

Guia prático para configuração, coleta e utilização de oscilografias em relés digitais

Rafael Cardoso

1. OBJETIVO:

Este guia de aplicação tem o objetivo de apresentar uma importante ferramenta disponível nos relés digitais, a oscilografia. Neste guia de aplicação, serão tratados os conceitos de oscilografias filtradas e não-filtradas, duração dos registros, resolução, disparo de gravação manual e automático, coleta e armazenamento, formato do arquivo e análise da ocorrência.

2. INTRODUÇÃO:

Oscilografia é um registro das grandezas elétricas analógicas e digitais do sistema de potência, armazenados de forma automática ou manual nos relés digitais de proteção.

No registro manual, o processo de gravação inicia por demanda do usuário e normalmente serve para analisar condições operativas do sistema elétrico no instante de interesse do usuário.

As gravações automáticas ocorrem por programações efetuadas pelo usuário do relé digital. O processo inicia através de mudanças de valores analógicos ou estados digitais em consequência de disparos de proteção ou variações de grandezas elétricas.

Durante as perturbações no Sistema Elétrico, os relés digitais gravam os registros das variações ocorridas em memórias internas não voláteis. Os registros armazenados em arquivos possibilitam analisar a operação do relé, identificar o tipo de defeito, as fases que foram envolvidas, definir os tempos da ocorrência de mudanças de estado ou valores analógicos, localizar o ponto de ocorrência da falta, analisar a coordenação da proteção, entre outros aspectos específicos de cada caso.

3. CONCEITOS:

3.1. QUANDO AS OSCILOGRAFIAS SÃO GERADAS?

As oscilografias são armazenadas pelo relé nas seguintes situações:

- Disparo da proteção (trip);
- Partida de registro programado;
- Partida de registro manual.

Disparo da proteção se refere à atuação do relé ou trip. Neste caso, a oscilografia é armazenada automaticamente sempre que for sensibilizada uma das funções de proteção, que esteja previamente programada para realizar a partida do registro oscilográfico. Este tipo de disparo está vinculado à lógica de trip e as funções ali parametrizadas serão responsáveis por disparar a gravação do arquivo. A *figura 01* mostra a equação lógica de trip como exemplo para o relé SEL-751A.

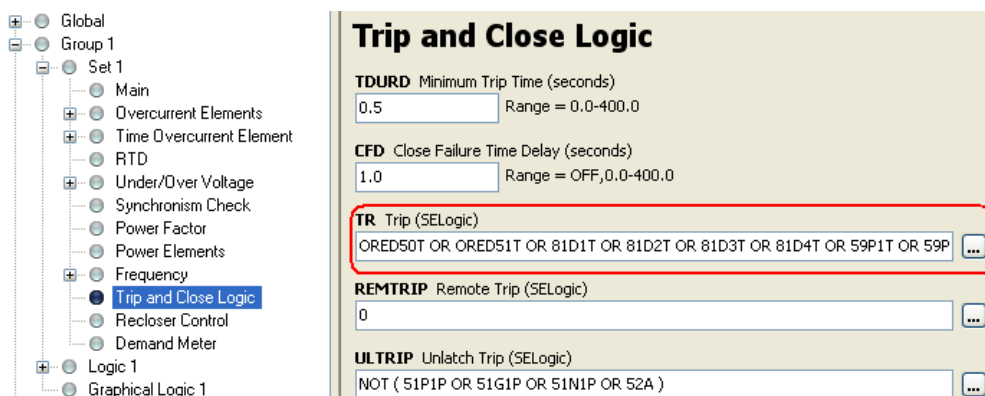


Figura 01 – Equação lógica de trip

Partida de registro programado é um parâmetro ajustável que permite ao usuário escolher condições diversas para iniciar o armazenamento do registro de uma oscilografia. Pode-se programar a partida de uma função de sobrecorrente (pickup), o alarme de uma função de desbalanço, o alarme por temperatura elevada, a energização de um transformador entre outros eventos.

Vemos na *figura 02* a equação lógica de disparo programado do SEL-751A. Observa-se a configuração de variáveis de partida de proteção, como por exemplo, 51P1P (partida de sobrecorrente temporizada de fase).

O operador R_TRIG, inserido à frente de cada variável, é o detector de transição de estado lógico 0 (não-atuado) para 1 (atuado). Com esta configuração será gerado apenas um pulso na equação de disparo.

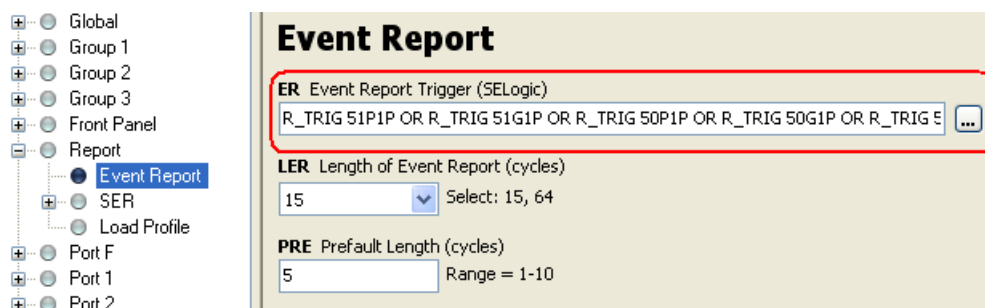


Figura 02 – Equação lógica de disparo programado (ER)

Partida de registro manual é um comando executado pelo operador que fará o relé armazenar a oscilografia das condições atuais do sistema. Esse disparo é realizado, por exemplo, quando se deseja observar a diferença angular dos fasores

de corrente e tensão, analisar inversões na conexão dos transformadores de corrente e investigar componentes harmônicas. Existem diferentes maneiras de fazer o disparo manual, sendo elas:

- a) Partida manual através da interface homem-máquina do AcSELeRator QuickSet

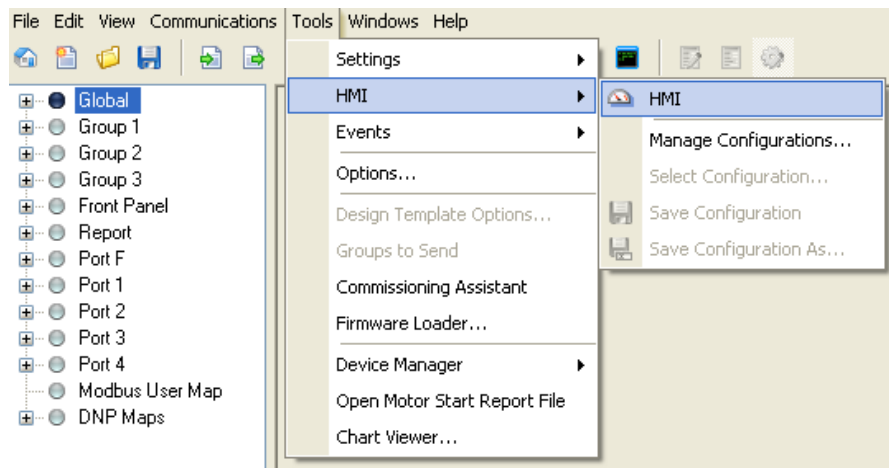


Figura 03 – Acesso à interface homem-máquina – HMI

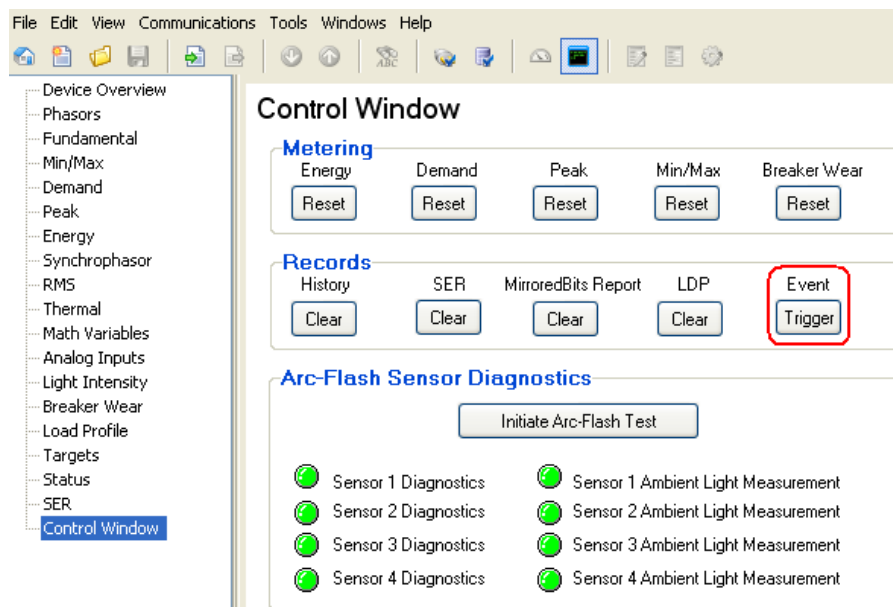


Figura 04 – Botão “Trigger”

- b) Partida manual através do menu de eventos do AcSELeRator QuickSet

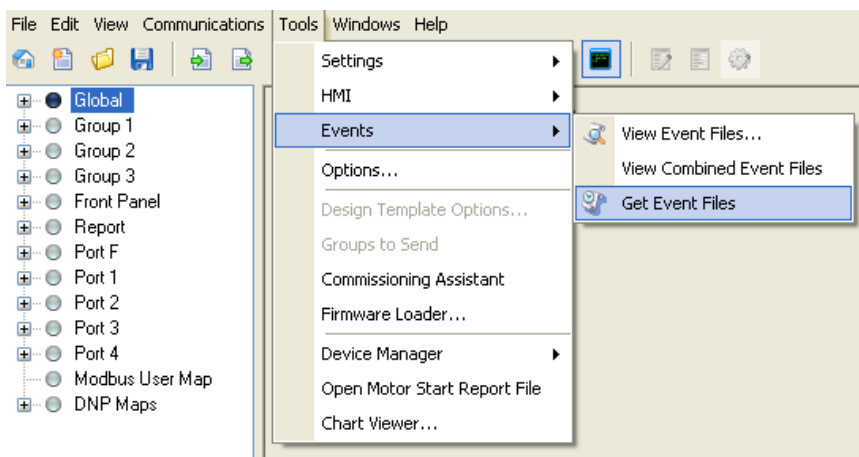


Figura 05 – Acesso ao menu de eventos

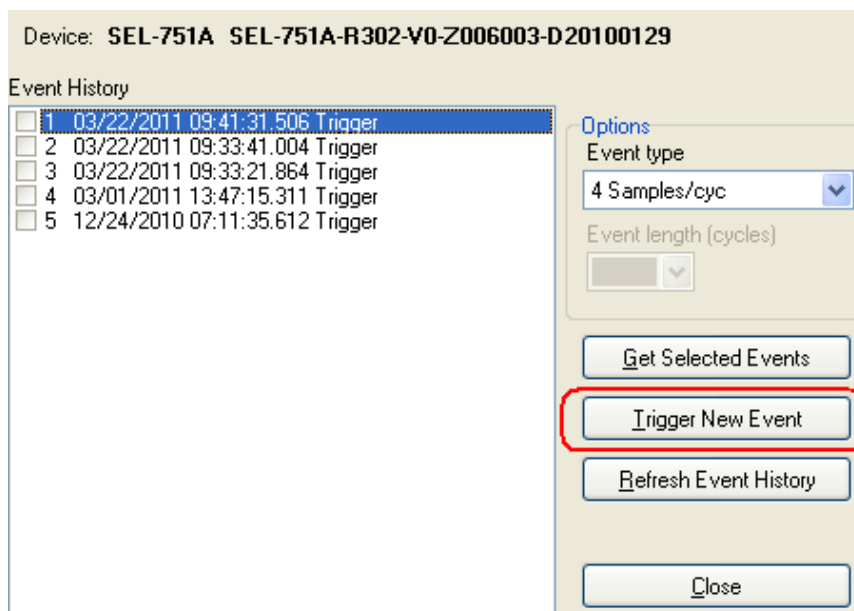


Figura 06 – Botão “Trigger New Events”

c) Partida manual através do terminal de comunicação

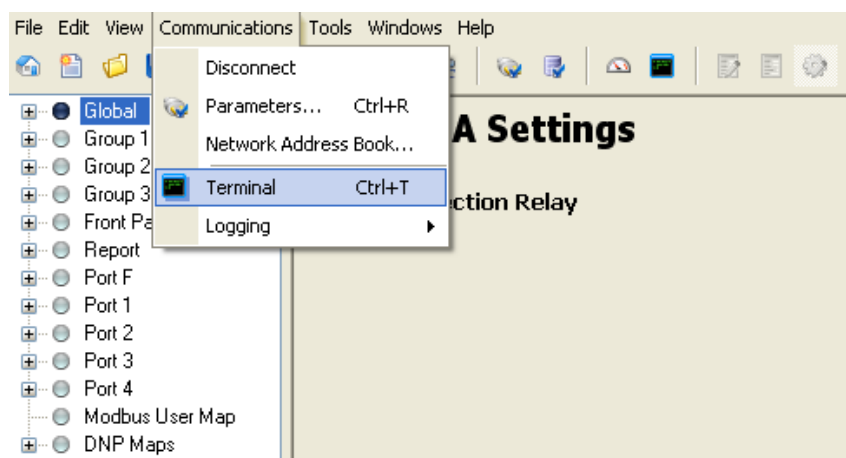


Figura 07 – Acesso ao terminal de comunicação

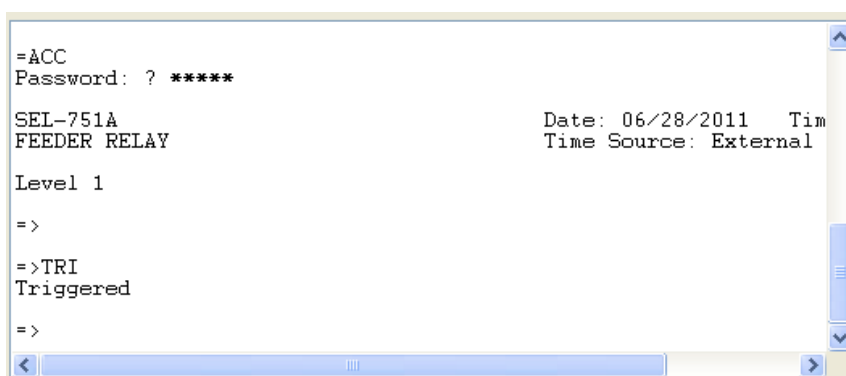


Figura 08 – Comando “Trigger” no terminal

3.2. DURAÇÃO

A duração da oscilografia corresponde ao tamanho do registro, em uma janela de tempo, armazenado no arquivo pelo relé. O tamanho é medido em número de ciclos da onda que serão gravados em cada evento. É um parâmetro ajustável, com diferenças conforme o modelo do relé e poderá ser de 15 ciclos até 720 ciclos (12 segundos). Uma parcela desse tempo é reservada para o tempo de registro de pré-falta que é também configurável.

A capacidade de armazenamento total, ou seja, a memória para gravar as oscilografias é fixa para cada equipamento. Quanto maior for o ajuste da duração, menor será o número de eventos gravados. Quando a capacidade máxima for atingida o relé irá apagar o evento mais antigo para gravar o evento mais novo.

Vamos observar as opções de dois modelos:

SEL-751A

Neste relé é possível selecionar 15 ou 64 ciclos. Na configuração com 15 ciclos ele terá capacidade de armazenar os últimos 23 eventos. Se configurado com 64 ciclos, ficarão armazenadas as últimas 7 oscilografias.

Na *figura 09* vemos o parâmetro “LER” aonde se ajusta a duração total da oscilografia e o parâmetro “PRE” para configuração da duração da pré-falta.

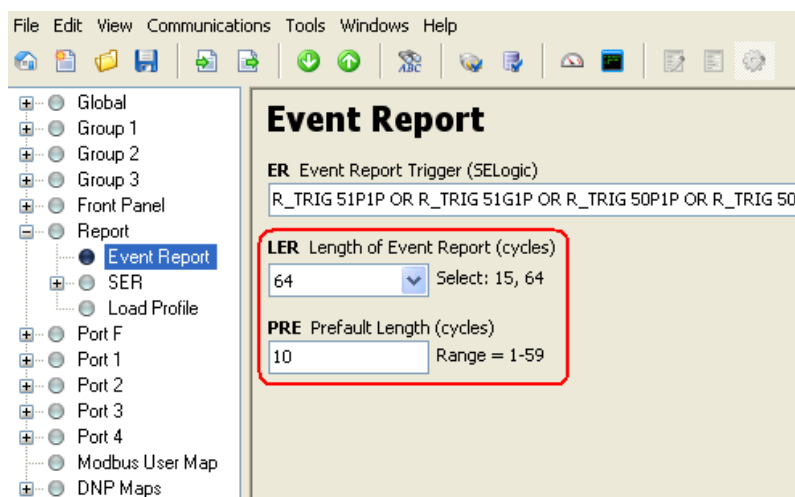


Figura 09 – Ajuste da duração do evento no SEL-751A

SEL-451-5

Este relé possui maior capacidade de armazenamento de arquivos e permite a escolha entre 0,25 até 12 segundos. Sua memória pode armazenar até 24 segundos de dados.

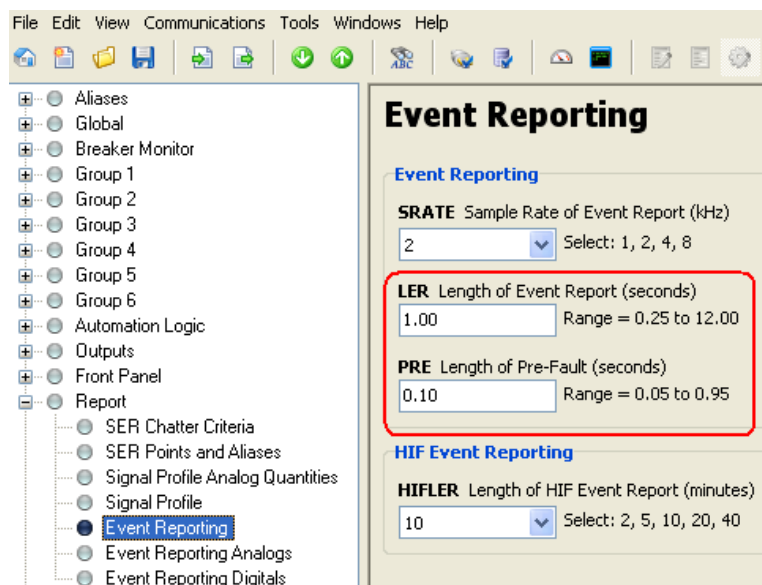


Figura 10 – Ajuste da duração do evento no SEL-451-5

3.3. RESOLUÇÃO

A resolução da oscilografia corresponde ao número de amostras por ciclo. Este parâmetro pode ser fixo ou ajustável em alguns relés.

SEL-751A

A resolução é de 4 amostras/ciclo ou de 16 amostras/ciclo. A escolha é feita ao capturar a oscilografia da memória do relé, isto é, não é um parâmetro da ordem ajustes.

SEL-451-5

Neste modelo a resolução é um parâmetro que deve ser ajustado pelo usuário. Existem quatro opções: 1, 2, 4 ou 8 kHz. Esse último corresponde a uma resolução de 8000 amostras/segundo.

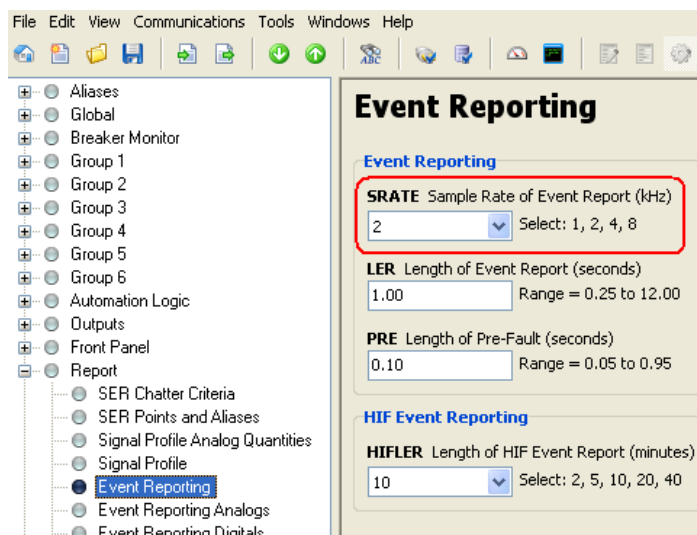


Figura 11 – Ajuste da resolução no SEL-451-5

Ao relacionar os parâmetros resolução e duração chegamos à figura 12 que apresenta o número máximo de oscilografias gravadas na memória do relé SEL-451-5.

Duração [segundos]	Número máximo de eventos em memória			
	8 kHz	4 kHz	2 kHz	1 kHz
0.25	128	170	203	239
0.5	71	98	123	149
1	37	54	68	84
3	13	19	24	31
6	-	9	12	16
12	-	-	6	8
24	-	-	-	4

Figura 12 – Duração x Resolução

3.4. FILTRADA OU NÃO-FILTRADA?

As formas de onda brutas de corrente e tensão em um sistema elétrico podem ser representadas pela composição de diversas ondas. Às grandezas na frequência fundamental do sistema (60Hz no Brasil) são somados os diversos componentes harmônicos, DC e ruídos de alta frequência. Durante uma ocorrência no sistema, as contribuições de cada componente se alteram resultando na forma de onda final medida pelo relé digital.

Para a atuação de funções de proteção que são sensibilizadas pelas variações da componente fundamental, o relé digital precisa tratar o sinal medido. Ele deve extrair apenas a parcela de interesse e para isso são usados os filtros.

Os filtros são responsáveis por preparar os sinais amostrado, provenientes dos transformadores de instrumento, e entregá-los ao processador para uso nos algoritmos da proteção.

Após as correntes e tensões terem sido reduzidas para níveis aceitáveis pelos transformadores de instrumento, os sinais são filtrados através de um filtro analógico passa-baixas que rejeita harmônicos maiores. Em seguida, os sinais são digitalizados e re-filtrados através de um filtro digital. Grandezas de operação numéricas são então calculadas a partir das formas de onda processadas.

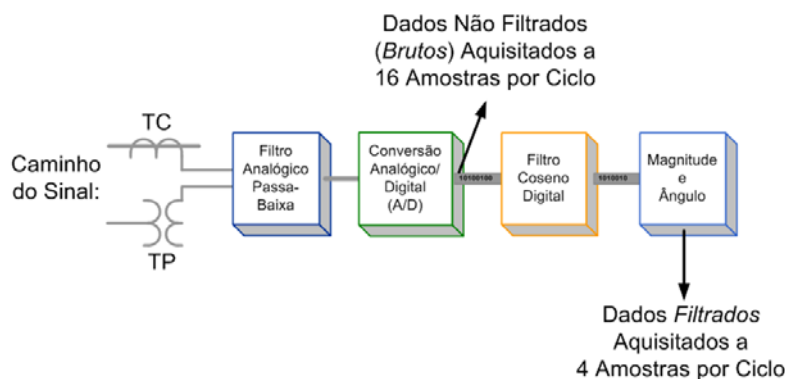


Figura 13 – Processamento do sinal

O usuário ao fazer a coleta dos eventos, tem a oportunidade de escolher entre a oscilografia filtrada (usada no algoritmo de proteção) e a não-filtrada (sinal bruto). É interessante que ele faça sempre a captura dos dois tipos.

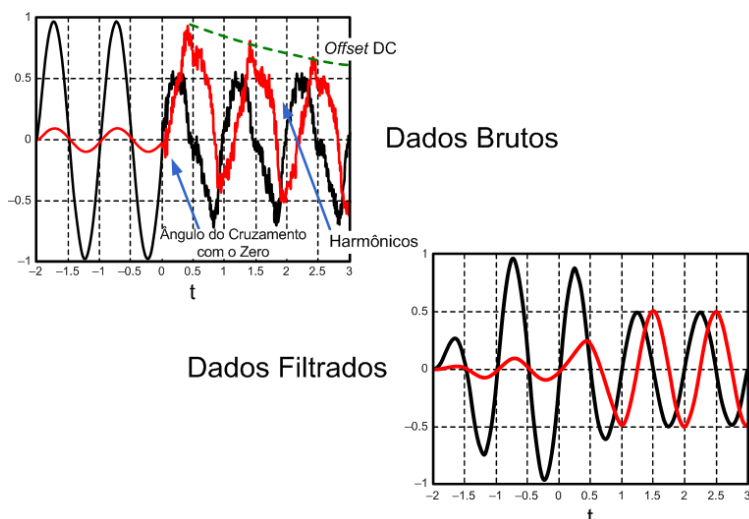


Figura 14 – Sinal bruto x Sinal filtrado

Com a oscilografia filtrada será possível analisar a operação do relé e com a não-filtrada visualizar harmônicos do sistema de potência, saturação de TC e offset DC.

O processo de captura dos eventos será apresentado no decorrer deste guia.

3.5. FORMATO

Os dados das oscilografias estão no formato comprimido com extensão CEV ou no formato COMTRADE com as extensões DAT, HDR e CFG.

Ambos os formatos podem ser visualizados no computador através dos softwares AcSELeator QuickSet ou AcSELeator Analytic Assistant.

O formato COMTRADE poderá ser útil se o usuário desejar reproduzir novamente as formas de onda no relé de proteção. Isto é possível com a utilização de modernas caixas de injeção de corrente e tensão disponíveis no mercado, as quais reconhecem os sinais da oscilografia COMTRADE e reproduzem os mesmos sinais analógicos em seus terminais.

3.6. CONTEÚDO

Os dados incorporados em uma oscilografia são:

- ✓ Grandezas analógicas de corrente e tensão;
- ✓ Estados digitais dos elementos de proteção e controle e entradas/saídas digitais;
- ✓ Sumário do evento (data, hora, tipo de falta, correntes de falta e localização da falta);
- ✓ Parâmetros de ajuste do relé.

4. SOFTWARE DE COLETA E ANÁLISE:

Utilizaremos neste guia o software AcSElerator QuickSet (SEL-5030) cujo download pode ser feito diretamente no website da SEL (www.selinc.com.br). Este software permite a configuração, leitura e envio de ajustes, atualização de firmware, monitoramento do relé pela interface homem-máquina, além de possibilitar a coleta e análise de oscilografias. Para essa última função ele incorpora uma versão demonstração do software Analytic Assistant (SEL-5601).

Trataremos inicialmente das instruções para comunicação entre computador e relé, em seguida do processo de captura da oscilografia e finalmente da análise. O tópico de comunicação será subdividido para discutirmos separadamente as opção de comunicação serial e ethernet.

4.1. COMUNICAÇÃO

Os parâmetros de comunicação são configurados no menu:

Communications → Parameters.

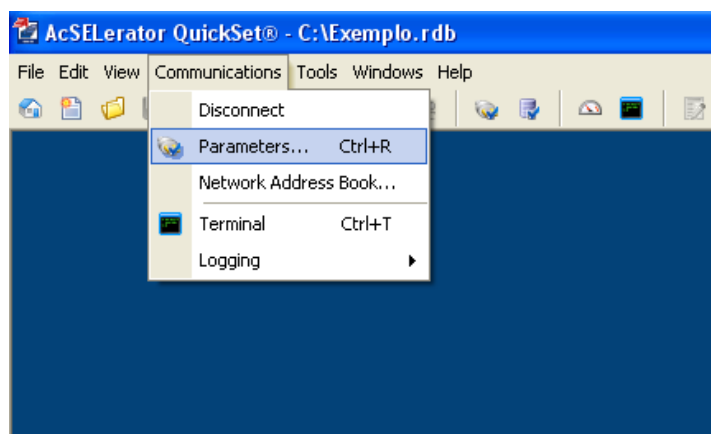


Figura 15 – Acesso aos parâmetros de comunicação

4.1.1 COMUNICAÇÃO SERIAL

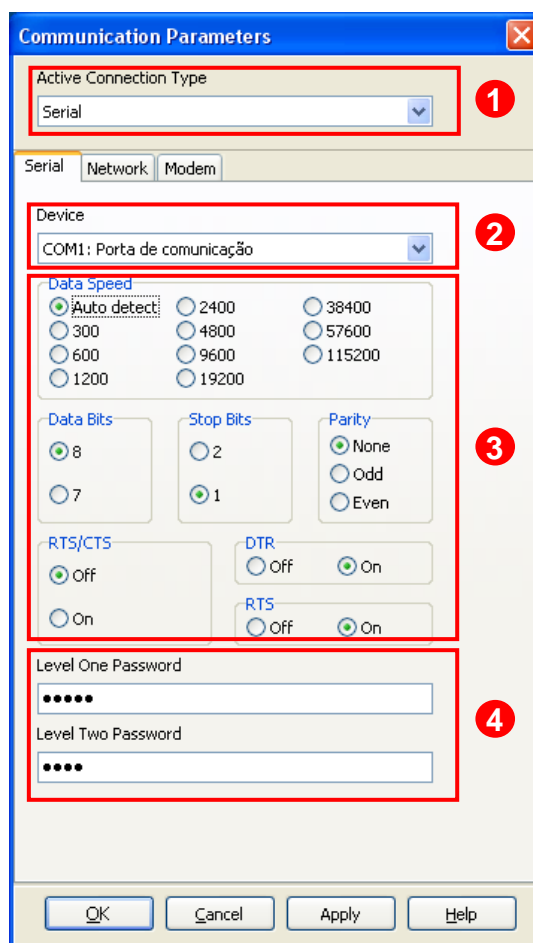


Figura 16 – Parâmetros da comunicação serial

- Passo 1:** Selecionar a interface de comunicação “Serial”.
- Passo 2:** Selecionar a porta de comunicação. Para computadores com porta serial normalmente esta aparecerá como COM1. Os computadores que não dispõem desta porta precisarão de um cabo conversor de USB para Serial, e nesse caso a porta poderá aparecer com outros números, exemplo: COM3.
- Passo 3:** Selecionar as configurações da porta do computador. Nesse passo é necessário ajustar a porta do computador exatamente como foi ajustada a porta do relé. Para facilitar selecione a opção “Auto Detect”.
- Passo 4:** Preencher os campos de senha. Na fábrica o relé é ajustado com as seguintes senhas:

Senha padrão de visualização: OTTER

Senha padrão de parametrização: TAIL

As senhas padrões da SEL podem ser alteradas pelo usuário.

4.1.2 COMUNICAÇÃO ETHERNET

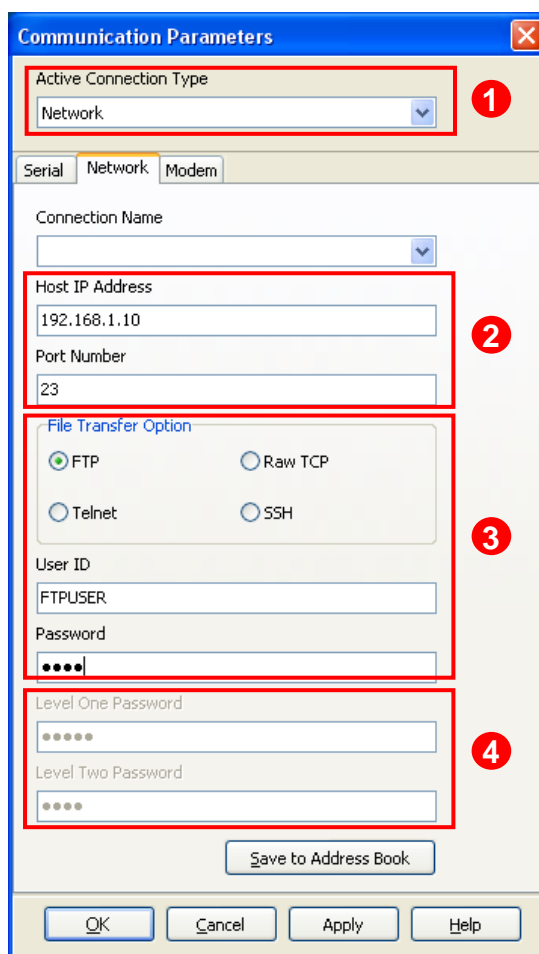


Figura 17 – Parâmetros da comunicação ethernet

- Passo 1: Selecionar a interface de comunicação “Network”.
- Passo 2: Digitar o endereço IP e a porta Telnet do relé.
- Passo 3: Selecionar o tipo de transmissão de arquivos “FTP” e preencher os dados de acesso. No campo “User ID” informar o nome do usuário FTP que foi parametrizado no relé. Usualmente em relés da série 700 utiliza-se o nome “FTPUUSER” e na série 400 o nome “2AC”. Em ambos os casos a senha padrão configurada na fábrica é “TAIL”.
- Passo 4: Este item só deverá ser preenchido em caso de conexão Telnet. Na fábrica as senhas configuradas são:

Senha padrão de visualização: OTTER
 Senha padrão de parametrização: TAIL
 As senhas padrões da SEL podem ser alteradas pelo usuário.

4.2. COLETA

A coleta das oscilografias é feita no menu:

Tools → Events → Get Event Files

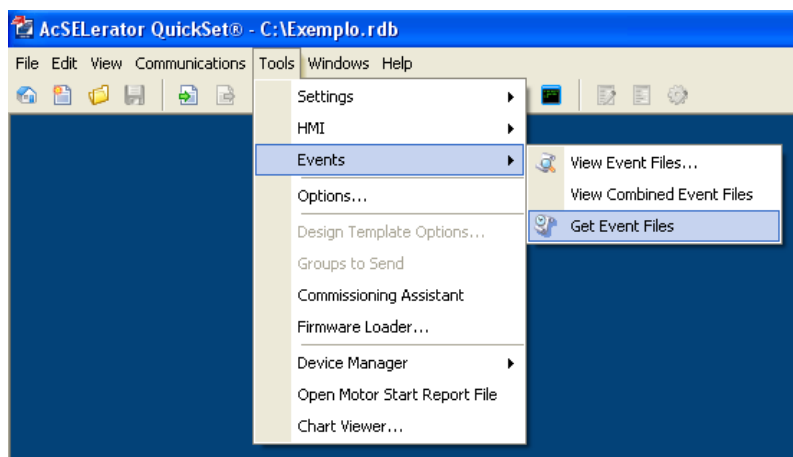


Figura 18– Acesso à janela de captura de eventos

Será apresentada a janela com o histórico dos eventos conforme demonstrado abaixo:

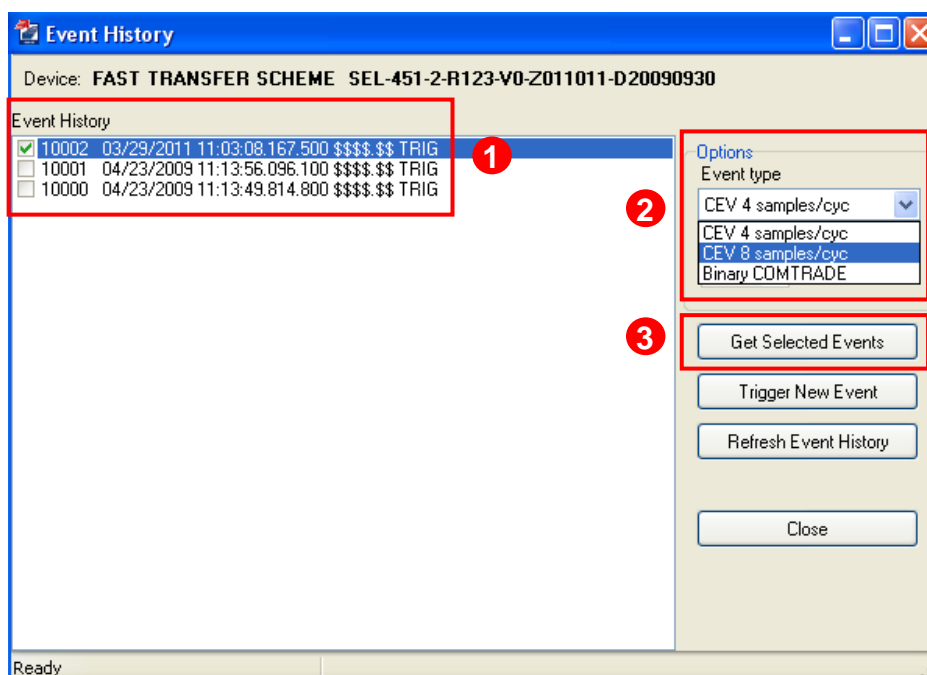


Figura 19 – Janela de eventos

Passo 1: Selecionar o evento de interesse.

Passo 2: Escolher o tipo de arquivo para coleta.

IMPORTANTE: As oscilografias não filtradas aparecerão como “RAW” ou “COMTRADE”. As demais opções serão oscilografias filtradas.

Passo 3: Clicar no botão “Get Selected Events”

Após esta etapa será solicitado pelo software que o usuário determine uma pasta para salvar o arquivo no computador e um nome para o mesmo.

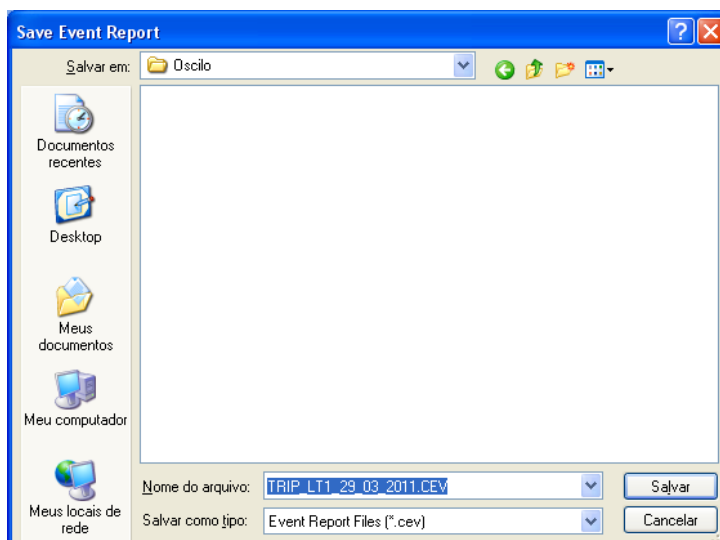


Figura 20– Salvar o evento

4.3. ANÁLISE

A análise das oscilografias é feita no menu:

Tools → Events → View Event Files

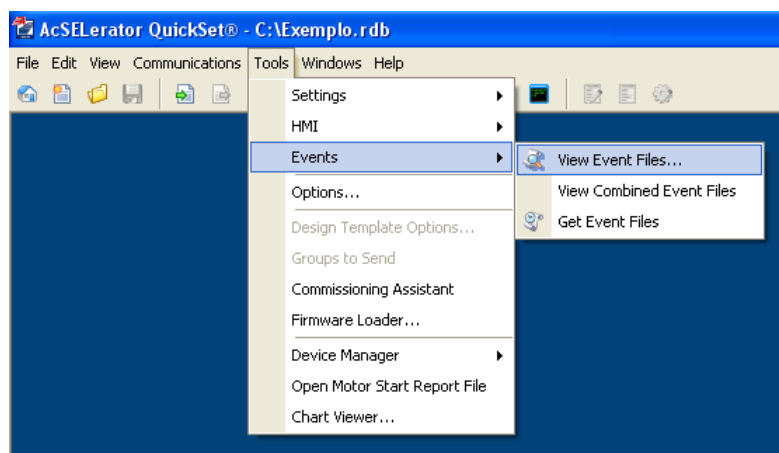


Figura 21– Acesso à análise de eventos

Após clicar neste item, devemos indicar o arquivo que desejamos analisar.

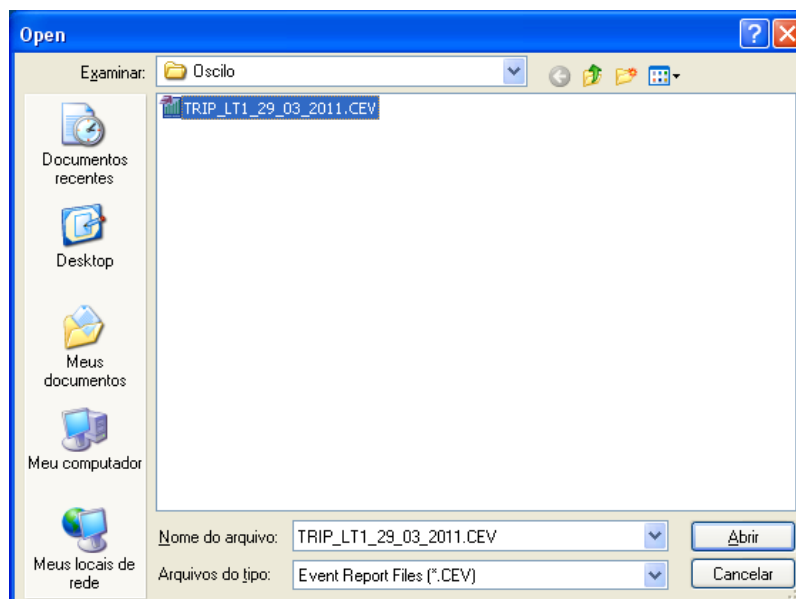


Figura 22 – Abrir o evento

Tendo selecionado o arquivo, clicamos em “Abrir” e veremos a janela principal.

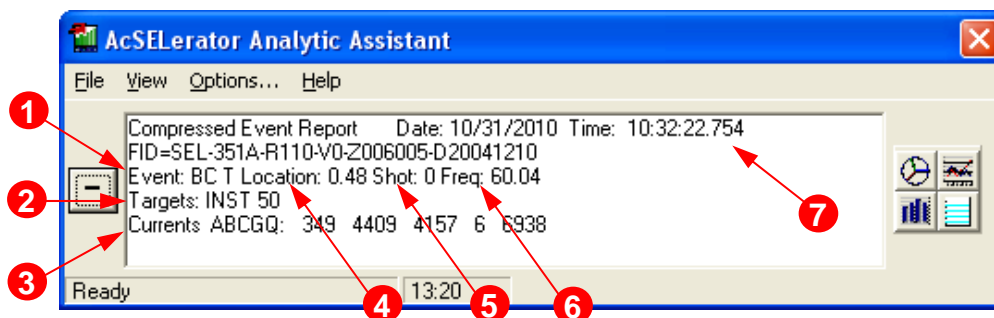


Figura 23 – Janela principal do evento

1. Tipo da falta
2. Sinalização das funções de proteção
3. Correntes de falta
4. Localização da falta
5. Número de disparos do religamento
6. Frequência
7. Data e hora

Os recursos disponíveis são:

4.3.1 CONFIGURAÇÕES

Os parâmetros do software devem ser configurados no menu:

Options.

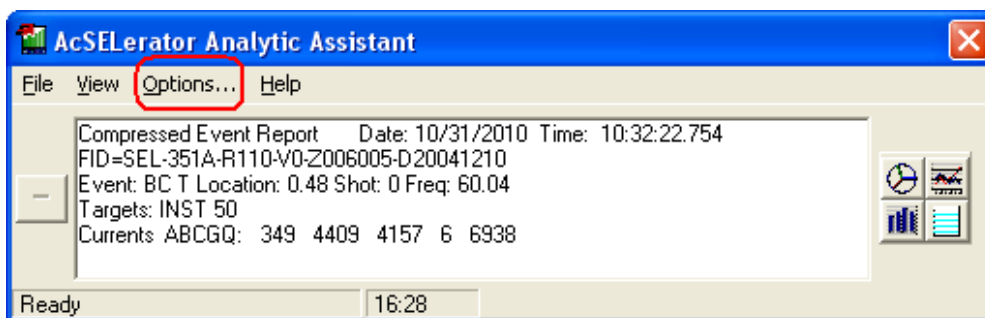


Figura 24 – Botão de opções

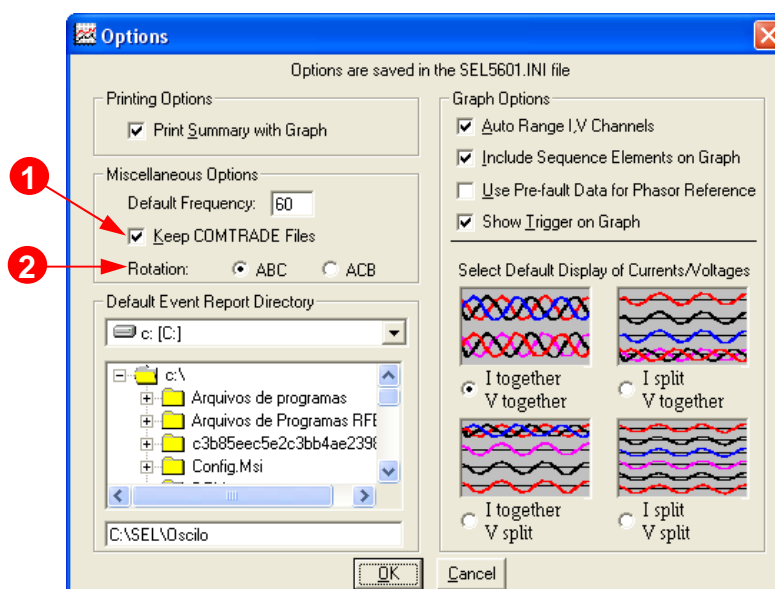


Figura 25 – Opções do usuário

1. Converte a oscilografia do formato CEV em COMTRADE. Obs: o arquivo COMTRADE ficará salvo na mesma pasta aonde foi salvo o arquivo CEV.
2. Rotação de fases

4.3.2 GRÁFICO

Veremos as formas de onda dos sinais analógicos e digitais através do menu:

View → Graph .

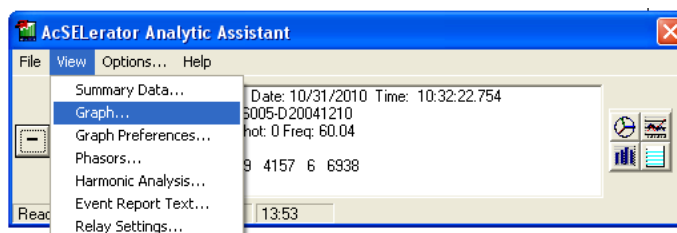


Figura 26 – Acesso ao gráfico

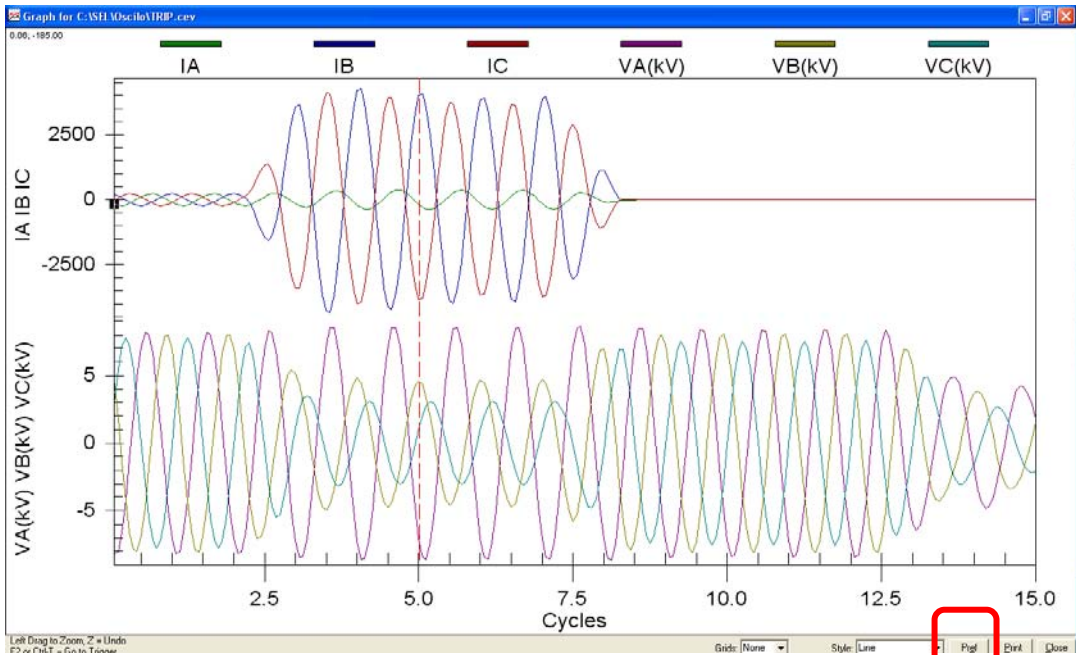


Figura 27 – Gráfico com as formas de onda

Com o botão “Pref” ajustaremos a forma de visualização.

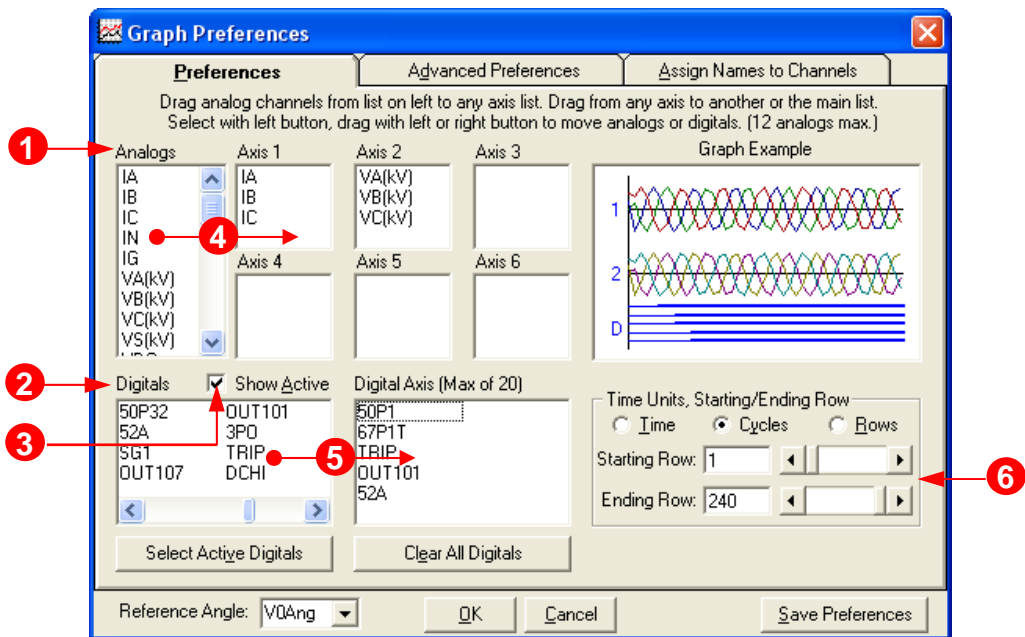


Figura 28 – Parâmetros do gráfico

1. Grandezas analógicas
2. Variáveis digitais
3. Exibir apenas variáveis ativas
4. Selecionar analógicas (clique, segure e arreste usando o botão direito)
5. Selecionar digitais (clique, segure e arreste usando o botão direito)
6. Ajustar o número de ciclos que será exibido

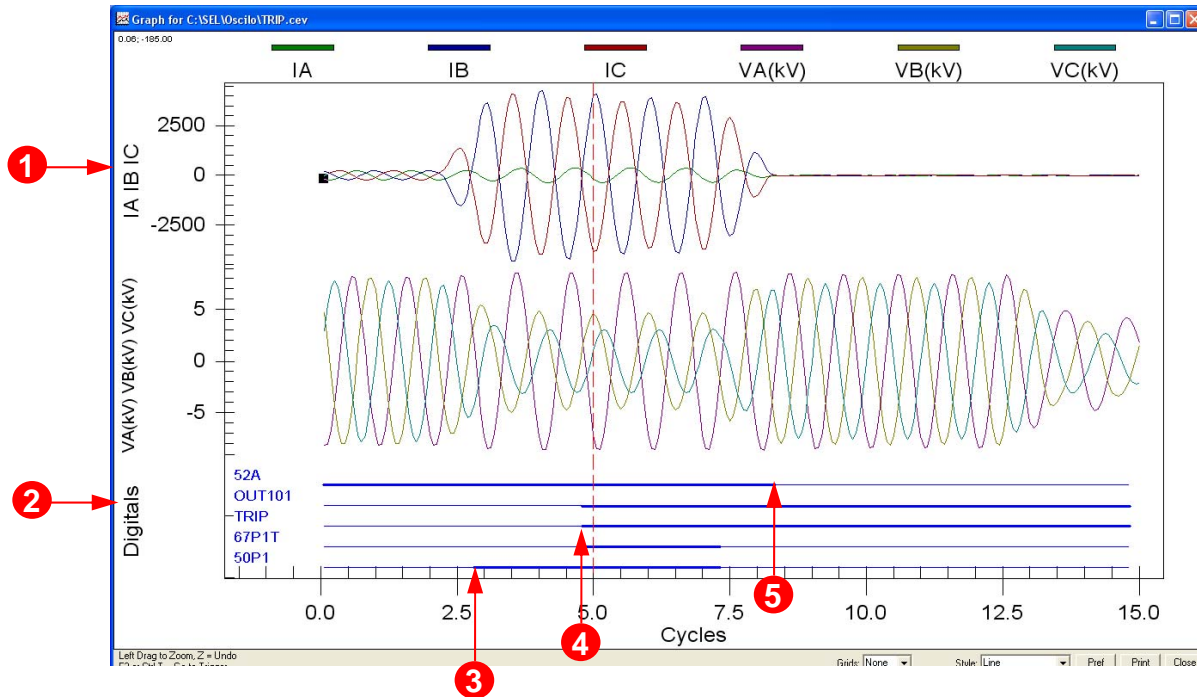


Figura 29 – Gráfico com sinais analógicos e digitais

1. Grandezas analógicas exibidas em valores eficazes
2. Variáveis digitais
3. Partida da proteção (pickup)
4. Atuação da proteção (trip)
5. Abertura do disjuntor

Podemos verificar o tempo de atuação da proteção. Com o cursor do mouse devemos marcar o primeiro ponto e apertar a tecla F3. Em seguida, marcamos o segundo ponto e apertamos F4.

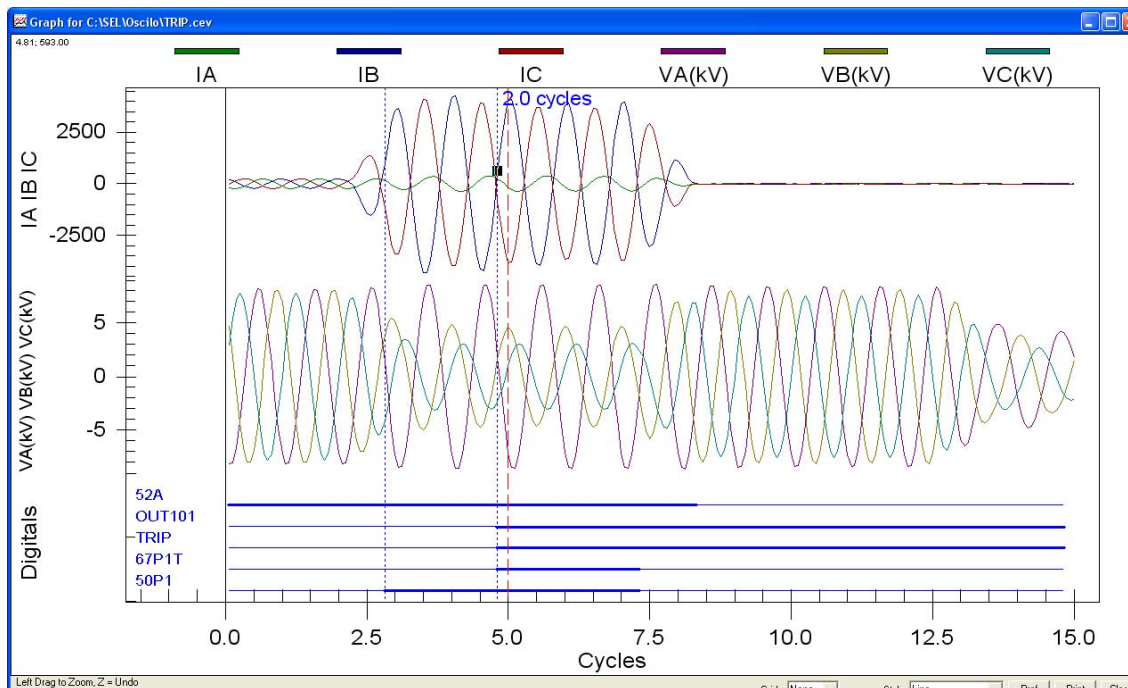


Figura 30 – Atuação da proteção

Podemos também ver o tempo de eliminação da falta, desde a partida do relé até a abertura do disjuntor.

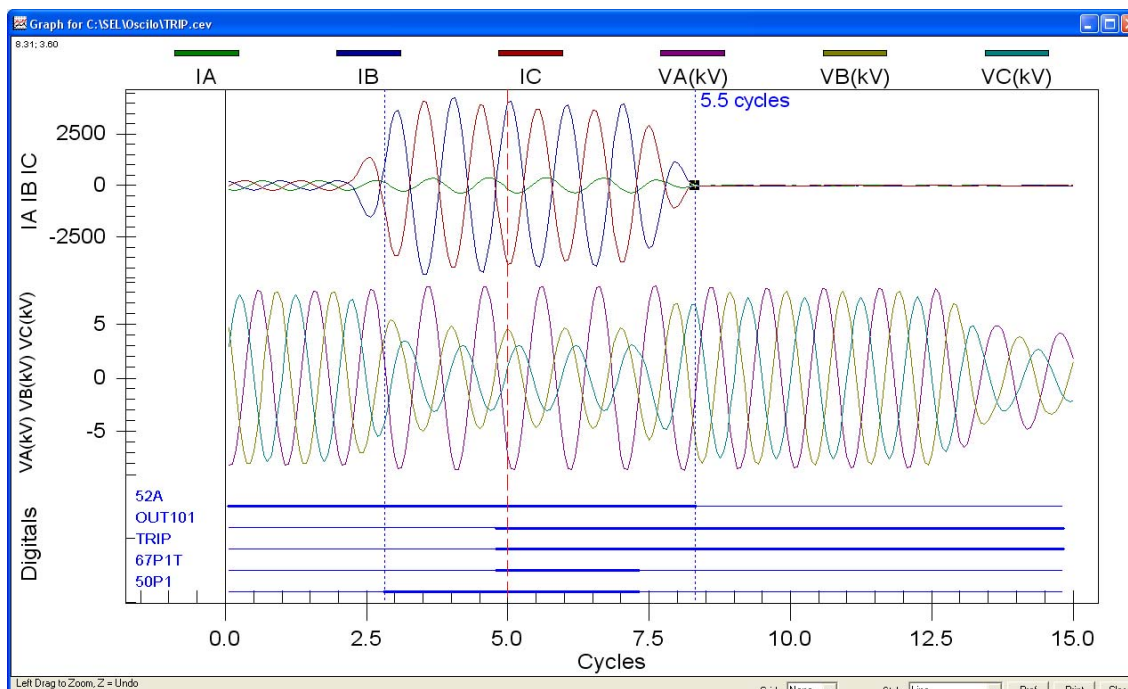


Figura 31 – Abertura do disjuntor

4.3.3 FASORES

Esse recurso permite a visualização do diagrama fasorial das grandezas analógicas.

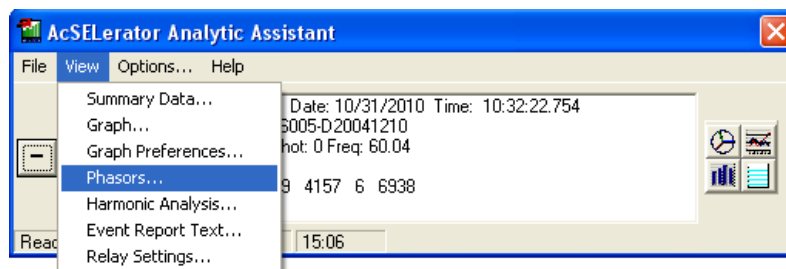


Figura 32 – Acesso aos fasores

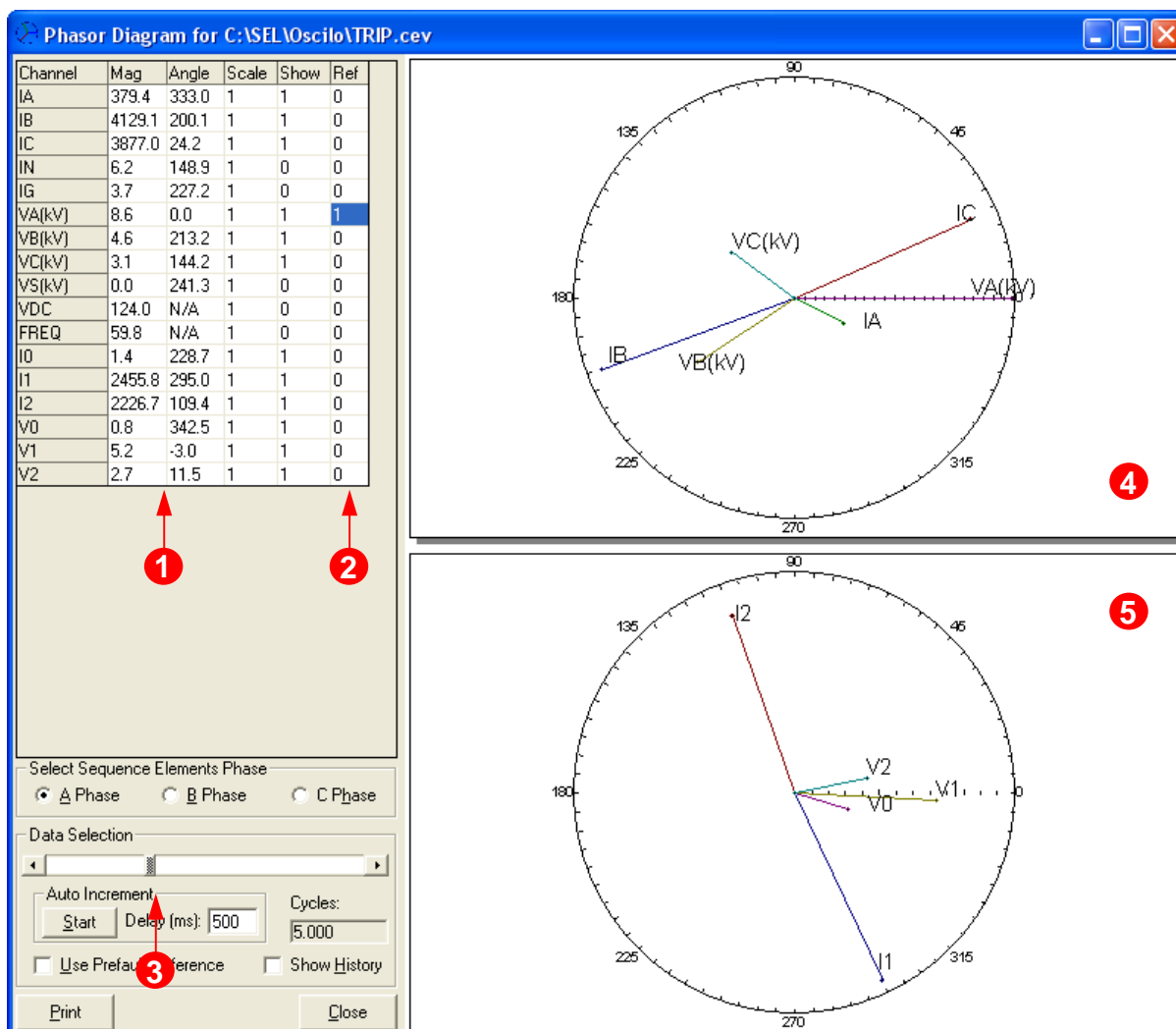


Figura 33 – Diagrama fasorial

1. Magnitude e ângulo dos fasores
2. Fator de referência
3. Seleção do ciclo
4. Fasores das componentes de fase
5. Fasores das componentes simétricas

4.3.4 COMPONENTES HARMÔNICAS

A utilização desse recurso estará disponível apenas para as oscilografias não-filtradas (RAW).

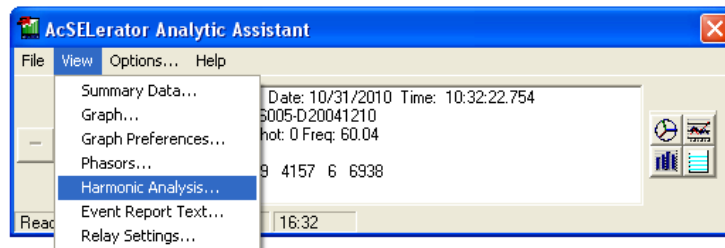


Figura 34 – Acesso às componentes harmônicas

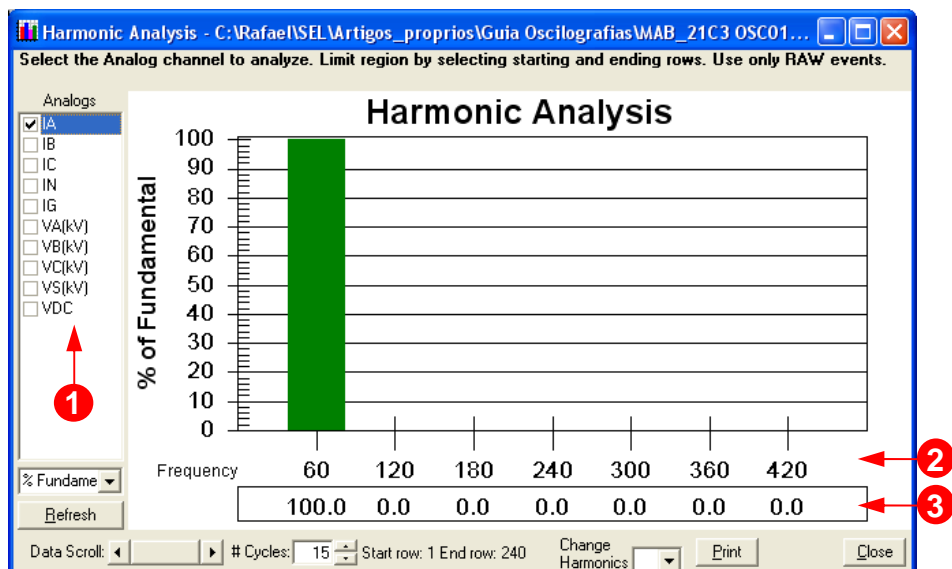


Figura 35 – Análise de harmônicas

1. Grandeza analógica selecionada
2. Componentes harmônicas
3. Porcentagem da componente fundamental

4.3.5 AJUSTES DO RELÉ

Os ajustes da proteção também fazem parte do arquivo da oscilografia e serão úteis para o usuário entender o porquê da atuação do relé. Se os ajustes foram alterados desde a data do evento até o momento da captura do arquivo, aparecerá a seguinte mensagem informando essa mudança: “SETTINGS CHANGED SINCE EVENT”.

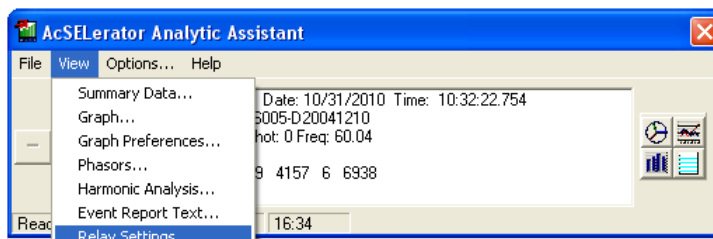


Figura 36 – Acesso aos ajustes do relé

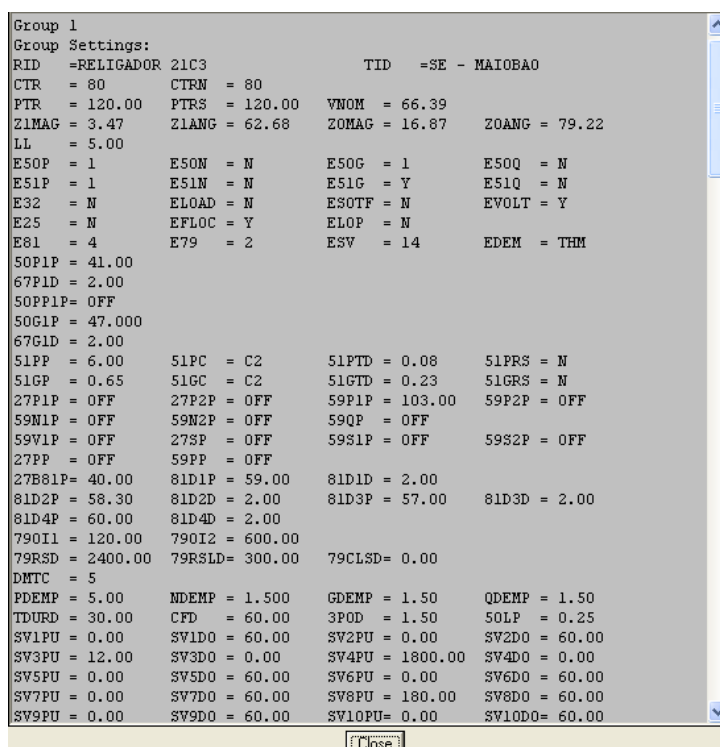


Figura 37 – Ajustes do relé

5. CONCLUSÃO:

Os registros de oscilograficas dos relés digitais oferecem aos engenheiros de proteção a oportunidade de estudar e compreender as ocorrências no sistema de potência, bem como, analisar se a proteção foi ajustada de forma satisfatória.

O relé exige poucas configurações relacionadas às oscilografias e dentre elas destacamos a duração dos registros, pois esse parâmetro influenciará no número de arquivos que poderão ficar armazenados na memória do equipamento.

A coleta e análise dos arquivos podem ser realizadas com software gratuito, de fácil utilização e com todos os recursos necessários.