



Manual de replicação do Sistema GENIOT para as equipes de manutenção da UNICAMP

Palavras-Chave: Campus sustentável, Internet das coisas, Eficiência energética

Autores(as):

Lucas Paggiaro Pimentel, FCA – Unicamp

Prof. Dr. Robert E. C. Ordonez (orientador), FEM - Unicamp

INTRODUÇÃO:

O Programa de Eficiência Energética (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica tem o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia (Ministério de Minas e Energia). O PEE prevê o desenvolvimento de projetos de eficiência energética, que atuam na melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. As empresas ou empreendimentos beneficiados pelos projetos poderão receber auxílio na substituição de equipamentos para versões mais atuais e eficientes.

Os projetos de eficiência energética exigem uma avaliação de viabilidade financeira, que tem como um de seus componentes a estimativa do consumo e da demanda energética dos equipamentos utilizados pelo possível beneficiário.

GeniloT é um sistema de monitoramento voltado para a supervisão de projetos de eficiência energética, inteligência de consumo energético, manutenção do conforto de ambientes internos e orientação de usuários de equipamentos elétricos. O GeniloT agrupa e armazena informações históricas de múltiplos ambientes, e envia avisos em tempo real sobre condições de conforto, potenciais desperdícios energéticos e sobre o andamento projetos de eficiência energética.

O sistema é construído com base em uma plataforma de hardware voltada para monitoramento e armazenamento de dados, e amparado por aplicações de visualização de dados e de comunicação em tempo real com usuários.

O sistema se encontra em estágio de protótipo, e uma versão do hardware está instalada em salas da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da Unicamp, porém algumas de suas funcionalidades finais ainda se encontram em desenvolvimento. O projeto também não poderia ser implantado em edifícios ou campus, uma vez que não havia documentação dos procedimentos necessários para sua instalação, além de não existirem estimativas relacionadas ao custo de sua utilização.

O projeto de iniciação científica realizado se propôs a desenvolver o manual de instalação e de manutenção do sistema, realizar a análise de custos relacionados a implantação e utilização do sistema

e documentar as características e parâmetros do sistema GeniloT, de forma que seja possível que equipes sem contato prévio com o sistema possam utilizá-lo. Além de trazer à luz a viabilidade da implantação do sistema e seus aspectos principais no estágio em que o projeto se encontra.

METODOLOGIA:

O projeto de iniciação científica se trata de um estudo de caso sobre a instalação realizada e sobre o desenvolvimento do sistema GeniloT como um todo relacionado a sua estrutura construída, utilização e custos, além do desenvolvimento e testes do manual de instalação. O projeto foi dividido em 8 etapas, partindo da análise do sistema implantado na FEM, seguindo para a construção dos manuais de instalação e manutenção, descrição e parametrização do sistema, validação dos manuais e, por fim, a estimativa de custos relacionados a implantação e utilização do sistema.

A etapa inicial foi a avaliação da situação da instalação do sistema feito na FEM, onde foram constatados os status de funcionamentos dos sensores utilizados, de integridade do banco de dados, integridade da estrutura instalada, lacunas encontradas nas funcionalidades do sistema e foram constatadas oportunidades encontradas de melhoria do projeto. Esta etapa foi realizada de forma majoritariamente quantitativa, analisando-se o total de falhas, o tempo de funcionamento dos sensores e da estrutura e comparando os resultados obtidos com o esperado para a instalação. Parte da análise foi feita de forma qualitativa, analisando aspectos não numéricos da instalação e da integridade do sistema, tais como documentação dos eventos ocorridos após a instalação do sistema, como a desinstalação de partes da infraestrutura, e análise de aspectos relacionados a facilidade no uso da parte física do sistema e eficiência da infraestrutura como um todo para indicação de possíveis melhorias no sistema.

Em seguida, deu-se início às etapas de desenvolvimento do manual de instalação do sistema e desenvolvimento do manual de manutenção do sistema.

Os manuais foram planejados para que seu conteúdo seja suficiente para que pessoas com pouca experiência em eletrônica possam fazer a instalação da estrutura necessária para a operação do sistema, e de forma que o sistema, mesmo que em desenvolvimento, fosse representado no seu estado atual, sendo assim, o manual representa o que já foi desenvolvido, e permite que ele seja instalado mesmo em seu estágio de protótipo.

As imagens ao lado apresentam duas das primeiras páginas do manual de instalação e do manual de manutenção do sistema. Os manuais iniciam com uma descrição do sistema, e em seguida demonstram as etapas de instalação do componente físico e do servidor, no caso do manual de instalação, e apresentação de dados sobre substituição dos componentes, tempo recomendado para verificação

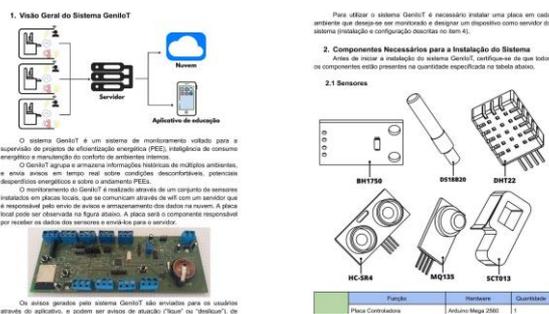


Figura 1 – Duas páginas do manual de instalação.
Fonte: Autor

do funcionamento do sistema e etapas para detecção de falhas e respostas recomendadas no caso do manual de manutenção. Em ambos os manuais, todos os componentes são apresentados visualmente e são indicadas as suas funções e nomes, tanto para os componentes funcionais, como os sensores e a própria placa, quanto para os componentes utilizados apenas para instalação, como os cabos jumpers, e as ferramentas que deverão ser utilizadas durante a instalação das placas. Nos manuais também, quando necessário, foram representados os passos para execução de tarefas como a conexão dos cabos nas portas das placas locais e a utilização de IDEs. Isso foi feito para assegurar que mesmo as equipes com pouca experiência no manuseio de componentes eletrônicos ou programação possam manipular os componentes do sistema e realizar a sua instalação.

Então, os manuais de instalação e de manutenção foram testados, utilizando a ajuda de voluntários com níveis de experiência variados em eletrônica, de forma que fossem encontrados pontos de melhoria e fosse validado o funcionamento das etapas descritas no manual de instalação, quanto ao manual de manutenção, os manuais de manutenção foram testados executando os scripts de validação do sistema em computadores com diferentes sistemas operacionais e em servidores instalados em dispositivos diferentes.

Em seguida, para fins de documentação, e para facilitar modificações ou diagnósticos mais específicos a serem realizados pelas equipes que virão a utilizar o sistema, foi feita a descrição e parametrização do sistema, documento que incorpora os aspectos da estrutura física, do servidor e dos algoritmos do sistema GeniloT, assim como apresenta uma visão mais detalhada de seus componentes.

Nesta documentação está descrito o fluxo de informações do sistema, descrevendo as tecnologias utilizadas em cada etapa do fluxo, em seguida são aprofundadas as estruturas utilizadas para processamento de dados, assim como a programação do servidor, bancos de dados utilizados e uma descrição mais específica sobre a função que cada sensor desempenha no funcionamento do sistema. A figura ao lado é a representação geral do fluxo de informações do sistema, ao longo da documentação as etapas e bancos de dados são abordados de forma mais específica.

Por fim, foram realizados os estudos de custo de instalação e manutenção e de mão de obra necessários para a utilização do sistema. Para estimativa destes custos foi feito o cálculo do custo de trabalho por tempo de cargos adequados para a operação, instalação e manutenção do sistema. Em

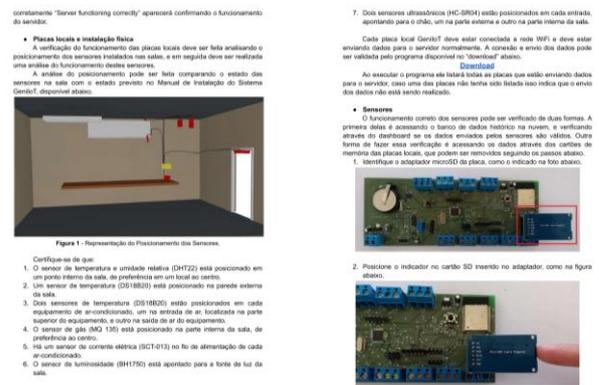


Figura 2 – Duas páginas do manual de manutenção.
Fonte: Autor

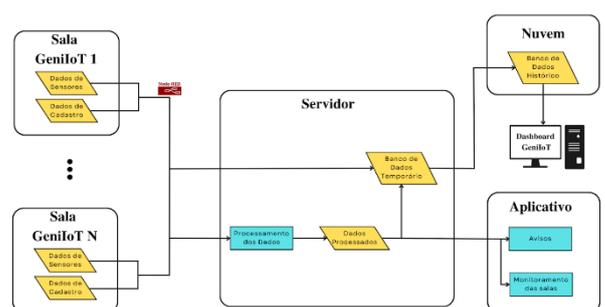


Figura 3 - Representação do fluxo de informações do sistema.
Fonte: Autor

seguida, com base também nos dados de preço dos componentes, e da cronometragem do tempo médio necessário para realização das tarefas envolvidas com a operação, instalação e manutenção, foi demonstrado como estimar o custo necessário para estas tarefas com base nas características específicas do edifício ou estrutura onde se pretende instalar o sistema, assim como foi realizada a estimativa dos custos relacionados a utilização do sistema em um cenário de 40 salas a serem monitoradas, baseando na estrutura da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp.

Como o sistema encontra-se em desenvolvimento, e, no período de desenvolvimento do manual de instalação ainda não havia uma programação pronta para o servidor do sistema, o trabalho também se propôs fazer o desenvolvimento do servidor e preparar um arquivo instalador, de forma que o sistema esteja em um estágio de desenvolvimento avançado o suficiente para a estruturação de um manual completo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Ao longo da realização dos testes do manual de instalação foram desenvolvidas três versões diferentes dos manuais, cada versão realizando as alterações necessárias para correção das oportunidades de melhoria observadas nos testes.

Por fim, os manuais produzidos foram suficientes para que os voluntários fossem capazes de realizar todas as conexões necessárias para o funcionamento do sistema, independentemente do nível de familiaridade dos voluntários com componentes eletrônicos. Os tempos cronometrados para a realização dessas conexões, assim como o tempo necessário para posicionar os sensores em um cômodo de 5m x 2,5m, utilizado como métrica para o posicionamento, podem ser observados na tabela abaixo.

	Tempo de conexão [s]	Tempo de posicionamento [s]
DS18B20	52	158
DHT22	56	112
MQ135	65	112
BH1750	55	42
HC-SR04	63	157

Tabela 1 – Tempos de conexão e posicionamento.

O estudo de custos teve como resultado uma estimativa de R\$282,29 por mês gastos em tempo de colaboradores para toda a operação do sistema, manutenção, atuações em casos de desperdício de energia e análises de resultados apresentados pelo sistema, para uma estrutura com 40 salas a serem monitoradas, sendo determinada uma política na qual haveria atuação de um colaborador nos casos em que o sistema aponte um desperdício de energia pelo funcionamento de um aparelho em uma sala vazia, e considerando a realização de análises aprofundadas do padrão de consumo das salas sendo feitas a

cada duas semanas. Neste cenário, o maior custo estimado foi o custo de tempo de análise, tendo sido estimado em R\$250,00.

No mesmo cenário, a estimativa de custo de instalação resultou no valor de R\$36.043,76 mais o custo do servidor, que varia a depender do tipo de servidor escolhido para o sistema específico. No caso de estudo, foi considerada a utilização de um equipamento Raspberry PI atuando como servidor, sendo adicionado o custo relativo à aquisição do equipamento de R\$150,00. No estudo de custos de instalação, o componente com maior custo é a aquisição dos componentes físicos, estimada em R\$35.294,40, ou R\$882,36 por sala, mais o custo do servidor.

BIBLIOGRAFIA

da Silva, Luiz C. P. ; Villalva, Marcelo G. ; de Almeida, Madson C. ; BRITTES, JOSÉ L. P.; Yasuoka, Jorge ; Cypriano, João G. I. ; Dotta, Daniel ; Pereira, José Tomaz V. ;Salles, Mauricio B. C. ; Archilli, Giuliano Bolognesi ; Campos, Juliano Garcia . **Sustainable Campus Model at the University of Campinas-Brazil: An Integrated Living Lab for Renewable Generation, Electric Mobility, Energy Efficiency, Monitoring and Energy Demand Management.** World Sustainability Series. 1ed.: Springer International Publishing, 2018

Programa de Eficiência Energética. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/eficiencia-energetica/pee>>