

Figura 1 – Fluxograma – Visão Geral

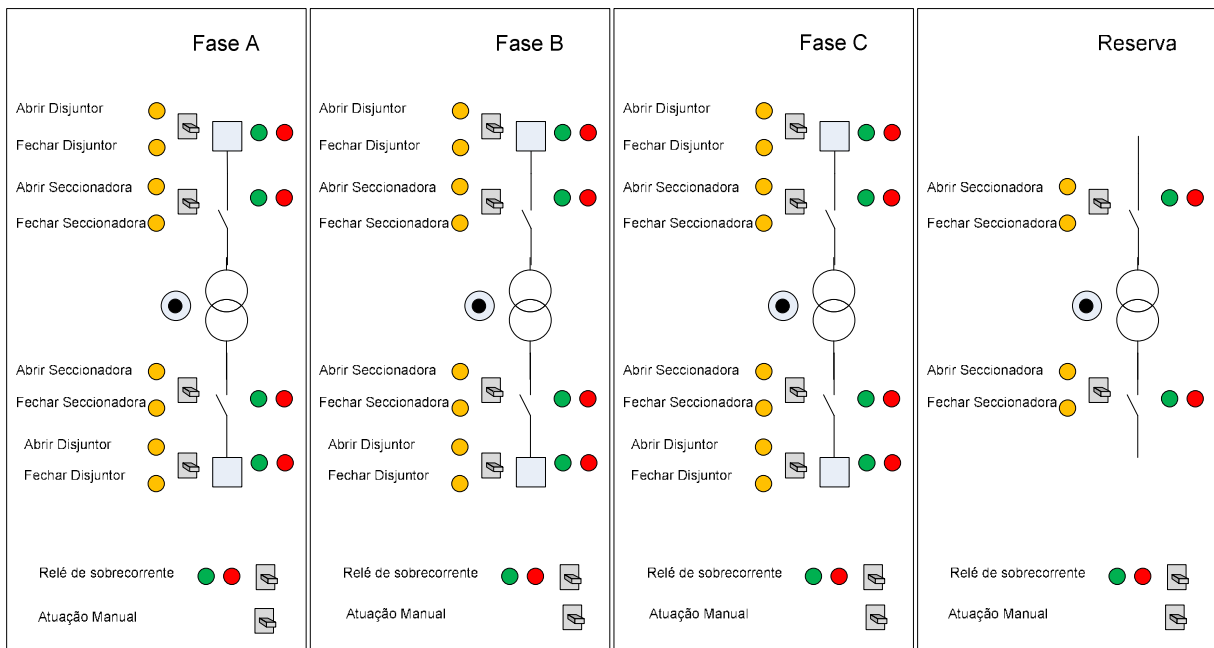


Figura 2 – Giga de testes

III. ARQUITETURA DO SISTEMA PROTÓTIPO

A. Hardware

O sistema protótipo desenvolvido é composto pelos seguintes equipamentos:

- Rack aberto 19", com área útil 36U com kit rodízio, na cor cinza claro Munsel 6.5;
- Relé de proteção digital com as funções 87T, 87N, 49T, 50/51, 50/51N, 27, 59, 50BF e 60;
- Relés auxiliares de interface para montagem em trilho DIN, 4 contatos reversíveis 7A, tensão da bobina: 125Vcc;
- Relés auxiliares de interface para montagem em trincho DIN, 2 contatos reversíveis 10A, tensão da bobina: 125Vcc;
- Fonte chaveada de 110 Vca / 125 Vcc, 625W;
- Fonte de alimentação 125 Vcc / 24 Vcc;
- Fonte de alimentação 125 Vcc / 5 Vcc;
- Transdutores de tap com saída 0 a 4 mA, alimentação em 125 Vcc;
- Unidade Terminal Remota modular composta de cartões e softwares, com os seguintes cartões de aquisição:
 - Módulo de entrada digitais com pontos optoacopladas.
 - Módulo de saída digitais com pontos a relé, microprocessada.
 - Módulo de entradas analógicas com pontos isolados galvanicamente e com resolução de 16 bits.
- Quadro sinótico composto por leds, chaves e potenciômetros;
- Protetor de surto 125 Vcc;
- Conversor fibra ótica / serial;
- Display gráfico com Touch Screen.

Para simulação do sistema foi montada uma giga de testes onde chaves, leds e potenciômetros simulam os contatos de estado dos disjuntores e seccionadoras, os comandos de abertura e fechamento, bem como, o tap dos transformadores, incluindo o transformador reserva.

B. Software

Foi desenvolvido o software de programação da UTR através de ferramenta apropriada fornecida pelo fabricante da remota.

O processo de transferência é iniciado através da atuação da proteção em uma das fases do banco de transformadores, seja através de relés digitais ou de relés eletromecânicos.

A transferência das sinalizações e correntes se dá através de relés auxiliares biestáveis que são comandados pela UTR.

No caso de ocorrência de erro ou mensagens significativas durante o processo de transferência, mensagens de erro aparecem no display. Por exemplo, quando um transformador reserva está em um tap diferente daquele da fase a ser substituída uma mensagem de elevar ou abaixar tap do transformador reserva é mostrada no display.

Caso o transformador reserva já esteja sendo usado e a proteção de uma nova fase atue, o banco de transformador é desligado e uma mensagem é apresentada no display.

IV. TESTES EM LABORATÓRIO

Para simulação partiu-se da situação normal de operação da subestação e, inicialmente, simulou-se a atuação do relé de proteção da fase A.

A unidade terminal remota (UTR) reconhece a atuação do relé de proteção e inicia o processo de retirada do banco de transformadores, para posteriormente comandar a substituição do transformador da fase A pelo transformador reserva.

O próprio relé de proteção encarrega-se de dar trip nos disjuntores de AT, dessa forma, são comandadas as aberturas dos disjuntores de baixa tensão e após a confirmação da abertura, verificadas as aberturas dos disjuntores comandados de forma seletiva a abertura e fechamento das chaves seccionadoras.

A proteção digital é configurada de acordo com a fase a ser substituída através do canal de comunicação DNP 3.0.

Com o banco fora de serviço, são transferidos as sinalizações e correntes dos TC's, de forma a que para o SSC (Sistema de Supervisão e Controle) a transferência seja transparente.

Com a confirmação da transferência, inicia-se o processo de religamento do banco de forma inversa, ou seja, inicialmente a alta tensão em seguida a baixa, conforme preconiza a referência [10].

V. SUMÁRIO FINAL

Os resultados dos testes se mostraram satisfatórios, mostrando que o tempo de manobra pode ser diminuído significativamente, porém esse tempo não pôde ser mensurado corretamente, visto que em laboratório, não há os atrasos decorrentes dos mecanismos de acionamento de chaves seccionadoras e disjuntores.

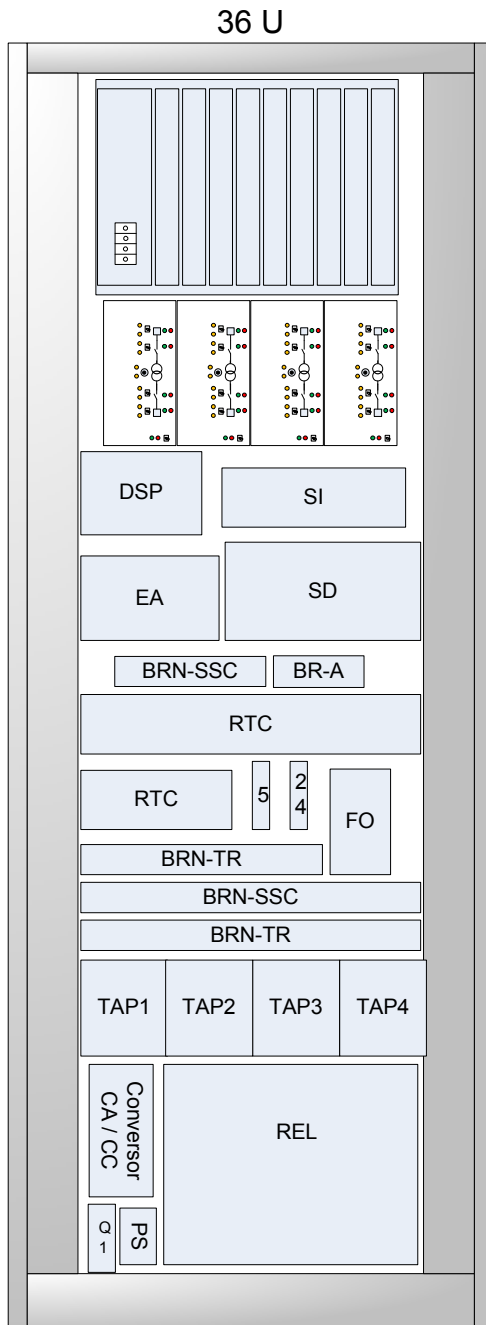


Figura 3 – Painel Protótipo

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Ashour, H.; “Automatic transfer switch (ats) using programmable logic controller (PLC)”, *Mechatronics*, 2004. ICM’04 , June 2004, Pages:531 – 535.
- [2] Sousa, P. H; Baron, P. R; “Automação e Digitalização de Subestações na Elektro”, VI Simpase , Agosto, 2005.
- [3] Cossé Jr., R. E; Bowen, J. E; Kerr, S. H; “Secondary Selective System Residual Bus Transfer—A Modern Application Approach”, *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 41, No. 1, January/February, 2005.
- [4] Bricker, S; Gonen, T; Rubin, L; “Substation automation technologies and advantages”, *Computer Applications in Power*, IEEE; July 2001 Volume: 14 , Issue: 3 Page: 31 - 37 .
- [5] Zimmerman, K; “Microprocessor-Based Distribution Relay”; Applications, SEL Inc., Belleville, IL, USA; <http://www.selinc.com/techpprs/6013.pdf>
- [6] Koizumi, S; Okumura, M; Yanase, T; “Application and development of distribution automation system in TEPCO”; *Power Engineering Society General Meeting*, 2005. IEEE ; Date: 12-16 June 2005; pages: 2429 - 2435 Vol. 3 .
- [7] Eisman, J; Laffitte, G; Kristensson, M; Hill, P; “Computer Based Control System for Large 220/132 kV Substation”, *Power Industry Computer Application Conference*, 1991. Conference Proceedings, Pages: 57-62, May 1991.
- [8] HOPPE, F.J; THOMPSON, R.S; “DESIGN, INSTALLATION, AND FIELD EXPERIENCE WITH A REAL-TIME PORTABLE TRANSFORMER MONITORING SYSTEM”; *TRANSMISSION AND DISTRIBUTION CONFERENCE*, 1996; DATE: 15-20 SEPT. 1996 PAGES: 52 – 57.
- [9] Sadanandan, N.D; Deviney, F.A; Hollomon, L; Sendaula, M; “Microprocessor-based capacitor bank control and protection system”; *Power Delivery*, IEEE Transactions Date: Jan. 1989 Volume: 4 , Issue: 1, pages: 241 – 247.
- [10] ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico - Manual de Procedimentos da Operação - Módulo 10 - Submódulo 10.21 - IO-PM.SE.4SP.

VII. BIOGRAFIAS

Luiz Carlos Magrini, nascido em São Paulo, Brasil, 3 de Maio de 1954. Graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1977 (Engenharia Elétrica). Recebeu pela mesma instituição o título de MSc e PhD em 1995 e 1999, respectivamente. Trabalhou por 17 anos na Empresa Themag Engenharia Ltda. Atualmente, além de Professor de Universidades, faz parte, como pesquisador/coordenador de Projetos, do Grupo GAGTD na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Paula Suemi Dantas Kayano, nascida em Manaus, Amazonas, Brasil, em 9 de julho de 1972. Graduada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1995 (Engenharia Elétrica com ênfase em Energia e Automação). Recebeu pela mesma instituição o título de MSc em 1998. Atualmente, faz parte, como pesquisadora da Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, fundação ligada a USP.