XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SENDI 2002

IMPLANTAÇÃO DE CENTRO DE GESTÃO DA PROTEÇÃO NA COELBA

JORGE GERSON FERNANDES SOARES DA CUNHA / Coelba; CARLOS SAKAKI / Coelba; FERNANDO AYELLO / Schweitzer Engineering Laboratories, Brasil Ltda; JULIAN ALZATE / Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

E-mail: jgcunha@coelba.com.br

Palavras-chave: - Centro – Gestão – Proteção – Digitalização – Ajustes Remotos – Análise – Oscilografia.

Em setembro de 2000, a COELBA decidiu alterar o modelo de automação de suas subestações, passando a utilizar relés microprocessados em vez de adaptar os relés tradicionais já existentes nas instalações. A digitalização das subestações possibilitou agregar valores além da automação da operação em si — tradicional sistema SCADA. Entretanto, percebeu-se que havia uma lacuna entre a Operação e a área de Proteção, onde esta última dependia de visitas ao campo para efetuar ajustes nas proteções, bem como para obter dados sobre ocorrências. Num Estado de grande extensão territorial como a Bahia, as locomoções de equipes de campo são dispendiosas e demandam tempo. Consequentemente, concebeu-se um sistema que atendesse as necessidades da área de Proteção, e o instrumento para isto foi o Centro de Gestão da Proteção, cuja primeira etapa foi comissionada em dezembro de 2001.

Este Informe Técnico tem por objetivo descrever o que levou a COELBA a pensar em implantar o Centro de Gestão da Proteção, o seu impacto em várias atividades comparando-as antes e depois do Centro, os principais requisitos técnicos definidos pela COELBA, o sistema que foi adquirido da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL), a arquitetura adotada, hardware, software e sistema de comunicação utilizados.

Será apresentado também exemplo de ocorrência no sistema COELBA e como o Centro de Gestão da Proteção possibilitou a aquisição de dados com maior rapidez, tornando mais ágil a análise da ocorrência e a adoção de providências evitando possíveis re-incidências da mesma.

O Centro de Gestão da Proteção é um sistema composto de hardware e software, que permite utilizar qualquer meio de comunicação, desde que full-duplex, inclusive a Rede Corporativa (Ethernet TCP/IP), para conexão com as subestações. Possibilita realizar remotamente as seguintes funções: visualização de ajustes implantados nos relés, alteração de ajustes, verificação das ligações dos TCs e TPs aos relés através das medições nos próprios relés, coleta de sequência de eventos, coleta de arquivos de oscilografia, etc. Os eventos podem ser coletados através de comandos manuais ou de forma automática (polling e/ou notificação). Apesar do sistema ter sido fornecido pela SEL, ele permite acesso transparente a relés de outros fabricantes, não sendo um sistema fechado.

As exigências cada vez maiores em termos de otimização dos custos operativos, através da redução das despesas operacionais, associadas com uma maior agilidade e eficácia na recomposição do sistema elétrico quando de ocorrências, reduzindo assim os índices de interrupção, encontram no Centro de Gestão da Proteção um importante aliado para a COELBA cumprir seus objetivos e fornecer aos seus clientes um melhor serviço, pois com o Centro obtém-se informações com maior agilidade e confiabilidade, bem como torna-se possível adotar com maior rapidez eventuais medidas corretivas.

1. INTRODUÇÃO

A partir do momento que a COELBA decidiu alterar o modelo de automação de suas subestações, passando a utilizar relés microprocessados em vez de adaptar os relés tradicionais já existentes nas instalações, verificou-se que a digitalização das subestações possibilitaria agregar novos valores além do tradicional sistema SCADA — Supervisory Control and Data Aquisition. Percebeu-se, contudo, que havia uma lacuna entre a Operação e a área de Proteção, onde esta última dependia de visitas ao campo para efetuar ajustes nas proteções, bem como para obter dados sobre ocorrências. Num Estado de grande extensão territorial como a Bahia, as locomoções de equipes de campo são dispendiosas e demandam tempo. Consequentemente, concebeu-se um sistema que atendesse as necessidades da área de Proteção, e o instrumento para isto foi o Centro de Gestão da Proteção (CGP).

Este trabalho tem por objetivo descrever o que levou a COELBA a pensar em implantar o CGP, o impacto em várias atividades, os principais requisitos técnicos definidos pela COELBA, o sistema que foi adquirido da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL), a arquitetura adotada, hardware, software e sistema de comunicação utilizados. Serão apresentados também exemplos de ocorrências no sistema COELBA e como o CGP possibilitou a aquisição de dados com maior rapidez, tornando mais ágil a análise da ocorrência e a adoção de providências evitando possíveis re-incidências da mesma. Por último serão comentados os benefícios que a COELBA usufruirá, advindos da implantação do CGP.

2. HISTÓRICO

Até setembro de 2000, a COELBA vinha adotando o modelo tradicional de adaptação para automatizar suas subestações, ou seja, instalava-se Unidades Terminais Remotas (UTRs) e adaptava-se os relés tradicionais já existentes nas subestações, atendendo-se basicamente às necessidades da área de Operação. Os relés informavam às UTRs, via entradas digitais, basicamente o disparo da proteção e se foi atuação de fase ou neutro. A área de Proteção continuava sem maiores subsídios para realizar análise de ocorrências mais complexas, bem como a área de Manutenção continuava dependendo do deslocamento de pessoal até a subestação para simples verificações ou implantação de ordens de ajuste nos relés.

Em setembro de 2000, com a decisão da COELBA em passar a digitalizar por completo suas subestações, ou seja, substituir os relés tradicionais existentes por relés microprocessados, vislumbrou-se novos horizontes além da Operação em si.

Como os relés microprocessados incorporam as funções de oscilografia, sequência de eventos, etc., enriquecer-se-ia os subsídios para a área de Proteção em relação a análise de ocorrências. Por outro lado, seria possível realizar remotamente atividades que até o momento requeriam o deslocamento de pessoal de Manutenção. Estas atividades não poderiam ser feitas pelo Centro de Operação (sistema SCADA), pois não são compatíveis com o mesmo, desde quando o objetivo deste é operar o sistema em tempo real.

Consequentemente, concebeu-se um sistema que atendesse as necessidades da área de Proteção, utilizando-se canais de comunicação independentes dos do SCADA, e o instrumento para isto foi o CGP, cuja primeira etapa foi comissionada em dezembro de 2001.

IMPACTO NAS ÁREAS DE ANÁLISE DE PROTEÇÃO E DE MANUTENÇÃO

Vislumbrou-se que as seguintes atividades poderiam passar a ser feitas, com a implantação do CGP, otimizando ações de manutenção:

a) Aquisição remota de oscilografias, sequência de eventos e históricos, possibilitando subsidiar com maior rapidez a área de Análise de Proteção com dados mais confiáveis, tornando mais ágil a análise de ocorrências e a adoção de providências evitando possíveis re-incidências da mesma, com a identificação de falhas em sistemas de proteção, incluindo relé, sistema de corrente contínua, disjuntor/religador, etc.

b) Implantação, alteração e verificação remota de ordens de ajustes, o que evitaria o deslocamento em média de 318 km (ida e volta) das equipes de Manutenção para realizar os trabalhos nas subestações (estudos realizados pela Manutenção mostram que metade do tempo disponível da equipe é gasto para executar o serviço e a outra metade no preparo da viagem e deslocamento).

c) Realização de “comissionamento remoto” visando identificar previamente alguma não conformidade após o comissionamento em campo ter sido realizado. Na medida em que uma nova subestação é integrada ao CGP, as seguintes verificações são efetuadas em cada relé:

confrontação das ordens de ajustes com os ajustes implantados nos relés;

verificação das ligações dos TCs e TPs aos relés através das medições (módulo e ângulo) existentes neles, de modo a verificar se as mesmas estão corretas, principalmente nos relés de distância, direcionais e diferenciais;

verificação das equações lógicas de alarme e desligamento e das configurações das entradas e saídas digitais.

REQUISITOS DO SISTEMA

Definiu-se então os requisitos técnicos mínimos para o CGP, que é um sistema composto por hardware e software, localizados fisicamente no Edifício Sede da COELBA em Salvador- Bahia (Estação Central), no Centro de Operação de Distribuição (COD) de cada região e nas subestações.

De modo sucinto, os principais requisitos funcionais exigidos foram:

- Possibilitar comunicação transparente, com IEDs — Intelligent Electronic Devices (relés de proteção; medidores; retificadores; controle de bancos de capacitores, reatores, reguladores de tensão e de LTCs; medidores de power quality; oscilógrafos; etc.) de quaisquer fabricantes.
- Realizar remotamente alteração de ajustes e de configuração nos IEDs, utilizando-se os softwares aplicativos dos mesmos, bem como aquisição de dados dos IEDs como ajustes implantados, proteções atuadas, sequência de eventos, oscilografia, medições, power quality, etc.
- Comunicação através de linhas discadas/modem e canais dedicados, a depender da infra-estrutura de telecomunicação que esteja disponível na subestação.
- Dispor de processadores de comunicação com acesso à Rede Corporativa Coelbanet (Ethernet TCP/IP).
- Capaz de operar com velocidades diferentes em cada canal de comunicação.
- Operação em modo varredura (polling) pré-programada coletando os dados dos IEDs, e também em modo onde os IEDs tomam a iniciativa de notificar automaticamente a ocorrência de evento ao CGP.
- Armazenamento em banco de dados dos informes de faltas adquiridos, com softwares aplicativos em ambiente Windows que possibilitem a consulta e impressão dos dados.
- Na sua etapa final, o CGP deverá dispor de três microcomputadores PC, com monitores de 21 polegadas, e duas impressoras. Dois PCs, denominados de PCs de Supervisão, supervisionarão cada um determinadas áreas/subestações. Contudo, ambos deverão ter a mesma base de dados e de configuração, de modo que apenas um possa supervisionar todas as subestações da COELBA em caso de indisponibilidade de um dos PCs de Supervisão. O terceiro PC, denominado PC de Análise da Proteção, deverá centralizar toda a base de dados e arquivos, para disponibilização pela Rede Corporativa. Deverá ser criado automaticamente um banco de dados único, que agrupe os dados adquiridos pelos dois PCs de Supervisão.
- Capacidade para atender em torno de 250 subestações contemplando cerca de 3000 IEDs, iniciando com 50 subestações e cerca de 600 IEDs, e permitindo expansões tanto em termos de hardware quanto de software.
- Manual de operação do sistema.
- Treinamento.

- Start-up de 4 subestações conjuntamente pelo Fornecedor e pela COELBA.

Além disso, antes de se definir o Fornecedor, convidou-se os Proponentes para a realização de demonstrações e testes dos seus sistemas na COELBA, inclusive no Laboratório de Redes do Departamento de Informática, para averiguar a comunicação dos sistemas propostos através da Rede Coelbanet, bem como para inferir o aumento de tráfego na Rede.

5. O SISTEMA

Após análise das propostas e da realização dos testes e demonstrações prévios, a COELBA decidiu adquirir o sistema do fabricante Schweitzer Engineering Laboratories (SEL), cujas características estão descritas abaixo.

5.a - ARQUITETURA

A arquitetura geral do sistema, em sua etapa final, pode ser vista na Figura 1.

Ela foi projetada como uma rede em estrela de múltiplos níveis. O 1° nível é a subestação, o 2° nível é o COD e o 3° nível é a Estação Central do CGP. A topologia em estrela é comprovada ser a mais confiável e também a menos afetada pela adição de novos IEDs.

Cada subestação utiliza processadores de comunicação para permitir a comunicação remota com os IEDs. Se o IED está no campo é utilizada fibra ótica com conversor eletro-ótico para interface RS232. Estando o IED na casa de comando é utilizado par metálico.

Em cada COD também existem processadores de comunicação para possibilitar que a Estação Central do CGP se comunique com as subestações. Estes processadores se comunicam com cada subestação através de um único canal de comunicação construindo assim outra rede em estrela no 2° nível.

A Estação Central do CGP por sua vez se comunica com os processadores de comunicação de todos os CODs, através da Rede Corporativa Coelbanet (Ethernet TCP/IP). Uma preocupação foi o aumento de tráfego na Rede em função da quantidade de informações que fluiriam por ela. A disponibilidade de notificação automática dos eventos reduz significativamente a quantidade de informações em trânsito.

5.b - COMUNICAÇÃO

O sistema permite utilizar qualquer meio de comunicação disponível na subestação, desde que full-duplex. Até o momento, tem sido utilizados linha discada/modem e rádio digital.

No caso de linha discada/modem, a comunicação é feita diretamente entre a Estação Central do CGP e a subestação.

Ao se utilizar canal dedicado (rádio digital, fibra ótica, etc.), a comunicação passa pelo processador de comunicação do COD da região, sendo que entre o referido processador até a subestação utiliza-se o canal dedicado, e do processador até a Estação Central do CGP utiliza-se a própria Rede Coelbanet.

Como o Plano de Telecomunicações da COELBA já contempla a instalação gradativa de rádios digitais nas subestações porém com links até o COD da região, a instalação dos processadores de comunicação nos CODs possibilitou complementar a comunicação até o CGP através da Rede Coelbanet, reduzindo custos pois não foi necessário extender os links de telecomunicação até a Estação Central do CGP em Salvador.

5.c - HARDWARE

O hardware do sistema é composto de microcomputadores, processadores de comunicação e relés digitais. Entretanto, para o CGP, o elemento chave ao nível da subestação e do COD é o processador de comunicação SEL-2030, que dispõe de 16 portas seriais, cartão Ethernet TCP/IP, processamento multi-tarefa e multi-usuário, base de dados, memória não volátil, autodiagnóstico, monitoramento de alarme e controle auxiliar, em uma construção robusta e apropriada para ambiente de subestação. Dispõe também de capacidade de programação, possibilitando o envio de notificação automática ao nível superior. Pode ainda sincronizar os IEDs usando sinal IRIG-B, porém atualmente a sincronização é feita através de protocolo oriundo do sistema SCADA.

As múltiplas portas seriais do processador podem ser configuradas independentemente, possibilitando ao usuário estabelecer comunicação mesmo para IEDs não SEL, utilizando o software proprietário do IED, permitindo realizar remotamente leitura e alteração de ajustes, coleta de oscilografia e sequência de eventos, visualização de medidas e estados, etc.

O processador pode automaticamente coletar, armazenar, processar e enviar ao nível superior as informações coletadas dos IEDs SEL. Isto também é possível para IEDs não SEL desde que seja feito uma integração.

Os computadores (não instalados nesta etapa) localizados nos CODs criariam banco de dados em tempo real com as informações recolhidas das subestações, as quais seriam acessadas pela Estação Central e disponibilizadas em tela de forma amigável, através de diagramas unifilares da subestação, curvas de tendência, etc.

5.d - SOFTWARE

O sistema é composto pelo Software Gerenciador de Eventos (SEL-5040) e por vários outros que possibilitam parametrizar os processadores de comunicação, ajustar e coletar informações dos diversos IEDs, visualizar oscilografias, etc.

Devido ao tamanho final do sistema, aproximadamente 250 subestações e 3000 IEDs, fazer polling de cada IED é virtualmente impossível por causa do tempo gasto para coletar dados. Em função disso, o sistema da SEL automaticamente notifica a ocorrência de um evento e desta forma o uso do sistema de comunicação é otimizado.

No nível mais baixo, os IEDs monitoram linhas, transformadores, alimentadores, bancos de capacitores, etc. Cada vez que um dos IEDs opera, é gerada uma mensagem que é enviada ao processador de comunicação. O processador, usando sua lógica, ativa um bit na sua base de dados para informar qual porta serial tem um novo evento para ser coletado. Então os bits de todas as 16 portas seriais são armazenados em um único registro de 16 bits e enviado ao

processador de comunicação do próximo nível. O processador deste nível receberá também a notificação de um novo evento, que também ativa um bit em um registro. Isto possibilita sempre enviar apenas um registro ao próximo nível.

Quando a notificação alcança o Software Gerenciador de Eventos, este iniciará o processo de coleta dos resumos dos eventos e das oscilografias.

O Software Gerenciador de Eventos então estabelecerá uma conexão, usando TELNET ou TERMINAL, com o processador de comunicação e pedirá o registro de 16 bits que indicará ao Software para qual porta (subestação) ele deverá se comunicar. Depois de estabelecer comunicação e alcançar o processador da subestação, o Gerenciador verificará novamente o registro de 16 bits para determinar com qual porta (IED) deverá se comunicar. Ao mesmo tempo, o Gerenciador usará esta informação para encontrar um caminho no Diretório de Conexão para determinar qual é o tipo do IED. Quando o Gerenciador alcançar o IED, ele começará a coletar todos os eventos disponíveis ainda não armazenados no banco de dados de eventos. Quando a coleta é finalizada o Gerenciador desconectará do IED, desativará o bit de evento daquela porta, e verificará novamente o registro de 16 bits para ver se existem outros relés com eventos naquela subestação.

Diferentes aplicações são executadas para realizar as várias tarefas requeridas. Cada fabricante de IED tem seu próprio software de configuração e visualização, que é instalado no computador da Estação Central onde também fica o Software Gerenciador de Eventos, que pode recolher os sumários de eventos e arquivos de oscilografia de forma manual, ou automática através de pooling pré-programado ou por notificação automática.

Para a visualização de informações em tempo real, o processador de comunicação na subestação enviaria dados (unsolicited) ao processador do COD que os passaria para o computador (não instalado nesta etapa) do COD usando protocolo DNP3.0. O computador executaria o software de IHM e criaria um banco de dados em tempo real que seria acessado pela Estação Central sob solicitação, o que evitaria a transmissão de dados não requeridos através da Rede Coelbanet.

A Estação Central também executaria o software de IHM (não instalado nesta etapa) para visualizar informações de todos os CODs, entretanto a principal diferença é que a Estação Central apenas atualizaria as informações que o usuário está vendo na tela. Isto evitaria o aumento no tráfego da Rede e também a criação de múltiplos bancos de dados.

5.e - BANCOS DE DADOS

Dois diferentes bancos de dados fazem parte do CGP, o Banco de Dados de Sumário de Eventos e o Banco de Dados em Tempo Real (não implementado nesta etapa) para visualização da IHM e para valores analógicos em tempo real ou históricos.

O Banco de Dados de Sumário de Eventos é construído em ACCESS e contém informações sobre os eventos coletados automaticamente: data e hora do evento, nome do dispositivo, tipo de evento, tipo de falta, localização da falta, correntes interrompidas, e o caminho até a pasta onde os arquivos de oscilografia coletados estão armazenados, pois estes não ficam dentro do banco de dados. O banco tem ligação com o software de análise de oscilografia, de modo que basta o usuário selecionar o evento desejado da lista e acionar o botão de análise, para que a oscilografia seja aberta.

Os Bancos de Dados em Tempo Real ficariam no computador de cada COD e usariam estrutura de dados SQL Server. Estes bancos conteriam todas as informações sobre o status atual do sistema e também armazenariam informações de acordo com as necessidades do usuário para pesquisas históricas. A Estação Central acessaria estes bancos de dados para disponibilizar em tela as informações referentes aos CODs.

5.f - TREINAMENTO E START-UP

Durante o comissionamento da 1ª etapa do CGP, em dezembro de 2001, a SEL ministrou treinamento sobre a operação e configuração do sistema, e realizou o start-up de 4 subestações em conjunto com a COELBA.

As demais subestações a própria COELBA vem gradativamente incorporando ao CGP, interagindo com a SEL quando necessário.

6. EXEMPLO DE OCORRÊNCIA

A título ilustrativo da ajuda que o CGP pode oferecer às áreas de Análise de Proteção e de Manutenção, apresenta-se sucintamente ocorrência envolvendo a SE Eunápolis I, localizada no sul do Estado e que é de suma importância pois dela partem linhas de transmissão que atendem todo o extremo-sul e também as regiões de Porto Seguro e Coroa Vermelha.

Em 19.02.2002 às 11:36h houve a desenergização dos dois transformadores pela atuação da proteção diferencial, abertura do alimentador 09Y2 de 34,5 kV atuando proteção de sobrecorrente, abertura do disjuntor 13L1 por proteção de sobrecorrente, e na CHESF abriu o disjuntor 13V6 através do relé 21 1ª zona (vide o diagrama do sistema na Figura 2).

Isto provocou o desligamento de todas as cargas de 13,8 e 34,5 kV da SE Eunápolis I e também das SEs Porto Seguro e Coroa Vermelha.

Se os relés fossem eletromecânicos, seria necessário testes em campo para que a área de Análise tentasse chegar a uma conclusão. Sendo os relés microprocessados porém sem comunicação remota, careceria da ida de pessoal à subestação para coletar informações armazenadas nos relés, o que demanda tempo. Nesta ocorrência, como a SE Eunápolis já estava conectada ao CGP, coletou-se remotamente as informações dos relés, agilizando a análise e as providências.

Através da análise das oscilografias e dos ajustes implantados nos relés, constatou-se:

No lado 138 kV dos transformadores as correntes estavam praticamente em fase, levando à conclusão da forte influência de sequência zero (Figura 3). Os transformadores são Y aterrado no 138 e 34,5 kV, e Δ no 13,8 kV. Verificando os ajustes dos relés diferenciais, notou-se que eles não estavam parametrizados corretamente para compensar a corrente de sequência zero para defeitos externos à sua zona de proteção. O parâmetro correto foi implantado remotamente através do CGP.

No relé do disjuntor 13L1 nota-se inversão no fluxo de corrente (Figuras 4, 5, 6 e 7), antes o fluxo é da linha para a barra e depois fica da barra para a linha, de modo que houve também defeito na linha de transmissão 03L1, além do defeito no alimentador 09Y2 (Figura 8). A Manutenção de Linhas da região informou que esta linha cruza com o alimentador 09Y2 pois ambas vão para a região de Porto Seguro, tendo encontrado distância entre ambas inferior à recomendada, fazendo a devida correção.

O CGP foi um instrumento decisivo para se obter com maior agilidade os dados para subsidiar a área de Análise da Proteção, bem como para realizar com rapidez alteração de parâmetro no relé diferencial, sem a necessidade da equipe de Manutenção ir à subestação, reduzindo custos e tempo em ações corretivas, evitando a possibilidade de novos desligamentos indevidos dos transformadores pela mesma causa.

7. CONCLUSÕES

As exigências cada vez maiores em termos de otimização dos custos operativos, através da redução das despesas operacionais, associadas com uma maior agilidade e eficácia na recomposição do sistema elétrico quando de ocorrências, reduzindo assim os índices de interrupção, encontram no Centro de Gestão da Proteção um importante aliado para a COELBA cumprir seus objetivos e fornecer aos seus clientes um melhor serviço, pois com o Centro obtém-se informações com maior agilidade e confiabilidade, bem como torna-se possível adotar com maior rapidez eventuais medidas corretivas.

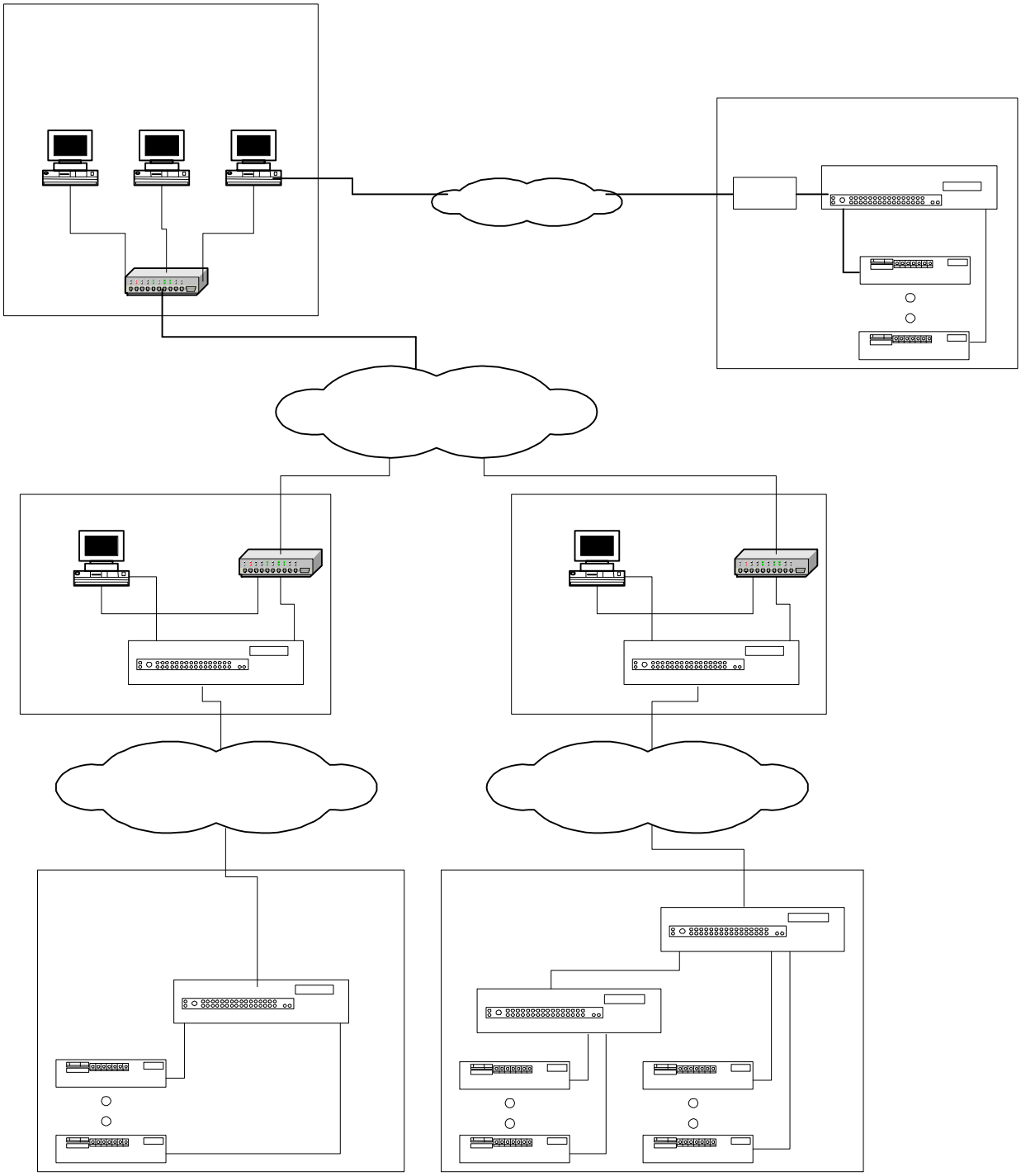

Figura 1 – Arquitetura Geral do Sistema

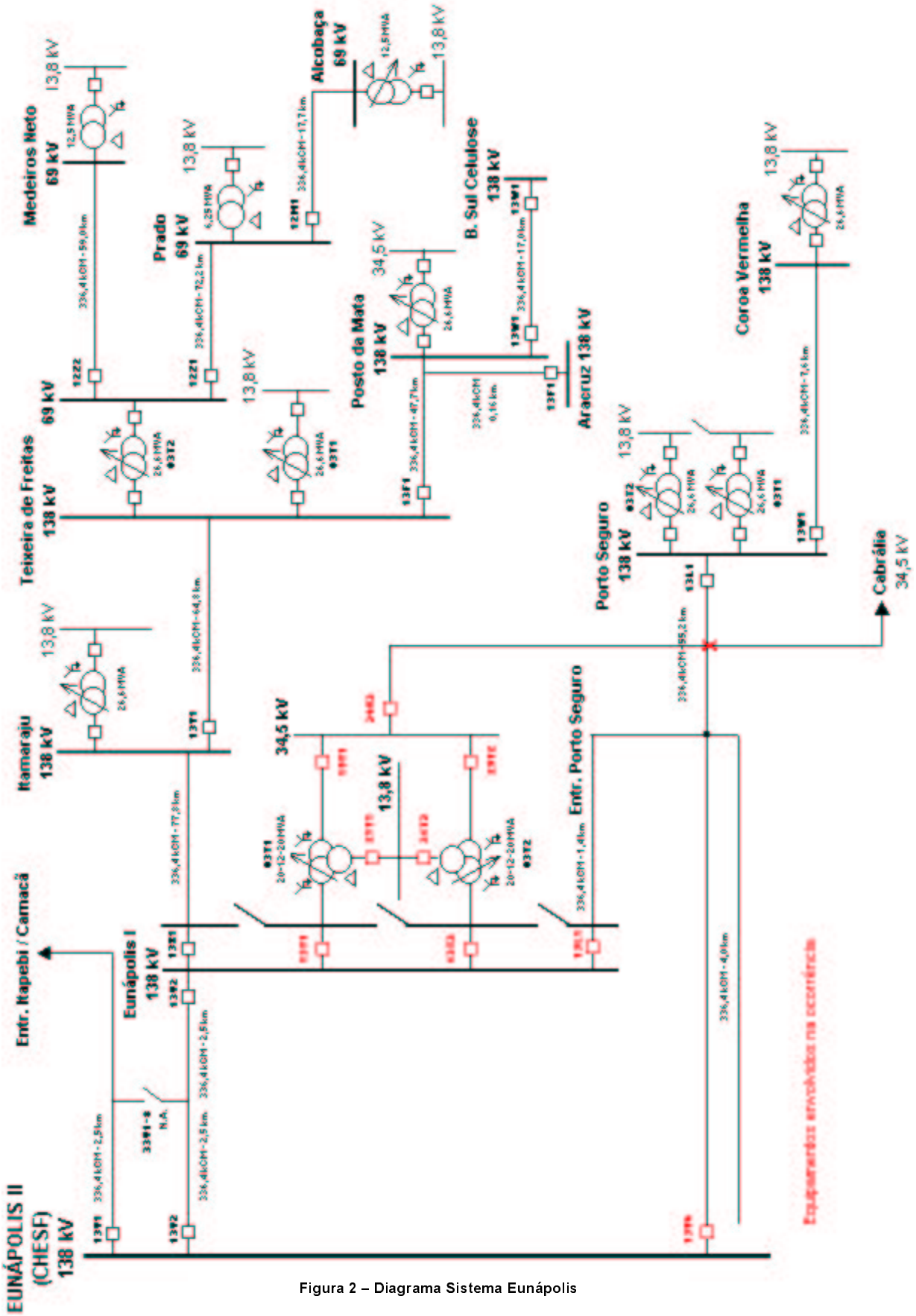

Figura 2 – Diagrama Sistema Eunápolis

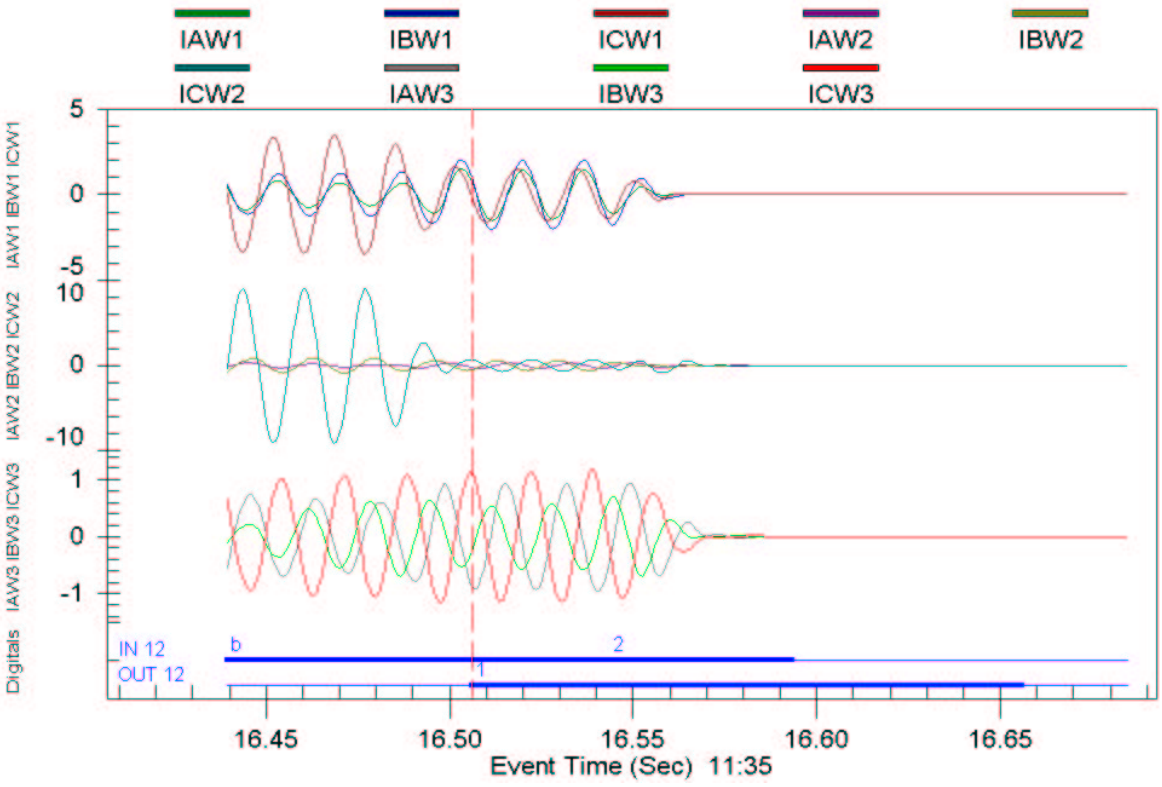

Figura 3 – Oscilografia do Relé Diferencial de Transformador

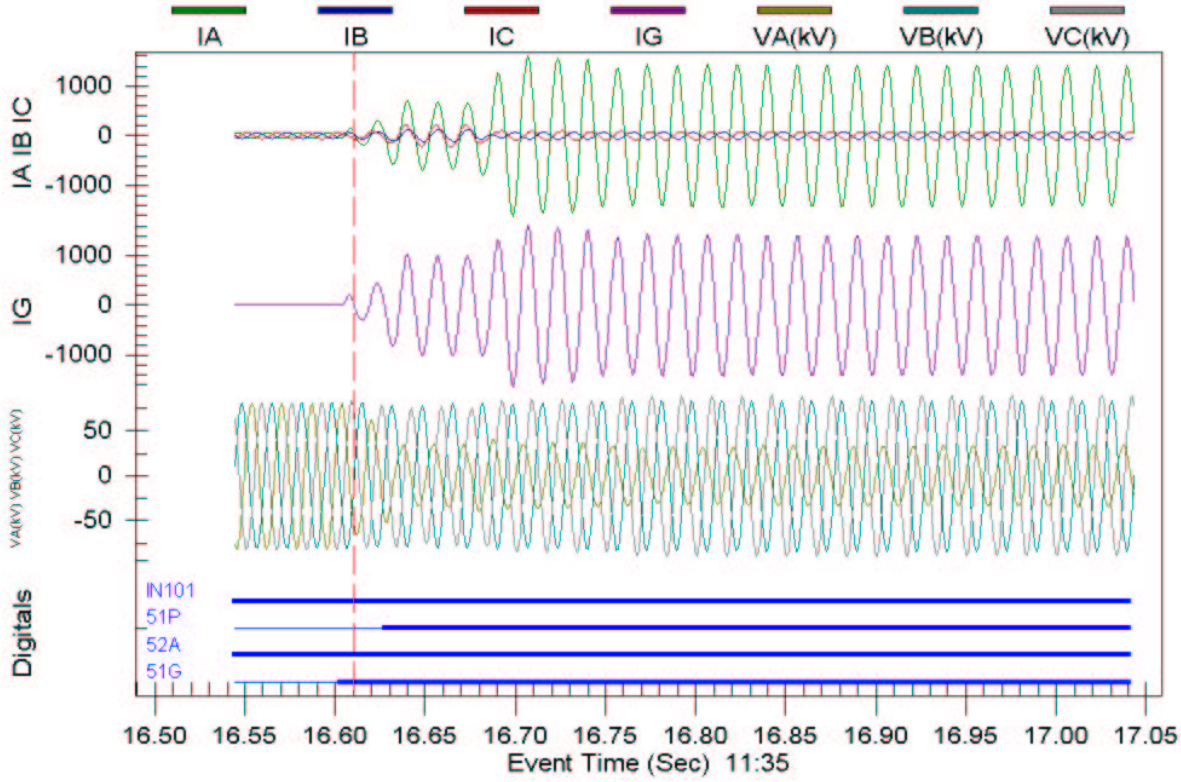

Figura 4 – Oscilografia do Relé do Disjuntor 13L1

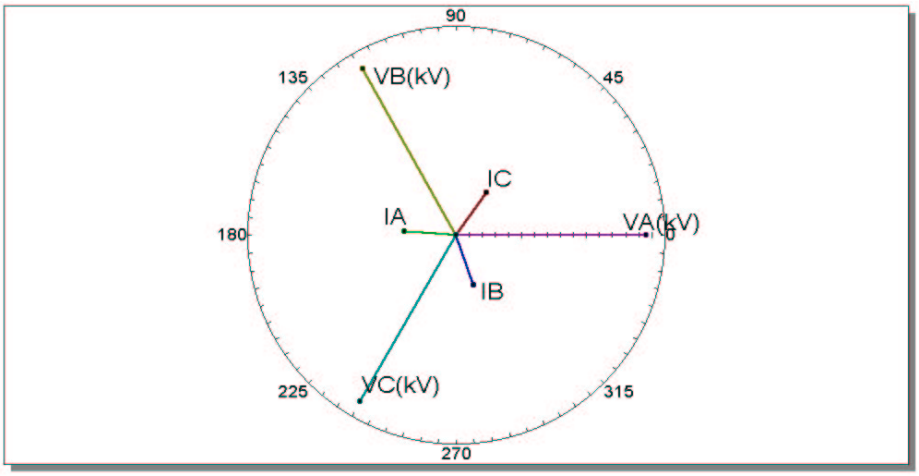

Figura 5 – Tensões e Correntes de Pré-Falta no Relé do Disjuntor 13L1

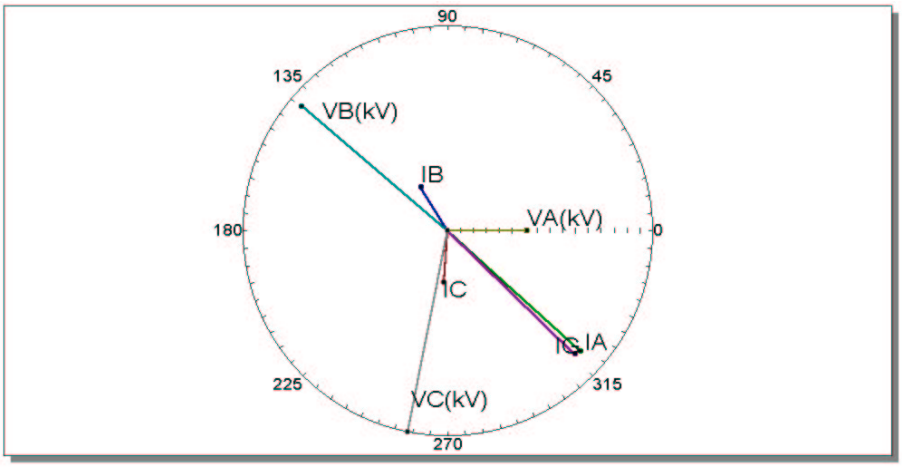

Figura 6 – Tensões e Correntes de Falta no Relé do Disjuntor 13L1

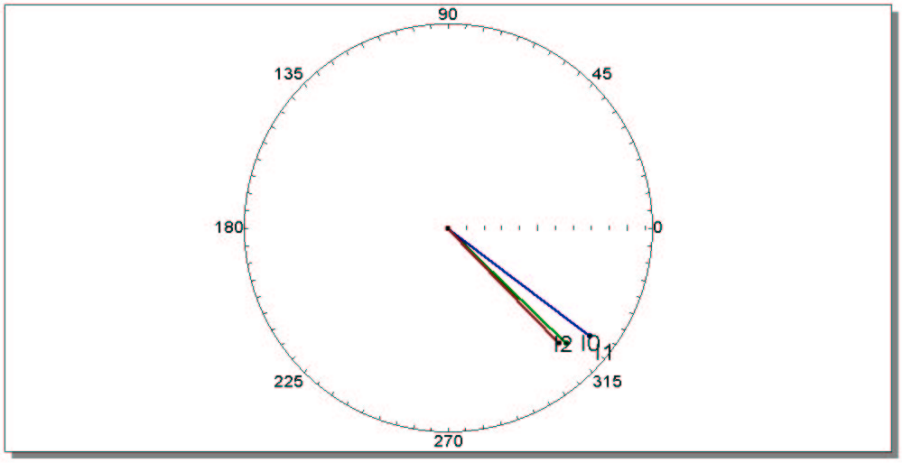

Figura 7 – Correntes de Sequência no Relé do Disjuntor L1

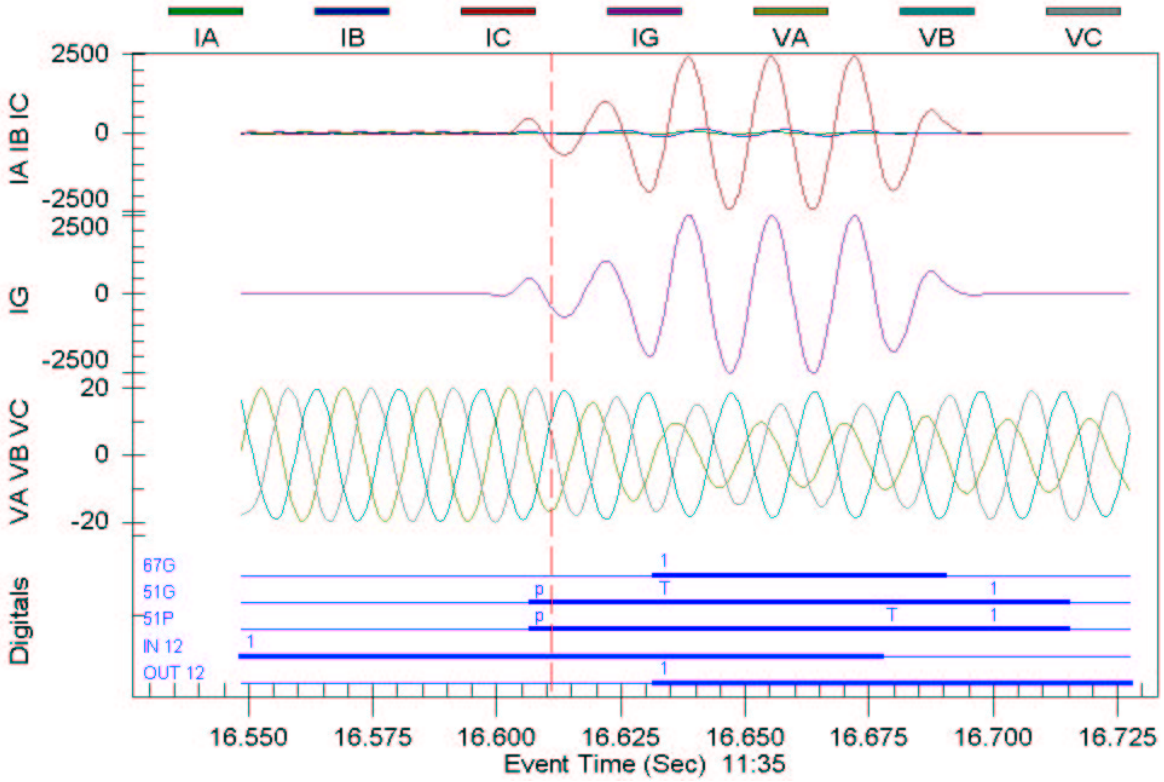

Figura 8 – Oscilografia do Relé do Alimentador 09Y2