



Evento: XXX Seminário de Iniciação Científica.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E SUPERVISÃO DE UNIDADES TRANSFORMADORAS E SUBESTAÇÕES DE ENERGIA

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING AND SUPERVISION OF TRANSFORMER UNITS AND POWER SUBSTATIONS

Luis Gustavo Tabile², João Gabriel Foletto Shefer³, Manuel Osorio Binelo⁴, Paulo Sérgio Sausen⁵, Maurício de Campos⁶, Luís Fernando Sauthier⁷

¹ Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEeng), pertence ao Grupo de Automação e Controle Industrial (GAIC), projeto financiado pela Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D).

² Bolsista de Iniciação Científica (PROFAP-CEEE-D), Aluno do Curso de Ciência da Computação da Unijuí.

³ Bolsista de Iniciação Científica (PROFAP-CEEE-D), Aluno do Curso de Ciência da Computação da Unijuí.

⁴ Professor Pesquisador do Grupo de Matemática Aplicada e Computacional – GMAC – Unijuí.

⁵ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle – GAIC – Unijuí.

⁶ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle – GAIC – Unijuí.

⁷ Professor Pesquisador do Grupo de Automação Industrial e Controle – GAIC – Unijuí.

INTRODUÇÃO

Considerando a energia como papel fundamental na nossa sociedade e em uma busca constante de melhoria na distribuição de energia elétrica com qualidade, a Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D) está desenvolvendo em parceria com o Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) um novo sistema de monitoramento e supervisão de sua Unidade de Transformação Subterrâneas de Energias (UTSE). O sistema que está sendo desenvolvido/aperfeiçoado não se encontra à disposição do mercado dado as particularidades do sistema de distribuição de energia da CEEE-D.

Neste artigo são apresentados os resultados parciais do desenvolvimento de um sistema de monitoramento e supervisão de sua Unidade de Transformação Subterrâneas de Energias (UTSE). Inicialmente é apresentada a arquitetura do sistema e sua estrutura. A seguir será apresentada a aplicação de terminal para monitoramento do servidor Modbus, e por fim, um teste inicial com a plataforma Dart/Flutter.



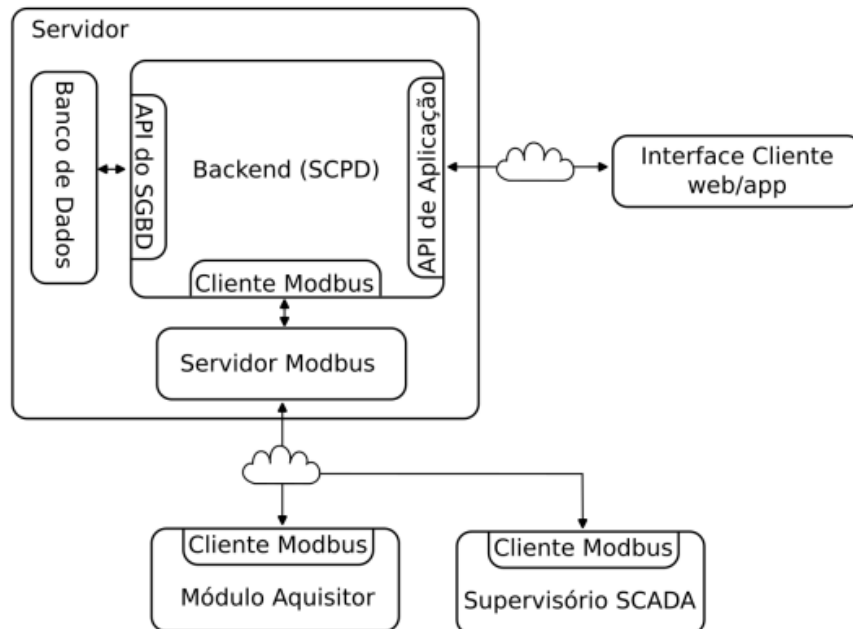
MATERIAL E MÉTODOS

O projeto ainda está em desenvolvimento, considerando a complexidade do sistema foi realizado o estudo dos requisitos do sistema e as ferramentas que poderiam ser empregadas. Para a comunicação entre os equipamentos de hardware, foi escolhido o protocolo Modbus (PATEL et al., 2017), pois esse é um protocolo amplamente utilizado na área de automação, sendo consolidado e estável nesse tipo de aplicação. Para o desenvolvimento do servidor, que é o objeto deste trabalho, foi escolhida a linguagem de programação Python (SRINATH, 2017), por ser uma linguagem amplamente utilizada na criação de *backends*, podendo integrar frameworks de inteligência artificial em etapas futuras do projeto. Como banco de dados, foi escolhido o PostgreSQL (MILANI, 2008), por ser um sistema gerenciador de banco de dados robusto, seguro e estável. O desenvolvimento do backend tem como requisito a escalabilidade e portabilidade, fazendo com que a aplicação possa ser executada na forma de aplicativo *mobile*, *web site*, ou aplicativo *desktop*. Para atender a essas expectativas foi escolhido o *framework* de desenvolvimento Dart/Flutter (KUZMIN et al., 2020), exatamente por permitir que um mesmo código possa gerar aplicações nessas diferentes plataformas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na arquitetura proposta, o servidor Modbus ficará no servidor central do sistema, e cada módulo aquisitor terá um cliente Modbus que fará a requisição ao servidor periodicamente, atualizando os seus dados. Essa configuração irá permitir maior flexibilidade ao sistema, possibilitando que seja usado qualquer meio de comunicação ou mesmo tecnologia com endereço IP fixo ou dinâmico, IP verdadeiro ou mesmo falso (uso de NAT - Network Address Translation) o que amplia significativamente a melhora da conectividade do sistema de monitoramento.

Figura 1 - Estrutura do sistema de software.



Na Figura 1 é apresentada a estrutura do sistema. Conforme pode-se observar estão localizados no servidor o Serviço de Comunicação e Persistência de Dados (SCPD), o Servidor Modbus e o Banco de Dados. Essa proposta de arquitetura permite inclusive que o servidor Modbus e o Banco de Dados sejam alocados em servidores diferentes, se necessário. O SCPD solicita ao Servidor Modbus os dados dos dispositivos (grandezas monitoradas nas subestações), por meio de um cliente Modbus. Os dados solicitados são persistidos no banco de dados por meio da API em Python para o SGBD PostgreSQL. O SCPD também serve as aplicações clientes, via Internet, por meio de um servidor de aplicação com base em Django. A aplicação cliente pode rodar tanto em browser quanto como aplicação nativa (desktop ou mobile), por meio de tecnologia Dart/Flutter. A partir da forma como foi desenvolvido o servidor Modbus, este permite interoperabilidade com outros sistemas, como supervisórios SCADA (Elipse, SCADABR, entre outros) ou mesmo com outros CLPs.

O servidor Modbus passou por testes de stress de comunicação, onde foram usados modems externos comerciais, já usados no sistema legado da CEEE-D, assim como o protótipo do modem embarcado que está sendo desenvolvido pela equipe de Hardware do projeto. Em ambos os casos o desempenho do Servidor Modbus foi satisfatório, não apresentando nenhum travamento ou descontinuidade do serviço. Para que fosse possível monitorar o estado do servidor Modbus e avaliar o seu desempenho e robustez, foi criada a aplicação Monitor, mostrada na Figura 2. A aplicação Monitor é uma aplicação tipo terminal,



portanto, pode ser executada a partir de qualquer sistema ou mesmo no próprio servidor de aplicação de forma remota a partir do uso de uma conexão SSH (Secure Socket Shell), desde que autorizada. Não existe a necessidade de nenhuma dependência em relação a interface gráfica, facilitando o desenvolvimento e manutenção do sistema, assim como a realização dos testes de stress.

Figura 2 – Aplicação de terminal Monitor, mapa de memória.

```
MONITOR MODBUS - GAIC
0000 4272 0000 4248 0000 4248 0000 4248 0000 4248 0000 4248 0000 4248 0000
0010 4248 0000 4248 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0030 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0040 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0050 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0060 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0070 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0080 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0090 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00B0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00D0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00F0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0110 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0120 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0130 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0140 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0150 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0160 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0170 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0180 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0190 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01B0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01D0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
01F0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0200 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0210 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0220 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0230 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0240 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0250 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0260 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
PgUp/PgDn=scroll Q=exit TAB=modo          === use terminal 132x43 ===
```

Também teve início o desenvolvimento do primeiro protótipo da aplicação de visualização a partir do uso do ambiente Dart/Flutter. Optou-se inicialmente em desenvolver um protótipo utilizando a tecnologia. O Flutter é um framework de desenvolvimento que possibilitará modernizar a interface e unificar as plataformas web/mobile/desktop, por possibilitar o código fonte ser transformado em código nativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentado o avanço no desenvolvimento no sistema de software e a atualização de sua estrutura. O servidor Modbus foi completamente desenvolvido e



atualmente está em funcionamento, a partir dos testes de stress apresentou um bom desempenho, tanto a partir do uso de modem externo, ou mesmo com o uso de modem embarcado. Também foi apresentada a aplicação Monitor utilizada para acompanhamento do servidor Modbus. E por fim, foi apresentado os trabalhos iniciais com a plataforma Dart/Flutter, que será usada pelo sistema front-end. Como já mencionado o projeto está em fase final de desenvolvimento, os estudos realizados anteriormente (TABILE, 2021) comprovaram a potencialidade do Flutter/Dart para ser o framework de desenvolvimento.

Palavras-chave: Automação. Frameworks. Supervisão de Sistemas. Modelagem Matemática e Computacional. Instrumentação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UNIJUÍ e a CEEE-D pela bolsa PROFAP-GR, a qual proporciona oportunidades de expormos nosso aprendizado através da realização de projetos e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) pela disponibilização dos laboratórios e materiais para o desenvolvimento desse sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KUZMIN, Nikita; IGNATIEV, Konstantin; GRAFOV, Denis. Experience of developing a mobile application using flutter. **In: Information Science and Applications**. Springer, Singapore, 2020. p. 571-575.

MILANI, André. **PostgreSQL-Guia do Programador**. Novatec Editora, 2008.

PATEL, Devanshi N.; SOMANI, B. A Review on Implementation of MODBUS Communication Protocol and its Applications. **International Journal of Electronics Engineering Research**. ISSN, p. 0975-6450, 2017.

SRINATH, K. R. Python—the fastest growing programming language. **International Research Journal of Engineering and Technology**, v. 4, n. 12, p. 354-357, 2017.

TABILE, Luis. Proposta de utilização do framework flutter para criação de um sistema de monitoramento e supervisão de unidades transformadoras e subestações de energia. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], p. 1-5, 29 out. 2021.