



São Paulo, 10/15 de abril de 1972

GRUPO DE ESTUDOS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA

"DISPOSITIVOS E MÉTODOS DE REGISTRO DE PERTURBAÇÕES EM
SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA"

Engº Paulo Koiti Maezono

Engº Oswaldo Luiz Leite Baptista

Centrais Elétricas de São Paulo S.A. - CESP

1.0 - INTRODUÇÃO

1.1 - Registros de grandezas e eventos são os meios - mais eficientes para se determinarem precisamente o início, evolução, e consequências de perturbações em Sistema de Potência, possibilitando também supervisionar o comportamento de um dado equipamento ou dispositivo durante essas perturbações.

Visto a importância de dados precisos e confiáveis, - tem-se uma avaliação da importância da utilização de registradores - no Sistema.

É baixa a confiabilidade das informações "humanas", dizendo-se o mesmo das sinalizações (bandeiras) nos relés. E nestas condições são extremamente duvidosas as determinações das naturezas

elétricas e durações das faltas.

Registros gráficos evitam que as análises sejam feitas baseadas em suposições e mostram clara e precisamente a natureza da falta, a sequência de aberturas automáticas dos disjuntores e as atuações dos relés.

1.2 - Registros (não gráficos) através de dispositivos "localizadores de defeito", com ponteiros de arrasto sobre escalas graduadas, ou de indicadores digitais, ou ainda, por dispositivos eletrônicos de varredura e registro fotográfico, possibilitam a determinação imediata do local em defeito.

A localização do ponto em defeito é a grosso modo, da através dos relés de distância com zonas de impedância dependentes do tempo de atuação. Porém como as zonas de impedância cobrem longos trechos, a localização de uma falta é possível dentro de uma grosseira aproximação.

Devido ao curto tempo de atuação dos relés de proteção e disjuntores atuais, os danos causados a condutores, isoladores e torres são geralmente pequenos e de difícil localização.

Como a linha de transmissão é em muitos casos recolocada em serviço imediatamente após a extinção da falta, aqueles pequenos danos podem resultar em redução do nível de isolação.

Para prevenir o desenvolvimento de faltas subsequentes, é conveniente dentro do possível localizar e reparar aqueles danos.

Para superar esta situação, dispositivos de medida, como os citados, têm sido desenvolvidos para a indicação rápida e direta do local da falta com boa aproximação.

2.0 - TIPOS DE DISPOSITIVOS REGISTRADORES DE DEFEITOS

2.1 - Localizadores de defeitos: Os localizadores de defeitos podem ser basicamente classificados em:

2.1.1 - Localizadores de leitura direta (3): Fornecem diretamente a localização do ponto em defeito, em quilômetros ou milhas, ou em porcentagem da linha supervisionada.

São ativados automaticamente através de sensores próprios ou através dos relés de proteção.

Os localizadores para indicação em km ou milhas apresentam ponteiros de arraste sobre escalas graduadas.

Dependendo do tipo de localizador há maior ou menor precisão na localização devido à resistência de arco.

Assim temos:

- a) - Localizadores cujas medidas dependem das resistências de arco e característica de linha; - são indicados para linhas longas onde a resistência de arco pode ser desprezível em relação à impedância da linha a com precisão de 5 a 10% ($\pm$).
- b) - Localizadores cujas medidas não dependem das resistências, são indicados para linhas longas e curtas, com grande precisão de medida ($\pm$ 1 a $\pm$ 3%).

2.1.2 - Localizadores de leitura indireta - A localização do ponto em defeito não é dada diretamente, sendo calculada a partir da corrente e tensão do curto-circuito indicadas em escalas graduadas (Ampère e Volts Secundários), ou é determinada através da inserção, no conjunto de medição instalado, de um aparelho indicador do local da falta (para defeitos permanentes) em porcentagem do trecho supervisionado.

2.1.3 - Localizadores com varredura eletrônica e registro fotográfico - São localizadores mais sofisticados que utilizam processos eletrônicos para supervisão de um trecho de um Sistema de Potência.

Dependendo do tipo, servem para a detecção de defeitos permanentes e transitórios em linhas, com registros fotográficos que são feitos automaticamente.

2.2 - Equipamento de registro contínuo com possibilidade de aceleração (1) - Em condições normais de operação de um Sistema de Potência, estes instrumentos registram continuamente em baixa velocidade sobre papel, as grandezas supervisionadas.

Quando de uma perturbação, através de sensores apropriados, a velocidade do papel é acelerada durante um determinado período. Os elementos de medição são sistemas de bobina móvel de pequeno peso alimentados normalmente por quantidades A.C. retificadas. Têm resposta rápida que possibilita registros no decorrer das perturbações com uma precisão da ordem de $\pm$ 3%.

Estes tipos possuem penas com tubos capilares para registro em tinta e podem eventualmente causar problemas devido à qualidade da tinta utilizada e dificuldades em manter limpas as penas.

Este problema é inteiramente eliminado nos registradores que utilizam papéis metalizados.

Estes registradores são largamente utilizados principalmente na Europa.

São relativamente baratos e de fácil manutenção.

Os instantes iniciais da perturbação não são registrados em alta velocidade, o que constitui uma deficiência.

2.3 - Osciloperturbógrafos (1), (4) - São equipamentos automáticos para o registro de grandezas análogas (tensões e correntes alternadas) e também de eventos (sinais "ON" - "OFF" em corrente contínua).

2.3.1 - O registro de grandezas análogas - Os elementos nos osciloperturbógrafos que possibilitam o registro de grandezas análogas são ditos "dispositivos oscilográficos" ou "penas oscilográficas" e são constituídos de um estilete de ferro doce que vibra com a frequência da rede entre os polos de um circuito eletromagnético.

O estilete permanece fixo inscrevendo sobre um cilindro rotativo de aço temperado de velocidade tangencial, constante, coberto por tinta.

Estas inscrições são apagadas e a película de tinta sobre o cilindro é renovada uma vez em cada rotação do cilindro. Quando de uma perturbação, uma faixa de papel é pressionada sobre o cilindro 1/3 à frente do ponto de aplicação do estilete, o que dá ao registro uma memória da ordem de 0,5 s antes do início da perturbação.

Na ilustração 2.3-1 está esquematizado o sistema de memória mencionado.

O estilete vibrante tem uma frequência de ressonância de 80 Hz, e somente quantidades com frequências normais (60 ou 50 Hz) podem ser estudadas. A precisão não é particularmente boa, e a máxima amplitude da deflexão do estilete é normalmente limitada a 5 mm.

Para o registro de correntes, transformadores de corrente especiais devem ser usados, e suas características de saturação não lineares a altas correntes não permitem boas informações quantitativas.

2.3.2 - O registro de eventos - Os elementos nos osciloperturbógrafos que possibilitam o registro de eventos são ditos "dispositivos top". Quando um equipamento top é energizado por um sinal DC (por exemplo fechamento de contato em um relé de proteção) sofre um deslocamento da ordem de 2 mm. que no traça contínuo - forma um degrau. Desaparecendo o sinal DC, o estilete volta à posição anterior de repouso.

O tempo de resposta é de ordem de 10 ms.

2.3.3 - Geral - Quando de uma perturbação, através de sensores próprios ou relés de proteção, o osciloperturbógrafo é ativado, isto é, o papel é aplicado sobre o cilindro que fica em constante rotação.

O papel tem uma largura aproximada de 15 cm e corre a uma velocidade de 14 cm/s. Registra-se desde 0,5 s antes do início da perturbação ("memória"), até 5 segundos após a extinção da falta (através de temporizadores internos).

Se houver uma outra falta dentro dos 5 segundos, o osciloperturbógrafo continua o registro, desde que o sensor ou o relé de proteção não tenha dado o "drop out".

Sobre este papel registram-se grandezas análogas e eventos em quantidades variáveis, dependendo do tipo de osciloperturbógrafo.

É muito comum a utilização de osciloperturbógrafo com registro de 8 grandezas análogas e 14 eventos.

As dificuldades de manutenção concentram-se nos seguintes pontos:

- partes em constante movimento;
- limpeza do cilindro;
- ranhuras nos cilindros devidos aos estiletes do "equipamento top".

Uma inspeção regular é recomendável incluindo:

- testes de partida do osciloperturbógrafo (a cada 6 meses);
- testes e revisão geral (a cada 2 anos).

Os osciloperturbógrafos são de uso geral na Europa, principalmente na França.

2.4 - Oscilógrafos galvanométricos (1), (2) - Os oscilógrafos galvanométricos ("automatic galvanometer - oscillographs") registram as grandezas supervisionadas sobre papel fotográfico.

Os elementos de medida são constituídos de galvanômetros com pequenos espelhos fixados para refletirem luz de uma fonte através de sistemas óticos e sensibilizarem o papel fotográfico.

O número de galvanômetros por oscilógrafo varia - (6 a 32) dependendo do tipo e fabricante. O papel para registro varia também, quanto à largura (4 a 12 polegadas).

A pequena massa do elemento móvel permite resposta linear em frequência, com uma precisão de $\pm 10\%$, até 10.000 Hz, dependendo do tipo de galvanômetro.

Pode-se escolher (quanto à frequência) entre várias alternativas, aquele galvanômetro que mais se adapte ao estudo - ou registro desejado.

Cada galvanômetro pode ser usado para registrar - tensão ou corrente, fazendo ajustes de resistências ou "shunts".

São excitados continuamente e, quando de uma perturbação, através de sensores especiais, o mecanismo de registro sobre papel sensível é iniciado.

A velocidade do papel pode ser variada, de lenta a acelerada, por dispositivos automáticos (30 cm/s para a acelerada).

O registro continua, 2 a 3 s após o "drop out" - do último sensor.

Os dispositivos de "memória" para estes oscilógrafos são opcionais.

Podem fornecer dados até 10 ciclos antes do início da perturbação ("pre-fault").

O registro de eventos também é possível através de acessórios.

Os oscilógrafos galvanométricos são bem mais caros que os osciloperturbógrafos, evidentemente em decorrência de sua melhor performance.

2.5 - Registradores de Eventos (1) - Os já mencionados osciloperturbógrafo e oscilógrafo galvanométrico, podem registrar alguns eventos, como abertura ou fechamento de contatos em relés, sinais "on-off" de Carrier, energização da bobina de desligamento de um disjuntor, etc.

Inclusive, dependendo do tipo de osciloperturbógrafo, há possibilidade de utilizá-lo apenas para registro de eventos. Porém existem dispositivos apenas para o registro de eventos.

Estes dispositivos podem ser:

- de registro contínuo
- de registro intermitente, o qual é iniciado pelo próprio evento.

Os métodos e princípios de registro são variados, diferindo conforme a fabricação e tipo, mas todos com a finalidade única de registrar os eventos na sequência cronológica de ocorrência.

Convém esclarecer, que um registrador de eventos difere de um "data logger", equipamento que periodicamente (com ou sem perturbação) supervisiona e registra automaticamente um certo número - de eventos e grandezas significativas.

Os registradores de Eventos substituem os operadores na informação do grande número de ocorrência (eventos) durante as perturbações - atuação de relês, aberturas de disjuntores, sinalização, etc.

A característica principal dos Registradores de Eventos é a capacidade de aceitar e registrar eventos que ocorrem em qualquer sequência, incluindo eventos simultâneos, e registrando os tempos verdadeiros de ocorrência.

3.0. - DISPOSITIVOS ACESSÓRIOS

São aqueles que não são absolutamente necessários para o funcionamento de um registrador, porém são altamente desejáveis quando se visa a qualidade e a confiabilidade de informações.

3.1. - Dispositivos Acessórios para Osciloperturbógrafos (4) - Os osciloperturbógrafos são mais ou menos completos para as funções a que se destinam.

O único dispositivo acessório disponível é o "indicador da data e tempo" que registra automaticamente sobre o oscilograma o dia, a hora, minuto e segundo da ocorrência da perturbação.

Se estes indicadores estiverem sincronizados em todo o Sistema, as vantagens decorrentes são evidentes.

3.2. - Dispositivos Acessórios para os Oscilógrafos Galvanométricos (2) - Estes oscilógrafos têm uma grande variedade de equipamentos e dispositivos acessórios que podem ser classificados como "essenciais" e "opcionais" pelos fabricantes.

3.2.1 - "Essenciais" -a) Sensores de partida

São dispositivos que detetam anormalidades e ativam os registradores.

Por exemplo; sensores de cobrecorrente, sôbre e subtenção, sôbre e sub-frequência, sensores dU/dt (variação da tensão em relação ao tempo), $-dHz/dt$ (frequência em relação ao tempo), sensores de sequência zero, sequência negativa, etc.

b) "Indicador de data e tempo"

Registro automático do mês, dia, hora, minuto e segundo da ocorrência da perturbação.

c) Unidades de Calibração

Permitem contrôlle apurado das deflexões dos elementos de registro para sinais de entrada específicos.

d) Elementos de Bloqueio

Para prevenção contra disparos indesejáveis de oscilógrafos.

3.2.2 - "Opcionais"

a) Alarme de operação: alarme local ou remoto para indicação da operação.

b) Contador de operação: Conta o número de vezes - que o oscilógrafo foi ativado.

c) Alarme para queima de lâmpada : opera quando há queima das fontes de luz primária e/ou de reserva.

d) Marcador de coordenada de tempo: - estabelece - marcas de referência de tempo no registro para - facilitar a análise.

e) Memória : Dispositivo que permite o registro - das ocorrências desde 10 ciclos antes do início de perturbação (Prefault Recording).

f) Mecanismo redutor da velocidade do papel: Nos - instantes iniciais da perturbação o papel corre à velocidade normal (a 30 cm/s). O mecanismo redutor reduz esta velocidade após um certo tempo de registro com a finalidade de economizar papel

sensível.

- g) Outros - Existem ainda muitos outros acessórios - não mencionados neste trabalho.

4. - DISPOSITIVOS E MÉTODOS DE PARTIDA

Existem 2 métodos básicos para a partida dos registradores quando de perturbações

- através de sensores especiais
- através dos relés de proteção

Os sensores especiais já mencionados, são utiliza dos principalmente para os oscilógrafos galvanométricos e registra dores de defeitos.

Os relés de proteção através de seus contatos disponíveis servem de partida para registradores, os quais são utiliza dos principalmente para os osciloperturbógrafos.

A finalidade básica do sensor é detetar uma anor malidade elétrica no Sistema supervisionado e ativar os registra dores correspondentes.

Hã, como para os relés de proteção, necessidade - de coordenar os sensores dos registradores, distribuídos no sistema, de modo que, para uma dada perturbação se tenha pelo menos 2 regis tros de pontos diferentes.

Essa necessidade é particularmente importante pa ra registradores os que utilizam sensores especiais.

Para os registradores que utilizam os relés de - proteção para partida, esta coordenação é dada automaticamente - pelos relés de proteção.

Para partida de oscilógrafos ou osciloperturbógra fos durante oscilações de potência devem ser adotados sensores espe ciais.

5. - APLICAÇÕES E ESCOLHA DAS GRANDEZAS A REGISTRAR

Diferentes critérios são utilizados para a esco - lha dos tipos de registradores e dos locais de aplicação dos mesmos. Basicamente deve-se seguir a seguinte rotina de aplicação:

- 5.1. - Estabelecimento dos objetivos a alcançar - através dos registros - Os objetivos devem ser bem especificados

preliminarmente, como por exemplo:

as sequências de aberturas de disjuntores, as naturezas elétricas - das faltas, comportamentos dos equipamentos, comportamentos dos sistemas de proteção, estudos sobre o Sistema de Potência, etc.

5.2. - Determinação das grandezas a registrar, necessárias e suficientes segundo objetivo estipulado (2)

5.2.1 - Observação do comportamento dos equipamentos :

A) De disjuntores -

1.- Para supervisão do tempo de interrupção

Devem ser registrados :

- correntes em duas fases diferentes para faltas fase-fase e trifásicas,
- corrente residual do TC de linha, para faltas fase-terra, ou a corrente no neutro de um transformador local que seja uma fonte de terra.
- sinal de trip à bobina de desligamento do disjuntor.

2.- - Para supervisão da interrupção

Devem ser registrados :

- correntes nas 3 fases
- potencial da linha nas 3 fases (fase-neutro).

3.- Para supervisão do tempo de religamento

- Devem ser registrados:
- correntes em 2 fases
- corrente residual do TC de linha ou corrente de neutro de um transformador.
- potencial da linha em uma fase.

B) De relés

1) Para supervisão do tempo de operação

- potencial de barramento ou linha nas três fases, para indicação do início da falta e determinação de tempos.
- sinal de desligamento do disjuntor.

- 2) Para supervisão de ajuste do relé.
 - registro de todas as grandezas que solicitam a atuação do relé em questão (devem ser tomados dos medidores TP_s e TC_a ligados aos relés).
- C) De equipamentos de teleproteção ou fio-piloto.
 - 1) Para a supervisão da transmissão e recepção
 - abertura ou fechamento dos contatos de relés auxiliares para transmissão e recepção.
- D) De transformadores de corrente
 - 1) Para supervisão da corrente secundária
 - a característica de primordial importância é a saturação. Esta característica pode ser observada pela forma de onda da corrente secundária.
- E) De transformadores de Potencial ou dispositivos de potencial.
 - 1) Para a supervisão da tensão secundária
 - é de particular importância o registro da tensão secundária de TP_s capacitivos devido ao problema da ferroressonância.
- F) De componentes dos geradores

Devem ser observados:

 - correntes e tensões do gerador
 - comportamento dos reguladores
 - controle de operação

5.2.2 - Observação do comportamento do Sistema Elétrico de Potência :

A) Estabilidade

Devem ser registradas

- tensões de barramentos em uma fase
- corrente em 1 fase

Para a escolha da corrente a registrar, deve-se selecionar o circuito mais susceptível a oscilações de potência, durante instabilidades.

B) Dos fluxos de potências ativa e reativa sob condições anormais -

- tensões e correntes para as medidas watimétricas ou varimétricas (através de galvanômetros ou transdutores especiais).

C) Verificação dos cálculos de impedâncias de linha e, dos cálculos de curto-circuitos.

Devem ser registrados:

- corrente em 2 fases, para faltas bifásicas e trifásicas.
- corrente residual do TC ou corrente de neutro de um transformador para faltas à terra.
- tensões nas 3 fases
- tensão de sequência zero (residual) no barramento.

5.2.3 - Se o objetivo a alcançar é a análise de perturbações:

- A) Para determinação do local das faltas - Podem-se utilizar os localizadores de defeitos já mencionados ou se calcular o local da falta partindo-se das correntes e tensões de curto circuito registrados em oscilogramas. Evidentemente a precisão das correntes e tensões registradas é importante para estes cálculos.

Devem ser registrados nos oscilogramas as tensões e correntes necessárias para o cálculo, para todos os tipos de defeito.

- B) Para a determinação do tipo da falta (natureza elétrica)

Devem ser registrados:

- duas correntes de fase, para faltas bifásicas e trifásicas.
- correntes residuais dos TC's, para faltas à terra, ou corrente no neutro de um transformador.

- C) Para a determinação da duração da falta

Além das correntes nos itens anteriores, eventualmente o registro de tensões auxilia na determinação do tempo de duração da falta.

- D) Para se estabelecer a relação I^2t com o eventual dano
 Pode se fazer uma estimativa do eventual dano calculando-se a relação I^2t (corrente ao quadrado multiplicado pelo tempo de duração da corrente de falta), conhecendo-se as características materiais dos equipamentos e cabos condutores.

Para isto devem-se registrar:

- corrente em 2 fases, para faltas bifásicas e trifásicas.
- corrente residual do TC de linha.

5.3 - Especificação dos registradores, componentes e acessórios, levando-se em conta as grandezas a registrar e os objetivos a alcançar (2)

5.3.1 - O equipamento requerido para o registro de correntes ou tensões depende da finalidade de registro. A característica principal é a resposta em frequência e a precisão.

Por exemplo:

- registro de correntes para determinação do tempo de interrupção do disjuntor:
0 - 60 Hz, $\pm 10\%$
- registro de correntes para o estudo da interrupção em disjuntor:
0 - 4000 Hz, $\pm 10\%$
- registro de tensões para estudo de sobretensões de manobra:
0 - 4000 Hz, $\pm 10\%$
- registro de corrente em secundário de TC (saturação):
0 - 4000 Hz, $\pm 10\%$
- registro de correntes e tensões para determinação do tipo de falta:
0 - 60 Hz, $\pm 10\%$
- etc.

Para registro de potências ativa e reativa são necessários acessórios especiais.

Assim, fixando-se o objetivo, a especificação torna-se fácil.

5.3.2 - Em sistemas de Extra Alta Tensão, os estudos e as informações necessárias são mais apurados que para alta-tensão.

Geralmente equipamentos de registro automático são bastante requeridos para os sistemas de 230 kV e outras tensões maiores, com registro em quase todas as estações (Usinas e S/Es.).

6. - Experiência na CESP - Centrais Elétrica de São Paulo S.A.

6.1. - Tipos utilizados

6.1.1. - Localizadores de defeitos (3) - São utilizados no Sistema de extra alta tensão (440 kV), em cada "bay" de saída de linha. São de marca Siemens, tipo RJZ80.

Estes localizadores tomam as tensões de curto circuito e tensões proporcionais às correntes de curto circuito, com o auxílio do relé de distância da saída de linha correspondente e de um seletor de fases, indica a localização da falta em porcentagem do trecho supervisionado, através de um ponteiro sobre uma escala graduada de 0 a 100%.

A distância indicada depende da resistência de curto circuito; portanto estes localizadores servem apenas para linhas longas onde a resistência de arco é desprezível em relação à impedância da linha. Deve-se também utilizá-los nas duas extremidades do trecho supervisionado: a maior precisão na localização será daquele localizador mais distante do ponto de falta.

A precisão na localidade varia de $\pm 10\%$ a $\pm 20\%$.

6.1.2. - Registradores oscilográficos (4) - os únicos utilizados atualmente são os osciloperturbógrafos tipo S-41 de Thomson CS7 (França).

Estão instalados em todas as saídas de linha em 440 kV, em saídas de linha em 230 kV e nas 4 extremidades de uma linha de circuito duplo em 138 kV.

O aproveitamento dos oscilogramas é ótimo, dentro das limitações impostas pelas características dos osciloperturbógrafos (precisão não muito boa e baixa resposta em frequência).

Assim, são empregados para análises de perturbações, principalmente para:

- determinação da sequência de abertura dos disjuntores.
- determinação da natureza elétrica das faltas.
- determinação do comportamento de cada um dos relés de linha.
- determinação dos tempos de atuação dos relés.
- determinação dos tempos de abertura dos disjuntores.
- determinação da duração das faltas.
- determinação das atuações dos relés auxiliares do Carrier.

- determinação da estabilidade do sistema (oscilações de potência).

As grandes vantagens dos osciloperturbógrafos são:

- registro com impressão imediata, sem necessidade de tratamento de qualquer natureza para o papel.
- fácil instalação, utilização e manutenção.
- memória de 0,5s
- registro de eventos e grandezas análogas sobre o mesmo papel, facilitando a determinação dos tempos relativos.

6.2 - Quantidades Registradas - Nas saídas de linha (440 kV e 230 kV) registram se:

- 3 correntes de fase do TC de linha
- 1 corrente residual do TC na linha
- 3 tensões na fase - neutro do TP de linha
- 1 tensão residual (sequência zero) se houver secundário em delta aberto no TP de linha.
- energização da bobina de desligamento do disjuntor.
- sinal do trip dado por cada um dos relés de proteção. Para o relé de distância, um para cada fase.
- transmissão / recepção Carrier se houver.
- partida em cada fase no relé de distância.

Com estes registros englobam-se todas as informações necessárias para as finalidades estabelecidas.

Se houver oscilógrafos nas duas extremidades da linha supervisionada, as informações serão completas e as análises facilitadas.

6.3 - Conclusões - Para os sistemas Extra Alta Tensão e 230 kV sente-se a necessidade de oscilógrafos mais rápidos e precisos, elementos de medida com resposta em frequência elevada, visto os estudos que poderiam ser feitos com melhores informações (surtos de manobra, saturação, ferroressonância, determinação das correntes e tensões - de curto circuito, etc.)

6.4 - Exemplos de Oscilogramas -

Ilustrações 6.4 - 1

6.4 - 2

Oscilogramas de um curto circuito fase terra numa linha de transmissão de 440 kV.

Ilustração 6.4 - 3

Oscilograma de uma ferroressonância no secundário de um TP Capacitivo - sistema 440 kV.

Ilustração 6.4 - 4

Oscilograma de um curto circuito trifásico numa linha de 138 kV.

Ilustração 6.4 - 5

Oscilograma de um curto circuito evolutivo (fase - terra para fase-fase) numa linha de 138 kV.

São Paulo, 02 de março de 1972.

B I B L I O G R A F I A

1. J.E. KNUDSEN - CIGRE PAPER (Nº)
2. IEEE COMMITTEE REPORT - IEEE TRANSACTIONS ON POWER APPARATUS AND SYSTEMS - (DEZ 1965)
3. FRIEDRICH KRIESER - "A MEASURING DEVICE FOR INDICATING THE LOCATION A FAULT DURING A SHORT CIRCUN CATÁLOGO DA SIEMENS AG. - FEV - 1967)
4. "THOMSON - CS7" - OSCILLOPERTURBOGRAPHE S41 Exemples d'utilizations - (documento nº 101)
- NOTICE D'UTILIZATION DE L'OSCILLOPERTURBOGRAPHE - MASSON - CARPENTIER TYPE - S41. (documento nº 1321)

OBRA: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PRINCÍPIO DE MEMÓRIA

DES. JSPereira

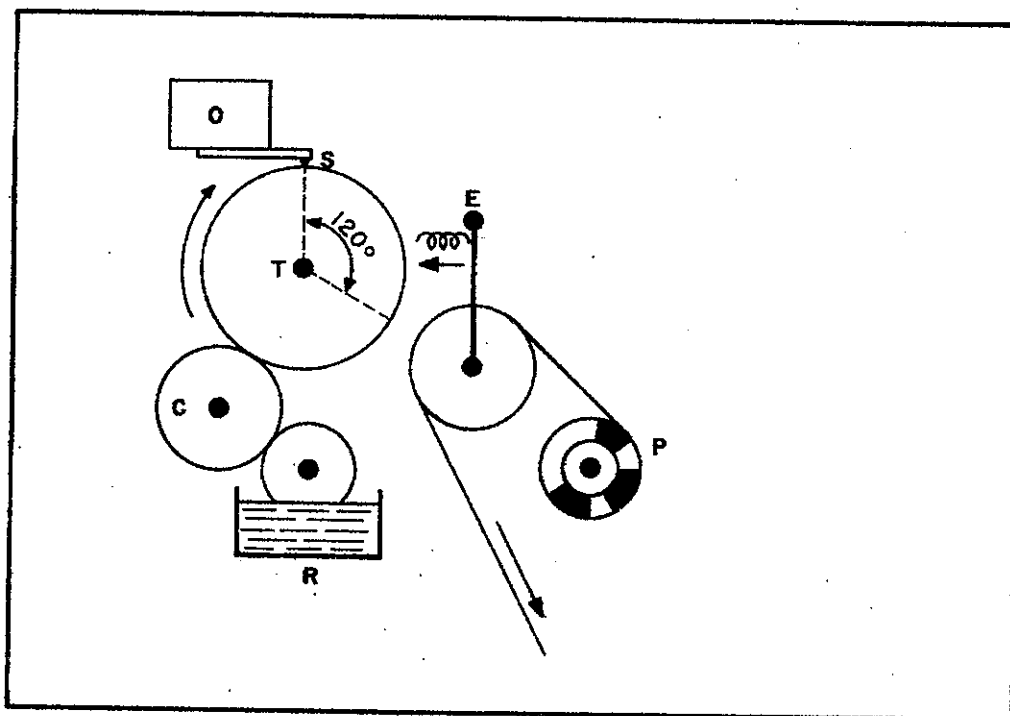
DATA. 8/02/72

ASSUNTO: OSCILOPERTURBÓGRAFO — CSF THOMSON

VER.

OPA/STA/SEP

DES. N.º SP/GSP/04



S — PONTA DE SAFIRA DO ESTILETE

O — MECANISMO COM PENA OSCILOGRÁFICA OU DISPOSITIVO REGISTRADOR DE EVENTOS

T — CILINDRO ROTATIVO COM VELOCIDADE UNIFORME

C — RÔLO IMPREGNADO DE TINTA

P — CILINDRO DE PAPEL

E — ELETROMAGNETO PARA APLICAÇÃO DE PAPEL

R — RECIPIENTE COM TINTA

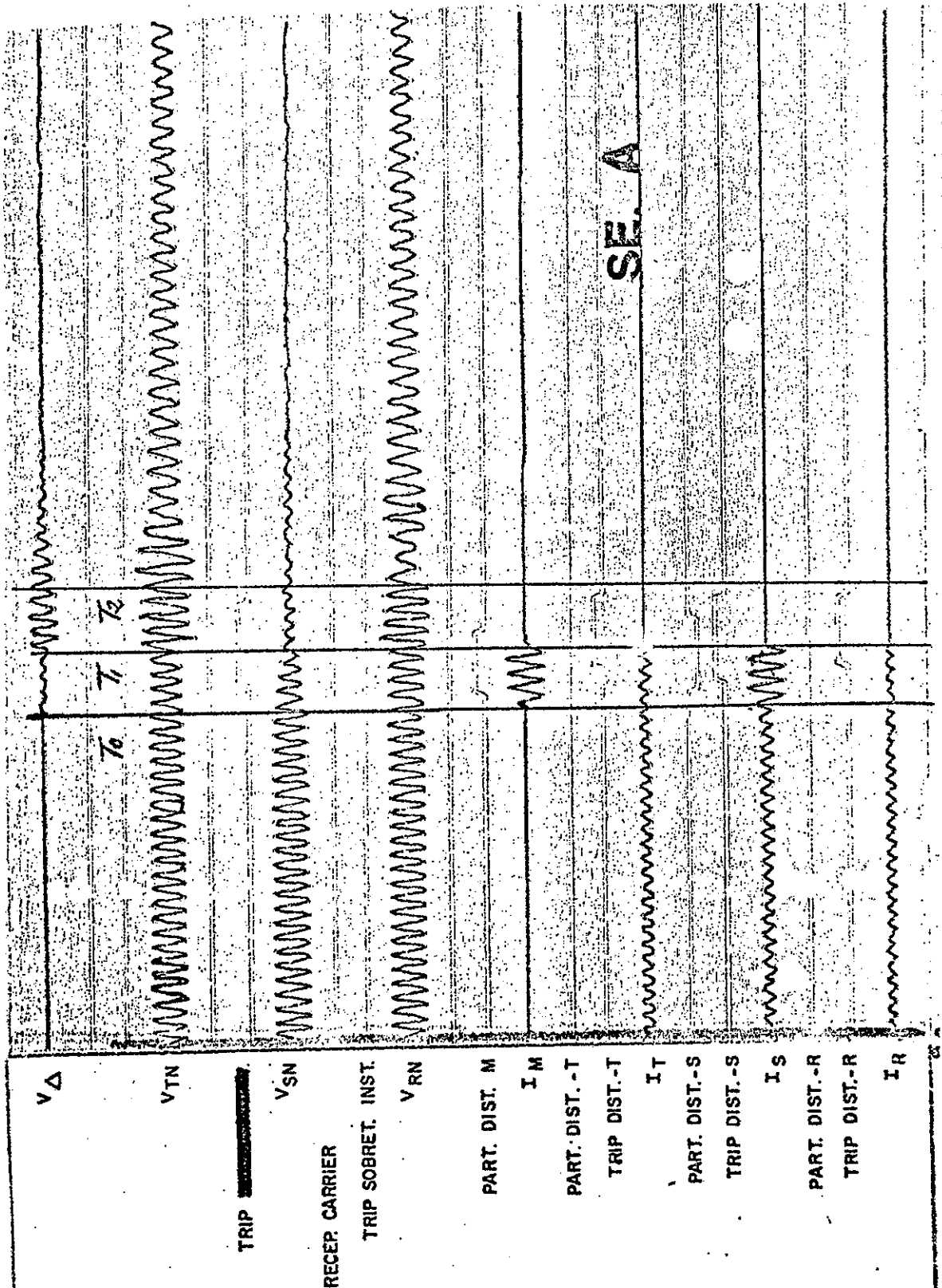
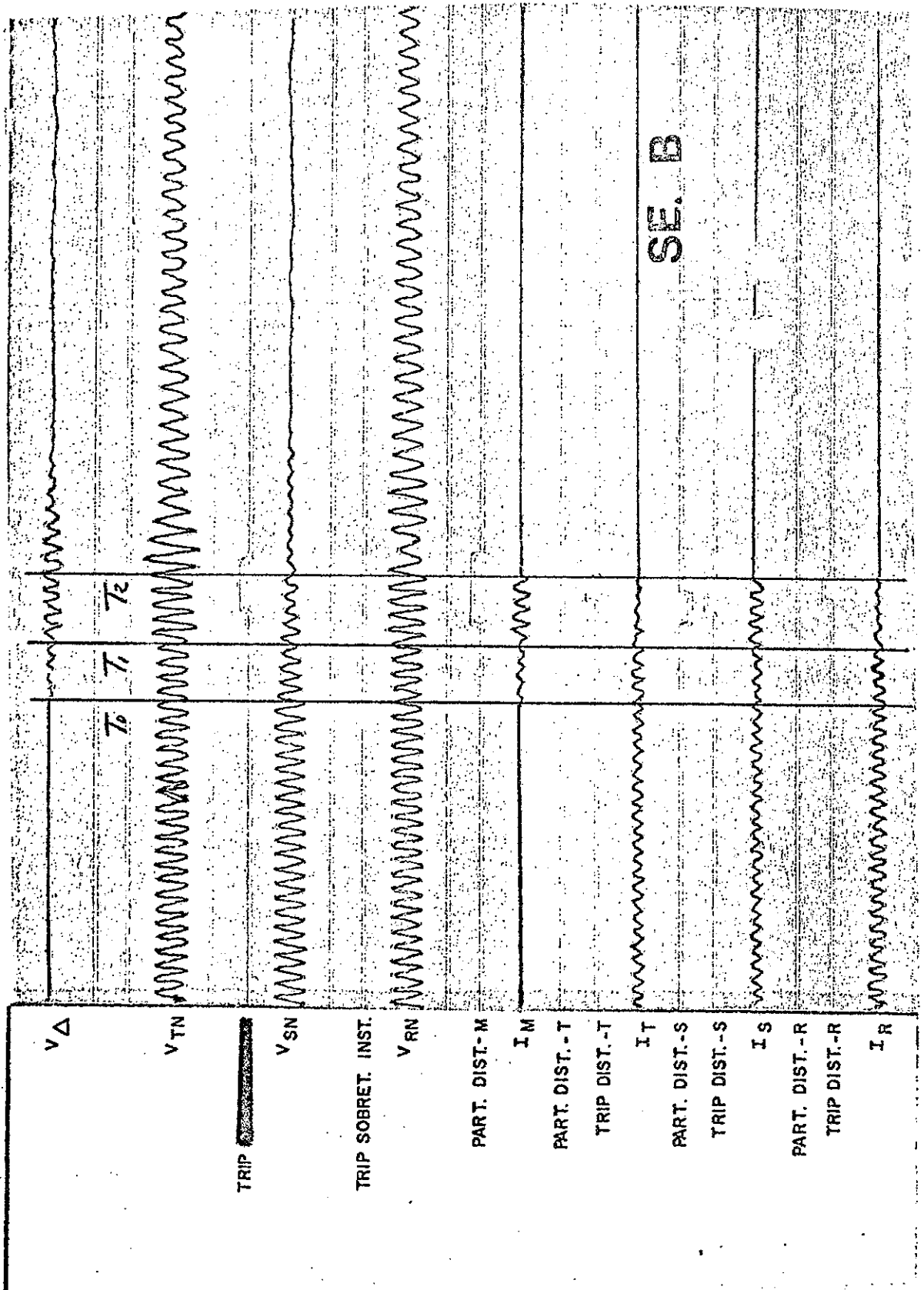
ILUSTRAÇÃO 6.4-1

ILUSTRAÇÃO 6.4 - 2

SP/GSP/04

V Δ

RECEP. CARRIER TERRA

V TN

TRIP DIREC. TERRA

TRIP SOBRET. TEMP

V SN

TRIP SOBRET. INST.

V RN

PART. DIST.-M

I M

PART. DIST.-T

TRIP DIST.-T

I T

PART. DIST.-S

TRIP DIST.-S

I S

PART. DIST.-R

TRIP DIST.-R

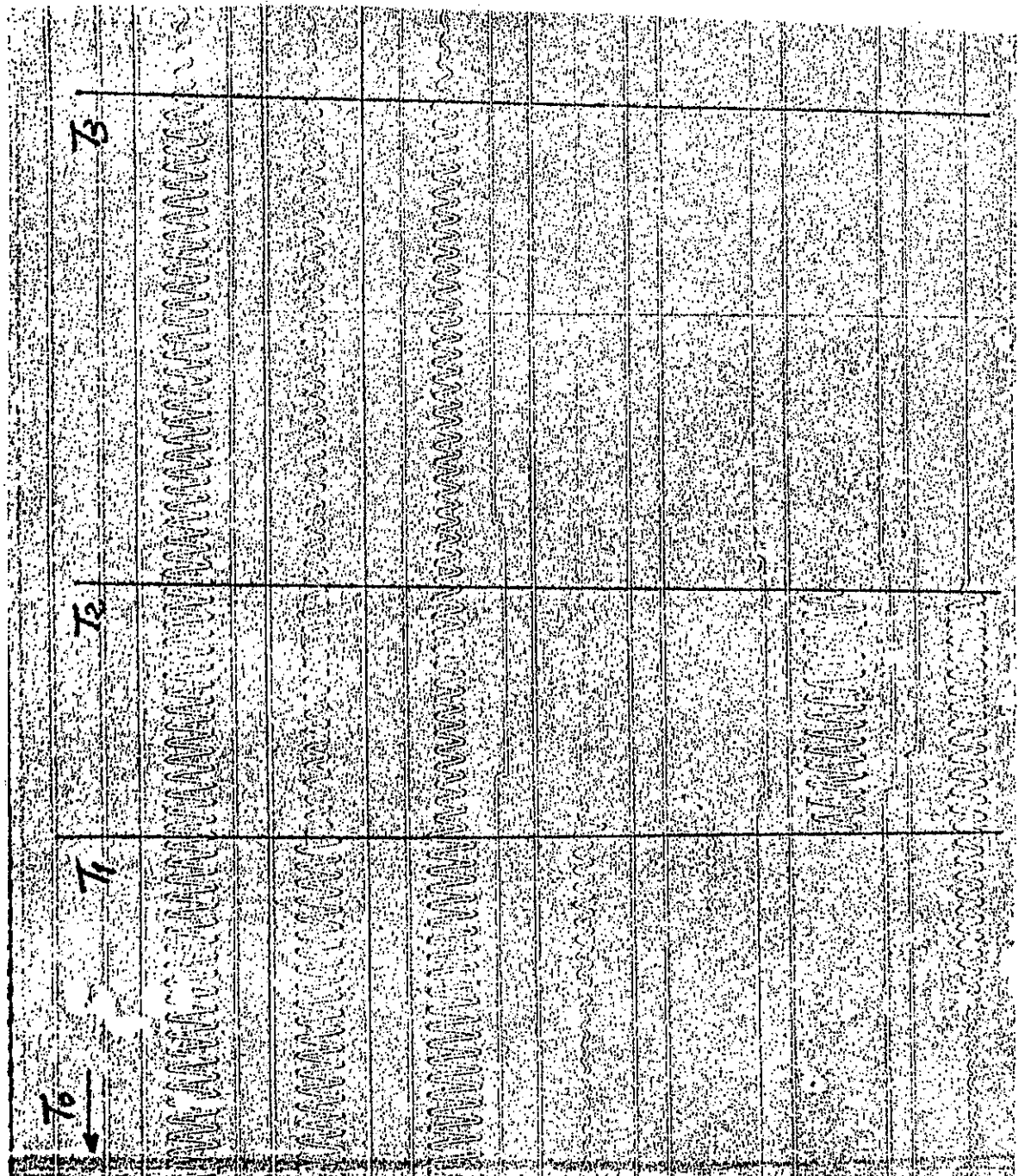
I R

DATA: 3.12.77

HORA: 17.05

ILUSTRAÇÃO 6.4-3

SP/GSP/04



VTN

VSN

VRN

~~7.0.00.000.000~~

PARTIDA (PEC)

IN

PARTIDA (PAT)

IT

PARTIDA (PAS)

IS

PARTIDA (PAR)

TRIP (PD)

IR

DATA: 11/12/71
 HORA: 12:31

ILUSTRACÃO 6.4-5