

Automação climática em sala de servidores utilizando hardware livre

Daniel Scheidemantel Camargo, Charles Christian Miers

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Departamento de Ciência da Computação (DCC)

{daniel,charles}@colmeia.udesc.br

Resumo. Neste trabalho é proposto um sistema para otimizar o consumo de energia com base em uma aplicação de hardware livre em RSSF para automatizar o controle do sistema de refrigeração em uma sala de servidores. Esta otimização é realizada através do emprego de padrões abertos, com base na monitoramento de parâmetros e ação de atuadores. Busca-se prover sustentabilidade e eficiência energética com um sistema de fácil aplicação e replicação.

1. Introdução

Recentemente o impacto mundial do consumo energético em *Data Center* (DC) tem sido fonte de diversas pesquisas, sendo responsável por aproximadamente 1,3% do consumo energético mundial. Especificamente em DC, o sistema de refrigeração da sala de servidores comumente totaliza de 25% a 40% de consumo total [Rodriguez et al. 2011, David and Schmidt 2014, Rubenstein and Faist 2014]. Dentre os custos operacionais de um DC, os gastos relacionados a energia elétrica possuem impacto considerável. Um dos desafios encontrados por gestores de Tecnologia da Informação (TI) é reduzir os custos e aumentar a eficiência de seus serviços com o mínimo investimento, devendo identificar problemas de desempenho e implementar as soluções necessárias [Paim et al. 2009].

Uma das formas de definir indicadores de desempenho é com a aplicação de métricas verdes em DC [Wang and Khan 2011, Dai et al. 2014], permitindo conhecer os custos de um determinado serviço. Destaca-se também, a crescente adoção de plataformas de código aberto (*hardware* e *software*) como opção às ferramentas proprietárias de monitoramento de consumo energético e condições ambientais. Estas tecnologias *open source* possibilitam criar Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) para sensoriar as salas de servidores, permitindo automatizar o sistema de refrigeração, além de obter informações úteis ao cálculo das métricas verdes. Embora existam trabalhos que já façam algum tipo de sensoriamento em sala de servidores [Rodriguez et al. 2011, Liaperdos et al. 2010], estes trabalhos não abordam tanto os aspectos energéticos como climáticos em apenas uma solução como a proposta apresentada neste trabalho.

2. Data Center

Um DC é, em geral, uma instalação utilizada para abrigar sistemas computacionais e componentes associados, incluindo recursos redundantes de *backup*, energia, comunicação, controle ambiental e segurança [Sharma 2009]. Pode-se também descrever um DC como um espaço composto dos seguintes sub-espacos: salas de servidor, telecomunicação, energia e mecânica, instalações de logística e administrativas. É comum encontrar

instituições que possuem somente a sala de servidores como ambiente de infraestrutura de TI [Mogami and Rodrigues 2014].

Para projetar e implantar um DC, recomenda-se seguir normas e protocolos estabelecidos por associações técnicas industriais [Dai et al. 2014], como por exemplo BICSI-002, TIA-569C e a TIA-942, podendo destacar esta última como uma das mais utilizadas [Ye et al. 2014]. A norma TIA-942, tem como objetivo fornecer diretrizes para padronizar as fases de desenvolvimento e implementação de um DC. Dentre os critérios tratados nesta norma, este trabalho está voltado apenas às considerações ambientais. A Tabela 1 relaciona os requisitos da norma TIA-942 quanto às considerações ambientais, indicando que o ambiente deve ser mantido dentro dos valores de temperatura e umidade estabelecidos.

Requisitos	Valores		Normal	Unidades
	Mínimo	Máximo		
Temperatura bulbo seco (TBS)	20	25	22	°C
Faixa de variação máxima da TBS	0	5	-	°C / hora
Ponto de orvalho máximo	0	21	-	°C
Umidade relativa	40	55	45	%

Tabela 1. Requisitos do sistema de refrigeração de DC. Fonte: [TIA-942 2005].

A sala dos servidores é um ambiente que deve ser rigidamente controlado, e levando em conta que um DC trabalha 24/7, seu sistema de refrigeração também é mantido em operação contínua. Atualmente, existem sistemas de monitoramento para uso específico em DC, porém sua grande maioria comercial é proprietária [Neto 2013] e invasiva, exigindo a alteração dos equipamentos pré-existentis, além de não garantir a satisfação de todos os requisitos necessários.

3. Proposta do sistema de monitoramento climático para sala de servidores

O sistema proposto tem por objetivo reduzir o consumo de energia do ar condicionado da sala de servidores, gerenciando a potência da refrigeração de acordo com a necessidade, identificada através do sensoreamento baseado em plataforma de *hardware* e *software* livre. A comunicação com os nodos (conjuntos de sensores e atuadores) é feita por meio de RSSF usando o protocolo ZigBee, possibilitando distribuí-los estrategicamente de forma que todo o ambiente seja monitorado e controlado. Os nodos são compostos por micro-controladores da plataforma Arduino com diversos sensores de acordo com a necessidade do ponto monitorado e transmitem para um nodo coordenador que organiza e armazena os dados. O controle do ar condicionado é realizado emulando o controle remoto, no qual os códigos armazenados no nodo coordenador são enviados por infravermelho para o ar-condicionado. A Figura 1 mostra a distribuição dos nodos na sala de servidores.

O fluxo dos dados (Figura 2) ocorre da captação dos fenômenos físicos pelos sensores, sendo convertidos pelo Arduino e transmitido pela RSSF. Por fim, o nodo coordenador, constituído por um Raspberry Pi¹, recebe todas as informações da RSSF pelo USBee, no qual um *script* serializa e trata as informações que são inseridas no Zabbix². O Zabbix é um *software* livre para o monitoramento de redes e servidores, voltado a monitorar a disponibilidade e qualidade de serviços gerados por um DC, mantém os dados em uma base de dados, e quando consultado retorna as informações coletadas através

¹Computador *single-board* de baixo consumo energético, <http://www.raspberrypi.org/>

²<http://www.zabbix.com/>

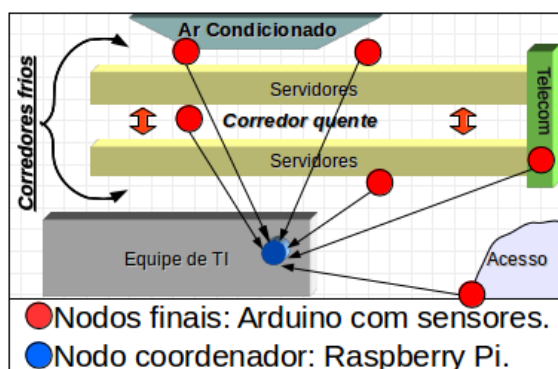


Figura 1. Distribuição dos nodos.

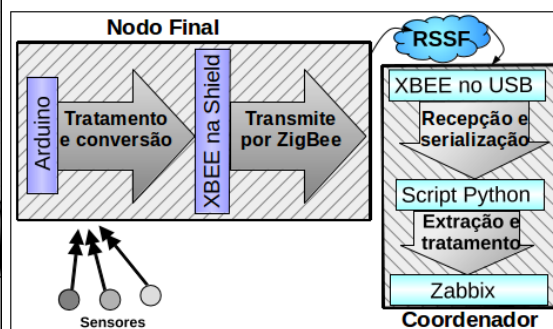


Figura 2. Fluxo dos dados.

de gráficos e resumos. A execução das modificações de temperatura no ar condicionado é feita à partir da análise dos dados recebidos. Afim de realizar ações preventivas, um *script* no Zabbix estima a tendência de aquecimento e reduz ou aumenta a temperatura de acordo com a necessidade. Outras soluções livres, como o Nagios, podem ser empregadas e também necessitam de *scripts* para integração dos componentes.

Quando se desenvolve um sistema de monitoramento, um dos desafios encontrados é a escolha dos sensores que serão utilizados, pois devem satisfazer os requisitos estabelecidos pelas normas. Alguns requisitos considerados para a tomada de decisão são: acuidade, precisão, resolução, consumo de energia e facilidade de integração ao sistema [Genova et al. 2009], bem como fatores que influenciam na relação custo/benefício de um sensor. Foram escolhidos sensores de temperatura (DS18B20, DHT11 e BMP085), umidade (DHT11), pressão (BMP085), poluentes (MQ2) e corrente elétrica (SCT013-000) por serem facilmente encontrados no mercado brasileiro e por suprirem os requisitos mínimos exigidos por um sistema de monitoramento. Quanto ao atuador, é enviado por infravermelho os mesmos comandos do controle remoto decodificados no Raspberry Pi para o equipamento de ar condicionado. Os comandos do controle remoto de um ar condicionado podem ser complexos, dependendo do modelo, a tal ponto que um Arduino pode não ser capaz de enviar todas as informações em um só pacote.

4. Considerações & Trabalhos futuros

Para manter os equipamentos operando de modo adequado é necessários mantê-los dentro dos limites de temperatura determinados pelos fabricantes e pelas normas estabelecidas. Neste sentido, empresas que só possuem sala de servidores empregam sistemas de refrigeração (usualmente ar-condicionado tipo *split*) funcionando na temperatura mínima, elevando o consumo de energia. Um sistema de automação para DC deve ajustar os parâmetros ambientais de forma que fiquem dentro da especificação das normas, podendo-se fazer o uso das métricas verdes para verificar o andamento dos resultados requeridos e avaliar a sustentabilidade dos serviços gerados.

Os dados preliminares indicam a necessidade de normalizar a temperatura nos pontos de calor identificados. Contudo, mais dados necessitam ser coletados até que uma quantidade satisfatória permita deduzir, com mais propriedade, quais são as possíveis ações de gerenciamento. Com o direcionamento correto do fluxo de ar condicionado, e com o controle da potência do aparelho de refrigeração, pode-se inferir que ao geren-

ciar o sistema de refrigeração os resultados poderão apresentar uma otimização. Esta otimização é inicialmente a de manter a sala de servidores em uma condição climática adequada, sendo que uma possível otimização do consumo de energia só poderá ser detectada após o término da coleta dos dados. Testes padronizados usando o Método Monte Carlo estão em vias de realização, sendo que os resultados serão empregados para produzir novas publicações. Como o sistema é de código aberto, pode ser alterado para gerir múltiplos *splits* de forma eficiente. Está previsto neste projeto: a inclusão de um sistema de segurança para controle de acesso ao ambiente por biometria; e a monitoração de desastres (inundação e incêndio) utilizando alarmes local e remoto.

Referências

- [Dai et al. 2014] Dai, J., Ohadi, M. M., Das, D., and Pecht, M. G. (2014). Data center energy flow and efficiency. In *Optimum Cooling of DCs*, pages 9–30. Springer NY.
- [David and Schmidt 2014] David, M. and Schmidt, R. (2014). Impact of ASHRAE environmental classes on data centers. In *2014 IEEE ITherm*, pages 1092–1099.
- [Genova et al. 2009] Genova, F., Bellifemine, F., Gaspardone, M., Beoni, M., Cuda, A., and Fici, G. P. (2009). Management system based on low cost wireless sensor network technology, to monitor, control and optimize energy consumption in telecom switch plants and data centres. In *2009 4th ESCON*, pages 1–8.
- [Liaperdos et al. 2010] Liaperdos, I., Paraskevas, I., Potirakis, S., and Rangoussi, M. (2010). Building a low-cost network for power-quality monitoring with open-source-hardware nodes. In *7th MedPower 2010*, pages 1–5.
- [Mogami and Rodrigues 2014] Mogami, S. and Rodrigues, S. (2014). Data centers para pequenas empresas. Number 167 in XV, page 20. Revista RTI.
- [Neto 2013] Neto, M. F. (2013). Os principais sistemas de automação de data centers do mercado - DCIM. White paper, Fazion LTDA.
- [Paim et al. 2009] Paim, R., Cardoso, V., Caulliraux, H., and Clemente, R. (2009). *Gestão de Processos: Pensar, Agir e Aprender*. Bookman, Porto Alegre.
- [Rodriguez et al. 2011] Rodriguez, M., Ortiz Uriarte, L., Jia, Y., Yoshii, K., Ross, R., and Beckman, P. (2011). Wireless sensor network for data-center environmental monitoring. In *2011 5th ICST*, pages 533–537.
- [Rubenstein and Faist 2014] Rubenstein, B. and Faist, M. (2014). DC cold aisle set point optimization through total operating cost modeling. In *IEEE-ITherm*, page 1111.
- [Sharma 2009] Sharma, B. (2009). Applications of data mining in the management of performance and power in data centers. Technical report, DCSE, PSU.
- [TIA-942 2005] TIA-942, . (2005). ANSI/TIA-942 - telecommunications infrastructure standard for data centers. White Paper 942, Telecom. Industry Association (TIA).
- [Wang and Khan 2011] Wang, L. and Khan, S. U. (2011). Review of performance metrics for green DC: a taxonomy study. *The Journal of Supercomputing*, pages 639–656.
- [Ye et al. 2014] Ye, H., Song, Z., and Sun, Q. (2014). Design of green data center deployment model based on cloud computing and TIA942 heat dissipation standard. In *2014 IEEE Workshop on Electronics, Computer and Applications*, pages 433–437.