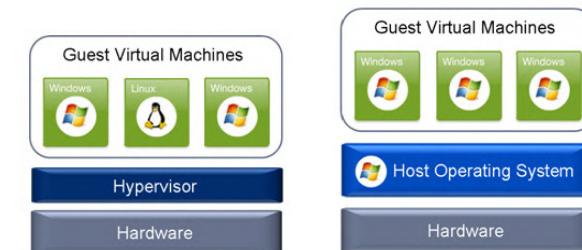


Virtualización de servidores

292

Técnicas de virtualización de servidores

- Existen diferentes técnicas de virtualización de servidores, as máis relevantes son
 1. Virtualización con hipervisor
 2. Virtualización no kernel
 3. Virtualización compartindo kernel



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

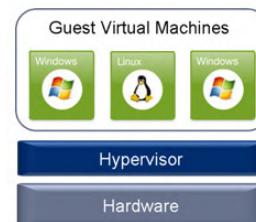
293

Técnicas de virtualización de servidores

1. Virtualización con hipervisor

Un **hipervisor** é unha componente SW que virtualiza o HW dun servidor físico e xestiona as VM que se executan nel

- Entre as funcións que realiza un hipervisor están as seguintes
 - Asignar os recursos físicos (cores, memoria RAM, espacio en disco, controladoras de rede) entre as VM
 - Crear e xestionar a execución das VM, posibelmente con SO diferentes
 - Controlar o acceso aos recursos físicos e proporcionar seguridade e illamento entre as VM



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

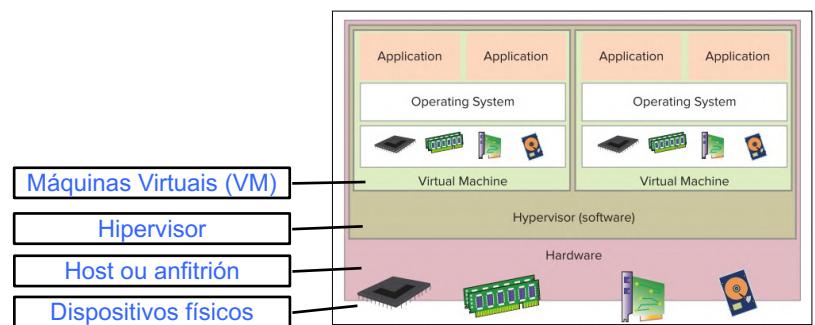
294

Técnicas de virtualización de servidores

1. Virtualización con hipervisor

Un **hipervisor** é unha componente SW que virtualiza o HW dun servidor físico e xestiona as VM que se executan nel

- Un servidor virtualizado usando un hipervisor ten as componentes seguintes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

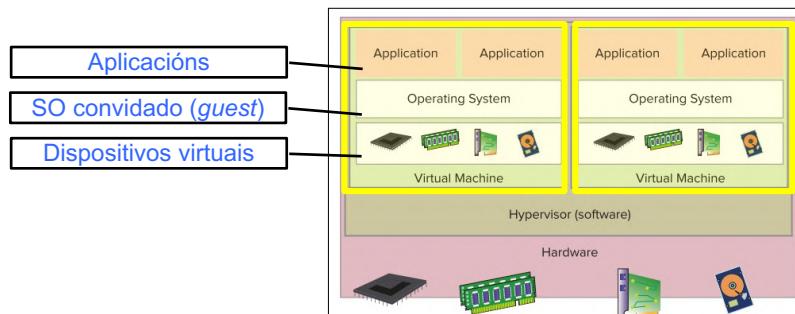
295

- Técnicas de virtualización de servidores

1. Virtualización con hipervisor

Unha **máquina virtual** (VM) é unha abstracción dos recursos HW dun servidor (CPU, memoria, almacenamento, rede) e do SO e as aplicacións que se executan nel.

- As VM executadas nun mesmo servidor están illadas entre si
- Os recursos que “ve” unha VM poden ser completamente diferentes aos dispoñíbeis no servidor e aos doutras VM



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



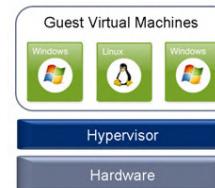
Virtualización de servidores

296

- Técnicas de virtualización de servidores

1. Virtualización con hipervisor

- Hai 2 tipos de hipervisores



Tipo 1: nativo ou bare metal

- Execútase directamente sobre o HW do servidor
- Implementa as funcións básicas dun SO
- Exemplos**
 - Xen, VMWare ESXi, Microsoft Hiper-V



Tipo 2: hosted

- Precisa dun SO anfitrión
- É un compoñente SW que engade unha capa de virtualización intermedia entre o SO anfitrión e as VM
- Exemplos**
 - VirtualBox, KVM

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



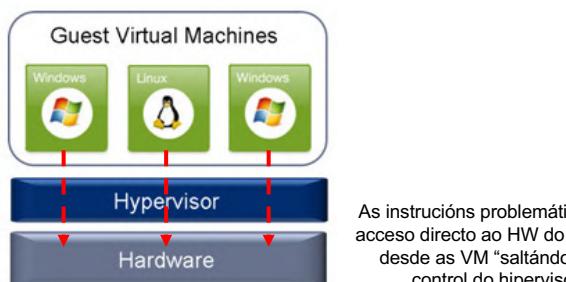
Virtualización de servidores

297

- Técnicas de virtualización de servidores

Hipervisores para a arquitectura x86

- Nun servidor virtualizado, o hipervisor é o único que pode ter o control sobre a configuración dos recursos físicos
- Porén na arquitectura x86 hai algunas instruccións máquinas que son problemáticas porque poderían usarse desde o SO das VM para acceder á configuración dos recursos físicos do servidor sen que o hipervisor puidera evitalo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



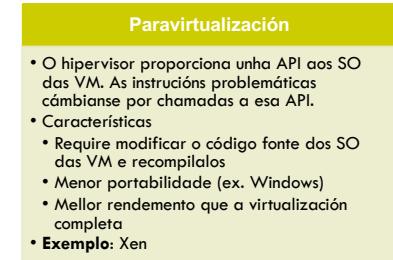
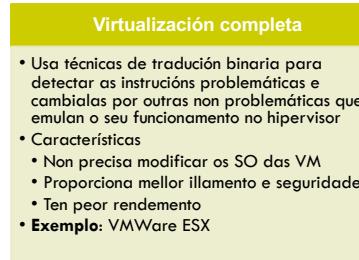
Virtualización de servidores

298

- Técnicas de virtualización de servidores

Hipervisores para a arquitectura x86

- Nun servidor virtualizado, o hipervisor é o único que pode ter o control sobre a configuración dos recursos físicos
- Porén na arquitectura x86 hai algunas instruccións máquinas que son problemáticas porque poderían usarse desde o SO das VM para acceder á configuración dos recursos físicos do servidor sen que o hipervisor puidera evitalo
- As técnicas que solucionan este problema coñécese como **modos de virtualización da arquitectura x86**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

299

- Técnicas de virtualización de servidores

- Hipervisores para a arquitectura x86

- Os primeiros hipervisores introducían unha penalización importante no rendemento do servidor, xa que emulaban por SW operacións que, nun sistema non virtualizado, se executarían directamente no HW
- Para mellorar o seu rendemento, os fabricantes de procesadores incluíron nos seus deseños extensións para dar soporte HW aos hipervisores
 - Intel VT-x
 - AMD-V
- É o que se coñece como **virtualización nativa ou asistida por HW (HVM)**
- Con estas extensións elimínase a sobrecarga das outras técnicas, usando HW específico para acelerar as operacións básicas do hipervisor
- Ademais, as instrucións problemáticas provocan agora excepcións que son capturadas polo hipervisor → o SO dunha VM non pode acceder á configuración dos recursos físicos



Virtualización de servidores

300

- Técnicas de virtualización de servidores

- Hipervisores para a arquitectura x86

- O soporte HW para virtualización é unha extensión que ten activarse na BIOS/UEFI do servidor

Ratio	Actual Value	13
Default CPU Ratio	[Enabled]	
Microcode Updation	[Enabled]	
Max CPUID Value Limit:	[Disabled]	
Execute Disable Function	[Disabled]	
Enhanced C1 Control	[Auto]	
CPU Internal Thermal Control	[Auto]	
Virtualization Technology:	[Enabled]	
Hyper Threading Technology	[Enabled]	

v02.58 (C) Copyright 1985-2005.

- A maioría dos modelos de procesadores de 64 bits modernos xa teñen estas extensións activadas por defecto



Virtualización de servidores

301

- Técnicas de virtualización de servidores

- 2. Virtualización no kernel

- Técnica propia de sistemas Linux que non require dun hipervisor
- Orixinariamente usouse para executar, en servidores Linux, VM con diferentes versións de Linux (Linux on Linux)
- Na actualidade, co soporte das extensións HW de virtualización, é posíbel executar tamén outros SO usando emuladores acelerados por HW



Virtualización de servidores

302

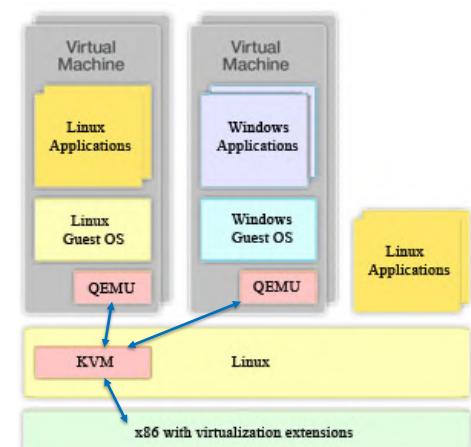
- Técnicas de virtualización de servidores

- 2. Virtualización no kernel

- Exemplo: **KVM**

KVM (Kernel Virtual Machine)

- Módulo para o *kernel* Linux que implementa a funcionalidade dun hipervisor
- Permite executar VM con diferentes SO en sistemas Linux
- Usa QEMU para emular o HW das VM
- Requiere un procesador con extensións de virtualización para acelerar a emulación





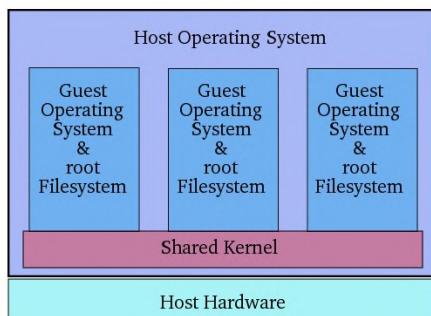
Virtualización de servidores

303

- Técnicas de virtualización de servidores

3. Virtualización compartindo kernel

- Técnica propia de sistemas Unix e Linux na que os recursos do kernel do SO anfitrión compártense entre os ambientes virtuais de execución sen necesidade de emulación HW nin hipervisor
 - O kernel é o que proporciona o illamento entre ambientes e o control dos recursos
 - Cada ambiente “ve” só unha versión virtual propia dos recursos dispoñíbeis



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

305

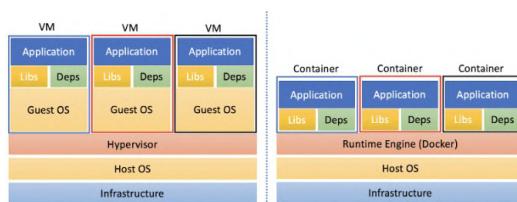
- Técnicas de virtualización de servidores

3. Virtualización compartindo kernel

Contedores

Un **contedor** é un grupo de un ou máis procesos de usuario que se executan con recursos restrinxidos e illados doutros grupos

- Os contedores créanse usando un *runtime* que se encarga de comunicarse co kernel para configurar e xestionar os elementos que son necesarios para executar un contedor
- A principal vantaxe dos contedores fronte as VM é que son máis lixeiros
 - non virtualizan o HW
 - non precisan dun SO convidado, xa que comparten o do anfitrión
- A principal desvantaxe é a menor seguridade, xa que os contedores poden executarse con diferentes niveis de privilexio e comparten os recursos do SO anfitrión con outros contedores e procesos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

304

- Técnicas de virtualización de servidores

3. Virtualización compartindo kernel

- Técnica propia de sistemas Unix e Linux na que os recursos do kernel do SO anfitrión compártense entre os ambientes virtuais de execución sen necesidade de emulación HW nin hipervisor
 - O kernel é o que proporciona o illamento entre ambientes e o control dos recursos
 - Cada ambiente “ve” só unha versión virtual propia dos recursos dispoñíbeis
- Os ambientes reciben diferentes denominacións, dependendo da solución concreta
 - Solaris Containers → zonas Linux Vserver → servidores privados virtuais (VPS)
 - FreeBSD Jails → jails LXC (Linux containers) → contedores
- Vantaxes
 - Pode executar un grande número de ambientes cun rendemento semellante ao nativo (ao do servidor sen virtualizar)
 - Non require lanzar unha VM cun SO completo para executar un simple servizo
- Desvantaxe
 - Os ambientes teñen que ser compatíbeis co kernel do SO do servidor → non poden executarse á vez diferentes SO

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

306

- Técnicas de virtualización de servidores

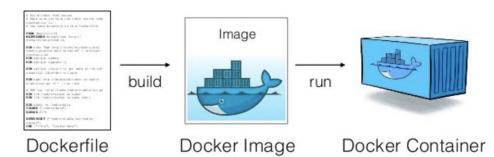
3. Virtualización compartindo kernel

Docker

É unha solución baseada no uso de contedores para a distribución e execución portábel de aplicacions usando imaxes

Unha **imaxe** é un paquete SW que contén todo o preciso para executar unha aplicación (código, runtime, librarías, ficheiros de configuración)

- As imaxes créanse a partir dun ficheiro que contén as instruccions sobre como crear a imaxe (*Dockerfile*)
- As imaxes poden executarse en calquera sistema que teña o motor de execución de contedores de Docker instalado (*Docker Engine*)
- Tamén poden descargarse imaxes creadas por outros desde un repositorio de imaxes (*Docker Registry*)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Virtualización de servidores

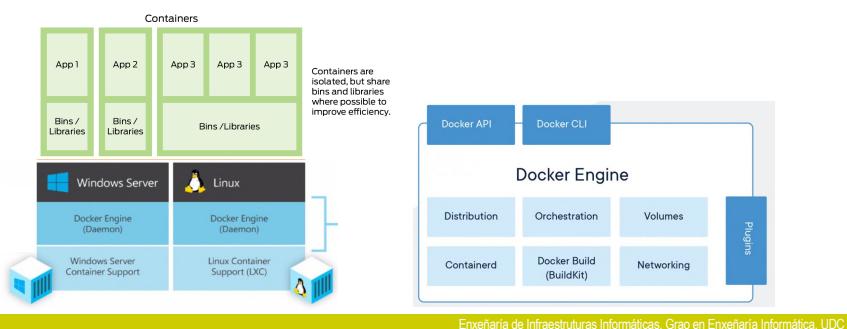
307

- Técnicas de virtualización de servidores

3. Virtualización compartindo kernel

Docker

- Na súa orixe o Docker Engine (DE) implementouse en Linux usando LXC (Linux Containers)
- Actualmente usa **containerd**, un ambiente de código abierto para a xestión e execución de contedores que implementa os estándares OCI (Open Container Initiative)
 - A mesma imaxe pode executarse en Linux, Windows ou MacOSX
 - Pode usar diferentes *runtimes*, p.ex. runC, Kata, gVisor, FireCracker



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas

Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Contidos

Bloque I: Alta Dispoñibilidade

- Tema 1: Tolerancia a fallos e alta disponibilidade (HA)
- Tema 2: Redundancia
- Tema 3: Disponibilidade no CPD
- Tema 4: Servidores no CPD
- Tema 5: Clusters de servidores

Bloque II: Virtualización e Computación na Nube

- Tema 6: Virtualización e HA no CPD
- Tema 7: Computación na nube (*Cloud Computing*)

TEMA 5

Clusters de servidores



Contidos

- Introdución aos clusters de servidores
- Clusters de alta dispoñibilidade
- Clusters de balanceo da carga

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos clusters de servidores

314

Un **cluster de servidores** é un tipo de arquitectura distribuída que consiste nun conxunto de computadores independentes interconectados operando de forma conxunta como un único recurso computacional

- Os clusters aumentan a dispoñibilidade, a escalabilidade e/ou o rendemento total do sistema a niveis que un sistema único non pode acadar



Contidos

- **Introdución aos clusters de servidores**
 - Arquitectura dun cluster
 - Tipos de clusters
- Clusters de alta dispoñibilidade
- Clusters de balanceo de carga

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos clusters de servidores

315

● Arquitectura dun cluster

- A arquitectura básica más habitual dun cluster está formada cando menos polos seguintes componentes

2 ou máis servidores (nós)

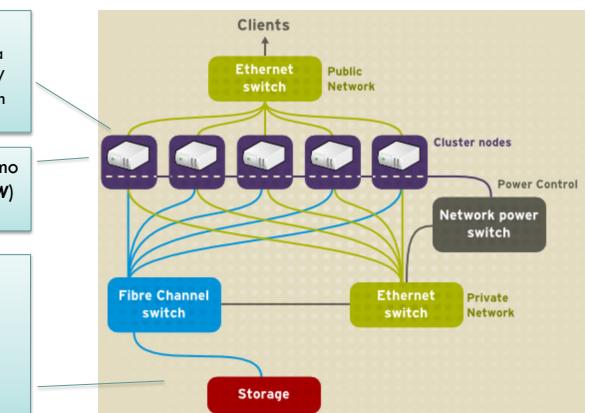
- Cluster Homoxéneo → nós coa mesma configuración HW e SW
- Cluster Heteroxéneo → nós con configuracións diferentes

SW para xestionar o cluster como unha entidade única (*clustering SW*)

- Instalado nos nós do cluster

Acceso a almacenamento compartido entre os nós

- SAN para acceso a bloques
- NAS para acceso a arquivos
- Sistemas de arquivos en rede más comúns: **NFS, CIFS**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

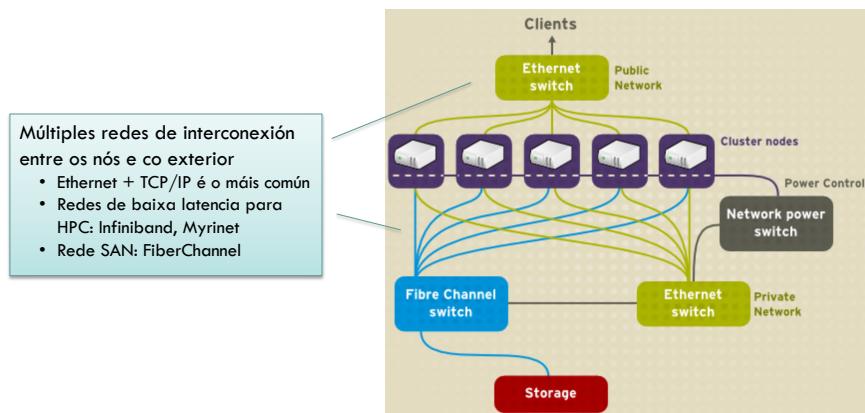
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos clusters de servidores

316

- Arquitectura dun cluster
 - A arquitectura básica máis habitual dun cluster está formada cando menos polos seguintes componentes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introdución aos clusters de servidores

317

- Hai diferentes tipos de clusters para cubrir diferentes tipos de necesidades, os principais son

Clusters de alta disponibilidade (HA)

A súa prioridade é reducir os tempos de indisponibilidade dos servizos tirando vantaxe da redundancia de nós no cluster

Clusters de balanceo de carga

O seu obxectivo é optimizar o uso dos recursos e mellorar o rendemento dos servizos repartindo a carga de traballo entre os nós do cluster

Clusters para computación de alto rendemento (HPC)

O seu obxectivo é maximizar o rendemento do cluster na execución de aplicacións ou servizos con altos requisitos de cálculo, memoria e/ou almacenamento



Contidos

- Introdución aos clusters
- **Clusters de alta disponibilidade**
 - Arquitectura
 - Conceptos básicos
 - Configuracións
 - Políticas de migración de servizo
 - Software para clusters HA
- Clusters de balanceo de carga

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

319

- Aínda que se utilice redundancia de componentes para aumentar a tolerancia a fallos dun servidor este non estará libre de sufrir tempos de indisponibilidade
 - Instalacións defectuosas
 - Exemplo: servidor debaixo dun tubo da auga
 - Erros na operación
 - Exemplo: un administrador configura mal un servizo
 - Paradas planificadas para mantemento ou actualización

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

320

- Os clusters de alta disponibilidade (HA) reducen estes problemas agrupando 2 ou máis servidores e usándooos coordinadamente para minimizar a indisponibilidade dos servizos
 - No caso de que un nó falle os seus servizos seguirán disponíveis noutros nós do cluster
 - O cambio de nó ou migración do servizo debe ser transparente, automático e o máis rápido posible

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

321

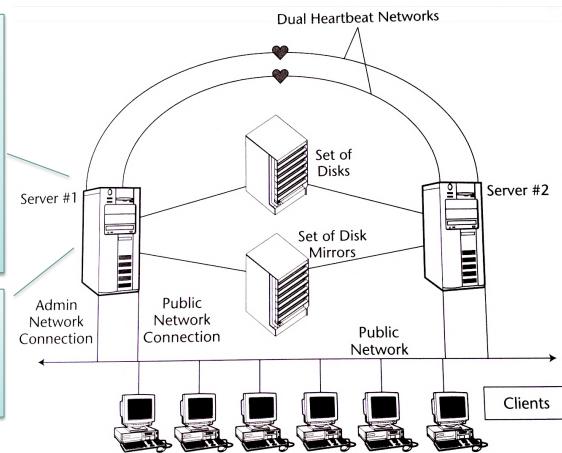
- Arquitectura
 - Un cluster HA ten os seguintes componentes básicos

Dous ou máis servidores homoxéneos

- Ten que ter a mesma arquitectura HW, SO e SW de cluster HA
- Deben ser capaces de executar os mesmos servizos con rendementos semellantes
- Idealmente deberían ter a mesma configuración HW (número de CPU, RAM, NIC, etc.)

O SW de cluster HA

- É o SW que xestionan o cluster HA
- Encárgase da monitorización, notificacións, migración de servizos, etc.



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

322

- Arquitectura
 - Un cluster HA ten os seguintes componentes básicos

Rede privada de monitorización (heartbeat)

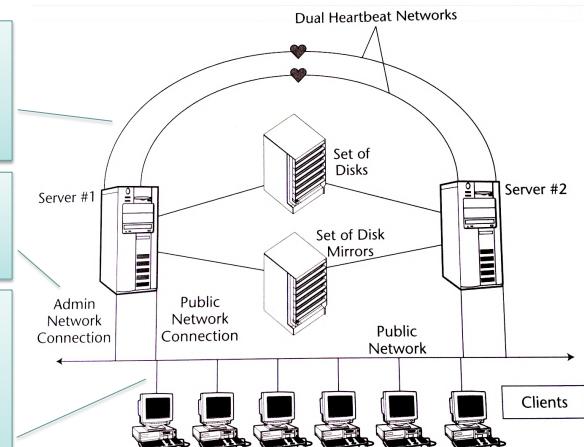
- Úsase para monitorizar, notificar e controlar os nós do cluster
- Ten que ser unha rede dedicada e redundante para evitar SPOF

Rede de administración

- Da acceso aos administradores para tarefas de configuración e mantemento
- Cada nó ten unha IP fixa asignada nesta rede

Rede pública ou de servizo

- É a que usan os usuarios para acceder aos servizos do cluster
- Cada nó ten 1 ou máis IP nesta rede
- Cando un nó falla os seus servizos e configuracións da rede son migrados a outro nó. Os usuarios seguen accedendo aos servizos coa mesma IP sen ser conscientes do cambio



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



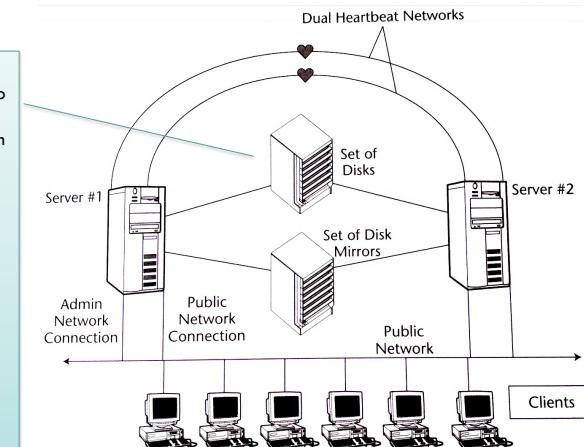
Clusters de alta disponibilidade

323

- Arquitectura
 - Un cluster HA ten os seguintes componentes básicos

Almacenamiento compartido

- Todos os nós deben tener acceso ao almacenamiento compartido aínda que só os nós que executan os servizos o están utilizando nun momento dado
- Para mellorar a disponibilidade do cluster o acceso ao almacenamiento e aos discos deben estar redundados (mirroring, RAID)
- O uso de redes SAN de almacenamiento simplifica a configuración dun cluster HA e facilita aumentar a disponibilidade a un custo razonable



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

324

- Arquitectura

O principio básico de deseño dun cluster HA é a **eliminación de puntos únicos de fallo (SPOF)**

- Os SPOF elimináñanse engadindo redundancia

Servidores	Alimentación eléctrica	Rede	Almacenamiento
Fontes de alimentación, ventiladores, procesadores, memoria	Líñas, SAL	NIC, portas, switches, routers	RAID, HBA, portas, switches SAN, controladoras

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

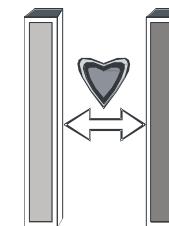


Clusters de alta disponibilidade

325

- Conceptos básicos

- Os nós dun cluster HA poden ter 2 roles (non exclusivos)
 - Nós activos ou primarios**
 - Son os que executan os servizos cando non hai fallos
 - Nós pasivos, secundarios ou de reserva**
 - Son os que pasan a executar os servizos cando os nós activos fallan
- A detección de fallos entre nós faise mediante un **protocolo de heartbeat**
 - Intercambio periódico de mensaxes para monitorizar o estado dos nós



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

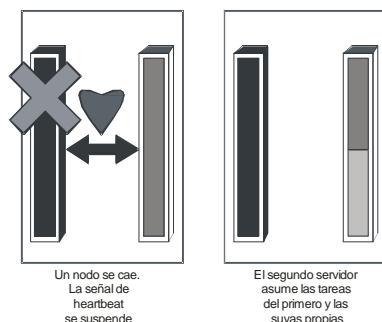


Clusters de alta disponibilidade

326

- Conceptos básicos

- Os nós dun cluster HA poden ter 2 roles (non exclusivos)
- A detección de fallos entre nós faise mediante un **protocolo de heartbeat**
- Cando un nó falla os seus servizos críticos mígranse a outro nó (**failover**)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

327

- Conceptos básicos

Un **grupo de recursos (GR)** é unha entidade lóxica que agrupa os recursos necesarios para a execución dun servizo e facilita a súa xestión

- Os GR son independentes entre si e dos nós do cluster
- Cada servizo que se executa nun cluster está composto principalmente por tres **tipos de recursos**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



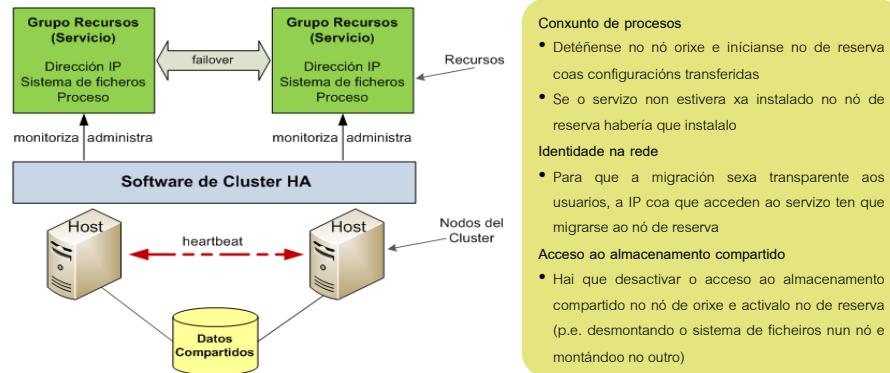
Clusters de alta disponibilidade

328

- Conceptos básicos

Un **grupo de recursos** (GR) é unha entidade lóxica que agrupa os recursos necesarios para a execución dun servizo e facilita a súa xestión

- Ao migrar un servizo dun nó a outro hai que transferir todos os seus recursos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

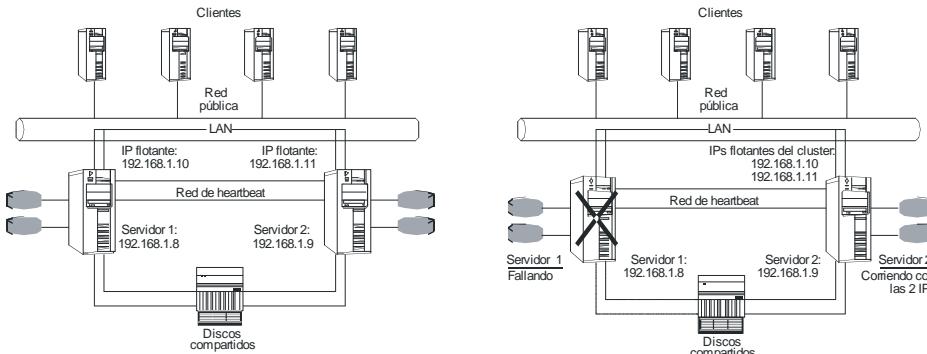


Clusters de alta disponibilidade

329

- Conceptos básicos

Unha **IP virtual ou boiante** é un recurso xestionado polo SW HA que define unha IP que non está asignada de forma fixa a ningún nó en concreto. A asignación da IP a un nó cambia dinamicamente.



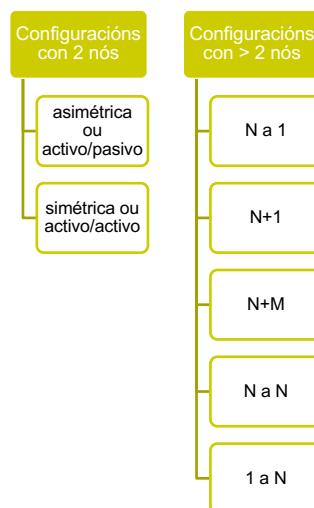
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

330

- Configuracións



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



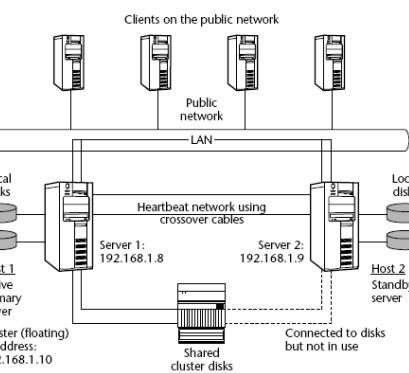
Clusters de alta disponibilidade

331

- Configuracións con 2 nós

- Configuración asimétrica ou activo/pasivo**

- Un nó (o activo) executa o servizo crítico
- O outro nó (o pasivo) só monitoriza o estado do nó activo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



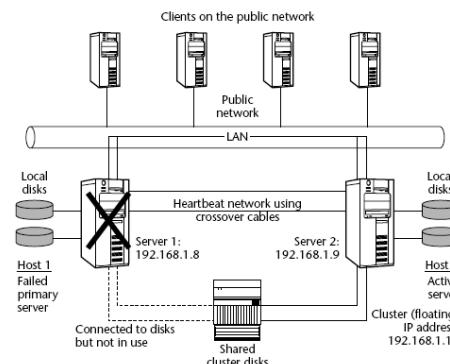
Clusters de alta disponibilidade

332

- Configuracións con 2 nós

- Configuración asimétrica ou activo/pasivo**

- Un nó (o activo) executa o servizo crítico
- O outro nó (o pasivo) só monitoriza o estado do nó activo
- En caso de fallo do nó activo o pasivo executa o servizo (pasa a estar activo)**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



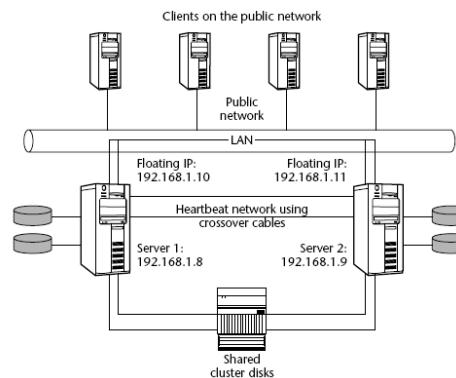
Clusters de alta disponibilidade

334

- Configuracións con 2 nós

- Configuración simétrica ou activo/activo**

- Os 2 nós executan servizos críticos simultaneamente (os 2 están activos)
- Os 2 nós monitorízanse mutuamente



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

333

- Configuracións con 2 nós

- Configuración asimétrica ou activo/pasivo**

- Un nó (o activo) executa o servizo crítico
- O outro nó (o pasivo) só monitoriza o estado do nó activo
- En caso de fallo do nó activo o pasivo executa o servizo (pasa a estar activo)

- Vantaxes**

- En caso de fallo, non hai degradación do servizo → migrase a un novo servidor reservado só para ese servizo

- Desvantaxes**

- Menor eficiencia, os servidores pasivos non asumen ningunha carga do servizo
- Latencia asociada á migración dos recursos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



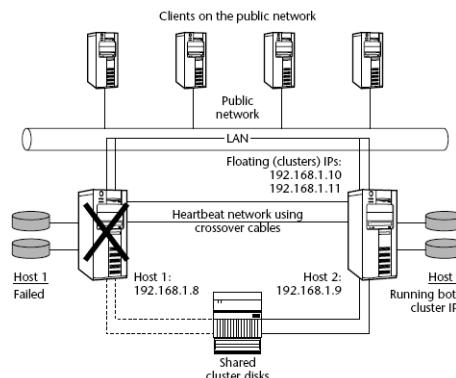
Clusters de alta disponibilidade

335

- Configuracións con 2 nós

- Configuración simétrica ou activo/activo**

- Os 2 nós executan servizos críticos simultaneamente (os 2 están activos)
- Os 2 nós monitorízanse mutuamente
- Se un nó falla o outro pasa a executar os servizos de ambos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

336

- Configuracións con 2 nós

- Configuración simétrica ou activo/activo**

- Os 2 nós executan servizos críticos simultaneamente (os 2 están activos)
- Os 2 nós monitorízanse mutuamente
- Se un nó falla o outro pasa a executar os servizos de ambos
- Vantaxes**
 - Mellora a eficiencia xa que todos os servidores traballan ao mesmo tempo
- Desvantaxes**
 - Maiores posibilidades de que a migración do servizo falle → o servidor ao que se migra está executando outros servizos
 - En caso de fallo o rendemento degrádase xa que un só servidor asume a carga de dous

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

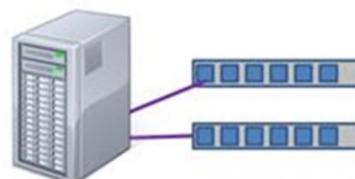
338

- Configuracións con más de 2 nós

- Aínda que poden supoñer un aforro en HW fronte a usar unha configuración de 2 nós para cada servizo crítico, teñen numerosas desvantaxes

- Requeren redes de heartbeat más complexas**

- Con 2 nós pode implementarse a rede de heartbeat mediante 2 conexións directas entre os nós usando cabos Ethernet cruzados
- Con >2 nós, para evitar SPOF, hai que usar como mínimo 2 switches ethernet con 2 portas por nó, 2 NIC e 1 par de cabos en cada nó



Clusters de alta disponibilidade

337

- Configuracións con más de 2 nós

- As configuracións con 2 nós son as más utilizadas porque son más fáciles de implantar e administrar, porén poden usarse configuracións con más nós
- Aínda que poden supoñer un aforro en HW fronte a usar unha configuración de 2 nós para cada servizo crítico, teñen numerosas desvantaxes
 - Requeren redes de *heartbeat* más complexas
 - Requeren conexións ao almacenamento compartido más complexas
 - É más complexo configurar correctamente o cluster
 - O número de estados do cluster aumenta, facendo que sexa máis difícil probalo
 - O mantemento e a solución de problemas son máis complicados

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

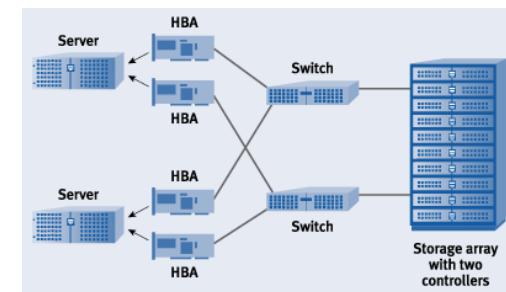
339

- Configuracións con más de 2 nós

- Aínda que poden supoñer un aforro en HW fronte a usar unha configuración de 2 nós para cada servizo crítico, teñen numerosas desvantaxes

- Require conexións ao almacenamiento compartido más complexas**

- Cada nó, para evitar SPOF, ten que ter acceso *multipath* ao almacenamiento
- O uso de SAN facilita a implantación destas configuracións pero require moitas compoñentes: 2 HBA por nó, mínimo 2 switches SAN, 2 controladoras por cabina de almacenamento e os cabos necesarios



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



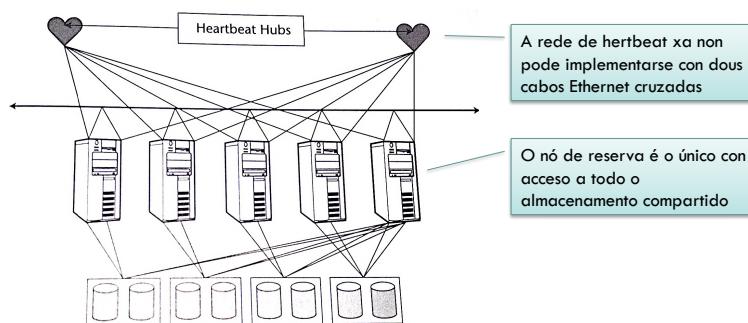
Clusters de alta disponibilidade

340

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración N a 1 (N-to-1)**

- Varios nós activos executando servizos críticos e un nó de reserva
- So o nó de reserva monitoriza aos demais
 - Debe ter suficientes recursos como para poder ocuparse da execución de todos os servizos críticos no caso de que todos os nós activos fallen
 - Pode configurarse como pasivo (so monitoriza) ou activo (tamén executa servizos)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



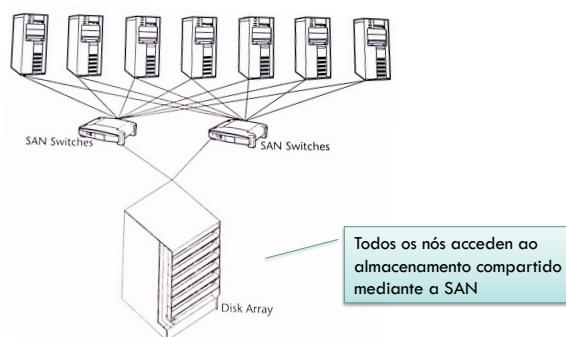
Clusters de alta disponibilidade

342

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración N+1**

- Só hai un nó de reserva igual que na configuración N a 1 pero calquera nó do cluster pode asumir ese rol
 - Todos os nós deben ter suficientes recursos para poder executar todos os servizos críticos
 - Cando un nó que fallou se recupera, asume o rol de reserva dos demais, evitando así ter que realizar unha migración adicional do servizo como pasaba na configuración N a 1



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

341

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración N a 1 (N-to-1)**

- Varios nós activos executando servizos críticos e un nó de reserva
- So o nó de reserva monitoriza aos demais
 - Debe ter suficientes recursos como para poder ocuparse da execución de todos os servizos críticos no caso de que todos os nós activos fallen
 - Pode configurarse como pasivo (so monitoriza) ou activo (tamén executa servizos)

- Vantaxes**

- Redundancia a N nós cun so pasivo → menor custo que N pares activo/pasivo
- A migración dun servizo non afecta á execución dos outros
- Desvantaxes**
- So un nó pode actuar como reserva**
 - Cando un nó que fallou se recupera, hai que realizar unha migración do servizo para recuperar a configuración inicial
 - A capacidade para manexar fallos simultáneos en varios servizos é limitada
 - Maior probabilidade de que o nó de reserva falle
 - Nese caso perderíase a redundancia pero os servizos seguirían dispoñíveis

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

343

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración N+M**

- Estende o N+1 engadindo máis nós de reserva
- O número de nós de reserva M é un compromiso entre o custo e o nivel de disponibilidade requerido
- En caso de fallo dun nó activo migranse os seus servizos a un nó de reserva libre ou, se todos están ocupados, selecciónase un usando unha política pre establecida (p.e. aleatoriamente)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



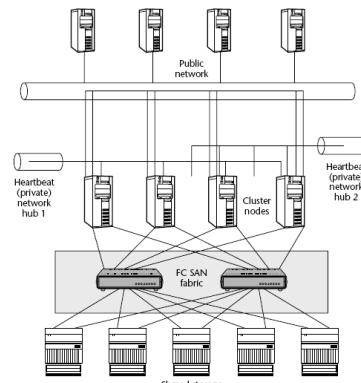
Clusters de alta disponibilidade

344

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración N a N (N-to-N)**

- Todos os nós executan servizos críticos
- Se un nó falla os seus servizos migranse a calquera outro nó san que se selecciona un usando unha política pre establecida (p.e. ao de menor carga)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

345

- Configuracións con máis de 2 nós

- Configuración 1 a N (1-to-N)**

- Hai só un servidor activo que executa os servizos críticos e varios nós de reserva
- En caso de fallo do nó activo os servizos pasan a executarse nos nós de reserva
- Esta configuración é aplicábel cando se quere proporcionar alta disponibilidade a un servidor de gama alta, con capacidade para executar todos os servizos, usando varios servidores de gama media ou baixa, cada un deles con capacidade para executar só un ou unha pequena parte dos servizos

- Exemplo**

- Consolidándose os servizos de 3 servidores de gama media nun recen adquirido de gama alta
- Aproveitarse os 3 servidores de gama media para configurar un cluster HA que mellore a disponibilidade do novo servidor de gama alta

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

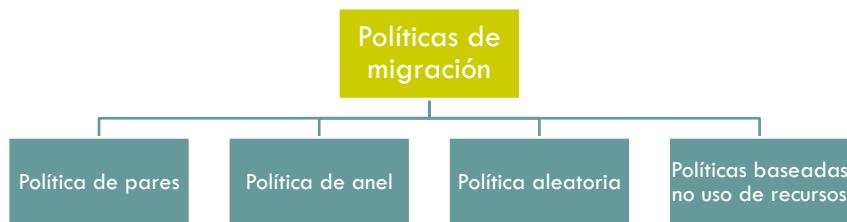


Clusters de alta disponibilidade

346

- Políticas de migración de servizo

- As políticas de migración de servizo (*failover policies*) son as que escollen a que nó de reserva migrar os servizos dun nó activo cando falla



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

347

- Políticas de migración de servizo

- Política de pares**

- É a política usada en configuracións de 2 nós
- En configuracións con máis de 2 nós defínense os pares (activo/pasivo ou activo/activo) que van executar cada servizo crítico
 - Un mesmo nó pode pertencer a máis dun par
 - Calquera nó do par pode substituírse temporalmente por outro do cluster (p.e. nunha parada por mantemento)
- Esta política funciona ben con servizos pesados como as BD

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



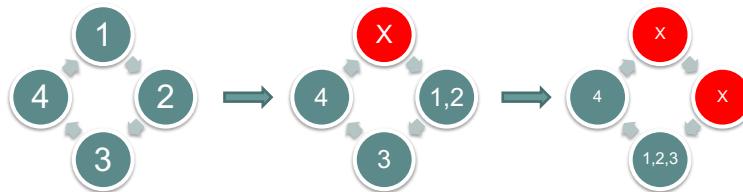
Clusters de alta disponibilidade

348

- Políticas de migración de servizo

- Política de anel (failover-ring policy)**

- Todos os nós son activos e forman un anel lóxico entre eles
- Se un nó falla, os seus servizos pasan a executarse no seguinte nó do anel



- Esta política úsase na configuración N a N
 - É axeitada para servizos lixeiros como DHCP ou servidores web con pouco tráfico
 - Non é axeitada para servizos moi pesados porque se fallan varios nós pode acabarse coa carga moi desbalanceada

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

350

- Políticas de migración de servizo

- Políticas baseadas no uso de recursos**

- O nó ao que migrar os servizos dun nó que falla escóllese tendo en conta un criterio predefinido en base ao uso dos recursos dos nós
 - Exemplos**
 - Cantidad de recursos dispoñíbeis nun nó (p.e. memoria, cores)
 - Número de servizos no nó
 - Carga do nó → co obxectivo de balancear a carga entre os nós
 - Dispoñibilidade dun recurso nun nó (p.e. GPU)
- Estas políticas úsanse nas configuracións con varios nós de reserva, igual que a aleatoria

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

349

- Políticas de migración de servizo

- Política aleatoria**

- O nó ao que migrar os servizos dun nó que falla escóllese aleatoriamente
- Esta política úsase nas configuracións con varios nós de reserva (N+M e N a N)
- Non é adecuado para servizos pesados pola mesma razón que o anel

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

351

- Políticas de migración de servizo

- Exercicio**

- Relación entre configuracións e políticas. Marca na táboa (✓) as políticas que sería posíbel utilizar en cada configuración dun cluster HA.

Configuración	Políticas			
	Pares	Anel	Aleatoria	Baseada nos recursos
2 nós				
N a 1				
N+1				
N+M				
N a N				
1 a N				

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

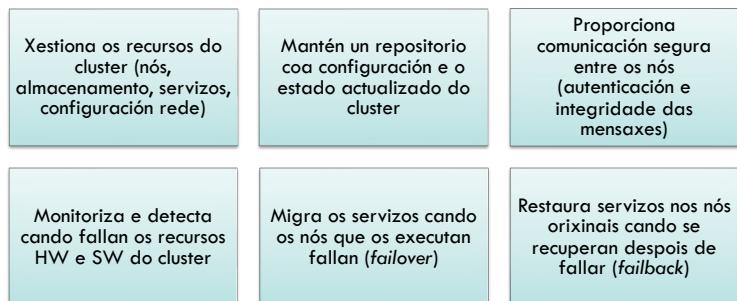


Clusters de alta disponibilidade

352

- Software para clusters HA

- SW para a xestión e operación de clusters HA
- Proporciona funcionalidades para configurar o cluster HA
 - Encárgase de manter o cluster HA en funcionamento consonte ao configurado
- Non hai unha denominación única
 - SW HA (máis común), HA cluster stack (ClusterLabs), Failover Clustering (Microsoft)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

353

- Software para clusters HA

- Información do estado do cluster

- O SW HA mantién un repositorio actualizado coa información sobre a configuración e o estado dos nós, recursos e servizos do cluster
- Sirve para 2 funcionalidades básicas
 - Xestionar a configuración do cluster
 - Proporcionar una visión global do estado do cluster que é usada polos nós para saber que servizos deben restablecerse cando un nó falla
- O repositorio ten que estar accesible a todos os nós
- Hai dúas formas básicas de implementalo
 - Mantendo copias sincronizadas do repositorio na memoria de cada nó (p.e. Pacemaker)
 - Usando un sistema de almacenamiento compartido por todos os nós
- Para a sincronización ou acceso ao repositorio úsase unha rede dedicada e redundante entre os nós
 - O habitual é usar a mesma rede que se usa para os heartbeats

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

354

- Software para clusters HA

- Monitorización de recursos

- O SW HA monitoriza o estado de recursos e servizos para detectar cando fallan
- É un proceso complexo xa que os protocolos e comandos a usar dependen do recurso ou servizo (p.e. disco, NIC, BD, servidor web), do SO e do HW dos nós
- A monitorización pode estar integrada no propio SW HA ou poden usarse ferramentas de monitorización externas
- Solucións comúns
 - Executar periodicamente scripts de comprobación da saúde de recursos e servizos
 - Usar protocolos estándar como SNMP para intercambiar información de estado



Clusters de alta disponibilidade

355

- Software para clusters HA

- Monitorización de nós

- Os nós monitorízanse entre si mediante un protocolo de **heartbeat**
- Envíanse mensaxes periódicas para indicar que están vivos (paquetes *I'm alive*)
- Úsase unha rede dedicada e redundante para o intercambio dos heartbeats
 - Unha solución alternativa é escribir os heartbeats no almacenamiento compartido
- Os **heartbeats** tamén permiten detectar avarías nas NIC e/ou nas redes

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

356

- Software para clusters HA

- Recuperación ante elementos que fallen**

- O SW HA facilita a automatización dos procedementos de recuperación dos recursos e/ou servizos que fallen
- Cando se detecta que algo fallou iníciase un procedemento preestablecido para tratar adecuadamente a incidencia
- O procedemento a seguir depende de diferentes factores
 - Os recursos e/ou servizos afectados
 - A configuración e estado do cluster
 - Outras consideracións externas ao cluster (dispoñibilidade de repostos, nivel de asistencia, etc.)

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



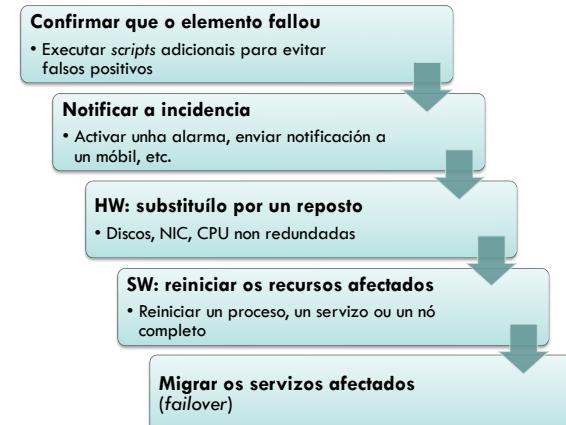
Clusters de alta disponibilidade

357

- Software para clusters HA

- Recuperación ante elementos que fallen**

- Un procedemento básico de recuperación podería consistir nos seguintes pasos



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

358

- Software para clusters HA

- Reinicio vs. Migración de servizos**

- Migrar un servizo adoita ser unha operación máis custosa que reinicialo
- A decisión entre reiniciar ou migrar un servizo depende de diferentes factores
 - O tipo e alcance da avaría
 - Que recursos e/ou servizos están afectados? Cantos? Hai que reiniciar o nó completo?
 - O custo do reinicio
 - Reinic平ar un único proceso pode ser rápido (segundos)
 - Reinic平ar nós completos ou certos servizos pode ser lento (BD → minutos)
 - A dispoñibilidade de nós de reserva aos que migrar os servizos afectados
 - O nível de dispoñibilidade requiredo
 - A decisión afecta ao MTTR dos servizos afectados
- Unha política básica que é adecuada en moitas situacións é
 - Tentar un número predeterminado de veces o reinicio dos recursos e/ou servizos afectados no mesmo nó
 - Migrar os servizos afectados a outros nós se o anterior falla

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



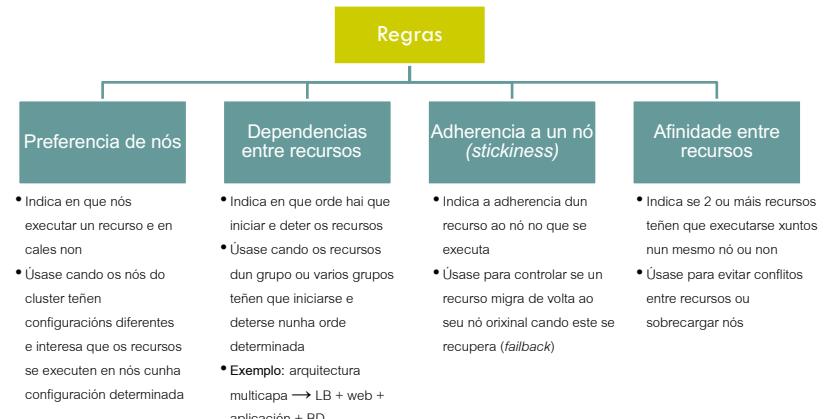
Clusters de alta disponibilidade

359

- Software para clusters HA

- Control de recursos**

- O SW HA adoita ter mecanismos na forma de regras, políticas ou restricións que permiten controlar diferentes aspectos dos recursos e grupos de recursos



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



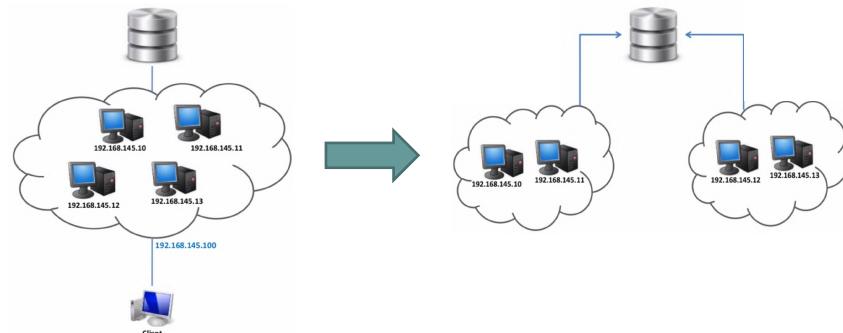
Clusters de alta disponibilidade

360

- Software para clusters HA

- Partición dun cluster HA (*split brain*)

O ***split brain*** é a situación que se da cando o cluster queda dividido en varias partes sen comunicación entre elas, debido a problemas de rede, pero que ainda manteñen o acceso ao almacenamento compartido



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

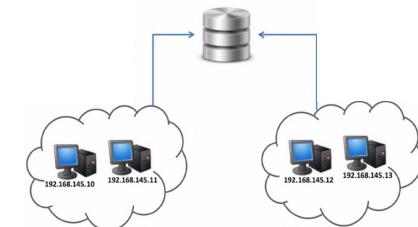
361

- Software para clusters HA

- Partición dun cluster HA (*split brain*)

O ***split brain*** é a situación que se da cando o cluster queda dividido en varias partes sen comunicación entre elas, debido a problemas de rede, pero que ainda manteñen o acceso ao almacenamento compartido

- Cada partición non sabe que as demais funcionan correctamente e tenta restaurar os servizos das outras
- Haberá nós de varias particións accedendo simultaneamente aos mesmos recursos (p.e. escribindo no mesmo disco, usando a mesma IP)
- A consecuencia é a corrupción dos datos e a perda do estado global único do cluster



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

362

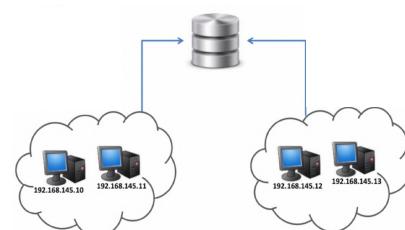
- Software para clusters HA

- Partición dun cluster HA (*split brain*)

O ***split brain*** é a situación que se da cando o cluster queda dividido en varias partes sen comunicación entre elas, debido a problemas de rede, pero que ainda manteñen o acceso ao almacenamento compartido

Para resolver esta situación é común usar unha combinación de 2 técnicas

- O **quorum** para decidir cal das particións pasa a representar o estado actual do cluster
- O **cercado (fencing)** para bloquear o acceso das outras particións aos recursos compartidos



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

363

- Software para clusters HA

- Quorum

O **quorum** é un mecanismo utilizado en sistemas distribuídos para garantir a consistencia das operacións mesmo ante avarías en nós e comunicacóns

- Funcionamento básico
 - Cada nó no sistema ten 1 voto
 - O **quorum** é o número mínimo de votos necesario para adoptar unha decisión por consenso



"We can't do anymore downsizing, we don't have a quorum."

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

364

- Software para clusters HA
- Quorum

O **quorum** é un mecanismo utilizado en sistemas distribuídos para garantir a consistencia das operacións mesmo ante avarías en nós e comunicacóns

- Exemplos**

- Atomicidade de transaccións en BD distribuídas
 - Múltiples nós participan na execución da transacción distribuída
 - Cada nó emite un voto (COMMIT ou ABORT)
 - A opción que alcance o quorum mínimo necesario é a que adoptan todos os nós
- Exclusión mutua na lectura/escritura de arquivos ou BD replicados
 - O bloqueo para lectura/escritura dunha réplica representa 1 voto
 - Só pode realizar a lectura/escritura o proceso que obteña o quorum mínimo



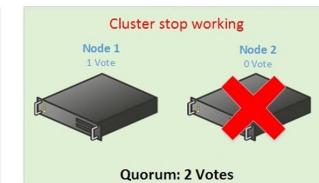
Clusters de alta disponibilidade

365

- Software para clusters HA
- Quorum

O **quorum** é un mecanismo utilizado en sistemas distribuídos para garantir a consistencia das operacións mesmo ante avarías en nós e comunicacóns

- Nun cluster HA utilízase o **quorum por maioría** (a metade máis 1) para decidir se o cluster segue funcionando



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



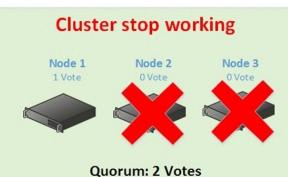
Clusters de alta disponibilidade

366

- Software para clusters HA
- Quorum

O **quorum** é un mecanismo utilizado en sistemas distribuídos para garantir a consistencia das operacións mesmo ante avarías en nós e comunicacóns

- Nun cluster HA utilízase o **quorum por maioría** (a metade máis 1) para decidir se o cluster segue funcionando



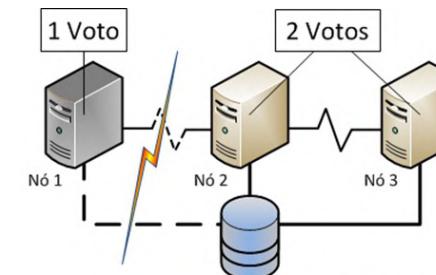
Clusters de alta disponibilidade

367

- Software para clusters HA
- Quorum

O **quorum** é un mecanismo utilizado en sistemas distribuídos para garantir a consistencia das operacións mesmo ante avarías en nós e comunicacóns

- Nun escenario de *split brain* a partición que teña o quorum seguirá funcionando e as outras serán cercadas



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

368

- Software para clusters HA

- Quorum**

- No quorum por maioría é recomendábel usar un número total de votos ímpar
- Nas configuracións con só 2 nós (as más habituais) ou cun número par de nós >2 poden engadirse votos até completar un número ímpar usando testemuñas

Unha **testemuña** (witness ou tamén arbitrator) é un elemento SW ou HW que ten un voto adicional asignado que sirve para romper os empates no quorum



"Well, let's get started now we've got a quorum."

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

369

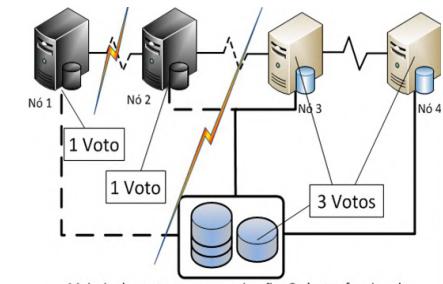
- Software para clusters HA

- Quorum**

Unha **testemuña** (witness ou tamén arbitrator) é un elemento SW ou HW que ten un voto adicional asignado que sirve para romper os empates no quorum

Implementacións más comúns

- Un disco do almacenamento compartido exclusivo (que só poida estar asignado a un nó en cada momento)
- Un sistema de ficheiros remoto montado nun único nó do cluster en cada momento
- Un proceso externo ao cluster (p.e. aloxado nun servidor externo ou no cloud)



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

370

- Software para clusters HA

O **cercado** (fencing) é unha técnica que consiste no bloqueo das comunicacións e acceso a recursos compartidos dun nó

- Sirve para evitar que un nó con comportamento errático poida corromper o estado dos recursos compartidos ou responder a peticións de usuarios
- Un nó cercado non pode facer nada produtivo ata que se repara e volve estar activo
- O cercado ten **dúas características importantes**
 - Non require a colaboración do nó que está sendo cercado
 - Proporciona unha confirmación de que o nó foi efectivamente cercado



Clusters de alta disponibilidade

371

- Software para clusters HA

O **cercado** (fencing) é unha técnica que consiste no bloqueo das comunicacións e acceso a recursos compartidos dun nó

- Hai 2 aproximacións básicas
 - Cercado de recursos (resource fencing)
 - Cercado de nós (node fencing)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

372

- Software para clusters HA

O **cercado** (fencing) é unha técnica que consiste no bloqueo das comunicacións e acceso a recursos compartidos dun nó

- Cercado de recursos (resource fencing)**

- Apícase o cercado nun recurso concreto
- Depende do tipo de recurso e como se configuren os seus permisos de acceso

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

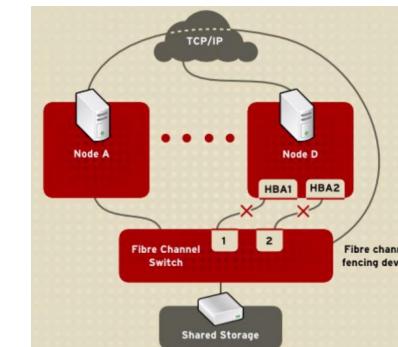
373

- Software para clusters HA

O **cercado** (fencing) é unha técnica que consiste no bloqueo das comunicacións e acceso a recursos compartidos dun nó

- Cercado de recursos (resource fencing)**

- Exemplo: bloqueo do acceso a un disco na configuración dun switch SAN



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de alta disponibilidade

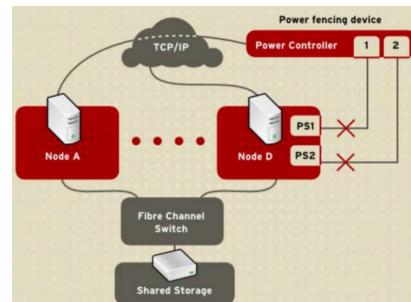
374

- Software para clusters HA

O **cercado** (fencing) é unha técnica que consiste no bloqueo das comunicacións e acceso a recursos compartidos dun nó

- Cercado de nós (node fencing)**

- Bloquéase o acceso a todos os recursos dun nó
- Unha implementación común é a denominada **STONITH** (Shoot The Other Node In The Head) que consiste en forzar o apagado do nó



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introdución aos clusters de servidores
- Clusters de alta disponibilidade
- Clusters de balanceo de carga**
 - Arquitectura
 - Características
 - Algoritmos de balanceo de carga
 - Tipos de balanceadores de carga

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

376

- Balanceo de carga

O **balanceo de carga** (*load balancing*) consiste na distribución dunha carga de traballo (execución dun programa, E/S a disco, tráfico de rede, conexión a un servizo, etc.) entre 2 ou máis servidores, rutas e/ou canles de acceso

- Aquí centrarémonos nos clusters de balanceo de carga



Clusters de balanceo de carga

377

- Que é un cluster de balanceo de carga?

Un **cluster de balanceo de carga** é un cluster no que se utiliza alguma técnica de balanceo de carga para repartir as solicitudes de rede dos clientes entre os nós do cluster

- Úsanse habitualmente para aumentar a disponibilidade dos servizos de rede aloxados no cluster (p.e. servidores web, DNS, firewall, LDAP, correo)
- Ademais poden usarse para optimizar o uso dos recursos do cluster e mellorar o rendemento dos servizos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

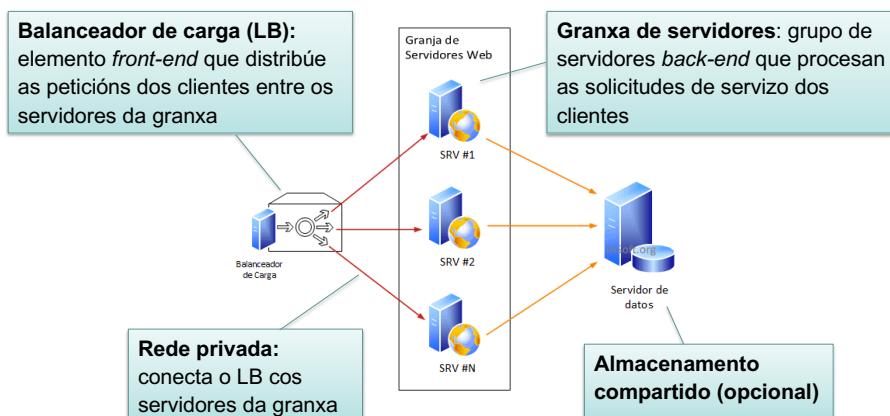


Clusters de balanceo de carga

378

- Arquitectura

- Un cluster de balanceo de carga ten os seguintes compoñentes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

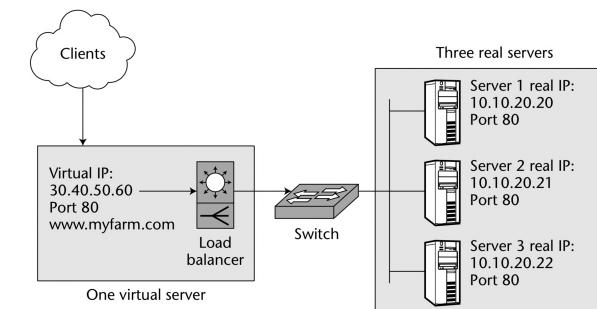


Clusters de balanceo de carga

379

- Arquitectura

- Configuración típica da rede
 - No LB configúranse os **servidores virtuais** (IP virtual pública + porta do servizo)
 - Na granxa configúranse os **servidores reais** (IP privada + porta do servizo)
 - O LB usa NAT para a conversión entre a IP pública do servidor virtual e as IP privadas dos servidores reais
 - A IP virtual é a única que se configura no DNS



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

380

- Arquitectura

- Configuración típica da rede

- Pode haber varios servidores virtuais nun mesmo LB e varios servidores reais nun mesmo servidor físico da granxa
- Son posíbeis as seguintes relacóns entre servidores virtuais e reais
 - Un servidor virtual mapeado a un real
 - Un servidor virtual mapeado a varios reais
 - Múltiples servidores virtuales mapeados a un real
 - Múltiples servidores virtuales mapeados a varios reais

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



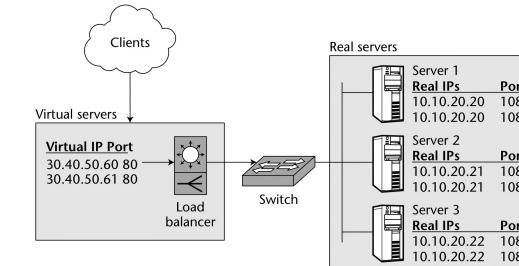
Clusters de balanceo de carga

381

- Arquitectura

- Configuración típica da rede

- **Exemplo:** 2 servidores virtuais, cada un mapeado a varios servidores reais



Domain	Virtual IP	Port	Real IP and Port
www.myfarm.com	30.40.50.60	80	→ 10.10.20.20 1080 → 10.10.20.21 1080 → 10.10.20.22 1080
www.cattle.com	30.40.50.61	80	→ 10.10.20.20 1081 → 10.10.20.21 1081 → 10.10.20.22 1081

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

382

- Características

- Ademáis da funcionalidade básica de repartir as solicitudes entre a granxa de servidores, os clusters de balanceo de carga proporcionan outras características como, por exemplo
 - A tolerancia a fallos
 - O aumento da disponibilidade
 - Mellora da seguridade

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



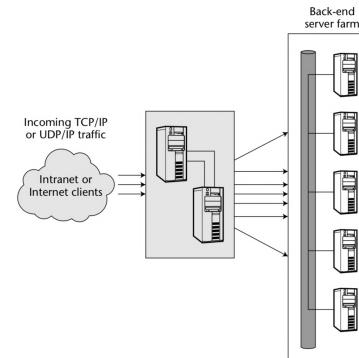
Clusters de balanceo de carga

383

- Características

- **Tolerancia a fallos**

- O LB configúrase como un cluster HA para evitar que sexa un SPOF, habitualmente como un par activo/pasivo
- Cada nó do LB pode facerse cargo das conexións abertas polos outros en caso de fallo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

384

- Características

- Tolerancia a fallos

- O LB verifica o estado dos servidores back-end e servizos críticos
 - A avaría dun servidor non interrompe o servizo
 - Se un servidor ou servizo non está respondendo ou o fai cunha latencia moi elevada, o LB deixa de enviarlle solicitudes
 - O servidor avariado pódese quitar do grupo e engadirse de novo máis tarde sen interrupción de servizo (p.e. para realizar o mantemento)
 - O resto de servidores do grupo terán carga extra ata que o servidor que fallou se repare e volva ao grupo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

385

- Características

- Dispoñibilidade

- O uso dunha granxa de servidores aumenta a dispoñibilidade dos servizos
- **Exemplo:** servidores cun 90% de dispoñibilidade
 - Supoñendo que as avarías son mutuamente independentes
 - Un servidor (probabilidade de fallo = 0,1)
 - Non estará dispoñible 2,4 horas ao día
 - Dous servidores (probabilidade de fallo = $0,1 \times 0,1 = 0,01$) → dispoñibilidade 99%
 - Non estarán dispoñíbeis simultaneamente algo menos de 15 minutos ao día
- Seis servidores (probabilidade de fallo = $0,000001$) → dispoñibilidade 99,9999%
- Non estarán dispoñíbeis simultaneamente 0,6 segundos á semana

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

386

- Características

- Seguridade

- O LB pode usarse para reforzar a seguridade dos servidores da granxa

Filtrado de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Só se deixa pasar o tráfico destinado ás portas dos servizos aloxados nos servidores da granxa, protexéndoos de tráfico malicioso ou non deseñado
Defensa anti-DDoS (<i>Distributed Denial of Service</i>) e IPS (<i>Intrusion Prevention System</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Poden configurarse no LB características que mitiguen este tipo de ataques
Terminación de TLS	<ul style="list-style-type: none"> • O LB pode servir como punto de terminación de conexións cifradas HTTPS e redirixilas como conexións HTTP aos servidores da granxa, reducindo nestes a sobrecarga que supón o cifrado das comunicacións.

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

387

- Algoritmos de balanceo de carga

- O algoritmo de balanceo de carga é o método utilizado polo LB para determinar a que servidor da granxa enviar cada solicitude que recibe
- Algúns dos algoritmos de balanceo de carga más comúns son
 - *Round-robin*
 - *Round-robin ponderado (weighted round-robin)*
 - Por prioridade
 - Baseados no rendemento observado

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

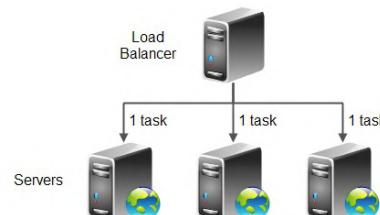


Clusters de balanceo de carga

388

- Algoritmos de balanceo de carga

- O algoritmo de balanceo de carga é o método utilizado polo LB para determinar a que servidor da granxa enviar cada solicitude que recibe
- Algúns dos algoritmos de balanceo de carga máis comúns son
 - Round-robin**
 - As solicitudes distribúense entre todos os servidores da granxa de maneira uniforme
 - É un algoritmo que non ten en conta o traballo necesario para procesar cada solicitude nin as posibles diferenzas entre servidores



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

390

- Algoritmos de balanceo de carga

- O algoritmo de balanceo de carga é o método utilizado polo LB para determinar a que servidor da granxa enviar cada solicitude que recibe
- Algúns dos algoritmos de balanceo de carga máis comúns son
 - Por prioridade**
 - Os servidores da granxa son organizados en grupos
 - A cada grupo asignaselle unha prioridade
 - Úsase o algoritmo round-robin para repartir as solicitudes entre os servidores do grupo máis prioritario
 - Cando os servidores dun grupo fallan, úsanse os do seguinte grupo por nivel de prioridade



Clusters de balanceo de carga

389

- Algoritmos de balanceo de carga

- O algoritmo de balanceo de carga é o método utilizado polo LB para determinar a que servidor da granxa enviar cada solicitude que recibe
- Algúns dos algoritmos de balanceo de carga máis comúns son
 - Round-robin ponderado (weighted round-robin)**
 - Similar ao anterior excepto en que non considera que todos os servidores sexan iguais
 - A cada servidor se lle asigna un peso dependendo da carga que pode asumir
 - Exemplo:** os servidores dunha granxa teñen pesos 5, 10, 10 e 15. O reparto de solicitudes será
 - $5/40 = 12,5\%$ das solicitudes irán ao primeiro servidor
 - $10/40 = 25\%$ das solicitudes irán a cada un dos servidores segundo e terceiro
 - $15/40 = 37,5\%$ das solicitudes irán ao cuarto servidor

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

391

- Algoritmos de balanceo de carga

- O algoritmo de balanceo de carga é o método utilizado polo LB para determinar a que servidor da granxa enviar cada solicitude que recibe
- Algúns dos algoritmos de balanceo de carga máis comúns son
 - Baseados no rendemento observado**
 - Utilizan métricas relacionadas co rendemento para tomar a decisión de a que servidor redirixir as novas solicitudes
 - Exemplos
 - O servidor que estea manexando o menor número de conexións nese momento
 - O servidor que presente o menor tempo de resposta nese momento
 - Unha versión más avanzada consiste en usar rankings de rendemento
 - Os servidores ordénanse nun ranking en base á combinación das métricas de interese
 - A solicitude rediríxese ao servidor coa mellor posición no ranking

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Clusters de balanceo de carga

392

• Tipos de balanceadores de carga

- Hai dúas categorías de LB segundo a información que usan para redirixir as solicitudes dos clientes
 - De nivel 4
 - Usan información dos niveis de rede e transporte (IP, TCP, UDP, FTP)
 - Son os LB de rede tradicionais
 - De nivel 7
 - Usan información do nivel de aplicación (HTTP, cookies)
 - Son LB avanzados que permiten diferenciar as solicitudes por servizos
- Nos CPD é común utilizar **Application Delivery Controllers** (ADC) para optimizar e facer máis seguro o acceso ás aplicacións
 - Integran a funcionalidade dun LB con outras como a aceleración de aplicacións, SSL offloading, compresión, caché, multiplexado de conexións, firewall, etc.



Clusters de balanceo de carga

393

• Tipos de balanceadores de carga

- Á hora de implementar un LB existen diferentes alternativas
 - Usar un método baseado no DNS
 - Usar un SW de balanceo de carga
 - Usar switches de balanceo de carga (*LB appliances*)



Clusters de balanceo de carga

394

• Tipos de balanceadores de carga

- Existen diferentes alternativas á hora de implementar un LB
 - **Usar un método baseado no DNS**
 - Configúrase o DNS para repartir as solicitudes dirixidas a un dominio entre varias IP
 - Só é aplicábel en casos simples de nivel 4, xa que non proporciona moitas das características que vimos anteriormente



Clusters de balanceo de carga

395

• Tipos de balanceadores de carga

- Existen diferentes alternativas á hora de implementar un LB
 - Usar un método baseado no DNS
 - **Usar un SW de balanceo de carga**
 - O SW instálase no servidor/servidores que vaian facer de LB
 - Pode requirir tamén SW adicional nos servidores da granxa
 - **Exemplos**
 - LVS (*Linux Virtual Server*), HAProxy, Nginx, NLB (*Windows Network Load Balancing*)



Clusters de balanceo de carga

396

- Tipos de balanceadores de carga

- Existen diferentes alternativas á hora de implementar un LB
 - Usar un método baseado no DNS
 - Usar un SW de balanceo de carga
 - Usar switches de balanceo de carga (LB appliances)**
 - HW propietario que implementa a funcionalidade do LB
 - Exemplos: F5, Citrix, Kemp, loadbalancer



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

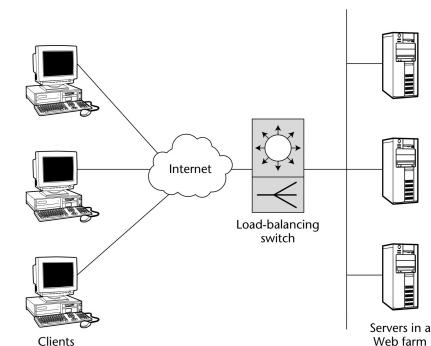


Clusters de balanceo de carga

397

- Switches de balanceo de carga

- O switch sitúase entre os clientes e a granxa de servidores
- O algoritmo de balanceo de carga é configurábel
- Pódense usar servidores heteroxéneos (diferentes configuracións e S.O.)
- Non é necesario instalar SW adicional nos servidores



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

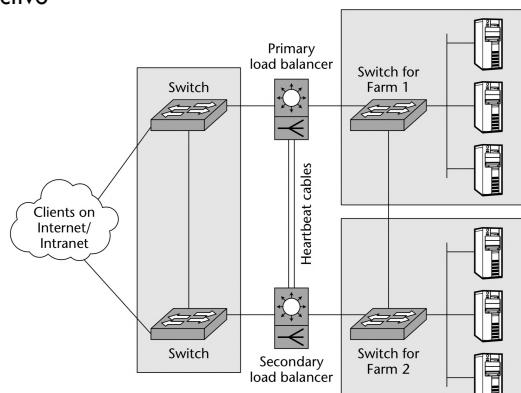


Clusters de balanceo de carga

398

- Switches de balanceo de carga

- Como os switches LB teñen poucas portas, conéctanse aos servidores da granxa mediante switches
- Para evitar que o switch LB sexa un SPOF, poden usarse en pares activo/pasivo ou activo/activo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas

Xoán C. Pardo
xoan.pardo@udc.gal



Contidos

- Bloque I: Alta Dispoñibilidade
 - Tema 1: Tolerancia a fallos e alta dispoñibilidade (HA)
 - Tema 2: Redundancia
 - Tema 3: Dispoñibilidade no CPD
 - Tema 4: Servidores no CPD
 - Tema 5: Clusters de servidores
- Bloque II: Virtualización e Computación na Nube
 - Tema 6: Virtualización e HA no CPD
 - Tema 7: Computación na nube (*Cloud Computing*)

TEMA 7

Computación na nube (*Cloud computing*)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- Amazon Web Services (AWS)



Contidos

- **Introducción**
- **Modelo cloud do NIST**
- **Beneficios, retos e recomendacións**
- **Amazon Web Services (AWS)**

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

443

A **computación na nube** é unha paradigma que posibilita o acceso ubicuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- O termo nube (cloud) refírese á forma de representar a rede (Internet) nos diagramas e abstrae as complexidades da súa infraestrutura



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

444

A **computación na nube** é unha paradigma que posibilita o acceso ubicuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- Supón unha nova forma de prover e consumir **capacidades TIC**
 - Escalabilidade e elasticidade instantáneas
 - Capacidades como servizo (*aaS)
 - Autoservizo baixo demanda
 - Pago por uso



© D.Fletcher for CloudTweaks.com

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



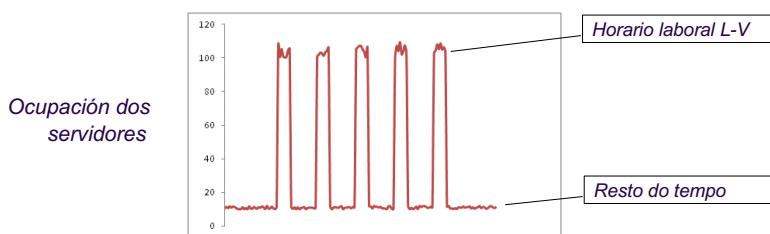
Introducción

445

A **computación na nube** é unha paradigma que posibilita o acceso ubicuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- Exemplo:** [Forbes.com](#)

- Empresa que proporciona información da bolsa en tempo real
- O patrón de uso dos seus servidores segue o horario laboral da empresa



- Outras situacións semellantes:

- Demandas estacionais: Black Friday, vendas Nadal, etc.
- Eventos masivos e puntuais: Xogos Olímpicos
- Consumos masivos: streaming de vídeo, xogos on-line

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



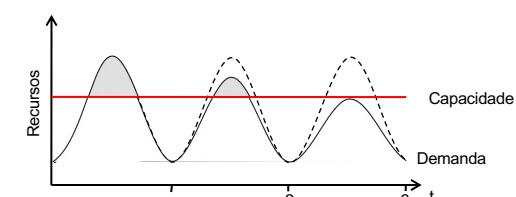
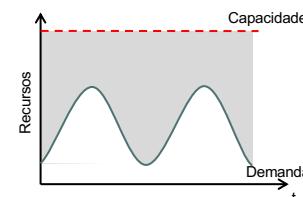
Introducción

446

A **computación na nube** é unha paradigma que posibilita o acceso ubicuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- Exemplo:** [Forbes.com](#)

- Problema:** Como dimensionar a capacidade dos seus servidores para axustala á demanda?



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

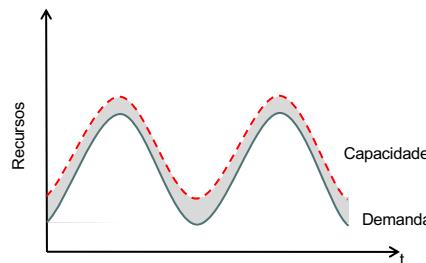
447

A computación na nube é unha paradigma que posibilita o acceso ubícuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- **Exemplo:** [Forbes.com](#)

- **Problema:** Como dimensionar a capacidade dos seus servidores para axustala á demanda?

- **Solución:** **aprovisionar os recursos baixo demanda**



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

448

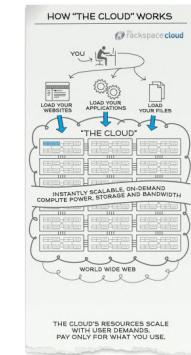
A computación na nube é unha paradigma que posibilita o acceso ubícuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- **Exemplo:** [Forbes.com](#)

- **Problema:** Como dimensionar a capacidade dos seus servidores para axustala á demanda?

- **Solución:** **aprovisionar os recursos baixo demanda**

- Usando un provedor cloud consistiría en
 - Alojar o servidor web da empresa no provedor
 - Aprovisionar servidores cada día e liberalos de noite
 - Pagar o custo do tempo consumido polos servidores
 - Deixar que sexa o provedor o que se preocupe do HW



<https://www.dropbox.com/s/a7x1rkup928b670/how-cloud-computing-works.gif>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

449

A computación na nube é unha paradigma que posibilita o acceso ubícuo baixo demanda a servizos TIC accesíbeis a través de Internet

- No Cloud os usuarios

- Non necesitan posuír nin administrar o hardware
- Consomen só os recursos que necesitan
- Pagan só polo que consomen
- Poden escoller entre moitos provedores
 - Amazon EC2, Microsoft Azure, Google CE, Rackspace, OVH, Oracle Cloud Infrastructure
- Acceden aos recursos e capacidades que se ofertan como servizo (*aaS)



Contidos

- **Introducción**

- **Modelo cloud do NIST**

- Características esenciais
- Modelos de servizo
- Modelos de implantación

- **Beneficios, retos e recomendacións**

- **Amazon Web Services (AWS)**

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

451

- Definición do NIST (*National Institute of Standards and Technology*)
 - Esta definición é a máis referenciada

A **Computación na Nube** é un modelo que habilita o acceso por rede ubicuo, axeitado e baixo demanda a un conxunto compartido de recursos de computación configurábeis (p.ex. redes, servidores, almacenamento, aplicacións e servizos) que poden aprovisionarse e liberarse rapidamente cun mínimo esforzo de administración ou interacción co provedor do servizo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

452

- O modelo cloud do NIST
 - O NIST tamén define un modelo que se coñece popularmente como 5-3-4
 - 5 características esenciais
 - 3 modelos de servizo
 - 4 modelos de despregadura



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

453

- O modelo cloud do NIST
 - Características esenciais



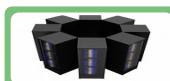
On-demand self-service

Autoservizo baixo demanda



Broad network access

Fácil acceso por rede



Resource pooling

Agrupamento de recursos



Rapid elasticity

Elasticidade rápida



Measured Service

Servizo medido

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

454

- O modelo cloud do NIST
 - Características esenciais



On-demand self-service

Autoservizo baixo demanda



Un consumidor pode aprovisionar unilateralmente capacidades de computación (p.ex. tempo de CPU, almacenamento en rede) segundo necesite

O aprovisionamento é automático e non precisa de interacción humana con cada provedor de servicio

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

455

- O modelo cloud do NIST
- Características esenciais



Broad network access

Fácil acceso por rede

As capacidades están **accesíbeis na rede**

Accédese a elles a través de **mecanismos estándar** que permiten o acceso desde plataformas cliente **heteroxéneas** (dispositivos móbeis, estacións de traballo, ...)



Modelo cloud do NIST

456

- O modelo cloud do NIST
- Características esenciais



Resource pooling

Agrupamento de recursos

Os recursos de computación dos provedores son **agrupados** para servir a múltiples clientes usando un modelo **multitenant**

Os diferentes recursos (físicos ou virtuais) asignanse e reasignanse dinamicamente en función da **demanda dos consumidores**

O cliente **non ten control** sobre a localización exacta dos recursos, pero pode especificar as súas preferencias a un nivel máis alto de abstracción (p.ex. país, estado ou centro de datos)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

457

- O modelo cloud do NIST
- Características esenciais



Rapid elasticity

Elasticidade rápida

As capacidades son aprovisionadas e liberadas **rápida** e elasticamente segundo a demanda

Desde o punto de vista do consumidor, as capacidades dispoñíveis son aparentemente **ilimitadas** e poden aprovisionarse **en calquera momento e cantidad**



Modelo cloud do NIST

458

- O modelo cloud do NIST
- Características esenciais



Measured Service

Servizo medido

Os sistemas cloud **controlan e optimizan** automaticamente o uso dos **recursos** proporcionando alguma **capacidade de medición** (habitualmente *pay-per-use* ou *charge-per-use*) ao nível de abstracción adecuado ao tipo de servizo (almacenamento, procesamento, largo de banda, ...)

O uso dos recursos pode ser **monitorizado, controlado e informado**, ofrecendo transparencia tanto a usuarios como a provedores do servizo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

459

Modelos de servizo

- As capacidades de computación son ofrecidas polos provedores aos consumidores en forma de servizos
- O NIST define 3 modelos



- Os modelos teñen dependencias entre si e están orientados a usuarios e escenarios diferentes
- As responsabilidades de provedores e consumidores tamén son diferentes dependendo do modelo de servizo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



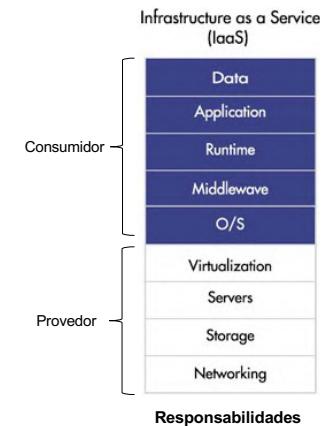
Modelo cloud do NIST

460

Modelos de servizo

IaaS (Infrastructure as a Service)

- Os provedores son os propietarios da infraestrutura HW e ofrecéndola como servizo aos usuarios a través de interfaces que lles permiten xestionala
- O consumidor aprovisiona recursos de computación (almacenamento, CPU, rede) nos que executa o seu SW
- O consumidor non controla a infraestrutura subxacente pero si os SO, o almacenamento, a rede de comunicacíons e as aplicacións despregadas
- Perfil de usuario: arquitectos e administradores de sistemas



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



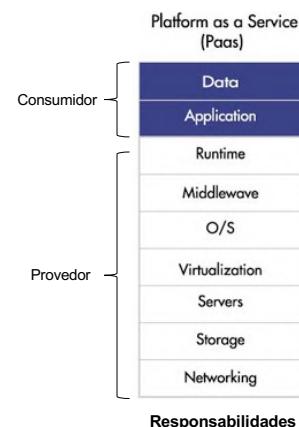
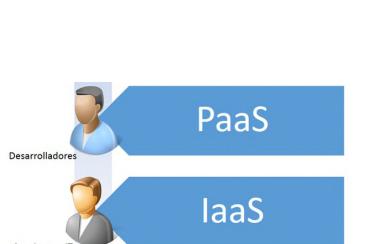
Modelo cloud do NIST

461

Modelos de servizo

PaaS (Platform as a Service)

- O consumidor desprega aplicacións tanto propias como adquiridas, desenvolvidas usando ambientes de programación soportados polo provedor na infraestrutura deste
- O consumidor non controla a infraestrutura subxacente nin o contorno de despregadura pero si as aplicacións despregadas e a configuración do contorno
- Perfil de usuario: desenvolvedores de aplicacións



Modelo cloud do NIST

462

Modelos de servizo

As plataformas PaaS abertas soportan

- Diferentes linguaxes, ambientes de desenvolvemento, servidores de aplicacións, SXBD e almacenamento NoSQL, provedores IaaS
- Xestión automatizada do ciclo de vida completo das aplicacións
- Servizos de aplicación: CI/CD, orquestración, configuración, monitoramento, ...



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

463

- Modelos de servizo

SaaS (Software as a Service)

- O consumidor utiliza as aplicacións do provedor que son executadas nunha infraestrutura cloud
- O consumidor non controla nin a infraestrutura subxacente nin as capacidades da aplicación, pero posibelmente si poida controlar a súa configuración persoal
- Perfil de usuario: empregados, profesionais ou particulares



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

464

- Modelos de despregadura

- Hai varias opcións á hora de despregar un modelo de aprovisionamento de servizos cloud
- O NIST define 4 modelos



Deployment Models

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

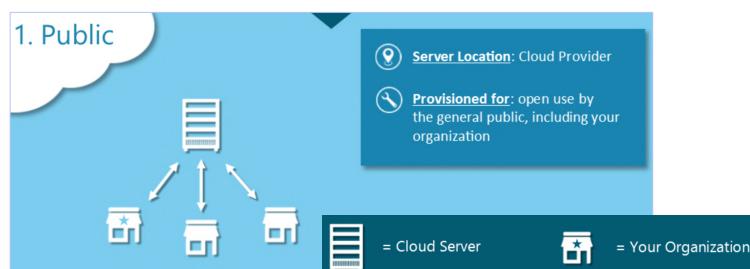
465

- O modelo cloud do NIST

- Modelos de despregadura

- Cloud público

- Infraestrutura para uso do público ou empresas en xeral
- Propiedade do provedor (p.ex. empresa, universidade, ...)
- Estes clouds teñen unha interface para a xestión interna da infraestrutura virtualizada e expoñen outra externa para a xestión dos recursos dos clientes



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

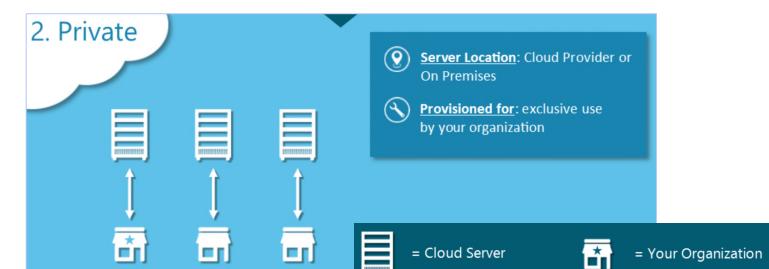
466

- O modelo cloud do NIST

- Modelos de despregadura

- Cloud privado

- Para uso exclusivo dunha organización
- Pode ser da súa propiedade (*on-premise*), alugado (*off-premise*) ou unha combinación de ambas
- Permite unha xestión flexíbel e ágil dos recursos da organización



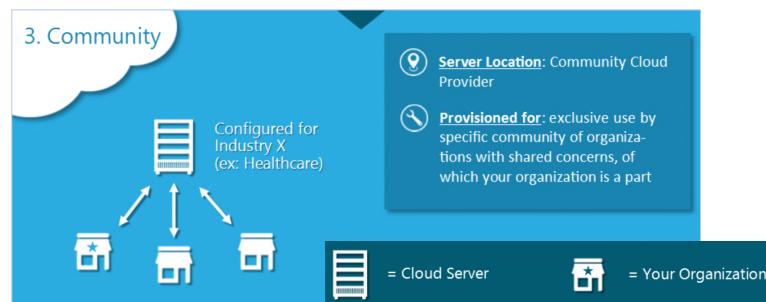
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

467

- O modelo cloud do NIST
- Modelos de despregadura
 - Cloud comunitario
 - Infraestrutura para uso dunha comunidade de organizacións que comparten intereses
 - Pode ser propiedade dunha ou varias das organizacións, ser alugado ou unha combinación de ambas



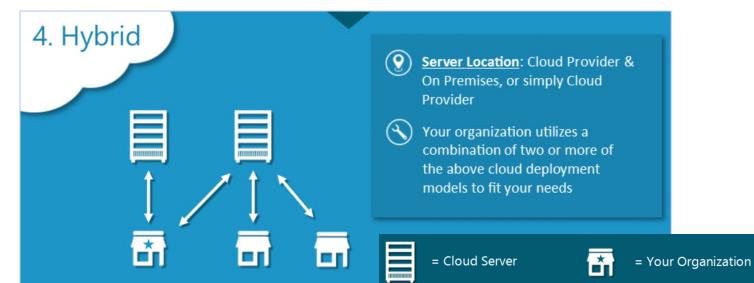
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Modelo cloud do NIST

468

- O modelo cloud do NIST
- Modelos de despregadura
 - Cloud Híbrido
 - Combinación de cloud privado e público
 - Permite xestionar os picos de carga obtendo recursos do cloud público (*cloud bursting*)
 - O uso de recursos públicos é transparente para os usuarios do cloud privado



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- Amazon Web Services (AWS)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Beneficios, retos e recomendacións

470

- Beneficios
 - Algúns dos beneficios de utilizar a computación na nube son

Reducción de custos	Mellora da eficiencia	Flexibilidade	Continuidade do negocio	segurana
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de pago por uso • Non hai necesidade de investimentos iniciais en infraestrutura • Desaparece o investimento en HW que queda desfasado • Facilita a innovación → oportunidade para PEMES e startups 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez e escalabilidade no aprovisionamento de novos recursos • As PEMES poden acceder a recursos (teóricamente) ilimitados → mellora competitividade • Deléagase a xestión de recursos TIC no proveedor → pódense dedicar máis recursos á actividad propia da empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Os provedores cloud ofrecen as últimas tecnoloxías e actualizacións • Os traballadores poden traballar desde calquera lugar 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita implantar medidas de tolerancia a fallos e alta disponibilidade • Sistemas redundantes, replicación de datos, distribución xeográfica • Asistencia ao cliente 24/7 	<ul style="list-style-type: none"> • Os provedores en xeral teñen mellores prácticas e sistemas de segurana do que poderían chegar a ter a maioría dos seus clientes • Invisten moito diñeiro para obter certificacións de segurana e cumplir coas regulacións

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Beneficios, retos e recomendacións

471

Retos

- Algunxs dos retos de utilizar a computación na nube son

Dependencia da rede	Dependencia do provedor (vendor lock-in)	Aspectos lexislativos	Integridade dos datos	segurana
<ul style="list-style-type: none"> Largura de banda limitado Prestacións impredecibles (redes lentas en hora punta) Necesidade de estar sempre conectado 	<ul style="list-style-type: none"> Dificultade para mover cargas de trabajo entre provedores Fallos masivos o cese de actividade de provedores Escasa interoperabilidade. Faltan estándares 	<ul style="list-style-type: none"> Cumprimento da lexislación por parte dos provedores: LOPD, GDPR, propiedade intelectual, ... Protección do consumidor: que lexislación se aplica en caso de conflito? Cumprimento de regulacións sectoriais: saúde, banca, medios de pagamento, ... 	<ul style="list-style-type: none"> Membreiro á perda de control sobre os datos pola súa distribución a través da rede Privacidade, confidencialidade: podemos confiar no provedor? Garantías ao mover datos fóra da UE 	<ul style="list-style-type: none"> segurana física nos centros de datos Autenticación e control de acceso á información (incluído o acceso físico) Transmisión cifrada de información confidencial Garantías de illamento no contorno de virtualización A segurana é unha responsabilidade compartida entre o provedor e o consumidor que dependerá do modelo de servizo (IaaS, PaaS ou SaaS)

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Beneficios, retos e recomendacións

472

Recomendacións

- Algunhas recomendacións a ter en conta á hora de utilizar a computación na nube son

Analizar a oferta do provedor	Analizar o nivel de segurana que se precisa	Estar preparado para o inesperado
<ul style="list-style-type: none"> Nivel de servizo: cales son as condicións do servizo? Ten servizo de soporte e atención ao usuario? Existen indemnizacións en caso de interrupción do servizo? É posible negociar o SLA (Service Level Agreement)? segurana: cumple con estándares de segurana? Posúe alguma certificación internacional? Cumple coa lexislación vixente (LOPD, GDPR)? Como garante a privacidade, a autenticación e o control de acceso? Que responsabilidades asume se se perden os datos? 	<ul style="list-style-type: none"> Non só todas as aplicacións manexan información sensible Serán necesarios diferentes niveis de segurana dependendo do tipo de información: información persoal, corporativa, datos de cidadáns, ... Usar despregaduras privadas ou híbridas para as aplicacións más sensibles A segurana é unha responsabilidade compartida entre o provedor e o consumidor. A responsabilidade do provedor dependerá do modelo de servizo (IaaS, PaaS ou SaaS) 	<ul style="list-style-type: none"> Ter un plan de continuidade do negocio que considere, se é posible, opcións no cloud e fóra del, p.ex. provedor alternativo de hosting ou servizo DRaaS (Disaster Recovery) Implantar arquitecturas tolerantes a fallos o multiprovedor (p.ex. replicación de servizos en varias zonas de disponibilidade en AWS) Manter backups locais ou en servizos de terceiros Adoptar modelos de cloud híbrido

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Beneficios, retos e recomendacións

473

Recomendacións

- Analizar a oferta do provedor

Exemplo de SLA: Amazon EC2 (<http://aws.amazon.com/ec2-sla/>)

- Compromiso de Amazon: disponibilidade mensual de **cando menos o 99,99%**
 - Implica que caídas de até 4.32 min/mes non teñen compensación
- Compensacións
 - Entre 99% e 99.99% (entre aprox. 7h/mes e 4min/mes de indisponibilidade) → 10% de desconto nunha factura posterior
 - Entre 95% e 99% (entre 36h e 7h/mes de indisponibilidade) → 30% de desconto nunha factura posterior
 - < 95% (máis de 36h/mes de indisponibilidade) → 100% de desconto nunha factura posterior
- É obligatorio presentar unha reclamación e documentar a indisponibilidade do servizo
- AWS considera que non hai disponibilidade se deixan de ter conectividade TODAS as instancias despregadas **CANDO MENOS en 2 zonas de disponibilidade diferentes**



Contidos

- Introducción
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- Amazon Web Services (AWS)**
 - Introducción
 - Servizos básicos
 - Servizos de arquitectura SW
 - Tolerancia a fallos e HA
 - Outros aspectos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
 - Modelo cloud do NIST
 - Beneficios, retos e recomendacións
 - **Amazon Web Services (AWS)**
 - **Introdución**
 - Servizos básicos
 - Servizos de arquitectura SW
 - Tolerancia a fallos e HA
 - Outros aspectos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Introducción

- **Amazon Web Services (AWS)**
 - Actualmente ten unha oferta de aproximadamente 200 servizos que permiten executar unha ampla variedade de aplicacións na nube
 - Aloxamento web, aplicacións empresariais, aplicacións móbeis, Big Data, IoT, HPC, streaming, realidade virtual, aprendizaxe máquina, computación cuántica, ...



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. USC



Introducción

476

- **Amazon Web Services (AWS)**
 - AWS comezou en 2006 a ofrecer servizos cloud a empresas
 - Os servizos agrúpanse en diferentes categorías



<https://aws.amazon.com/products/>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UPC



Introducción

478

- Amazon Web Services (AWS)



Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Introducción

479

- Amazon Web Services (AWS)

- A infraestrutura de AWS organízase en **rexións** independentes
 - Os servizos dispoñíbeis e os prezos poden variar en función da rexión



<https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Introducción

480

- Amazon Web Services (AWS)

- En cada rexión hai unha ou máis **zonas de dispoñibilidade (AZ)**
 - Formadas por 1 ou máis centros de datos
 - Situadas en localizacións diferentes e illadas entre si → alta dispoñibilidade
 - Cada unha ten a súa propia infraestrutura redundante
 - Non comparten instalación eléctrica nin sistemas de refrixeración
 - Conexión privada de baixa latencia entre AZ da mesma rexión



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

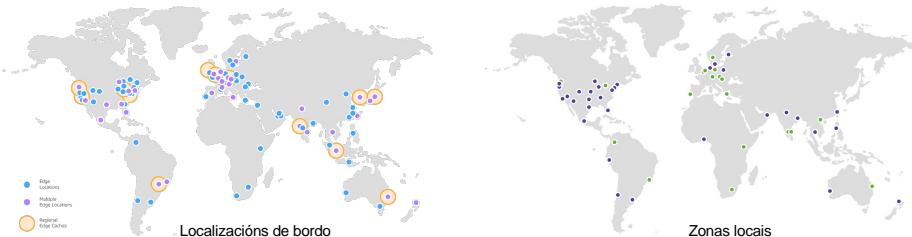


Introducción

481

- Amazon Web Services (AWS)

- Outros compoñentes da infraestrutura de AWS
 - Localizacións de bordo**
 - Acceso á rede global de entrega de contidos (CDN) de AWS
 - Zonas locais**
 - Escoita de servizos aloxados en localizacións próximas a cidades e centros industriais
 - Para aplicacións con latencias da orde de decenas de milisegundos (xogos, VR, IoT)
 - Zonas Wavelength**
 - Integran servizos da AWS nas redes 5G dos provedores de servizos de comunicacións
 - Reduce a latencia das aplicacións móbeis no bordo da rede 5G



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- Amazon Web Services (AWS)**
 - Introducción
 - Servizos básicos**
 - Computación: EC2
 - Almacenamento: EBS, S3
 - Rede: VPC
 - Servizos de arquitectura SW
 - Tolerancia a fallos e HA
 - Outros aspectos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

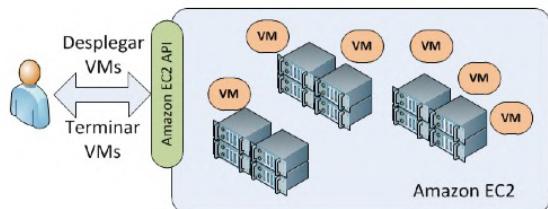


Servizos de computación

483

- **EC2 (Elastic Compute Cloud)**

- Servizo para a despregadura de VM baixo demanda
 - En AWS aos servidores virtuais chámases **instancias**



Control total sobre as VM	Flexibel	Elástico	Fiábel	Seguraza
Acceso como root ás VM Interface de usuario para parar, reiniciar e terminar VM	Decenas de configuracións: CPU, memoria, disco, SO, paquetes de software, ...	Aumenta ou reduce a capacidade dinamicamente	Compromiso SLA: disponibilidade do 99,99% en cada rexión	Distintos mecanismos de seguraza: credenciais, cifrado, grupos de seguraza, VPC, ...

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servizos de computación

484

- **EC2 (Elastic Compute Cloud)**

- AWS ten varios **tipos de instancia** para adaptarse a distintos casos de uso
 - 6 familias diferentes

De propósito xeral	• T2-T4, M4-M7, Mac
Optimizadas para cálculo	• C4-C7
Optimizadas para memoria	• R4-R8, U7, U-1, X1-X2, z1
Optimizadas para almacenamento	• H1, D2, D3, I3, I4, Im4, Is4, I4
HPC	• HPC6, HPC7
Con aceleradoras	<ul style="list-style-type: none"> • GPU: G3-G6, P2-P5 • Deep Learning: Inf1, Inf2, DL1, DL2, Trn1 • FPGA: F1, Streaming: VT1

Denominación do tipo de instancia



- A letra inicial indica a familia
- O número indica a xeración
- A letra seguinte indica o procesador
 - i, a, g → instancias para procesadores Intel, AMD ou AWS Graviton (ARM)
 - O resto de letras indican características adicionais
 - d → a instancia execútase en servidores con SSD NVMe locais
 - z, e, n → características melloradas de CPU, memoria, rede e/ou almacenamento
- O tamaño indicase despois do punto

<http://aws.amazon.com/ec2/instance-types/>
<https://aws.amazon.com/ec2/instance-explorer/>

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servizos de computación

485

- **EC2 (Elastic Compute Cloud)**

- **Exemplo:** instancias de propósito xeral M5

Tipo de instancia	vCPU	Memoria (GiB)	Almacenamiento (GB)	Rendimiento de redes	Procesador físico	Velocidad del reloj (GHz)
m5.large	2	8	Solo EBS	Alta	Intel Xeon Platinum	2,5
m5.xlarge	4	16	Solo EBS	Alta	Intel Xeon Platinum	2,5
m5.2xlarge	8	32	Solo EBS	Alta	Intel Xeon Platinum	2,5
m5.4xlarge	16	64	Solo EBS	Alta	Intel Xeon Platinum	2,5
m5.12xlarge	48	192	Solo EBS	10 gigabits	Intel Xeon Platinum	2,5
m5.24xlarge	96	384	Solo EBS	25 gigabits	Intel Xeon Platinum	2,5

- Os tipos concretos de instancias dispoñíbeis á hora de lanzar unha VM dependen de diferentes factores
 - Rexión, AMI, tipo de virtualización (PV ou HVM), arquitectura (32 ou 64 bits)

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servizos de computación

486

- **EC2 (Elastic Compute Cloud)**

- **AMI (Amazon Machine Images)**

- As AMI son imaxes preconfiguradas (SO, software, ...) usadas para iniciar instancias en EC2
- O AWS marketplace é un catálogo de imaxes que contén tanto AMI gratuitas como de pago
- No catálogo pódense atopar tamén AMI publicadas por terceiros, tanto gratuitas como de pago



Popular Categories



<https://aws.amazon.com/marketplace>

Enxearía de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxearía Informática. UDC



Servizos de computación

487

- EC2 (*Elastic Compute Cloud*)
 - Opcións de compra de instancias

Instancias baixo demanda

- Aprovisionamento e liberación segundo demanda
- Pagamento por hora de uso (por segundo en Amazon Linux e Windows)

Instancias reservadas

- Instancias reservadas con antelación sobre as que se aplica un desconto no prezo
- Hai varias opcións de reserva e o desconto varía dependendo da antelación coa que se reserven (1 ou 3 anos) e a forma de pagamento

Instancias de poxa (*spot instances*)

- Instancias que se obtén mediante un sistema de poxa
- AWS oferta a súa capacidade libre a un prezo que varía en función da oferta e a demanda
- Os clientes ofrecen un prezo (unha puxa), cando o prezo de AWS é inferior á puxa, o cliente consigue as instancias. As instancias rematan cando o prezo supera á puxa

Instancias e servidores dedicados

- Opcións que reservan recursos en exclusiva, que non son compartidos con outros usuarios

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de computación

488

- EC2 (*Elastic Compute Cloud*)
 - Exemplo: prezos baixo demanda de instancias M5
 - Cobrarse por hora de execución (por segundo en Linux, Windows [+ SQL Server])
 - As instancias paradas non se cobran
 - Os prezos varían por rexións e SO preinstalado
 - Cobráanse tamén as transferencias de datos de saída (non as de entrada)

Instance name	On-Demand hourly rate	vCPU	Memory	Storage	Network performance
m5.large	\$0.096	2	8 GiB	EBS Only	Up to 10 Gigabit
m5.xlarge	\$0.192	4	16 GiB	EBS Only	Up to 10 Gigabit
m5.2xlarge	\$0.384	8	32 GiB	EBS Only	Up to 10 Gigabit
m5.4xlarge	\$0.768	16	64 GiB	EBS Only	Up to 10 Gigabit
m5.8xlarge	\$1.536	32	128 GiB	EBS Only	10 Gigabit
m5.12xlarge	\$2.304	48	192 GiB	EBS Only	10 Gigabit
m5.16xlarge	\$3.072	64	256 GiB	EBS Only	20 Gigabit
m5.24xlarge	\$4.608	96	384 GiB	EBS Only	25 Gigabit

<http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

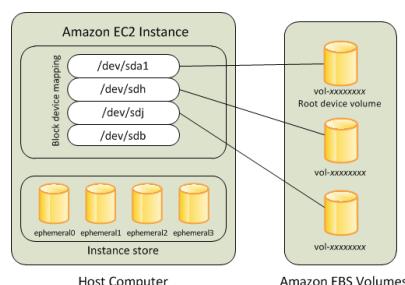


Servizos de almacenamiento

489

EBS (*Elastic Block Storage*)

- Servizo de almacenamento baseado en volumes
 - É como utilizar un disco ríxido sen formatar
 - Está deseñado para ser utilizado coas instancias EC2
 - Os volumes móntanse como dispositivos e accédese a eles a través da rede
 - Os volumes persisten con independencia das instancias
 - Os volumes son **elásticos**: pode cambiar o seu tipo e tamaño sen interrupción de servizo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

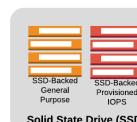


Servizos de almacenamiento

490

EBS (*Elastic Block Storage*)

- Servizo de almacenamento baseado en volumes
 - Tipos de volumes



- Optimizados para realizar transaccións que impliquen operacións de E/S frecuentes e de pequeno tamaño
- O atributo de rendemento dominante son as IOPS

Volume Type	General Purpose SSD		Provisioned IOPS SSD		
	GP3	GP2	io2 Block Express	io2	io1
Durability	99.8%–99.9%	99.8%–99.9%	99.99%	99.99%	99.8%–99.9%
Volume Size	1 GiB–16 TiB	1 GiB–16 TiB	4 GiB–64 TiB	4 GiB–16 TiB	4 GiB–16 TiB
Max IOPS	16,000		256,000	64,000*	
Max Throughput	1000 MiB/s	250 MiB/s*	4,000 MiB/s	1,000 MiB/s*	

- Os tipos con IOPS aprovisionadas son para as cargas de traballo con requisitos de IOPS máis esixentes (p.ex. SAP HANA, Oracle, Microsoft SQL Server)

<https://aws.amazon.com/ebs/volume-types>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

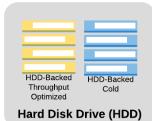


Servizos de almacenamento

491

- EBS (Elastic Block Storage)

- Servizo de almacenamento baseado en volumes
 - Tipos de volumes



- Optimizados para operacións de E/S de gran tamaño e padróns de acceso secuencial
- O atributo de rendemento dominante é o desempeño (*throughput*) medido en MB/s

	Volumenes de HDD con rendimiento optimizado	Volumenes de HDD en frío
Tipo de volumen	st1	sc1
Durabilidade	99,8 % - 99,9 % de durabilidade (0,1 % - 0,2 % tasa anual de errores)	
Casos de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Big data • Data warehouses • Procesamiento de registros 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamento orientado al rendimento para datos a los que se accede con poca frecuencia • Escenarios en los que es importante el costo de almacenamiento más bajo
Tamaño del volumen		125 GiB - 16 TiB
IOPS máximo por volumen (E/S de 1 MiB)	500	250
Rendimento máximo por volumen	500 MiB/s	250 MiB/s

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

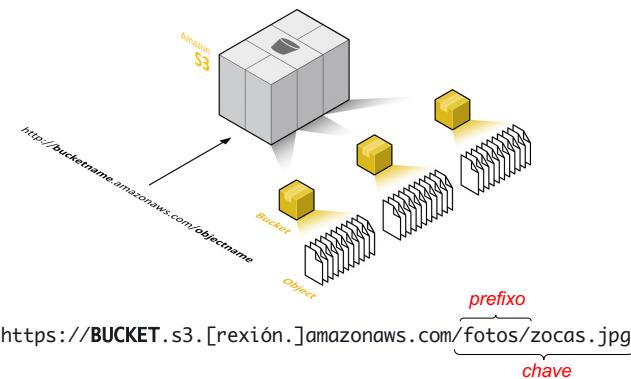


Servizos de almacenamento

493

- S3 (Simple Storage Service)

- Almacenamento de obxectos a escala global
 - Obxecto = datos + metadatos (pares clave-valor)
 - Os obxectos están almacenados en depósitos (*buckets*)
 - Cada obxecto pode ser accedido mediante unha URL única



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de almacenamento

492

- EBS (Elastic Block Storage)

- Servizo de almacenamento baseado en volumes

- Alta disponibilidade

- Replicación dentro da mesma zona de disponibilidade
- Instantáneas (*snapshots*) incrementais en S3 replicadas en varias zonas de disponibilidade

- Prezo

- Cobrarse en función do espazo ocupado (GB/mes)
- Nos tipos que o permiten, cobráronse tamén as IOPS aprovisionadas ou o rendemento adicional contratado

Tipo de volumen	Precio
Almacenamiento SSD de uso general (gp3)	0,088 USD/GB-mes
Almacenamiento SSD de uso general (gp3) -IOPS	3000 IOPS gratis y 0,0055 USD/IOPS provisionadas por mes por encima de 3000
Almacenamiento SSD de uso general (gp3): rendimiento	125 MB/s gratis y 0,044 USD/MB/s provisionados por mes por encima de 125
Volúmenes de SSD de uso general (gp2)	0,11 USD por GB-mes de almacenamiento aprovisionado
SSD de IOPS provisionadas (io2) - almacenamiento	0,138 USD/GB-mes
SSD de IOPS provisionadas (io2) - IOPS	0,072 USD/IOPS provisionadas-mes hasta 32 000 IOPS 0,050 USD/IOPS provisionadas-mes a partir de 32 001 hasta 64 000 IOPS
Volúmenes de SSD de IOPS provisionadas (io1)	0,138 USD por GB-mes de almacenamiento aprovisionado Y 0,072 USD por mes de IOPS provisionadas
Volúmenes de HDD optimizados para el desempeño (st1)	0,05 USD por GB-mes de almacenamiento aprovisionado
Volúmenes de HDD frío (sc1)	0,0168 USD por GB al mes de almacenamiento aprovisionado

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de almacenamento

494

- S3 (Simple Storage Service)

- Almacenamento de obxectos a escala global

- Características básicas

- Número ilimitado de obxectos
- Tamaño dos obxectos: desde 1 byte até 5TB
- Redundancia x3: resistente á perda simultánea de datos en 2 instalacións
- Os obxectos non saen dunha rexión a menos que se transfirán manualmente
- Integrado con EC2: almacenamento de AMI e instantáneas
- Varios mecanismos de control de acceso: ACL, políticas, autenticación de consultas, ...

- Cobrarse por espazo ocupado (GB/mes), tipo de almacenamiento, número de chamadas á API (PUT, GET) e transferencia de datos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de almacenamiento

495

- S3 (Simple Storage Service)**

- Tipos**

Estándar

- Almacenamento para datos aos que se accede con frecuencia

Capas intelixentes (intelligent tiering)

- Migración automática de datos entre tres capas con diferentes custos: acceso frecuente, pouco frecuente e instantáneo, para optimizar os custos en función do padrón de acceso

Estándar de acceso pouco frecuente (standard-IA)

- Almacenamento para datos aos que se accede con pouca frecuencia

Zona única de acceso pouco frecuente (one zone-IA)

- Non usa replicación x3; más barato que os modos estándar

Glacier

- Almacenamento de baixo custo para datos aos que se accede con pouca frecuencia
- Dúas opcións con diferentes características e prezo: *Flexible Retrieval* e *Instant Retrieval*

Glacier Deep Archive

- Conservación de datos a longo prazo con acceso moi pouco frecuente
- Clase de almacenamento más barata
- Exemplo:** regulacións que obrigan a gardar datos de 5 a 10 anos



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de almacenamiento

496

- S3 (Simple Storage Service)**

- Tipos de almacenamiento**

	S3 Estándar	S3 Capas Inteligentes*	S3 Estándar – Acceso poco frecuente	S3 Única zona – Acceso poco frecuente†	S3 Glacier Instant Retrieval	S3 Glacier Flexible Retrieval	S3 Glacier Deep Archive
Diseñado para ofrecer durabilidad	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)	99,999999999% (11 nueves)
Diseñado para ofrecer disponibilidad	99,99%	99,9 %	99,9 %	99,5 %	99,9 %	99,99 %	99,99%
SLA de disponibilidad	99,9%	99%	99%	99%	99%	99,9 %	99,9%
Zonas de disponibilidad	≥3	≥3	≥3	1	≥3	≥3	≥3
Cargo mínimo de capacidad por objeto	N/D	N/D	128 KB	128 KB	128 KB	40 KB	40 KB
Cargo mínimo de duración del almacenamiento	N/D	N/D	30 días	30 días	90 días	90 días	180 días
Cargo por recuperación	N/D	N/D	por GB recuperado	por GB recuperado	por GB recuperado	por GB recuperado	por GB recuperado
Latencia de primer byte	milisegundos	milisegundos	milisegundos	milisegundos	milisegundos	minutos u horas	horas seleccionadas

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de rede

497

- VPC (Virtual Private Cloud)**

- Servizo de rede virtual dedicada**

- Os usuarios poden ter 1 ou máis VPC por rexión
- Cada VPC é unha versión virtual da rede de datos “tradicional” dun CPD
- Os recursos (p.ex. instancias) lánzanse dentro unha VPC para garantir o seu illamento e reforzar a seguridade, xa que as VPC están illadas entre si
- As súas características básicas son

Cada usuario ten control total sobre a configuración das súas redes virtuais

- Rango de enderezos IP e DHCP
- Configuración de subredes
- Configuración de routers, gateways e seguridade

Múltiples posibilidades de conexión

- Subredes con acceso público
- Subredes privadas con NAT
- Conexións seguras: VPN (Virtual Private Network), conexión física á rede de AWS

Múltiples mecanismos de seguraza

- Grupos de seguraza, ACL (Access Control Lists), ...

O uso da VPC é gratuito

- Só se cobran características opcionais como a conexión segura ou o gateway NAT

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de rede

498

- VPC (Virtual Private Cloud)**

- Compoñentes principais**

Subredes

- Rangos de enderezos IP

Router

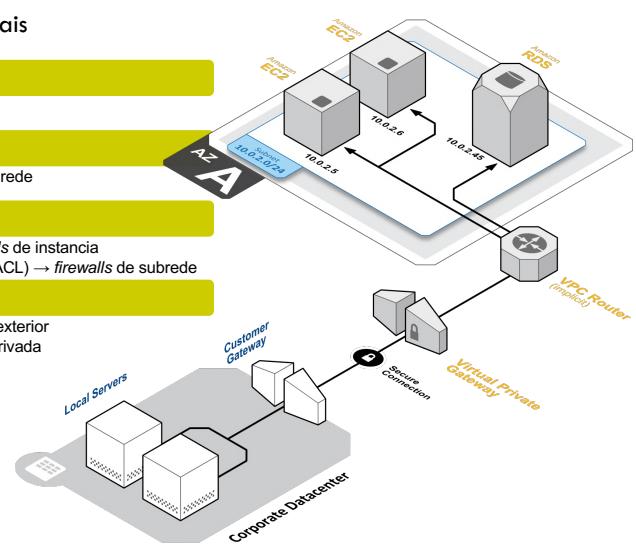
- Regras que dirixen o tráfico de rede

Seguraza

- Grupos de seguraza → firewalls de instancia
- Listaxes de control de acceso (ACL) → firewalls de subrede

Gateways

- Proporcionan conectividade co exterior
- Tipos: Internet, NAT, conexión privada



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

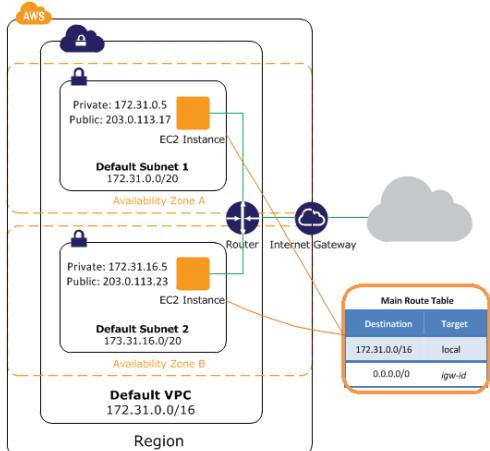


Servizos de rede

499

VPC (Virtual Private Cloud)

- Hai unha VPC predefinida por defecto en cada rexión de AWS



Características da VPC predefinida

- Bloque CIDR IPv4**
 - Rango de enderezos: 172.31.0.0/16
 - Tamaño /16 → 65536 enderezos privados
- 1 subrede pública por AZ**
 - Tamaño /20 → 4096 enderezos por subrede
 - Instancias reciben IP+DNS público e privado
- 1 gateway a Internet**
- 1 táboa de rutas**
 - O tráfico non local envíase ao gateway
- Seguridade**
 - 1 grupo de seguridade por defecto
 - 1 ACL de rede por defecto
 - Permiten todo o tráfico interno
- Regras DHCP predeterminadas**

Contidos

- Introdución
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- Amazon Web Services (AWS)**
 - Introdución
 - Servizos básicos
- Servizos de arquitectura SW**
 - ELB, Autoescalado
 - Tolerancia a fallos e HA
 - Outros aspectos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de arquitectura SW

501

ELB (Elastic Load Balancing)

- Servizo de balanceo de carga elástico nunha VPC
 - Fornece 2 tipos principais de balanceadores
 - De rede:** distribúe o tráfico de rede baseándose en información de nivel 4 (TCP, UDP)
 - De aplicacóns:** usa información de nivel 7 (HTTP, HTTPS) para aplicacóns que requieren características más avanzadas (p.ex. microservizos, funcións lambda)
 - Características básicas**
 - Admite diferentes tipos de **destinos**: instancias EC2, IP e contedores
 - Alta disponibilidade
 - Detecta destinos en mal estado e redirixe o tráfico cara a outros en bo estado
 - Pode xestionar **grupos de destinos** en varias zonas de disponibilidade (AZ)
 - Seguridade: xestiona certificados e configuracións SSL para as conexións seguras
 - Cóbrase por hora de uso, cantidade de balanceadores e capacidade de balanceo de carga (LCU)
 - A LCU ten en conta conexións novas e activas, GB procesados e regras de balanceo avaliadadas (só no de aplicacóns)
 - Exemplo:** un balanceador que reciba 1 conexión nova por segundo, que cada conexión dure 2 minutos e consuma 300KB, costa uns 21-22\$/mes dependendo do tipo

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



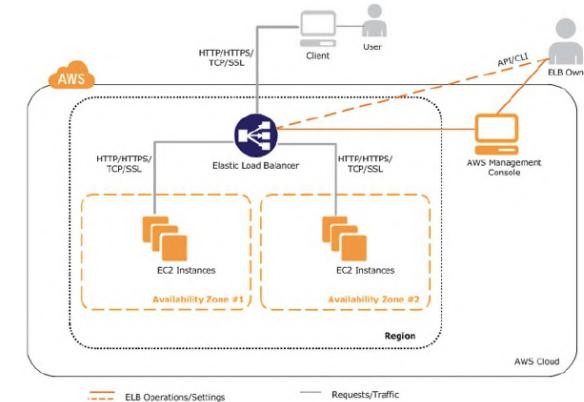
Servizos de arquitectura SW

502

ELB (Elastic Load Balancing)

Balance de carga entre AZ

- Cando se rexistra máis de 1 AZ no ELB (requirido no de aplicacóns) créase un nó ELB en cada AZ e úsase unha política round-robin entre eles



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



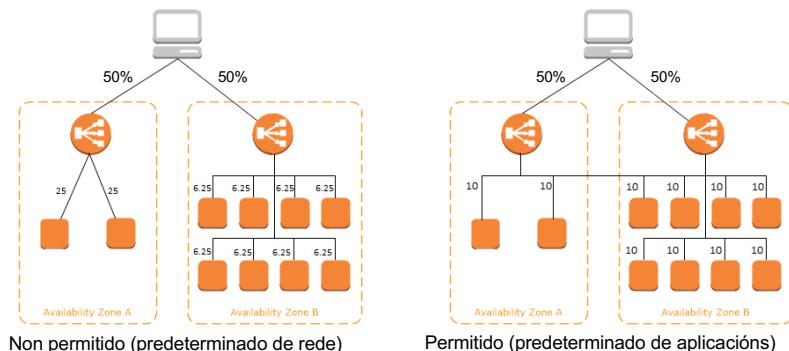
Servizos de arquitectura SW

503

- **ELB (Elastic Load Balancing)**

- **Balance de carga entre AZ**

- Cando se rexistra máis de 1 AZ no ELB (requirido no de aplicacións) créase un nó ELB en cada AZ e úsase unha política *round-robin* entre eles
- O balance entre destinos depende de si se permite ou non balancear carga desde o nó ELB dunha AZ a destinos noutra



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

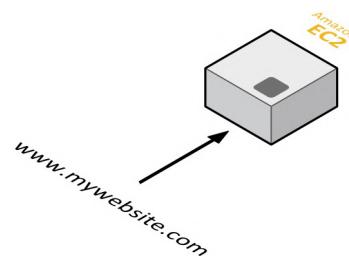


Servizos de arquitectura SW

505

- **EC2 Autoscaling**

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
- **Exemplo:** aplicación web elástica



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de arquitectura SW

504

- **EC2 Autoscaling**

- Servizo que xestiona a **escalabilidade horizontal** dunha aplicación lanzando e terminando instancias en función da carga, franxa horaria, etc.

- Axeitado para

- Aplicacións con picos de demanda impredecíbeis
- Aplicacións con padróns variábeis segundo a hora, día ou semana
- AWS non implementa escalabilidade vertical (aumento/diminución do tamaño dunha instancia) en execución, só en instancias que estexan paradas

- Características avanzadas

- Xestión de frotas de instancias
 - Substitúe automaticamente instancias erróneas
 - Equilibra o número de instancias entre AZ
- Escalado preditivo
 - Usa algoritmos de aprendizaxe máquina para predecir os picos de carga
- Pode xestionarse desde AWS Autoscaling xunto con outros recursos de aplicación
 - Contedores, BD
- Non ten custos adicionais

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Servizos de arquitectura SW

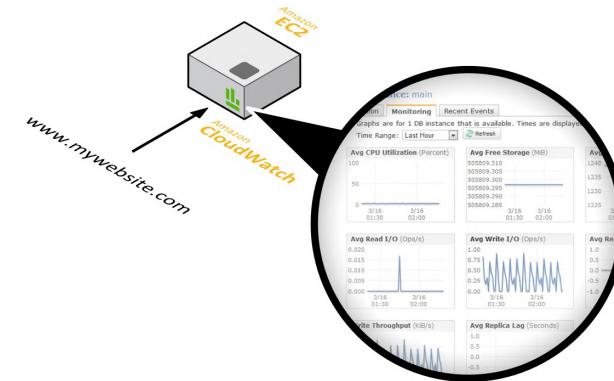
506

- **EC2 Autoscaling**

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións

- **Exemplo:** aplicación web elástica

- Instancia EC2 con métricas CloudWatch



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

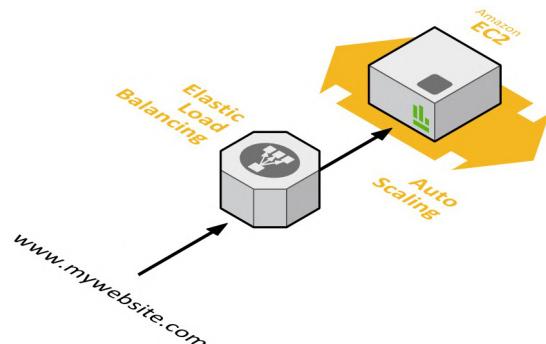


Servizos de arquitectura SW

507

- EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - Exemplo:** aplicación web elástica
 - Grupo de autoescalado:** defínense regras de escalado en base ás métricas de CloudWatch (p.ex. carga de CPU) ou usando algoritmos de aprendizaxe máquina
 - Un balanceador controla a repartición do tráfico entre as instances do grupo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

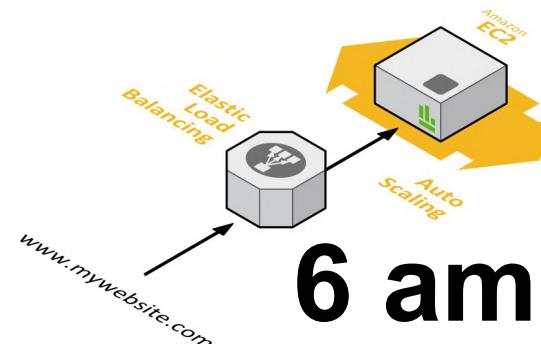


Servizos de arquitectura SW

508

- EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - Exemplo:** aplicación web elástica
 - Situación de carga normal



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

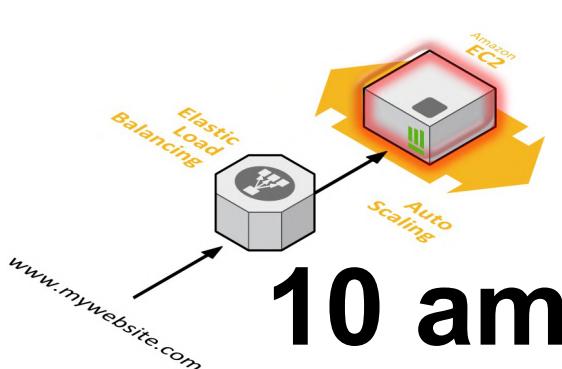


Servizos de arquitectura SW

509

- EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - Exemplo:** aplicación web elástica
 - Sobrecarga de CPU: salta unha alarma



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

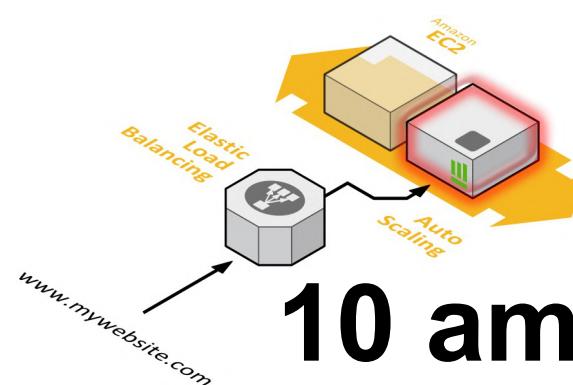


Servizos de arquitectura SW

510

- EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - Exemplo:** aplicación web elástica
 - Lánzase unha nova instancia no grupo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

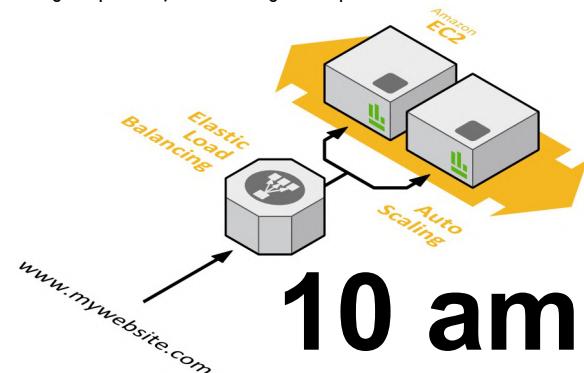


Servizos de arquitectura SW

511

● EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - **Exemplo:** aplicación web elástica
 - A nova instancia está controlada polo balanceador
 - A carga repártese, a sobrecarga desaparece e a alarma desactivase



10 am

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

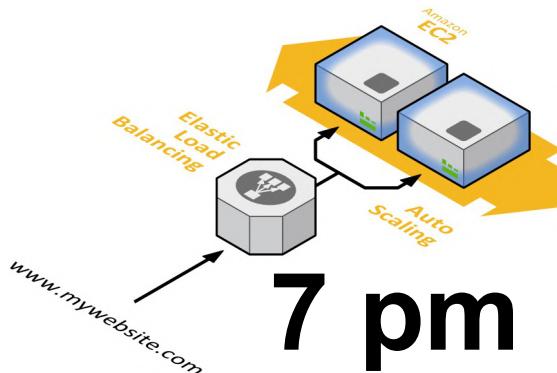


Servizos de arquitectura SW

512

● EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - **Exemplo:** aplicación web elástica
 - Infroutilización de CPU: salta unha alarma



7 pm

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

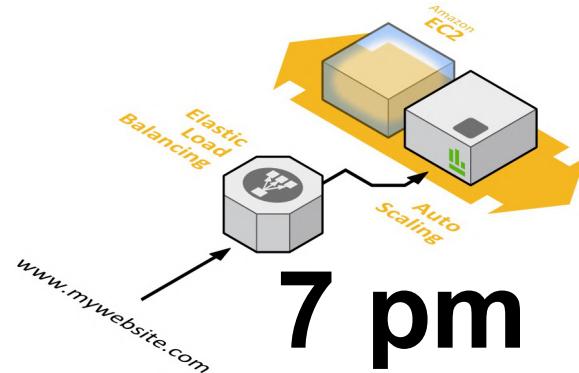


Servizos de arquitectura SW

513

● EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - **Exemplo:** aplicación web elástica
 - Terminase unha das instancias, todo o tráfico vai agora cara á mesma instancia



7 pm

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

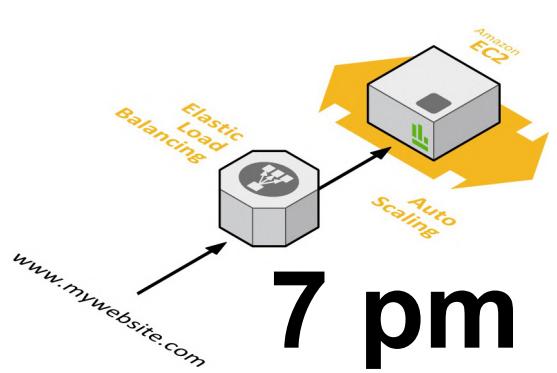


Servizos de arquitectura SW

514

● EC2 Autoscaling

- O uso do ELB xunto con EC2 AutoScaling fornece escalabilidade, repartición de carga e tolerancia a fallos ás aplicacións
 - **Exemplo:** aplicación web elástica
 - Recupérase a situación inicial



7 pm

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Contidos

- Introducción
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacións
- **Amazon Web Services (AWS)**
 - Introdución
 - Servizos básicos
 - Servizos de arquitectura SW
 - **Tolerancia a fallos e HA**
 - IP elásticos
 - Arquitectura tolerante a fallos
 - Arquitectura de alta disponibilidade
 - Outros aspectos

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

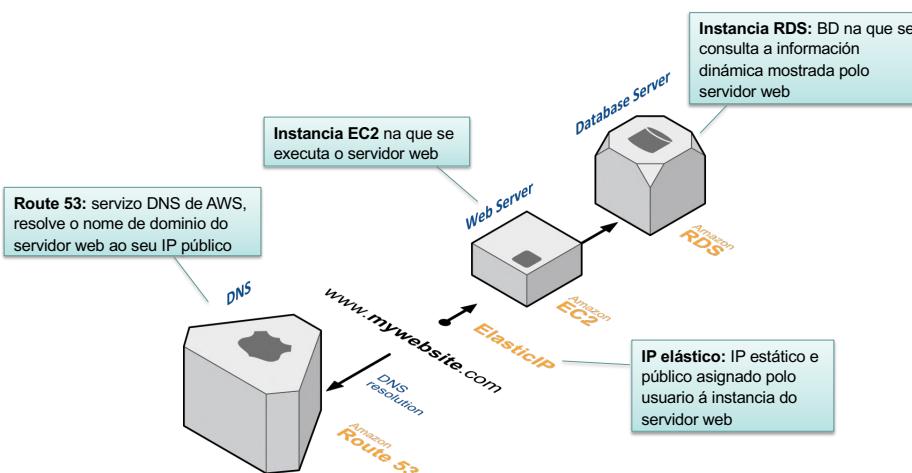


Tolerancia a fallos e HA

517

● IP elásticos

- **Exemplo:** actualización dun servidor web sen interrupción de servizo



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Tolerancia a fallos e HA

516

● IP elásticos

- Enderezos IP estáticos e públicos que se reservan na conta de usuario e que este pode asignar dinamicamente entre as instancias dessa conta
 - Resolvense
 - desde fóra da rede de AWS ao IP público da instancia
 - desde dentro da rede de AWS ao IP privado da instancia
 - Serven como mecanismo de tolerancia a fallos
 - Se unha instancia falla, asignase o IP elástico a outra instancia e o servizo non se interrompe
 - Os IP elásticos asignados non xeran custo
 - Só se cobra por hora de IP elástico non asignado

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

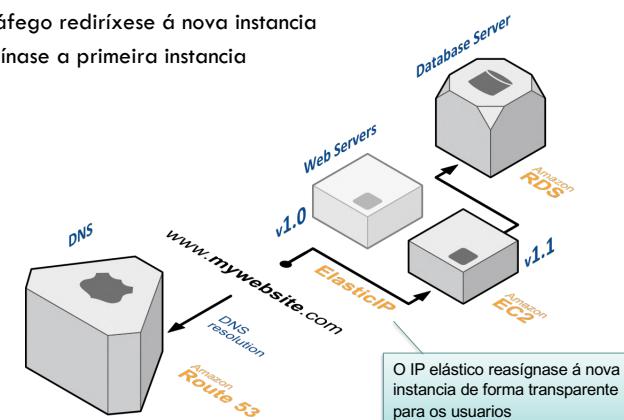


Tolerancia a fallos e HA

518

● IP elásticos

- **Exemplo:** actualización dun servidor web sen interrupción de servizo
 - Lánzase unha segunda instancia coa nova versión do servidor instalada
 - Reasignase o IP elástico á instancia co servidor actualizado
 - O tráfeo rediríxese á nova instancia
 - Terminase a primeira instancia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

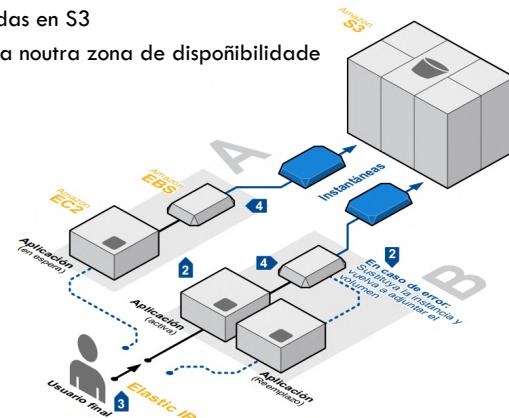


Tolerancia a fallos e HA

519

- Arquitectura tolerante a fallos

- Instancia EC2 con volume EBS
- IP elástico para cambiar a instancia activa de forma transparente
- Opcional
 - Instantáneas do volume guardadas en S3
 - Instancia de respaldo en espera noutra zona de disponibilidade



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

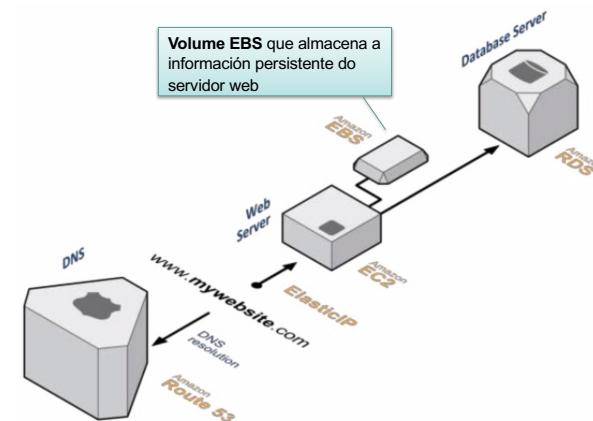


Alta disponibilidade en AWS

520

- Arquitectura tolerante a fallos

- **Exemplo:** recuperación ante o fallo dunha instancia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

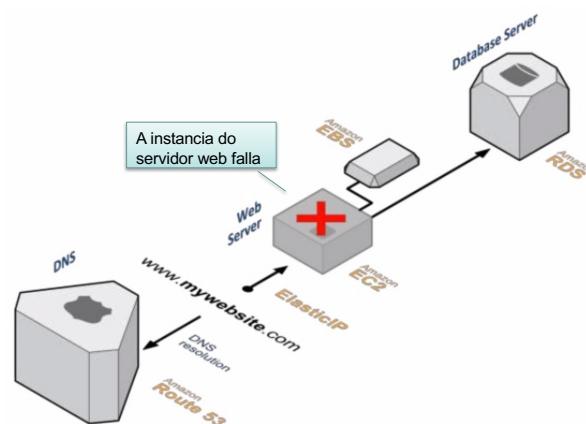


Alta disponibilidade en AWS

521

- Arquitectura tolerante a fallos

- **Exemplo:** recuperación ante o fallo dunha instancia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

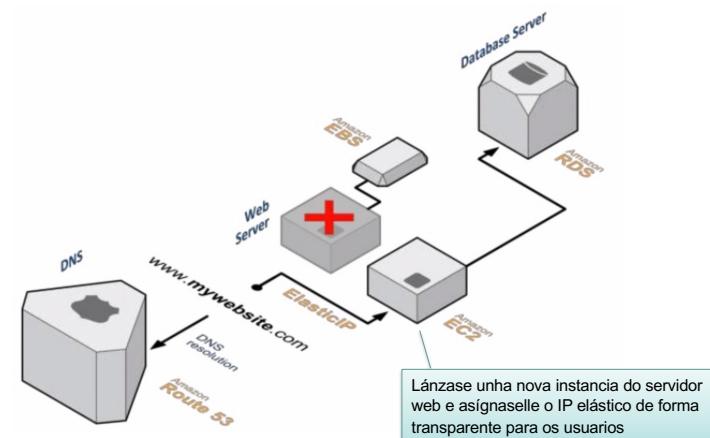


Alta disponibilidade en AWS

522

- Arquitectura tolerante a fallos

- **Exemplo:** recuperación ante o fallo dunha instancia



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



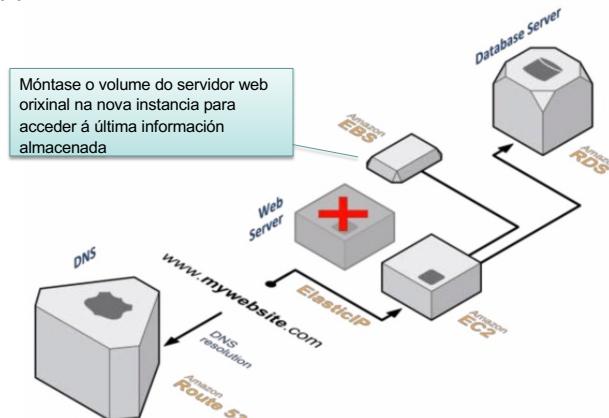
Alta disponibilidade en AWS

523

- Arquitectura tolerante a fallos

- Exemplo:** recuperación ante o fallo dunha instancia

- O servizo só se interrompe durante o tempo necesario para lanzar a nova instancia e montar o volume



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



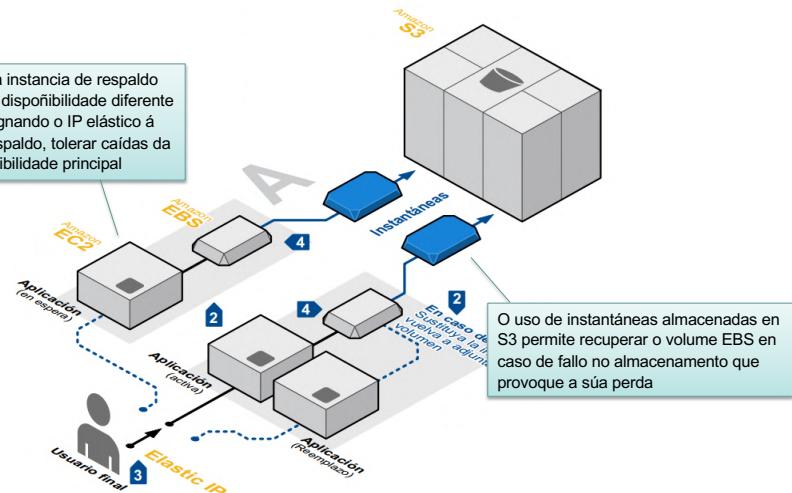
Alta disponibilidade en AWS

524

- Arquitectura tolerante a fallos

- Tolerancia a fallos de almacenamento e caídas de zonas de disponibilidade

Mantendo unha instancia de respaldo nunha zona de disponibilidade diferente pódense, reasignando o IP elástico á instancia de respaldo, tolerar caídas da zona de disponibilidade principal



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

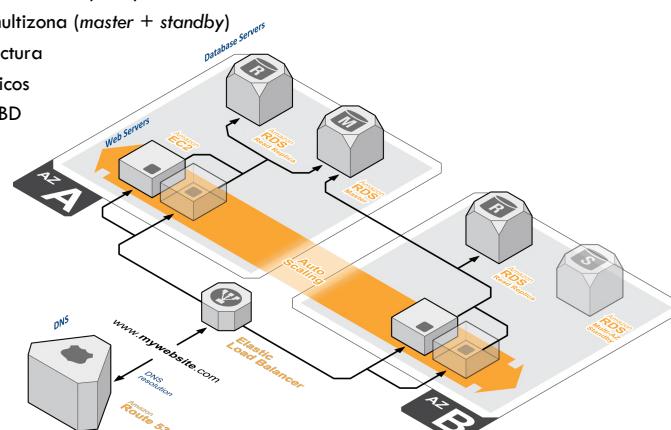


Tolerancia a fallos e HA

525

- Arquitectura de alta disponibilidade

- Balanceador de carga (ELB)
- Grupo de autoescalamiento multizona
- Opcional: instancias de BD (RDS)
 - Despregadura multizona (master + standby)
 - Réplicas de só lectura
 - Backups automáticos
 - Instantáneas da BD



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC

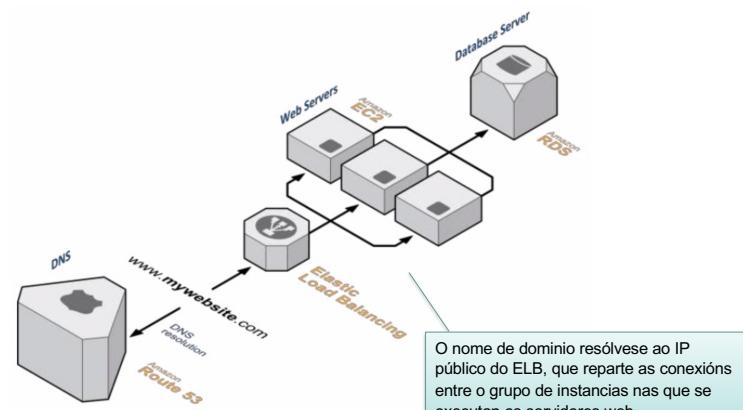


Alta disponibilidade en AWS

526

- Arquitectura escalábel de alta disponibilidade

- Tolerancia a fallos en instancias do servidor web



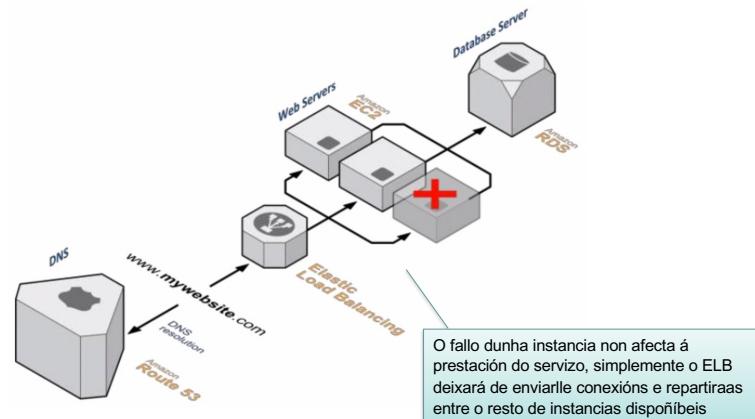
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade en AWS

527

- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos en instancias do servidor web



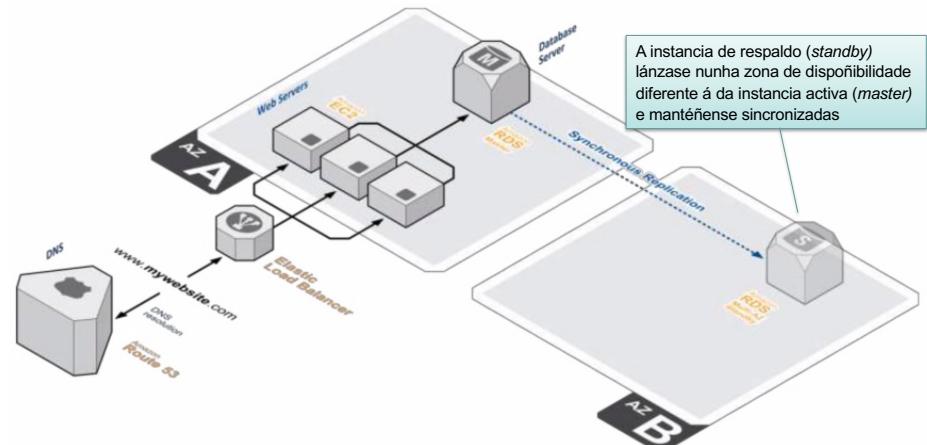
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade en AWS

528

- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos na instancia de BD
 - A despregadura multizona tolera fallos na instancia e caídas dunha zona completa



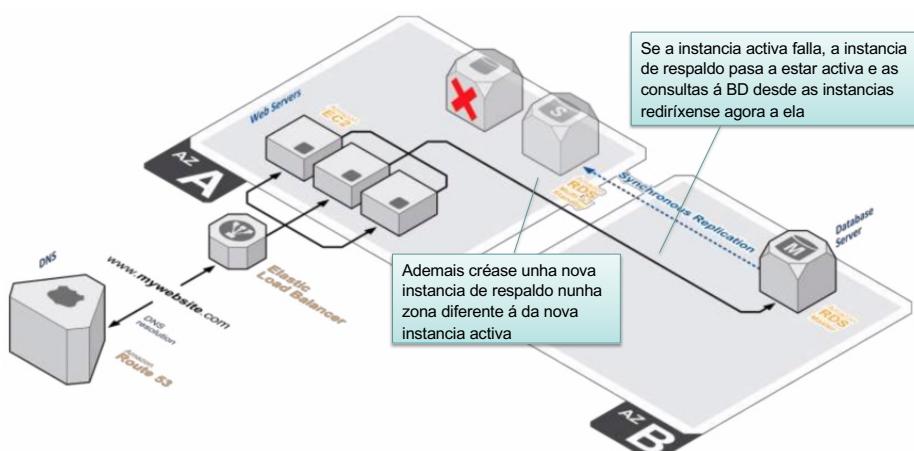
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade en AWS

529

- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos na instancia de BD
 - A despregadura multizona tolera fallos na instancia e caídas dunha zona completa



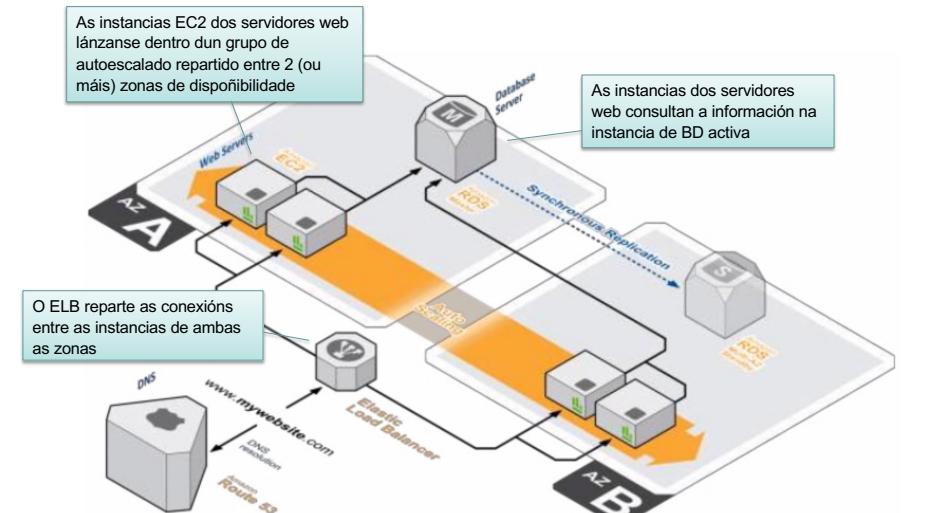
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade en AWS

530

- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade



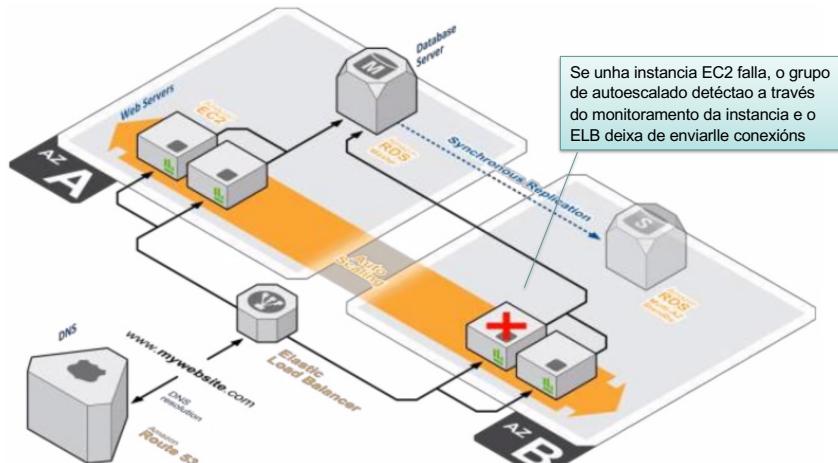
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Alta dispoñibilidade en AWS

531

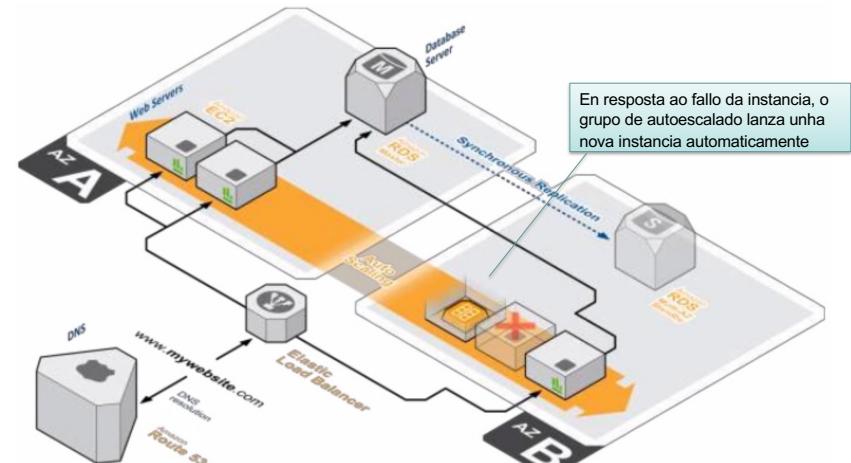
- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos en instancias do servidor web



Alta dispoñibilidade en AWS

532

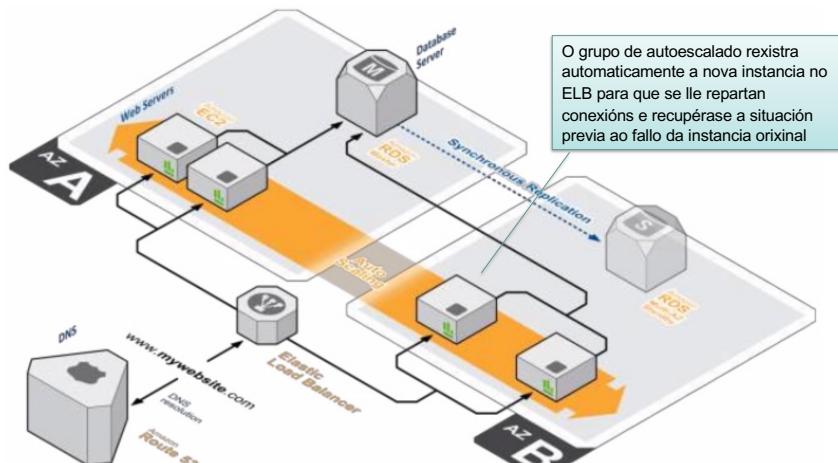
- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos en instancias do servidor web



Alta dispoñibilidade en AWS

533

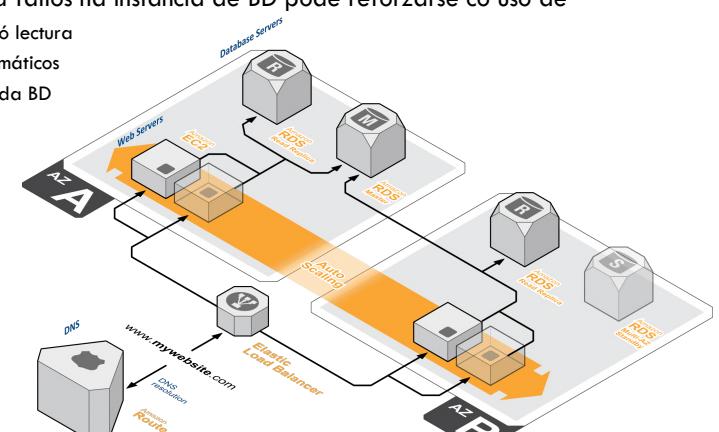
- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - Tolerancia a fallos en instancias do servidor web



Alta dispoñibilidade en AWS

534

- Arquitectura escalábel de alta dispoñibilidade
 - A despregadura multizona do grupo de autoescalado e da BD fornece tolerancia ante caídas dunha zona completa
 - A tolerancia a fallos na instancia de BD pode reforzarse co uso de
 - Réplicas de só lectura
 - Backups automáticos
 - Instantáneas da BD





Contidos

- Introdución
- Modelo cloud do NIST
- Beneficios, retos e recomendacóns
- **Amazon Web Services (AWS)**
 - Introdución
 - Servizos básicos
 - Servizos de arquitectura SW
 - Tolerancia a fallos e HA
 - **Outros aspectos**

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Outros aspectos

537

- Credenciais de seguraza
 - Nome de usuario/seña
 - Para o acceso á consola web
 - MFA (*Multi-Factor Authentication*) opcional
 - Chaves de acceso (*Access keys*)
 - Criptografía simétrica
 - Úsanse para as chamadas ás API REST e QUERY
 - Pares de chaves SSH
 - Úsanse para o acceso ás instancias EC2
 - A chave pública engádese ás VM no momento de inicialas
 - A chave privada tena o usuario. Amazon non garda chaves privadas.

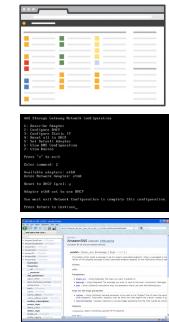
Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Outros aspectos

536

- Formas de uso
 - API REST, QUERY (depende do servizo)
 - Consola web (tamén en móbeis iOS e Android)
 - CLI
 - Consolas Windows, Mac e Linux/UNIX, PowerShell
 - SDK de programación
 - Java, Javascript, Ruby, PHP, .NET, Python, Go, Node.js, C++
 - iOS, Android
 - Toolkits para diferentes IDE
 - Eclipse, Visual Studio, IntelliJ, PyCharm, AWS Cloud9
 - Os toolkits dispoñíbeis dependen da linguaxe de programación



Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC



Outros aspectos

538

- Calculadora de custos

The screenshot shows the Amazon Simple Monthly Calculator (SMC) interface. It includes sections for Compute, Storage, and Network usage. The Compute section shows On-Demand and Reserved Instances for Linux and Micro instance types. The Storage section shows volumes for Standard and GS-month storage types. The Network section shows data transfer in and out for Gb/month and Gb/month of storage.

<https://calculator.s3.amazonaws.com/index.html>

Enxeñaría de Infraestruturas Informáticas. Grao en Enxeñaría Informática. UDC