

INSTITUTO EUVALDO LODI

FELIPE KÜSTER DE FREITAS

PRÊMIO IEL DE ESTÁGIO 2016

ESTAGIÁRIO DESTAQUE

**PROTEGER 1.0: UMA NOVA VISÃO NO  
CENTRO OPERACIONAL DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA**

INSTITUTO EUVALDO LODI

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
ESPÍRITO SANTO

EDP – ESCELSA: CENTRO OPERACIONAL DE CARAPINA

FELIPE KÜSTER DE FREITAS

Estudante de nível superior do 10º período de Engenharia Elétrica no Ifes – Instituto Federal do Espírito Santo. Estagiário de nível superior na empresa EDP – Escelsa. Exerce atividades de pré-operação, operação em tempo real e na coleta de indicadores dos sistemas de distribuição de energia.

## Sumário

1. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	4
1.2. GRANDEZAS BÁSICAS DA ENERGIA ELÉTRICA.....	4
1.3. CURTO-CIRCUITOS.....	4
1.4. PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA.....	5
1.5. SELETIVIDADE .....	5
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	5
2.1. CONHECENDO A EDP - ESCELSA.....	5
2.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	6
2.3. APRESENTAÇÃO DOS SOFTWARES UTILIZADOS .....	6
2.4. PROJETO DE ESTÁGIO: PROTEGER .....	6
3. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE SELETIVIDADE BASEADO NAS CURVAS DE TEMPO INVERSO (T X I).....	7
4. CONCLUSÃO .....	8
ANEXOS .....	9

## **1. EMBASAMENTO TEÓRICO**

### **1.1. OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA**

Um sistema elétrico de potência (SEP) é uma rede de componentes elétricos utilizados para suprir, transferir e usar energia elétrica. Essa energia alimenta regiões residenciais, industriais e circuitos de iluminação pública.

Esse sistema é amplamente dividido em geradores (que fornecem a energia) sistemas de transmissão (que transmitem a energia até os centros de carga) e sistemas de distribuição que alimentam todas as residências e indústrias locais.

Um SEP pode se entender por um grande território e para milhões de consumidores. Pensando nisso, a Operação do SEP tem como objetivo garantir o fornecimento de energia continuamente com a melhor qualidade possível, atendendo as regras, normas e padrões definidos pelas agências reguladoras. Uma das tarefas mais importantes para alcançar esse objetivo é a execução dos estudos de proteção e operação.

### **1.2. GRANDEZAS BÁSICAS DA ENERGIA ELÉTRICA**

Potência elétrica é uma grandeza que mede a energia transmitida num intervalo de tempo. A potência elétrica que é gerada e transmitida em um SEP é o produto de duas quantidades: tensão e corrente. Tensão é a diferença de energia potencial elétrica entre dois pontos de um circuito. A corrente elétrica é a medida do fluxo de carga elétrica (elétrons) num circuito elétrico.

Outra grandeza importante é a impedância, que mede a oposição que um circuito apresenta à passagem de corrente elétrica quando a ele é aplicado uma diferença de potencial.

### **1.3. CURTO-CIRCUITOS**

Um curto-circuito é um circuito elétrico que permite a passagem de corrente elétrica por um caminho indesejado com um valor de impedância elétrica muito baixo. O resultado desse fenômeno é a passagem excessiva de corrente elétrica no sistema que pode causar danos ao circuito, sobreaquecimento, fogo e

explosões. Os curtos-circuitos geralmente são causados por faltas. Essas faltas são de natureza imprevisível.

#### 1.4. PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Para eliminar faltas e mitigar os efeitos dos curtos-circuitos, o Centro Operacional da EDP-Escelsa realiza a proteção através do isolamento das faltas do restante da rede para que a maior parte possível do sistema continue funcionando. Os dispositivos que são utilizados na proteção do sistema elétrico são chamados de *dispositivos de proteção*. Os principais dispositivos de proteção são: TCs e TPs – responsáveis pela conversão de grandezas para medição; Relés e religadores – identificam as faltas e iniciam a proteção; Disjuntores – abrem e fecham circuitos baseados em comandos dos relés; Fusíveis – dispositivos capazes de identificar e desconectar faltas.

#### 1.5. SELETIVIDADE

Uma proteção é dita seletiva quando um dispositivo de proteção atua para eliminar uma falta à sua jusante. Caso um dispositivo (dito protetor) não identifique uma falta em tempo suficiente e, um outro dispositivo a montante (dito protegido), atue para eliminar a falta, diz-se que a proteção não é seletiva. Todos os dispositivos de proteção devem ser seletivos.

### 2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

#### 2.1. CONHECENDO A EDP - ESCELSA

A Escelsa é uma empresa brasileira responsável pela maior parte da distribuição elétrica no estado do Espírito Santo. Desde junho de 2002, a Escelsa passou a ser subsidiária integral da EDP Energias do Brasil.

Com sede na cidade de Serra na Grande Vitória, a Escelsa opera, distribui e realiza a manutenção de 89 subestações, 886 religadores de linhas, 29.671 dispositivos de proteção e manobras (distribuição) e cerca de 1.482.460 clientes ativos. Todos esses dispositivos e clientes são estudados e atendidos pelo Centro Operacional de Carapina, na Serra.

A EDP Escelsa tem um programa de estágio semelhante ao de programas no modelo Trainee, onde o estagiário participa de Workshops, consultorias e treinamentos a fim de desenvolver um Projeto de Estágio: o OnTop (2016)

## 2.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estagiário de Operação auxilia na execução de tarefas de estudo de pré-operação, garantindo a seletividade dos equipamentos de proteção e simulando possíveis faltas. Também acompanha a análise de indicadores e o monitoramento de faltas na pós-operação para participar dos planos de estudo cujo objetivo é eliminar operações indevidas ou incorretas da proteção, de forma que o sistema funcione com a melhor estabilidade possível. Ainda, acompanha (à distância) as equipes de campo em tempo real na execução de correções de desequilíbrio de correntes. Faz parte do processo de aprendizagem a participação nos treinamentos que têm como fruto o desenvolvimento do Projeto OnTop.

## 2.3. APRESENTAÇÃO DOS SOFTWARES UTILIZADOS

Para executar as atividades da seção 2.2 utilizam-se algumas ferramentas de Software que realizam cálculos, projeções e simulações. São eles:

- I. Interplan: Utilizado para obter dados de curto-circuito, valores de elos fusíveis e fazer correções nas projeções de demanda de energia;
- II. Electric Office & Power On: São soluções gráficas que mostram a localização de todos os dispositivos e linhas da Escelsa.
- III. TCC View: Uma aplicação em Excel utilizada para plotar as curvas de Tempo x Corrente Elétrica ( $T \times I$ );
- IV. ScateX: É o servidor principal de equipamentos telecomandados da Escelsa.
- V. CORE: Concentra o cadastro de ocorrências, falhas, desligamentos e religamentos.

## 2.4. PROJETO DE ESTÁGIO: PROTEGER

Ao longo da aprendizagem do meu estágio, encontrei desafios, dificuldades e pontos de melhoria. Por exemplo, o Interplan não force as informações de elo de bases fusíveis religadoras; o Electric Office não oferece dados de projeção de curto-circuito e o TCC View é uma aplicação em Excel que depende dos ajustes dos equipamentos no formato Word para funcionar.

Ou seja, cada um desses Softwares gera informações que estão dispersas na rede com pouca padronização e com falhas. Sendo assim, idealizou-se um Software que concentra toda as informações relevantes para realizar as atividades da Seção 2.2. Esse Software foi batizado de Proteger.

A proposta do Proteger é otimizar o tempo, sistematizar as práticas, estruturar os dados e facilitar a transferência de conhecimento. O cronograma do projeto está representado na Tabela 1 dos anexos sendo que o projeto se encontra em sua 2ª fase. Exemplos da aplica no Proteger são vistos na Figura 2.

### **3. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE SELETIVIDADE BASEADO NAS CURVAS DE TEMPO INVERSO (T X I)**

A atividade que mais se destacou no meu aprendizado de estágio foi o estudo das curvas de tempo inverso. A maior parte dos equipamentos da rede elétrica de distribuição opera seguindo ao menos uma dessas curvas. O processo de determinar se as curvas estão seletivas ou não deve seguir os seguintes paços:

- I. Definir um dispositivo a ser analisado: Chave fusível, religador ou outro relé temporizado;
- II. Identificar a posição do dispositivo no Interplan;
- III. Identificar os dispositivos jusantes (protetores) e montantes (protegidos) do dispositivo dentro dos Software Interplan, Eletric Office ou Power On;
- IV. Desenhar o diagrama unifilar dos dispositivos;
- V. Corrigir a demanda do alimentador no Interplan com as medições do ScateX;
- VI. Calcular o curto-circuito no dispositivo usando o Interplan (Figura 3);
- VII. Buscar ajustes de todos os religadores envolvidos dentro dos arquivos do Word;
- VIII. Plotar as curvas de tempo inverso no TCC View de todos os dispositivos analisados;
- IX. Na curva plotada, ver o tempo de atuação de cada dispositivo de proteção na corrente de curto-circuito (tempo em função da corrente – T x I);
- X. Verificar seletividade;

- XI. Caso não esteja seletivo, refazer ajustes de equipamentos e propor melhorias.

Pela filosofia do Centro de Operação da EDP – Escelsa, dados dois dispositivos, diz-se que eles estão coordenados caso o dispositivo protetor atue 0,3s antes do protegido. Ainda, para os Elos fusíveis, adota-se a divisão dos Elos em duas cadeias: Prioritários e Não

Considerando que existem quase 30 mil dispositivos de proteção em toda a rede de distribuição da Escelsa, certificar que todos eles estejam seletivos é o maior desafio encontrado.

#### **4. CONCLUSÃO**

Novos clientes são adicionados à rede da Escelsa diariamente, tornando praticamente impossível obter uma solução estática para os problemas de seletivo. O Proteger é uma proposta de mudança nesse sistema, pois dentro dele os problemas de coordenação são tratados de forma totalmente dinâmica.

Por fim, a batalha contra esse desafio é enriquecedora em termos de aprendizagem para mim, como estagiário de Engenharia Elétrica. Todas as situações são particulares. A resolução dessas situações requer dedicação e conexão entre os conceitos teóricos e práticos. Garantir a seletividade melhora os indicadores da empresa, resultando em menos multas e, em consequência, maiores lucros. Além disso, a proteção da rede elétrica garante a segurança da população pois as falhas, faltas e curtos-circuitos são mitigados em tempos inferiores a um segundo.



ANEXOS

FIGURAS

Figura 1: Armazenamento de ajuste em arquivo Word e gráfico de curva T x I em Excel.

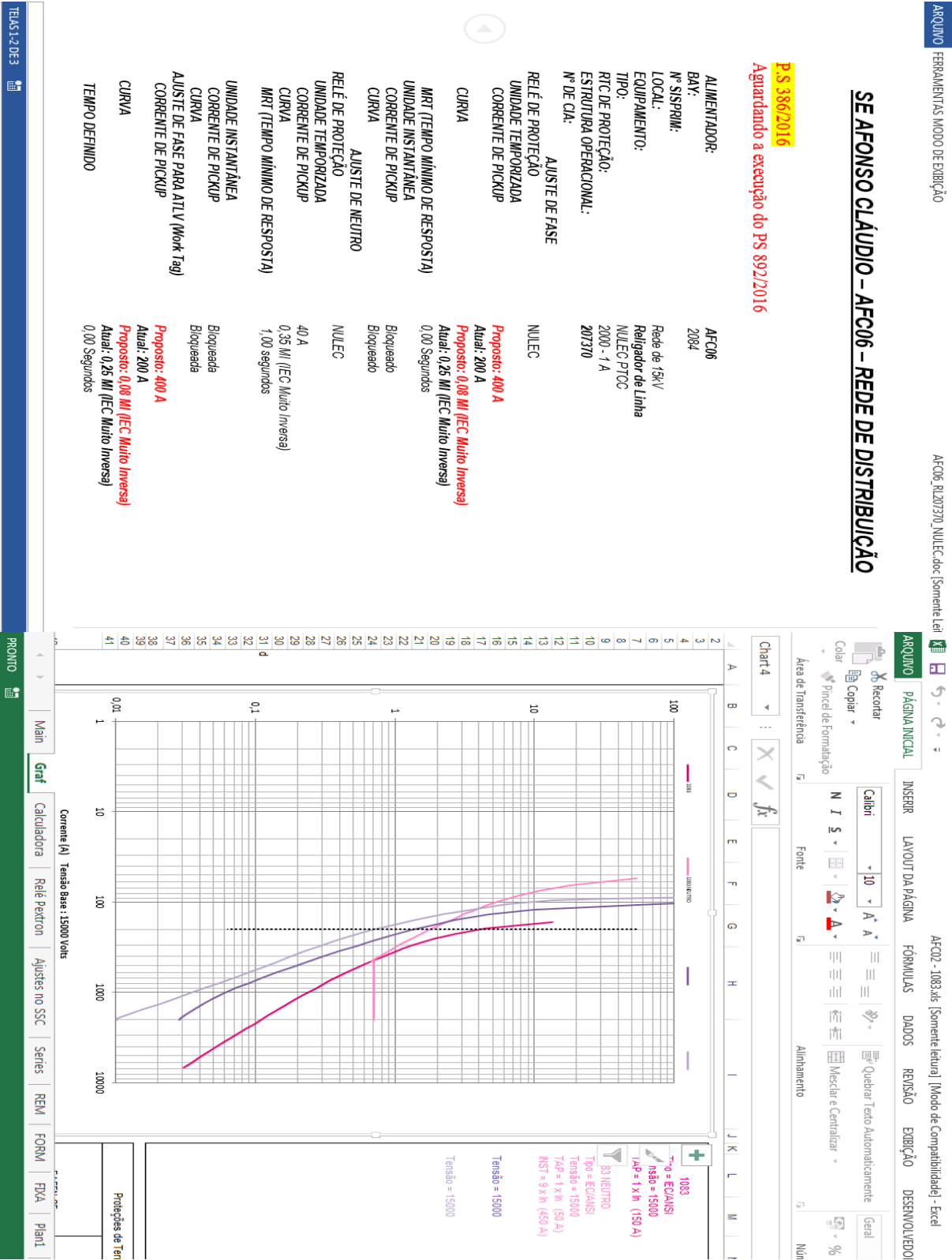


Figura 2: Armazenamento de ajustes em banco de dados e aplicação por Software.

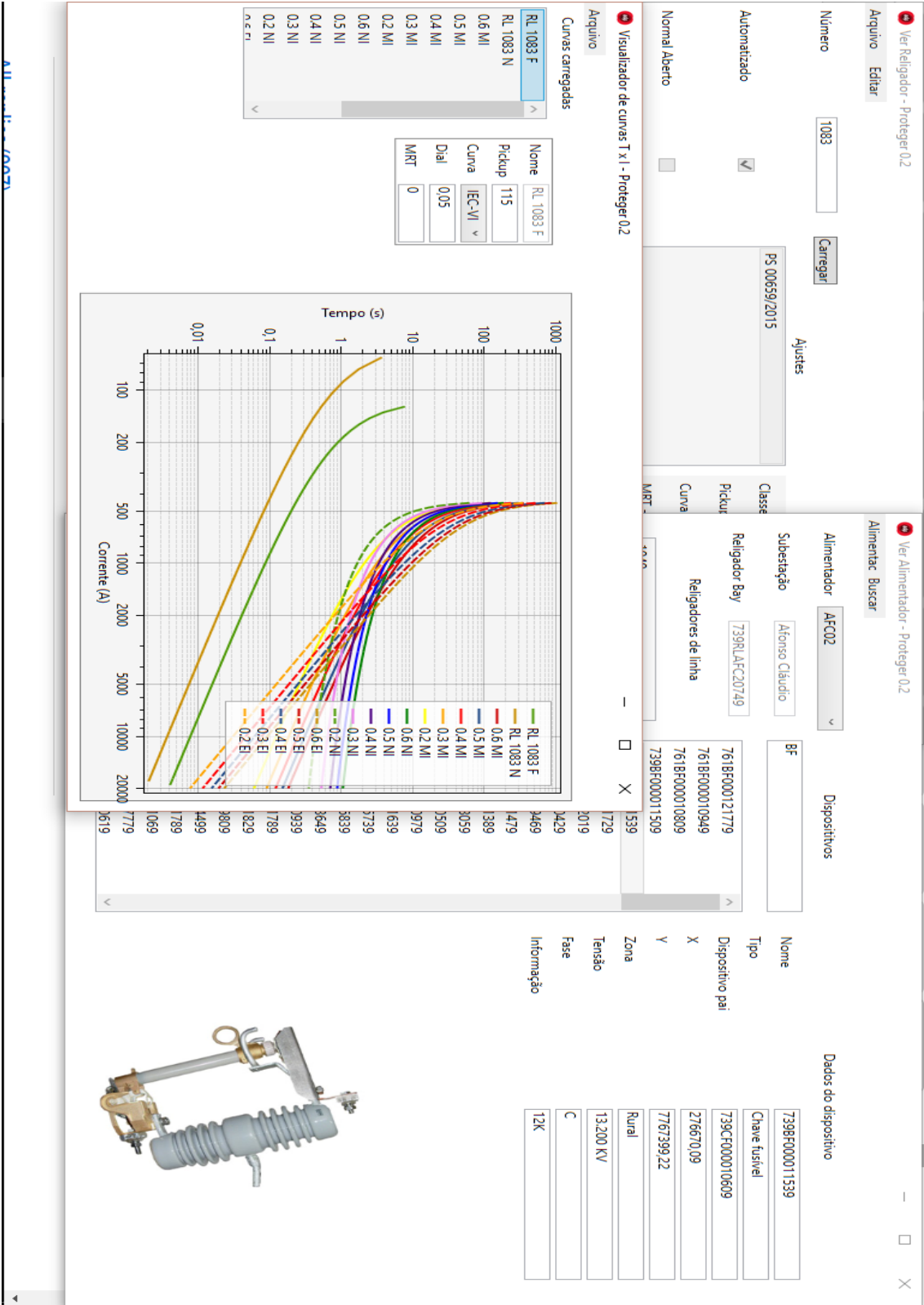
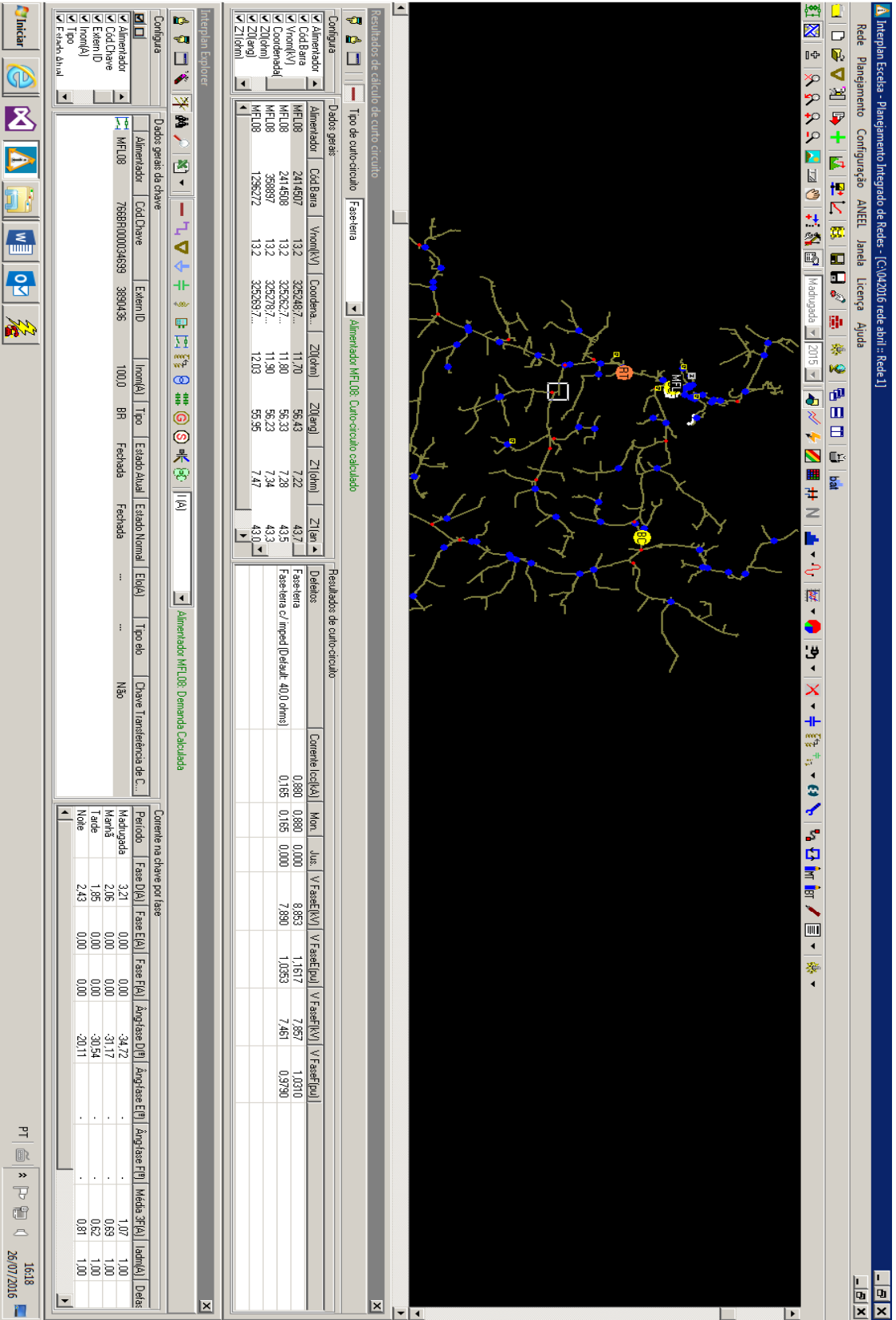


Figura 3: Exemplo de obtenção de dados de curto-circuito num dispositivo, no Interplan



## TABELAS

Tabela 1: Fases do Projeto Proteger

Objetivos	Fase I : Estruturação	Objetivos	Fase II: Aplicações	Objetivos	Fase III: Algoritmos
1	Implementar banco de dados - MySQL	1	Plotar curvas T x I	1	Diagrama unifilar de proteção
2	Criar um Software em C#	2	Topologia dos dispositivos de proteção	2	Fila de ajustes pendentes
3	Alimentar o banco de dados	3	Relatórios de Incidentes	3	Deteção de desequilíbrio de carga
4	Visualizar/criar ajustes de religador	4	Curvas de carregamento nos religadores	4	Deteção de descordenação de elos
5	Visualizar informações dos dispositivos de proteção	Ganhos		5	Cálculo de curto-circuitos
Ganhos		Tempo: na análise de curvas T x I		6	Cálculo de ajuste ótimo
Segurança da informação		Localização de incidentes recorrentes		Ganhos	
Padronização e Organização		Tempo: na plotagem de carga		Tempo: no desenho do diagrama unifilar	
Praticidade de acesso aos dados dos dispositivos de proteção		Início: jul/16		Sistematização dos ajustes	
Início: mai/16		Fim: ago/16		Prevenção e correção de falhas de proteção	
Fim: jul/16		Início: set/16		Tempo: no cálculo dos ajustes	
		Fim: nov/16			