

Pràctica eh5a3pr3: Conceptes d'alta disponibilitat. Realització de càlculs

1- Objectius

Aquesta activitat té com a objectiu:

- Estudi de conceptes bàsics sobre alta disponibilitat (High Availability):
 - Definició, característiques, avantatges i desavantatges
 - Tipus d'aturades dels sistemes informàtics i temps de inactivitat
 - Càlculs de:
 - Índex de disponibilitat
 - Temps d'inactivitat
- Solucions d'alta disponibilitat
 - Elements d'una solució d'alta disponibilitat
 - Fiabilitat dels components d'una solució d'alta disponibilitat. MTBF i probabilitat de fallada. Càlculs del MTBF.
 - MTTR. Relació entre MTBF, MTTR i Índex de disponibilitat
 - Redundància. Tipus de redundància.

2- Conceptes bàsics de sistemes d'alta disponibilitat

Les empreses són cada cop més dependents dels seus sistemes informàtics i, per tant, una aturada en els servidors o en el seus canals de comunicació pot suposar-les elevades pèrdues tant econòmiques. És per aquest motiu que cal dissenyar adequadament els sistemes informàtics de manera que es trobin disponibles, idealment, en tot moment o, en la pràctica, el màxim de temps possible.

Els sistemes d'alta disponibilitat són sistemes informàtics que han estat dissenyats seguint un conjunt de normes tècniques per tal que el puguin estar sempre disponibles o, si més no, estar disponibles el màxim de temps possible.

Per tal que els sistemes informàtics tinguin una elevada disponibilitat caldrà implantar solucions de programari i de maquinari que normalment comporten uns costos força elevats.

Idealment, un sistema d'alta disponibilitat hauria de fer disponible el sistema (maquinari, sistema operatiu, programari i dades) les **24hores** del dia els **365** dies de l'any. Aquests sistemes s'anomenen **24x365** o també **24/7** per indicar que treballen les **24h** del dia els **7** dies de la setmana.

A la pràctica això no és possible i per tant les empreses dissenyen les seves instal·lacions i contracten serveis externalitzats (com per exemple els serveis de telecomunicacions) indicant:

- La **disponibilitat horària**, és a dir, la quantitat d'hores que hauria d'estar operatiu el sistema o servei. Per exemple, es pot indicar que es vol assolir que els sistemes estiguin operatius **8x5** indicant **8 hores** al dia els **5 dies laborables** de la setmana.
- El **percentatge de disponibilitat**. Si per exemple el percentatge de disponibilitat d'un sistema o servei és del **99,9%**, això vol dir que ha d'estar disponible com a mínim el **99,9%** del temps que hauria d'estar operatiu.

Quan es demana a una empresa externa el disseny d'una instal·lació o l'accés a un servei s'ha d'establir un **acord de nivell de servei** o **SLA** (Service Level Agreement) indicant la disponibilitat horària i el percentatge de disponibilitat però també altres requisits com per exemple el temps de resposta, personal assignat, etc..

Ara bé, també es pot demanar l'acompliment d'un SLA a un departament de l'empresa i llavors s'hauria d'establir un **acord de nivell de servei intern** o **Internal SLA**.

3- Temps d'inactivitat i tipus d'aturades dels sistemes

El **temps d'inactivitat** d'un sistema o servei indica és el període de temps en què el sistema/servei no està operatiu i, per tant, no pot respondre a les peticions que realitzin els usuaris.

El **temps d'inactivitat** d'un sistema és la **suma** de:

- El **temps d'inactivitat planificat**: És el temps d'inactivitat del sistema/servei com a conseqüència de les **aturades planificades** del sistema/servei.
- El **temps d'inactivitat no planificat**: És el temps d'inactivitat del sistema/servei com a conseqüència d'**aturades no planificada** del sistema/servei. Per tant la seva fórmula serà la següent:

$$t_{\text{inactivitat}} = t_{\text{planificat}} + t_{\text{no_planificat}}$$

Una **aturada planificada**, en general, té les següents característiques:

- Es dur a terme quan els administradors volen realitzar un conjunt de tasques de manteniment (actualitzacions de programari, canvis de configuració, còpies de seguretat, etc...) que provoquen que els sistemes o serveis deixin d'estar operatius durant uns temps.
- Es coneix per endavant la durada màxima, el moment en que es produiran (generalment a la nit o en cap de setmana) i es notifica per endavant.
- Hauria d'afectar el mínim nombre d'usuaris.

Una **aturada no planificada**, en general, té les següents característiques:

- Són aturades no programades, de les quals no saben el moment en el qual es produiran, ni la seva durada ni l'afectació sobre els usuaris del sistema o servei.
- Motius possibles:
 - Fallades del maquinari
 - Talls i fluctuacions del subministrament elèctric
 - Perdua o bloqueig de l'accés a les dades per atacs informàtics, mala gestió dels usuaris, caigudes dels servidors per saturació produïda per la incapacitat de gestionar un volum elevat de dades i accesos, etc..
 - Fallades en la infraestructura de comunicacions (telefonía, internet...)
- Un **SLA** hauria d'indicar un temps de resposta mínim d'avant d'una aturada no planificada per part de l'empresa amb la qual s'ha externalitzat un servei i les penalitzacions econòmiques per no compliment de l'acord. En el cas d'un **Internal SLA** també caldria indicar un temps de resposta mínim d'avant d'una aturada no planificada.

4- Càlcul de l'índex de disponibilitat i temps d'inactivitat

a) L'índex de disponibilitat en % es calcula amb la fórmula:

$$i \text{ (en \%)} = ((Tt - Ti) / Tt) * 100$$

a on:

- **i** = índex de disponibilitat en %
- **Tt** = Nombre d'hores que el sistema hauria d'estar operatiu d'acord amb el SLA o Internal SLA.
- **Ti** = Nombre d'hores d'inactivitat del sistema (sumant aturades planificades i no planificades)

b) **Exemple 1:** Si tenim una **SLA** o **Internal SLA** de **24x365** i al llarg de l'any el servei ha estat aturat **1h i 12 minuts**, llavors l'índex de disponibilitat serà:

- **Tt (hores)** = 24 x 365 = 8760h
- 12 minuts = 12/60 h = 0,2h
- **Ti (hores)** = 1h i 12 minuts = 1h + 0,2 h = 1,2h
- **índex de disponibilitat (%)** = ((8760-1,2)/8760)*100=**99,986%**

c) Respecte del valor de l'índex de disponibilitat:

- Com més gran vulguem que sigui aquest valor més cost econòmic suposa perquè els sistemes a implementar per assegurar aquest índex requereixen més maquinari, personal, temps de disseny i implementació, millors instal·lacions, etc..
- Valors de l'ordre de **99,9999%** per **24x365** poden semblar molt alts però són necessaris en funció del servei. Serveis com els oferts per companyies de telecomunicacions poden requerir valors d'aquest ordre.
- En termes generals, els valors normals exigibles haurien de ser de l'ordre de **99,67%** en endavant.

d) El temps d'inactivitat d'un sistema es calcula amb la fórmula:

$$Ti \text{ (en hores)} = Tt - ((i * Tt) / 100)$$

a on:

- **i** = índex de disponibilitat en %
- **Tt** = Nombre d'hores que el sistema hauria d'estar operatiu d'acord amb el SLA o Internal SLA.
- **Ti** = Nombre d'hores d'inactivitat del sistema

e) **Exemple2:** Si tenim una **SLA** o **Internal SLA** de **24x365** i l'índex de disponibilitat del servei ha estat del **99,99%** al llarg de l'any. llavors el servei ha estat aturat (en hores, minuts i segons) al llarg de l'any un temps igual a:

- **Ti (hores)** = 8760 - ((99,99*8760)/100) = **0,876 hores en un any**
- **Ti (minuts)** = 0,876h * 60min/h = **52,56 minuts en un any**
- **Ti (segons)** = 0,876h x 3600 seg/h = **3153,6 segon en un any**

f) Exemple3: Si tenim una **SLA** o **Internal SLA** de **24x365** i l'**índex de disponibilitat** del servei ha estat del **99,9999%** al llarg de l'any llavors, el servei ha estat aturat (en hores, minuts i segons) al llarg d'un dia un temps igual a:

- **Ti (hores)** = $24 - ((99,9999 \cdot 24) / 100) = 0,000024$ hores en un dia
- **Ti (minuts)** = $0,000024 \cdot 60 \text{min/h} = 0,00144$ minuts en un dia
- **Ti (segons)** = $0,00876 \text{h} \cdot 3600 \text{seg/h} = 0,086$ segons en un dia

g) Exemple4: El departament d'informàtica de la nostra empresa té una **Internal SLA** de **24x365** amb un **índex de disponibilitat** del **99,95%**. S'ha mesurat els **temps d'inactivitat** total del sistema al llarg de l'any i ha estat de **6h i 48 minuts**. S'ha assolit el compromís marcat per l'Internal SLA?.

- **Ti (hores)** = 6h i 48 minuts = 6 hores + (48/60) hores = 6,8 hores
- **Tt (hores)** = $24 \cdot 365 = 8760$ hores
- **i (%) mesurat** = $((8760 - 6,8) / 8760) \cdot 100 = 99,92\%$
- **i (%) del Internal SLA** = **99,95%**
- Com que **i (%) del Internal SLA mésurat és més petit que el valor que i (%) mesurat** llavors podem dir que **NO s'ha assolit el compromís marcat per l'Internal SLA**.

5- Solucions d'alta disponibilitat

a) Una solució d'alta disponibilitat hauria de prevenir els riscos de:

- Fallada en el maquinari, especialment dels element més crítics: **Alimentació, discos durs i memòria**.
- Fallada en els canals de comunicació.
- Fallada dels sistemes de Refrigeració i control ambiental redundants.

b) Per tant hauria de constar total o parcialment dels següent elements o sistemes:

- Sistemes d'alimentació redundants com per exemple Sistemes d'alimentació ininterrompuda (SAI), generadors elèctrics i xarxes de distribució d'energia redundants.
- Emmagatzematge redundants utilitzant RAID
- Redundància de servidors
- Sistemes d'emmagatzematge en xarxa (per exemple utilitzant dispositius NAS) i en el núvol.
- Canals de comunicació múltiples.
- Refrigeració i control ambiental redundants.

c) Per poder dimensionar adequadament la solució que més ens convé, cal conèixer les dades de fiabilitat dels diferents components que formen el sistema. Normalment, els fabricants d'equips electrònics aporten entre altres dades tècniques l'anomenat **MTBF (Mean Time Between Failures)**, que és el temps mitjà entre fallades expressat en hores d'un dispositiu.

d) El valor del **MTBF** correspon exactament a la probabilitat inversa de fallada d'un dispositiu. Si la probabilitat de fallada d'un disc dur és de **0,01%** (o **0,0001** sobre 1) llavors el valor del **MTBF** serà **10.000 hores**.

e) Valors típics d'**MTBF**:

- Disc dur: 10.000 – 20.000 hores
- Ordinador personal: 1.000 – 5.000 hores
- Impressora: 2.000 – 4.000 hores

f) La **redundància** permet millorar el valor del MTBF. Si el fabricant d'un dispositiu ens dona un valor de MTBF o probabilitat de fallada d'un dispositiu (disc dur per exemple) o sistema (un servidor per exemple) llavors podem calcular fàcilment el valor de MTBF si afegim redundància amb un 2n dispositiu o sistema idèntics, simplement multiplicant el valor de MTBF tantes vegades com dispositius o servidors redundants afegim a la solució d'alta disponibilitat.

g) Exemple de càlcul de MTBF amb redundància: Un servidor, d'acord amb el fabricant, té un MTBF de **20000 hores**. Quin serà el MTBF total del sistema si afegim un 2n servidor redundants?:

MBFT total = MTBF servidor 1 x MTBF servidor 2 = **20000 x 20000 = 400.000.000 hores**

6- Redundància en calent, intermèdia i freda

a) La **redundància en calent (Hot redundancy)** té aquestes característiques:

- És la millor opció per sistemes crítics que no poden patir cap parada del sistema (outage) i per tant, el seu temps de parada (downtime) ha de ser com a molt d'uns pocs mil·lisegons (o fins i tot de pocs nanosegons).
- Un sistema d'alta disponibilitat que proporciona redundància en calent ha de poder corregir immediatament qualsevol fallada en el moment que es detectada.
- Exemples de sistemes que requereixen redundància en calent: Hospitals o control del trànsit aeri.
- Un sistema d'alta disponibilitat que proporciona redundància en calent si el servidor principal falla, immediatament un servidor de secundari assumeix el control sense endarreriments perceptibles en la transferència del control.
- Evidentment, en funcionament normal, els 2 servidors estan totalment sincronitzats de manera que en tot moment, el servidor secundari és idèntic (dades, maquinari, programari,...) al servidor de funcionament normal.

- Avui dia es possible transferir dades en nanosegons entre 2 servidors de manera que, per exemple, taules de bases de dades estiguin sempre actualitzades en el servidor secundari de manera que es pràcticament impossible percebre qualsevol incidència en el moment de produir-se un canvi entre servidors.

b) La redundància en fred (Cold redundancy) té aquestes característiques:

- Es la millor opció per sistemes no crítics en els quals el downtime no és crític, una parada perceptible del sistema és acceptable i és possible deixar a la intervenció humana la resolució del problema.
- La redundància en fred permet recuperar el normal funcionament del sistema després d'algunes hores o fins i tot dies sencers de feina, en funció de les tasques que aquest hagi de dur a terme.
- En un sistema d'alta disponibilitat que proporciona redundància en fred si el servidor principal falla, el servidor secundari que normalment està aturat es posa en marxa, es fa un bolcat de dades i es fa disponible als usuaris del sistema els quan poden percebre la parada del sistema.

c) La redundància intermèdia (Warm redundancy) té aquestes característiques:

- En un sistema d'alta disponibilitat que proporciona redundància intermèdia les dades del servidor principal es sincronitzen amb el del servidor secundari cada cert període de temps (un cop al dia, un cop a la setmana) però no estan sincronitzades en temps real com en el cas de la redundància en calent.
- Si el servidor principal cau, es produirà una aturada del servei d'entre pocs minuts i algunes hores per actualitzar les dades del servidor secundari amb les dades del primari.

Exercicis

Activitat 1

El director del departament d'informàtica de l'entitat bancària on treballes t'ha demanat que calculis l'índex de disponibilitat anual dels seus sistemes informàtics. Perquè puguis fer els càlculs t'indica que el servidor ha estat un total de 4 hores i 35 minuts caigut al llarg de l'any.

Activitat 2

El director del departament d'informàtica de l'entitat bancària on treballes t'ha demanat que calculis l'índex de disponibilitat anual dels seus sistemes informàtics. Perquè puguis fer els càlculs t'indica que el servidor ha estat aturat per causes planificades un total de 2 hores i 30 minuts i ha estat caigut per causes no planificades 3h i 50 minuts al llarg de l'any.

Activitat 3

El director d'una botiga de venda en línia vol saber si els sistemes informàtics de l'empresa assoleixen els índex de disponibilitat que havia pactat amb el responsable de sistemes, concretament un índex del 99,99%. Després de trucar moltes vegades finalment ha obtingut les dades necessàries per fer els càlculs. Els sistemes de l'empresa només han estat inactius per causes no planificades un total de 23 minuts al llarg de l'any. Això ha estat gràcies al manteniment periòdic que s'ha fet a les màquines, fet que ha suposat una aturada planificada dels sistemes de 6 hores 54 minuts i 13 segons al llarg de l'any. S'ha assolit l'índex de disponibilitat acordat? Si no s'ha assolit, quan s'hauria de reduir el temps d'inactivitat per assolir-lo?

Activitat 4

Analitzant les característiques tècniques d'un disc dur s'observa que el temps entre fallades indicat pel fabricant és aproximadament de 18.000 hores. A partir d'aquesta dada, calcula el valor del l'MTBF si afegim un segon disc redundat

Activitat d'avaluació de l'eh5a3

a) El qüestionari sobre **RACKS** i **CPDs** formarà part de l'activitat d'avaluació de l'**eh5a3** que es farà el dia **23-4-2025** a partir de les **18.15** hores en format paper i sense accés a l'ordinador, mòbil o qualsevol dispositiu d'emmagatzematge de dades i connectivitat a xarxes de dades.

b) La durada del qüestionari serà de **55** minuts.

c) Dins del qüestionari es faran preguntes de tipus:

- **Test** sobre temes de **Racks**, **CPDs**, **PRL**, **NMA**, **SAIs** i **HA**. Les preguntes tindran 4 opcions i **només 1** una resposta **correcta**. Les respostes contestades correctament valdran **1p**, les incorrectes **-1/3p** i les no contestades **0p**.
- **Exercicis** amb càlculs numèrics sobre temes de **HA** i **SAIs**

d) Durant la realització del qüestionari no es poden fer consultar a apunts, AI o altres alumnes. Cada alumne només tindrà accés a fer consultes al seu propi dispositiu biològic d'emmagatzematge de dades i d'intel·ligència natural.