



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE




REDE FEDERAL
DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL
E TECNOLÓGICA

Curso de Tecnologia em Redes de Computadores


Disciplina: Planejamento e projeto de redes
02. Data Centers: Disponibilidade, Confiabilidade e Redundância

Prof. Ronaldo <ronaldo.maia@ifrn.edu.br>



Introdução

- Um data center é classificado, primordialmente, por suas características de disponibilidade, confiabilidade e redundância
 - Por sua missão crítica, devem operar com níveis de disponibilidade próximos de 100%
 - Operação ininterrupta mesmo em casos adversos
 - Falhas de equipamentos críticos de TI, falhas no fornecimento de energia elétrica, ar condicionado, entre outros
 - Para garantir altos níveis de disponibilidade, os data centers devem contar com sistemas redundantes capazes de suprir a parada de seus sistemas



Disponibilidade


- A disponibilidade de um sistema é o tempo durante o qual ele está em operação em relação ao tempo em que ele deve estar em operação:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{\text{tempo do sistema em operação}}{\text{tempo total incluindo as falhas}}$$

Sendo:

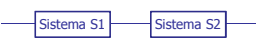
- MTBF (Mean Time Between Failures): tempo médio entre falhas;
- MTTR (Mean Time to Repair): tempo médio de reparo.

- Para sistemas altamente confiáveis, este número deve estar muito próximo de 1,000 (ou 100%)

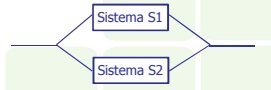


Disponibilidade


- A disponibilidade de um data center será expressa como uma porcentagem (ao longo de um período de um ano) e se aplica a um componente ou sistema
 - Para sistemas compostos por elementos com diferentes MTBFs (sistema híbrido), a disponibilidade de cada componente deve ser calculada, levando em consideração sua topologia híbrida, que pode ser em paralelo ou em série:



Topologia de sistema híbrido em série



Topologia de sistema híbrido em paralelo



Disponibilidade


- Fórmula para cálculo da disponibilidade em série:

$$Disponibilidade_{série} = (S1) \cdot (S2) = \left(\frac{MTBF_1}{MTBF_1 + MTTR_1} \right) \left(\frac{MTBF_2}{MTBF_2 + MTTR_2} \right)$$

- Fórmula para cálculo da disponibilidade em paralelo:

$$Disponibilidade_{paralelo} = (S1 + S2) - (S1 \cdot S2)$$

- Os sistemas em série oferecem menor disponibilidade que os arranjos em paralelo, visto que um depende do outro, o que normalmente não ocorre nos sistemas em paralelo



Confiabilidade

- Pode ser entendida como a distribuição do tempo entre falhas de um sistema ou componente
 - Normalmente especificada por seu MTBF
- A alta confiabilidade de um sistema significa que ele contém muitos componentes confiáveis
- É definida como a probabilidade de um sistema não apresentar falhas antes de uma quantidade de horas bem determinada (t), através da expressão:

$$Confiabilidade = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$

Redundância

- Em um data center, pode ser entendida como a duplicidade de partes, módulos, encaminhamentos, componentes e sistemas com a finalidade de evitar o *downtime* (tempo de parada) de um site devido a:
 - Falhas técnicas;
 - Falhas humanas (que causam erros de operação);
 - Manutenção preventiva ou corretiva.
- O nível mais alto de redundância e recuperação de desastres exige um elemento redundante para cada sistema principal (1:1)
 - Outra abordagem é o uso de um sistema redundante para N sistemas (1:N), ou (N+1) sistemas

Normas e classificações de data centers

- A norma ANSI/TIA-942 (Infraestrutura de Telecomunicações para data centers define classificações em função de sua disponibilidade e redundância
 - Usa o conceito de *tiers*, desenvolvido originalmente pelo *The Uptime Institute*, e de sua propriedade
 - Publicado em 2005, estabelece o seguinte:
 - Os pontos isolados de falhas devem ser eliminados para melhorar a redundância e a confiabilidade do data center
 - A redundância aumenta a tolerância a falhas do site, bem como sua capacidade de manutenção, e deve ser tratada de forma separada e independente para cada subsistema

Normas e classificações de data centers

- Entre as instituições que certificam data centers, podemos destacar:
 - *The Uptime Institute* (EUA)
 - Usa documento próprio (*Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology*) com regras e classificação de data centers (versão atual: 2009)
 - TÜV Rheinland do Brasil (origem alemã)
 - Possui sistema de certificação para data centers com base na ANSI/TIA-942
 - Usa os conceitos de disponibilidade de forma ampla, a aplicação de outras normas ISO, e requisitos especiais para atender a legislação brasileira

Classificações tier - The Uptime Institute


- Estabelece 4 classificações *tier* de infraestrutura de data centers, além de procedimentos de conformidade de desempenho
 - Data center *tier* I: Data center básico
 - Data center *tier* II: Data center com componentes redundantes
 - Data center *tier* III: Data center com manutenção e operação simultâneas
 - Data center *tier* IV: Infraestrutura tolerante a falhas
- Objetivo: oferecer a projetistas e operadores de data centers uma meta para a identificação do desempenho das topologias de projeto de infraestruturas de distribuição elétrica e de climatização

Classificações tier - The Uptime Institute

- Data center *tier* I: Data center básico
 - Não apresenta componentes ou sistemas redundantes em sua infraestrutura de distribuição elétrica e de ar condicionado
 - Suporta apenas a capacidade requerida pelo site
 - Necessita parada do site para serviços de manutenção planejada e não planejada


Classificações tier - The Uptime Institute

- Data center *tier* II: Data center com componentes redundantes
 - Tem componentes redundantes, porém uma única infraestrutura de distribuição elétrica e de ar condicionado para atender a carga crítica de TI
 - Sua redundância permite manutenções planejadas sem desligamento do site
 - Para a manutenção e/ou substituição de encaminhamentos de qualquer sistema, é necessária a parada do site
 - Susceptível a interrupções por atividades planejadas e causas acidentais




Classificações *tier* - The Uptime Institute

- Data center *tier* III: Data center com manutenção e operação simultâneas
 - Oferece componentes redundantes e vários encaminhamentos de distribuição independentes para atender a carga crítica de TI da *computer room*
 - Componentes podem ser desligados sem interromper operação
 - Todos os equipamentos críticos de TI devem ter fontes de alimentação dupla adequadamente instaladas para serem compatíveis com a topologia e a arquitetura do site
 - Susceptíveis a interrupções por atividades planejadas ou acidentais
 - Atividades de manutenção planejada podem ser realizadas utilizando as capacidades de componentes e encaminhamentos de distribuição redundantes, garantindo a operação segura dos equipamentos remanescentes




Classificações *tier* - The Uptime Institute

- Data center *tier* IV: Infraestrutura tolerante a falhas
 - Dispõe de vários sistemas independentes, fisicamente isolados com componentes redundantes, bem como vários encaminhamentos de distribuição independentes que atendem simultaneamente os equipamentos críticos de TI da *computer room*
 - Deve climatização contínua, ou seja, tolerante a falhas
 - Deve manter operação mesmo com a retirada de equipamentos ou encaminhamentos por qualquer motivo
 - Em casos de incêndio ou outras situações emergenciais, os sites *tier* IV podem ter sua operação interrompida




A ANSI/TIA-942 e classificações *tier*

- De acordo com a ANSI/TIA-942, as seguintes recomendações devem ser obedecidas
 - Sempre que possível, os data centers devem ser usados somente para os propósitos para os quais foram projetados e construídos, não sendo usados para operações não essenciais
 - Devem permitir crescimento futuro com pouca ou nenhuma interrupção dos serviços
 - Sites com manutenção e operação simultâneas devem ser capazes de ser reparados, atualizados e testados sem a interrupção das operações do data center




A ANSI/TIA-942 e as classificações *tier* - Características

- Data center *tier* 1: Básico (requisitos N)
 - Susceptível a interrupções por atividades planejadas e causas acidentais
 - Distribuição elétrica e sistema de climatização dedicada para a *computer room*
 - Pode ou não ter piso elevado, um UPS ou grupo motor-generador
 - Infraestrutura deve ser desligada anualmente para serviços de manutenção preventiva ou corretiva
 - Situações urgentes podem requerer desligamentos
 - Apresenta disponibilidade de 99,67%, associado a um *downtime* anual de 28,8h



A ANSI/TIA-942 e as classificações *tier* - Características

- Data center *tier* 2: Componentes redundantes
 - Apresentam requisitos "N+1"
 - Menos susceptível a interrupções por atividades planejadas e causas acidentais que um site básico
 - Pode ou não ter piso elevado, um UPS ou grupo motor-generador, porém sua capacidade de projeto é "N+1"
 - Tem apenas um encaminhamento de distribuição
 - Serviços de manutenção de sistemas elétricos críticos ou de outras partes da infraestrutura necessitam o desligamento do data center
 - Apresenta disponibilidade de 99,75%, associado a um *downtime* anual de 22,0h



A ANSI/TIA-942 e as classificações *tier* - Características

- Data center *tier* 3: Manutenção e operação simultâneas
 - Apresentam requisitos "N+2"
 - Permite que atividades de manutenção planejada ou acidentais sejam executadas sem a interrupção dos equipamentos críticos de TI
 - Manutenção preventiva, reparos em geral, instalação, substituição ou remoção de componentes e sistemas, testes, etc.
 - Sites de grande porte que usam ar condicionado com *chillers* devem ter 2 encanamentos independentes, e capaz de suportar a carga quando o outro estiver em manutenção
 - Sites devem ser monitorados 24h por dia
 - Apresenta disponibilidade de 99,98%, associado a um *downtime* anual de 1,6h

A ANSI/TIA-942 e as classificações tier - Características

- Data center tier 4: Tolerante a falhas
 - Apresentam requisitos "2N" ou "2(N+1)"
 - Tem vários encaminhamentos ativos de distribuição elétrica e de climatização
 - Devem continuar operando mesmo com a queda de uma de suas fontes de alimentação
 - Infraestrutura deve ser capaz de impedir que qualquer atividade planejada ou não, paralise operações suas críticas
 - Necessita de encaminhamentos de distribuição simultâneos
 - Deve ter 2 sistemas UPS separados ("N+1" para cada um)
 - Apresenta disponibilidade de 99,99%, associado a um *downtime* anual de 0,8h
 - É a mais compatível com os conceitos de alta disponibilidade

A ANSI/TIA-942 e as classificações tier - Características

- Padrões de desempenho por tier de data centers

Elemento	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
Fonte	N	N ou (N+1)	N+2	2N, mínimo
Componente redundante	N	N+1	N+1	N+1, mínimo
Ramos de distribuição	1	1	1 normal e 1 alternativo	2 ativos simultaneamente
Separação de sistemas e ramos de distribuição	Não	Não	Sim	Sim
Manutenção simultânea	Não	Não	Sim	Sim
Tolerante a falhas	Não	Não	Não	Sim

Fonte: MARIN, Paulo Sérgio. *Data Centers - Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética.*

A ANSI/TIA-942 e as classificações tier - Características

- Requisitos de disponibilidade por classificação tier de data centers

Classificação	Paradas por ano	Total anual	Disponibilidade
Tier 1	2 x 12h para manutenção	28,8h	99,67%
Tier 2	3 x 2h para manutenção	22h	99,75%
Tier 3	-	1,6h	99,98%
Tier 4	-	0,8h	99,99%

Fonte: MARIN, Paulo Sérgio. *Data Centers - Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética.*

Certificação de data centers

- As normas vistas se aplicam ao projeto e à implementação da infraestrutura de data centers
 - Não apresentam força de lei, nem obrigatoriedade
- Assim, algumas instituições oferecem serviços de certificação da infraestrutura de data centers
 - Com base em normalização aplicável, bem como procedimentos
 - Principais entidades certificadoras:
 - The Uptime Institute e TÜV Rheinland do Brasil

Certificação TÜV Rheinland para data centers

- Usa como base a ANSI/TIA 942
- Aplica conceitos e princípios de disponibilidade de forma ampla
 - ISO/IEC 27001:2005 - Tecnologia da informação: técnicas de segurança - sistemas de gerência da segurança da informação - requisitos
 - ISO/IEC 27002:2005 - Tecnologia da informação: técnicas de segurança - código de prática para a gerenciamento de segurança da informação
 - Requisitos extras para atender legislação brasileira

Certificação TÜV Rheinland para data centers

- Utiliza os seguintes critérios
 - Disponibilidade:** ênfase nos sistemas de distribuição elétrica e climatização da *computer room*, com objetivos principais
 - reduzir a probabilidade de interrupções planejadas ou por falhas
 - Permitir intervenções programadas rápidas e eficazes, além d expansões sem interrupções na operação do site
 - Segurança:** objetiva assegurar integridade do ambiente, usuário, patrimônio e informações vitais do site
 - Eficiência:** deve atender requisitos de operação, legislação aplicável, obtenção do domínio gerencial, otimização de espaços e movimentos, além de eficiência energética
 - Quatro níveis de classificação (TR1 - TR4)

Certificação TÜV Rheinland para data centers

- Processo de classificação envolve 4 fases principais:
 - **Fase 1:** avaliação do projeto, com a análise de toda a documentação do empreendimento com base em 7 disciplinas:
 - Sistemas de geração e distribuição de energia elétrica;
 - Sistema de climatização;
 - Arquitetura do site;
 - Rede lógica, elétrica e aterramento;
 - Sistema de proteção, detecção e combate a incêndio;
 - Sistema de monitoramento, controle de acesso e invasão;
 - Organização.

Certificação TÜV Rheinland para data centers

- Processo de classificação envolve 4 fases principais:
 - **Fase 2:** avaliação da obra, com análise da obra civil, instalações de equipamentos e desempenho dos sistemas
 - São realizados testes de funcionamento normal e simulações de situações anormais
 - Atendidos tais requisitos, o empreendimento está pronto para o início das operações
 - **Fase 3:** avaliação da operação e treinamento
 - Deve garantir que as pessoas estejam efetivamente capacitadas a utilizar os procedimentos estabelecidos, cumprir planos de manutenção e treinamento, tomar decisões adequadas de forma que o data center atinja os objetivos planejados

Certificação TÜV Rheinland para data centers

- Processo de classificação envolve 4 fases principais:
 - **Fase 4:** revalidação ou manutenção da certificação
 - Inclui auditorias semestrais realizadas para verificar se o data center está mantendo as mesmas condições iniciais da certificação
 - Os planos de manutenção e segurança estão sendo corretamente aplicados?
 - O data center está operando de acordo com os procedimentos estabelecidos?
 - Durante a validade da certificação, alterações no projeto ou de funcionamento são analisadas pela TÜV quanto ao impacto na disponibilidade, segurança e eficiência
 - Caso necessário, são realizados ensaios para confirmação e continuidade da validade da certificação
 - Em todos os casos de classificação (TÜV Ranking), níveis mais altos incluem níveis inferiores

Certificação The Uptime Institute

- Emite um selo de certificação *tier* para data centers com base em suas disponibilidades
- Dois tipos de certificação
 - **Aplicado ao projeto:** é feita por meio da avaliação da documentação do projeto (executivo e memorial descritivo)
 - Selo de certificação "*Desing*", indicando uma das 4 classificações *tier*
 - **Aplicado a infraestrutura do site:** avaliação nas instalações feita por auditores do Instituto
 - Usam como base a certificação do projeto obtida previamente
 - Selo de certificação "*Facility*", indicando uma das 4 classificações *tier*
- Não apresenta requisitos quanto a periodicidade da renovação das certificações concedidas

Resumo de termos e definições relacionados às classificações de disponibilidade de data centers

Termo	Definição
Equipamento crítico de TI	Equipamentos instalados na <i>computer room</i> com função de processar, armazenar e transmitir dados
Componentes redundantes	Componentes com quantidade superior ao mínimo necessário para suportar o equipamento crítico de TI
Capacidade do site	Carga máxima a um nível de capacidade "N"
Infraestrutura do site	Elementos e sistemas que suportam a alimentação elétrica e climatização da <i>computer room</i>
Tolerância a falhas	Sistema preparado para o pior caso de operação; no caso de atividades não previstas, a operação do site não será interrompida
Manutenção e operação simultâneas	Em termos de infraestrutura do site, significa que qualquer um de seus elementos pode ser substituído, reparado, testado ou configurado sem causar impactos aos equipamentos críticos de TI
<i>Computer room</i>	Espaço do data center que aloca os equipamentos críticos de TI

Fonte: MARIN, Paulo Sérgio. *Data Centers - Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética*.

Referências Bibliográficas

- MARIN, Paulo Sérgio. *Data Centers - Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética*. São Paulo: Érica, 2011.
- ANSI/TIA-942-2005: *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*.
- *The Uptime Institute* - <http://uptimeinstitute.com/uptime-institute-brasil>
- TÜV Rheinland do Brasil - <http://www.tuvbrasil.com.br>